

**Landschaftsprogramm Brandenburg  
Sachlicher Teilplan „Landschaftsbild“  
- Bewertung -**



**Bearbeitung:**

Caroline Fischer

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU)  
Institut für Landschaft und Umwelt (ILU)  
Schelmenwasen 4-8  
72622 Nürtingen  
E-Mail: [caroline.fischer@hfwu.de](mailto:caroline.fischer@hfwu.de)  
<http://www.hfwu.de/caroline-fischer>

Prof. Dr. Michael Roth

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU)  
Fakultät Umwelt, Gestaltung und Therapie sowie  
Institut für Landschaft und Umwelt (ILU)  
Schelmenwasen 4-8  
72622 Nürtingen  
E-Mail: [michael.roth@hfwu.de](mailto:michael.roth@hfwu.de)  
<http://www.hfwu.de/michael-roth>

**Auftraggeber:**

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz  
des Landes Brandenburg  
Referat 44 - Naturschutz in Planungen und Zulassungsverfahren,  
Natura 2000  
Henning-von-Tresckow-Str. 2-13  
14467 Potsdam

Nürtingen, 27.10.2021 (angepasst am 18.11.2021)



## Inhalt

TEIL I: Einführung in die Aufgabenstellung .....	1
1 Einführung .....	1
2 Hintergrund & Problemstellung .....	4
3 Methoden und Datengrundlagen.....	7
TEIL II: Bewertung der Landschaftsbildqualität .....	13
4 Bewertung der Vielfalt .....	17
4.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Vielfalt .....	17
4.2 Methode zur Bewertung der Vielfalt.....	18
4.3 Ergebnis der Bewertung der Vielfalt.....	20
5 Bewertung der Eigenart .....	23
5.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Eigenart.....	23
5.2 Methode zur Bewertung der Eigenart .....	23
5.3 Ergebnis der Bewertung der Eigenart .....	29
6 Bewertung der Schönheit.....	32
6.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Schönheit .....	32
6.2 Methode zur Bewertung der Schönheit.....	32
6.2.1 Erstellen und Durchführen einer fotobasierten Online-Umfrage.....	33
6.2.2 Flächendeckende Bewertung durch ein Regressionsmodell .....	47
6.3 Ergebnis der Bewertung der Schönheit.....	53
6.3.1 Auswertung der Stichprobe.....	53
6.3.2 Auswertung der Landschaften.....	59
6.3.3 Regressionsmodell .....	60
6.3.4 Flächendeckende Bewertung der Schönheit .....	65
7 Bewertung der Landschaftsbildqualität .....	68
7.1 Methode zur Bewertung der Landschaftsbildqualität .....	68
7.2 Ergebnis der Bewertung der Landschaftsbildqualität .....	68
TEIL III: Bewertung der Erhaltungswürdigkeit.....	70
8 Bewertung der Seltenheit.....	70
8.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Seltenheit .....	70

8.2	Methode zur Bewertung der Seltenheit.....	70
8.3	Ergebnis der Bewertung der Seltenheit.....	72
9	Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung.....	73
9.1	Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung .....	73
9.2	Methode zur Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung.....	74
9.3	Ergebnis der Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung.....	75
10	Bewertung der Erhaltungswürdigkeit.....	76
10.1	Methode zur Bewertung der Erhaltungswürdigkeit.....	76
10.2	Ergebnis der Bewertung der Erhaltungswürdigkeit.....	76
TEIL IV: Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes.....		78
11	Bewertung der Einsehbarkeit .....	79
11.1	Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Einsehbarkeit .....	79
11.2	Methode zur Bewertung der Einsehbarkeit.....	80
11.3	Ergebnis der Bewertung der Einsehbarkeit.....	85
12	Bewertung der Vorbelastung .....	88
12.1	Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Vorbelastung.....	88
12.2	Methode zur Bewertung der Vorbelastung.....	89
12.3	Ergebnis der Bewertung der Vorbelastung.....	90
13	Bewertung der Empfindlichkeit .....	93
13.1	Methode zur Bewertung der Empfindlichkeit.....	93
13.2	Ergebnis der Bewertung der Empfindlichkeit.....	94
TEIL V: Zusammenführen der Teilergebnisse .....		99
14	Zusammenführen zur Bedeutung des Landschaftsbildes .....	99
14.1	Methode zum Zusammenführen zur Bedeutung des Landschaftsbildes.....	99
14.2	Ergebnis des Zusammenführens zur Bedeutung des Landschaftsbildes.....	100
15	Bewertung des Konfliktrisikos gegenüber zwei Eingriffstypen.....	102
15.1	Methode zur Bewertung des Konfliktrisikos .....	102
15.2	Ergebnis der Bewertung des Konfliktrisikos .....	103
16	Gesetzestexte .....	106

---

17	Zitierte Quellen.....	107
----	-----------------------	-----



## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Vereinfachte Darstellung des Projektablaufs .....	2
Abb. 2:	Grafische Darstellung der verwendeten Zonen mit 500 m Zellen .....	12
Abb. 3:	Karte zur Vielfalt.....	21
Abb. 4:	Karte zur Eigenart .....	30
Abb. 5:	Karte zu den Standorten der Fotodokumentation und der ausgewählten Fotos .....	37
Abb. 6:	Karte zu den Namen der Naturräume für die Umfrage .....	40
Abb. 7:	Screenshot der Umfrage .....	43
Abb. 8:	Altersklassenverteilung .....	54
Abb. 9:	Anzahl der Teilnehmenden pro Postleitzahlgebiet.....	55
Abb. 10:	Schönste Landschaften in Brandenburg.....	60
Abb. 11:	Karte zur Schönheit .....	67
Abb. 12:	Karte zur Landschaftsbildqualität .....	68
Abb. 13:	Karte zur Seltenheit .....	72
Abb. 14:	Karte zur besonderen landschaftlichen Bedeutung .....	75
Abb. 15:	Bewertung der Erhaltungswürdigkeit.....	76
Abb. 16:	Kachelnetz für das Land Brandenburg.....	84
Abb. 17:	Karte zur Einsehbarkeit von 200 m hohen Strukturen .....	86
Abb. 18:	Karte zur Einsehbarkeit von 2 m hohen Strukturen .....	87
Abb. 19:	Karte zur Vorbelastung durch Windenergieanlagen .....	91
Abb. 20:	Karte zur Vorbelastung durch PV-Freiflächenanlagen .....	92
Abb. 21:	Karte zur Empfindlichkeit gegenüber 200 m hohen Strukturen.....	95
Abb. 22:	Verteilung der Wertstufen der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber hohen mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m.....	96
Abb. 23:	Karte zur Empfindlichkeit gegenüber 2 m hohen Strukturen.....	97
Abb. 24:	Verteilung der Wertstufen der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber bodennahen Vorhaben mit einer Höhe von 2 m.....	98
Abb. 25:	Karte zur Bedeutung des Landschaftsbildes .....	100
Abb. 26:	Karte zum Konfliktrisiko gegenüber 200 m hohen Strukturen .....	103
Abb. 27:	Karte zum Konfliktrisiko gegenüber 2 m hohen Strukturen .....	104

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Übersicht der verwendeten Geo-Daten .....	7
Tab. 2:	Indikatoren der Vielfalt .....	18
Tab. 3:	Indikatoren der Eigenart.....	24
Tab. 4:	Übersicht zu den Zeiträumen der Fotodokumentation.....	36
Tab. 5:	Zu bewertende Kriterien .....	43
Tab. 6:	Strategien zur Bewerbung der Umfrage.....	46
Tab. 7:	Zugehörigkeit der Fotos zu den einzelnen Tranchen .....	47
Tab. 8:	Zuordnung der Altersklassen .....	48
Tab. 9:	Verteilung höchster Schulabschluss.....	55
Tab. 10:	Verteilung höchster Berufsabschluss .....	56
Tab. 11:	Verteilung zur Rolle des Themas „Natur und Umwelt“ .....	56
Tab. 12:	Verteilung zur Aufenthaltshäufigkeit in der freien Landschaft .....	56
Tab. 13:	Verteilung zur Prägung der Wohnumgebung .....	57
Tab. 14:	Verteilung zur verwendeten Gerät .....	58
Tab. 15:	Bearbeitungszeit.....	58
Tab. 16:	Spannweite der berechneten Landschafts-Mittelwerte je Kriterium.....	59
Tab. 17:	Unabhängige Variablen der Regressionsgleichung .....	61
Tab. 18:	Vergleich der durchschnittlichen Bewertung der Schönheit aus der Umfrage mit dem vorhergesagten Schönheitswert der Regressionsgleichung .....	63
Tab. 19:	Anteil der Zellen je Klasse bei 9 Klassen .....	66
Tab. 20:	Anteil der Zellen je Klasse bei 6 Klassen .....	66
Tab. 21:	Indikatoren der Seltenheit .....	71
Tab. 22:	Indikatoren der besonderen landschaftlichen Bedeutung .....	74
Tab. 23:	Landnutzungshöhenklassen und daraus resultierende OFFSETB-Werte für die jeweilige Anlagenhöhe.....	83
Tab. 24:	Daten zur Berechnung der Vorbelastung.....	89
Tab. 25:	Matrix zur Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber hohen mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m .....	93
Tab. 26:	Matrix zur Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber bodennahen Vorhaben mit einer Höhe von 2 m.....	94
Tab. 27:	Matrix zur Bewertung der Bedeutung des Landschaftsbildes.....	99
Tab. 28:	Matrix zur Bewertung des Konfliktrisikos gegenüber hohen mastenartigen Vorhaben mit einer Höhe von 200 m.....	102
Tab. 29:	Matrix zur Bewertung des Konfliktrisikos gegenüber bodennahen Vorhaben mit einer Höhe von 2 m.....	102

# TEIL I: Einführung in die Aufgabenstellung

## 1 Einführung

Dieses Dokument bildet den Zwischenbericht mit Stand Oktober 2021 zu dem Projekt „Fortschreibung des Landschaftsprogrammes Brandenburg mit einem sachlichen Teilplan ‚Landschaftsbild‘ - Hauptstudie“. Das Projekt wurde zum 05.02.2021 durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg (MLUK) an Prof. Dr. Michael Roth als Vertreter des Instituts für Landschaft und Umwelt (ILU) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU) vergeben. Der neue Teilplan soll die Karte 3.5 (Landschaftsbild) des Landschaftsprogramms von 2001 aktualisieren.

Ausdrückliches Ziel ist es, auf der Grundlage der in der Vorstudie (Roth & Fischer 2020) entwickelten Methodik das Landschaftsprogramm Brandenburg durch den sachlichen Teilplan „Landschaftsbild“ fortzuschreiben. Hierdurch soll eine räumliche Gebietskulisse im Maßstab 1:300.000 erarbeitet werden. Darüber hinaus sind die Landschaftsbildqualitäten Vielfalt, Eigenart und Schönheit zu bewerten und in separaten Karten darzustellen.

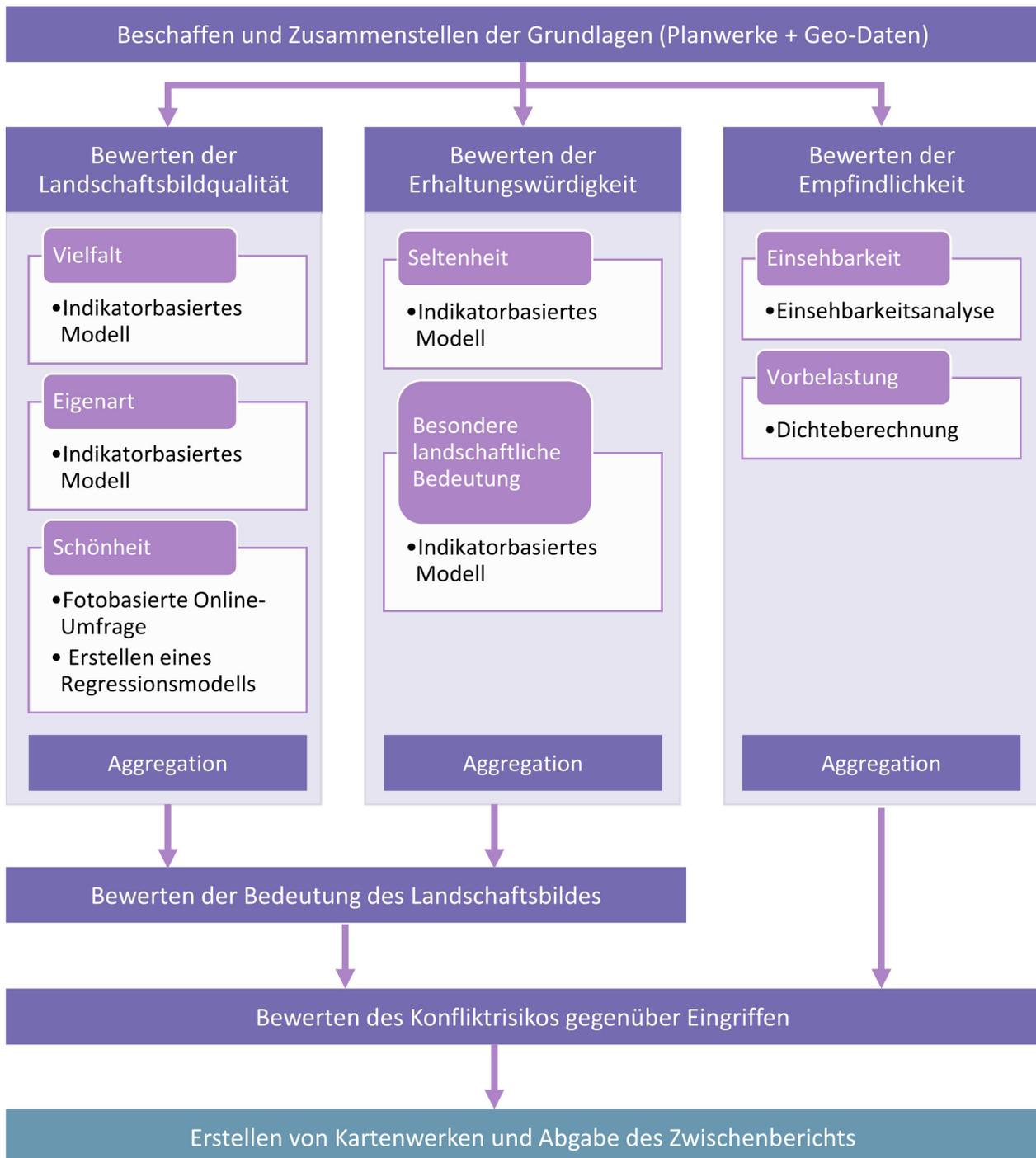
Die Hauptstudie gliedert sich in zwei Phasen. Phase 1 umfasst die Erfassung und Bewertung des Landschaftsbildes und läuft von Februar 2021 bis Oktober 2021. Von November 2021 bis Oktober 2022 schließt Phase 2 „Planung“ an. Dort erfolgt das Erstellen des sachlichen Teilplans Landschaftsbild. Der Zwischenbericht schließt Phase 1 „Erfassung und Bewertung“ ab. In dieser Phase wurden folgende Bewertungsmodule der Vorstudie bearbeitet

- M1: Bewertung der Landschaftsbildqualität
- M2: Bewertung der Erhaltungswürdigkeit
- M3: Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes
- M4: Bewertung der Bedeutung des Landschaftsbildes
- M5: Bewertung des Konfliktrisikos gegenüber Eingriffen

Die jeweiligen Ergebnisse werden in dem vorliegenden Bericht textlich und kartografisch dargestellt und durch großformatige kartografische Darstellungen der Vielfalt, Eigenart und Schönheit ergänzt.

Im Rahmen der Vorstudie wurde eine Methode entwickelt, die geeignet ist, das Landschaftsbild rechtssicher und flächendeckend für das Land Brandenburg unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gegebenheiten zu bewerten. Dabei wird der Bezug zur Metropole Berlin beachtet und die Eignung des Ergebnisses als Grundlage für die Festsetzung von Ersatzgeldern bei nicht ausgleichbaren Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch Windenergieanlagen nach dem Kompensationserlass Windenergie gewährleistet.

Die in diesem Zwischenbericht beschriebenen Arbeitsschritte der Phase 1 werden in Abb. 1 vereinfacht dargestellt.



**Abb. 1: Vereinfachte Darstellung des Projektablaufs**

Zunächst wurden die zu berücksichtigenden und zu verwendenden Planwerke sowie Geo-Daten beschafft und zusammengestellt. Danach erfolgte die Bewertung des Landschaftsbildes als zentraler Baustein. Hierbei werden drei unterschiedliche Module parallel und landesweit bewertet. Es handelt sich um die Landschaftsbildqualität, die Erhaltungswürdigkeit der Landschaft und die Empfindlichkeit des Landschaftsbildes. Die Bewertung erfolgt jeweils für Teilaspekte, welche modulbezogen aggregiert werden. Anschließend werden die Landschaftsbildqualität und die Er-

haltungswürdigkeit der Landschaft zur Bedeutung des Landschaftsbildes kombiniert. Dieser Indikator wird mit der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes aggregiert und bildet eine Bewertung des Konfliktrisikos gegenüber Eingriffen. Es gilt zu beachten, dass die Empfindlichkeit des Landschaftsbildes vorhabenspezifisch erhoben wird. Mit dem Auftraggeber wurden zwei zu betrachtende Vorhabentypen abgestimmt: Windenergieanlagen mit einer Höhe von 200 m und bodennahe Vorhaben mit einer Höhe von 2 m (z.B. Freilandphotovoltaik). Dementsprechend resultieren auch zwei Bewertungen des Konfliktrisikos, welche den jeweiligen Vorhabentyp zugrunde legen. Im Laufe der Bearbeitung erfolgte ein iterativer Abstimmungsprozess mit dem Auftraggeber. Zum Ende der Phase 1 im Oktober 2021 wurden die erstellten Kartenwerke und der Zwischenbericht dem Auftraggeber übergeben.

Im nächsten Schritt, aber außerhalb des vorliegenden Berichts, wird Phase 2 durch den Auftragnehmer bearbeitet. Sie umfasst die Ziel- und Maßnahmenplanung. Dafür werden ein Vorentwurf, ein Entwurf und eine Endfassung des sachlichen Teilplans Landschaftsbild als Fortschreibung des Landschaftsprogramms Brandenburg erarbeitet. Insbesondere zwischen den einzelnen Schritten finden vertiefte Abstimmungsprozesse statt.

Bearbeitet wurde das Projekt von Prof. Dr. Michael Roth, Caroline Fischer (M. Sc.) und Sandra Roth (Dipl.-Ing. (FH)) am Institut für Landschaft und Umwelt (ILU) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen. Außerdem unterstützt wurde die Bearbeitung im Sommersemester 2021 von der studentischen Hilfskraft Lea Aschmann.

## 2 Hintergrund & Problemstellung

Das Landschaftsprogramm des Landes Brandenburg wurde im Jahr 2001 aufgestellt. Es dient gemäß § 10 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) der überörtlichen Konkretisierung der Ziele, Erfordernisse und Maßnahmen des Naturschutzes und der Landespflege für den Bereich eines Landes. Dabei sind die Anforderung von § 9 (1-3) BNatSchG bezüglich der Inhalte des Planwerks umzusetzen. Erfordernisse und Maßnahmen zur Umsetzung der konkretisierten Ziele sind auch

*„zur Erhaltung und Entwicklung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswertes von Natur und Landschaft, [sowie] zur Erhaltung und Entwicklung von Freiräumen im besiedelten und unbesiedelten Bereich“ (§ 9 (3) Nr. 4 Satz f, g BNatSchG)*

zu entwickeln. Sobald die Erfordernisse und Maßnahmen zur Umsetzung der konkretisierten Ziele es erfordern, ist das Landschaftsprogramm fortzuschreiben, was als sachlicher Teilplan möglich ist (§ 9 (4) BNatSchG). Heutzutage werden neue Anforderungen insbesondere an das Landschaftsbild gestellt. Dies begründet eine Fortschreibung des Landschaftsprogramms als sachlichen Teilplan für das Landschaftsbild.

Der Stand von Wissenschaft und Technik innerhalb der Landschaftsplanung im Hinblick auf die Betrachtung des Landschaftsbildes hat sich im Vergleich zu dem Jahr 2001 weiterentwickelt. Es existieren zudem neue gesetzliche Bestimmungen wie die Strategische Umweltprüfung bei Plänen Dritter oder einschlägige Gerichtsurteile. Aus diesen Gründen ist eine Fortschreibung des Landschaftsprogramms anzustreben. Insbesondere die Energiewende und dort der Ausbau der Windenergie führen zu erheblichen, oft nicht ausgleichbaren Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes. Zur Bemessung angemessener Ersatzgelder ist eine hinreichende Bewertungsgrundlage, welche Aussagen zur Landschaftsbildqualität und der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes im naturräumlichen und landschaftlichen Kontext enthält, unerlässlich. Das bedeutet, dass die Bewertungsmethode sowohl für die vorsorgende Landschaftsplanung, als auch für die planerische Beurteilung von Vorhaben geeignet sein sollte.

Auch die Erholungsfunktion basiert auf der durch den Einzelnen wahrgenommenen Landschaftsbildqualität und dem ästhetischen Wert der Landschaft. Besonders vor dem Hintergrund des Erholungsdrucks, welcher unter anderem durch die Nähe zur Metropole Berlin bedingt wird, ist eine Grundlage zu schaffen, um Bereiche mit hochwertigen Landschaftsbildern zu identifizieren und zu schützen. Dennoch gilt zu beachten, dass das Thema Erholung eine eigenständige Aufgabe ist. Es wird im Rahmen der Fortschreibung des Landschaftsprogramms durch den sachlichen Teilplan „Landschaftsbild“ nicht näher betrachtet.

Um den Stand von Wissenschaft und Technik auf großräumige Landschaftsbildbewertungsmethoden und die notwendigen Anforderungen, die aus der aktuellen Rechtsprechung resultieren, aufzuarbeiten, wurde von den Autoren der hier bearbeiteten Hauptstudie im Vorgang eine Vorstudie

als separates Projekt erstellt (vgl. Roth & Fischer 2020). Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen wurde eine Bewertungsmethode für das Landschaftsbild spezifisch für das Land Brandenburg entwickelt. Die Methode erfüllt die wissenschaftlichen Gütekriterien Objektivität<sup>1</sup>, Reliabilität<sup>2</sup> und Validität<sup>3</sup>, ermöglicht Rechtssicherheit, bindet die naturräumlichen Gegebenheiten ein und beruht auf den Wertvorstellungen der Bevölkerung des Landes Brandenburg. Sie ist weiterhin geeignet, im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung Eingriffe, die durch Planungen Dritter eintreten können, zu bewerten und eine Verwendung im Rahmen des Kompensationserlasses Windenergie zu ermöglichen. Zudem wurde in der Vorstudie ein grafisches Konzept für die Kartenwerke der Phase 2 der Hauptstudie (Ziel- und Maßnahmenplanung) erstellt.

Die Vorstudie von Roth & Fischer (2020) bildet die Grundlage für die hier bearbeitete Hauptstudie zur Fortschreibung des Landschaftsprogramms Brandenburg durch den sachlichen Teilplan „Landschaftsbild“. Es erfolgt eine umfassende Landschaftsbildbewertung, auf deren Basis das Land Brandenburg flächendeckend in differenzierte Bereiche verschiedener Landschaftsbildqualitäten eingeteilt werden kann. Neben einem Gesamtwert der Landschaftsbildqualität ermöglicht die Methode die intersubjektive, flächendeckende Erfassung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie weiterer Faktoren des Landschaftsbildes (Erhaltungswürdigkeit, Empfindlichkeit). Der Zielmaßstab beträgt 1:300.000. Auf dieser Ebene soll das neue Planwerk geeignet sein, mögliche Eingriffe in das Landschaftsbild innerhalb einer Strategischen Umweltprüfung zu beurteilen. Der Zwischenbericht legt dar, wie die entwickelte Methode umgesetzt und spezifiziert wurde, um das Landschaftsbild zu erfassen und zu bewerten. Es werden die Module 1-5 der Vorstudie bearbeitet. Somit wird die Grundlage für die direkt anschließende Planung in Phase 2 erstellt.

Die Windenergie wird weiterhin eine wichtige Rolle zur Umsetzung der Energiewende spielen. Hierfür sind deutschlandweit neue Anlagen zuzubauen, folglich auch in Brandenburg. Das Land Brandenburg steht darüber hinaus vor einer weiteren Herausforderung: dem Förderende vieler Anlagen.

Die Bewertung des Landschaftsbildes soll für den „Erlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft zur Kompensation von Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch Windenergieanlagen (Kompensationserlass Windenergie)“ vom 31.01.2018 nutzbar sein. Der Kompensationserlass Windenergie unterscheidet drei Wertstufen der Erlebnis-

---

<sup>1</sup> „Als objektiv wird ein Vorgehen bezeichnet, wenn es unter Berücksichtigung derselben Grundlagen zu Ergebnissen führt, die unabhängig vom Bewerter sind.“ (Bernotat et al. 2002: 364)

<sup>2</sup> „Als Reliabilität wird die Zuverlässigkeit sowie die Reproduzierbarkeit der mit bestimmten Methoden gewonnenen Ergebnisse unter gleichbleibenden Bedingungen bezeichnet. Die Reliabilität ist nicht nur Ausdruck des Mess- und Registrierfehlers, sondern auch Ausdruck zeitlicher Merkmalsfluktuation. Die Reliabilität ist definiert als Korrelation zwischen zwei unter gleichen Bedingungen durchgeführten Messungen.“ (Bernotat et al. 2002: 365)

<sup>3</sup> Unter Validität (= Gültigkeit) wird die Sachgerechtigkeit der Abbildung (der Vielfalt, Eigenart und Schönheit des Landschaftsbildes) durch das Bewertungsverfahren verstanden (vgl. Auhagen 1998: 64).

wirksamkeit des Landschaftsbildes, anhand derer das Ersatzgeld pro Meter Anlagenhöhe bemessen wird. Der Kompensationserlass Windenergie soll auch zukünftig anwendbar sein und durch die Ergebnisse der Landschaftsbildbewertung eine tiefere Fundierung erhalten. Der Auftraggeber wählt eine der resultierenden Bewertungsgrößen aus, welche als Grundlage des Kompensationserlasses Windenergie dient. Dies ist bereits nach Abschluss von Phase 1 mit den in diesem Zwischenbericht dargelegten Ergebnissen möglich.

Der aus Phase 2 resultierende sachliche Teilplan Landschaftsbild soll eine räumlich konkrete Gebietskulisse bereitstellen, um Ziele von Naturschutz und Landschaftspflege für das Landschaftsbild zu konkretisieren sowie Maßnahmen zum Erreichen der Ziele festlegen und begründen zu können. Aufgrund des Zielmaßstabs von 1:300.000 können die Landschaftsbildräume letztendlich nur bereichsscharf abgegrenzt werden. Lokale Besonderheiten können auf dieser Ebene nicht individuell herausgestellt werden.

### 3 Methoden und Datengrundlagen

Zur Fortschreibung des Landschaftsprogramms Brandenburg durch den sachlichen Teilplan „Landschaftsbild“ wird die in der Vorstudie von Roth & Fischer (2020) entwickelte Methode umgesetzt, wie es auch in der Leistungsbeschreibung des Auftrags gefordert wird. Die Autoren erarbeiteten eine umfassende Vorgehensweise, um verschiedenste Aspekte des Landschaftsbildes objektiv bzw. intersubjektiv und valide zu bewerten. An Stellen, wo eine Konkretisierung oder Anpassung notwendig war, wurden diese umgesetzt. Das jeweilige Vorgehen zur Bewertung der Teilaspekte zum Landschaftsbild wird in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich beschrieben. Dabei werden auch die verwendeten Datengrundlagen genannt.

Die Geobasis- und Geofachdaten, welche für die Projektbearbeitung notwendig waren, wurden online über den Geobroker des Landes Brandenburg (<https://geobroker.geobasis-bb.de/>) bezogen oder direkt vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Darüberhinaus wurden andere Behörden angeschrieben und weitere, ergänzende Datenquellen herangezogen. Alle Datensätze decken das gesamte Land Brandenburg ab und sind kostenfrei verfügbar. Als räumliches Bezugssystem wurde ETRS89 mit dem EPSG-Code 25833 verwendet. Alle Daten waren in diesem Bezugssystem verfügbar bzw. wurden transformiert. Auch die erzeugten Daten und das kartografische Konzept besitzen das benannte Referenzsystem.

Die Aufbereitung der Geo-Daten, die Bewertung des Landschaftsbildes und das Erstellen der Karten für den sachlichen Teilplan „Landschaftsbild“ erfolgte mit dem geografischen Informationssystem ArcMap der Firma ESRI in der Version 10.8.1. Eine Übersicht der verwendeten Geo-Daten befindet sich in Tab. 1. Hier ist der vollständige Quellennachweis enthalten. Wird in einem späteren Kapitel ein Datensatz als Grundlage für die jeweilige Untersuchung benannt, wird nicht der vollständige Quellenvermerk angegeben, sondern der Name und eine Identifikationsnummer, welche mit Tab. 1 korrespondiert.

**Tab. 1: Übersicht der verwendeten Geo-Daten**

	ID	Geo-Daten	Format	Genauigkeit, Maßstab / Auflösung	Stand	Quellenvermerk
Verwaltung	1	Verwaltungsgrenzen	Vektor	1:25.000	08.01.2020	© GeoBasis-DE/LGB 2020, dl-de/by-2-0, <a href="https://geobroker.geobasis-bb.de/">https://geobroker.geobasis-bb.de/</a> , Digitale Verwaltungsgrenzen
	2	Postleitzahlen Brandenburg	Vektor	1:25.000	31.03.2021	© GeoBasis-DE/LGB 2021, dl-de/by-2-0, <a href="https://geobroker.geobasis-bb.de/">https://geobroker.geobasis-bb.de/</a> , Postleitzahlen
	3	Postleitzahlen Berlin	Vektor	1:5.000	01.10.2019	© Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2019, CC BY 3.0 DE, Postleitzahlen

	ID	Geo-Daten	Format	Genauigkeit, Maßstab / Auflösung	Stand	Quellenvermerk
Höhenmodelle	4	Digitales Geländemodell (DGM10)	Raster	10 m	2016	© GeoBasis-DE/LGM 2016, dl-de/by-2-0, (Daten geändert), <a href="https://geobroker.geobasis-bb.de/">https://geobroker.geobasis-bb.de/</a> , DGM
	5	Digitales Oberflächenmodell (DOM10)	Raster	10 m	2019	© GeoBasis-DE/LGM 2019, dl-de/by-2-0, (Daten geändert), <a href="https://geobroker.geobasis-bb.de/">https://geobroker.geobasis-bb.de/</a> , bDOM
	6	European Digital Elevation Model (EU-DEM), Kachel DEM-v1.1-E40N30	Raster	25 m	2016	© Copernicus Programme 2016, EU-DEM
Landnutzung	7	ATKIS Basis-DLM	Vektor	1:10.000	01.03.2021	© GeoBasis-DE/LGB 2021, dl-de/by-2-0, <a href="https://geobroker.geobasis-bb.de/">https://geobroker.geobasis-bb.de/</a> , ATKIS-Basis-DLM
	8	Corine Land Cover 2018 (CLC)	Vektor	Mind. 25 ha	2020	© Copernicus Programme 2020, CLC2018
	9	Land Cover Change (LCC) 1990-2000	Vektor	Mind. 5 ha	2020	© Copernicus Programme 2020, CHA9000
	10	Land Cover Change (LCC) 2000-2006	Vektor	Mind. 5 ha	2020	© Copernicus Programme 2020, CHA0006
	11	Land Cover Change (LCC) 2006-2012	Vektor	Mind. 5 ha	2020	© Copernicus Programme 2020, CHA0612
	12	Corine Land Cover Change (CHA) 2012 - 2018	Vektor	Mind. 5 ha	2020	© Copernicus Programme 2020, CHA1218
	13	Gewässernetz	Vektor	1:10.000	01.03.2021	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2021, dl-de/by-2-0, <a href="https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/gewnet25.zip">https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/gewnet25.zip</a> , Gewässernetz
	14	Seen	Vektor	1:10.000	01.03.2021	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2021, dl-de/by-2-0, <a href="https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/seen25.zip">https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/seen25.zip</a> , Seen
	15	Spargel	Vektor	-	31.12.2020	© MLUL 2020, dl-de/by-2-0, Spargel
	16	Rieselfelder	Vektor	1:25.000	30.06.1992	© Umweltatlas Berlin 1992, dl-de/by-2-0, Rieselfelder
	17	CIR-Biototypen 2009 - BTLN Brandenburg	Vektor	1:3.000	01.12.2013	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2013, dl-de/by-2-0, <a href="http://www.lfu.brandenburg.de">http://www.lfu.brandenburg.de</a> , CIR-Biototypen 2009 - BTLN Brandenburg

	ID	Geo-Daten	Format	Genauigkeit, Maßstab / Auflösung	Stand	Quellenvermerk
Energieinfrastruktur	18	Erneuerbare Energien des UFZ (Windenergie-, Photovoltaik-Freiflächen-, Bioenergieanlagen)	Vektor	-	2019	© Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ 2019, <a href="http://www.ufz.de/record/dmp/archive/5467">http://www.ufz.de/record/dmp/archive/5467</a> , CC BY-NC-SA 4.0
	19	Windenergieanlagen (WEA)	Vektor	-	13.01.2021	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2021, dl-de/by-2-0, <a href="https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/wka.zip">https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/wka.zip</a> , Windkraftanlagen
	20	Ergänzungen zu Photovoltaik-Freiflächenanlagen	Vektor	-	2021	© Regionale Planungsgemeinschaft Oderland-Spree, Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark-Barnim, Landkreis Märkisch-Oderland, Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Landkreis Teltow-Fläming
Weitere Strukturen	21	Ausgewählte Schlösser, Gutshäuser, Burgen, Klöster	Vektor	-	16.08.2021	TMB Tourismus-Marketing Brandenburg GmbH (2021): <a href="https://www.reiseland-brandenburg.de/aktivitaeten-erlebnisse/kultur/schloesser-herrenhaeuser/">https://www.reiseland-brandenburg.de/aktivitaeten-erlebnisse/kultur/schloesser-herrenhaeuser/</a> (zuletzt geprüft am 16.08.2021)
	22	Geotope	Vektor	-	-	© LBGR 2021, Geotope
	23	OpenStreetMap Brandenburg	Vektor	-	Download 25.02.2021	© Geofabrik GmbH and OpenStreetMap Contributors 2021
	24	OpenStreetMap angrenzende Bundesländer (Berlin, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen, Sachsen-Anhalt)	Vektor	-	Download 17.05.2021	© Geofabrik GmbH and OpenStreetMap Contributors 2021
	25	OpenStreetMap Polen (Woiwodschaften Lubuskie, Zachodniopomorskie)	Vektor	-	Download 24.03.2021	© Geofabrik GmbH and OpenStreetMap Contributors 2021
Landschaften	26	Naturräumliche Gliederung	Vektor	1:100.000	30.04.2016	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2016, dl-de/by-2-0, <a href="http://www.lfu.brandenburg.de">http://www.lfu.brandenburg.de</a> , Naturräumliche Gliederung Brandenburgs nach Scholz
	27	Bedeutsame Landschaften	Vektor	1:150.000	15.10.2018	© Bundesamt für Naturschutz 2018, GeoNutzV
	28	Landschaftstypen	Vektor	-	2011	© Bundesamt für Naturschutz 2015, GeoNutzV
	29	Unzerschnittene verkehrssarme Räume (UZV)	Vektor	1:250.000	2015	© Bundesamt für Naturschutz 2018, GeoNutzV
	30	Bergbaulandschaften	Vektor	-	22.04.2021	© Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg 2021, dl-de/by-2-0, <a href="https://inspire.brandenburg.de/services/bergbau_wfs?">https://inspire.brandenburg.de/services/bergbau_wfs?</a> , Bergbau

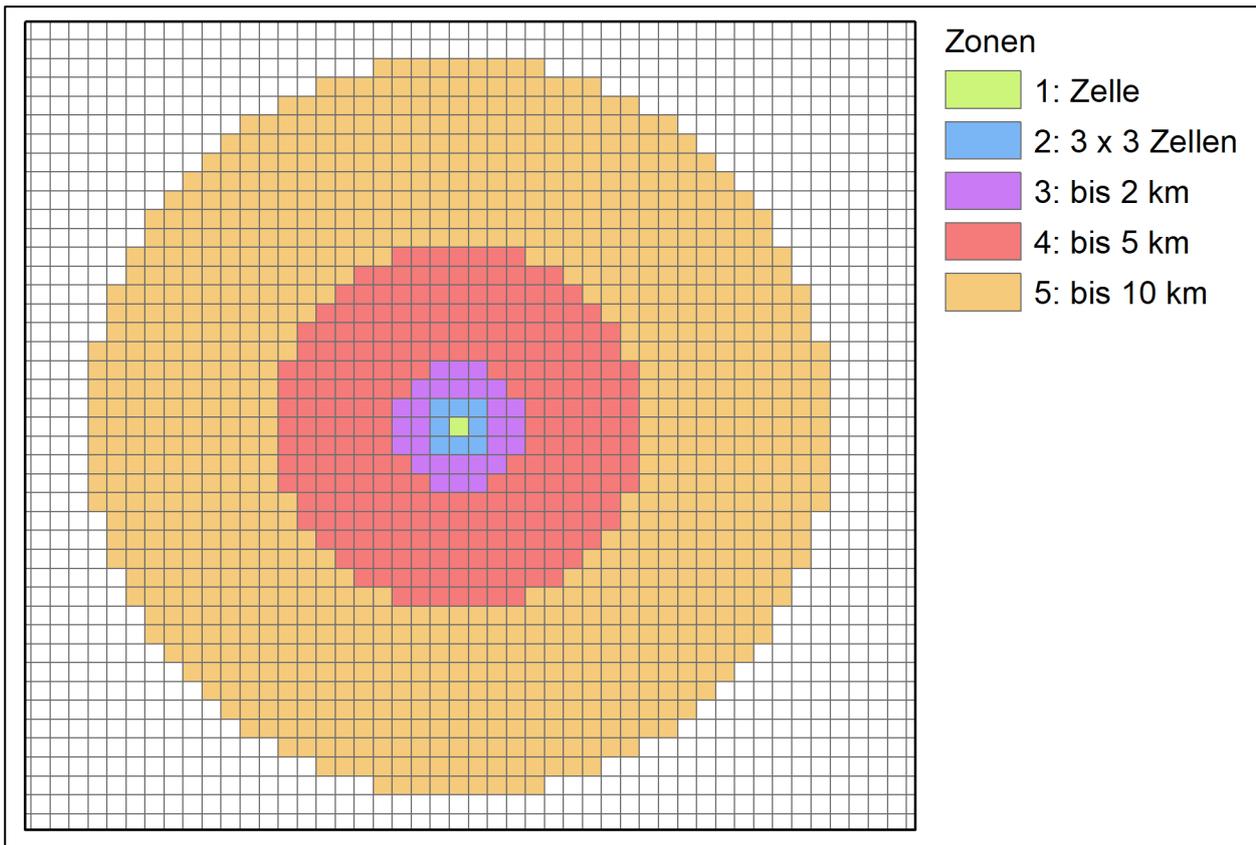
	ID	Geo-Daten	Format	Genauigkeit, Maßstab / Auflösung	Stand	Quellenvermerk
Ausgewiesene Gebiete	31	Naturschutzgebiete	Vektor	1:10.000	31.12.2020	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2020, dl-de/by-2-0; <a href="https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/nsg.zip">https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/nsg.zip</a> ; NSG
	32	Landschaftsschutzgebiete	Vektor	1:10.000	31.12.2020	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2020, dl-de/by-2-0; <a href="https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/lsg.zip">https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/lsg.zip</a> ; LSG
	33	Nationalpark	Vektor	1:10.000	30.09.2017	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2017, dl-de/by-2-0; <a href="https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/gsg.zip">https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/gsg.zip</a> ;>NNL
	34	Biosphärenreservate	Vektor	1:10.000	30.09.2017	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2017, dl-de/by-2-0; <a href="https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/gsg.zip">https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/gsg.zip</a> ;>NNL
	35	Naturparke	Vektor	1:10.000	30.09.2017	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2017, dl-de/by-2-0; <a href="https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/gsg.zip">https://mlul.brandenburg.de/ua/gis/gsg.zip</a> ;>NNL
	36	FFH-Gebiete	Vektor	1:10.000	02.06.2017	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2017, dl-de/by-2-0; <a href="http://www.lfu.brandenburg.de">http://www.lfu.brandenburg.de</a> ; FFH-Gebiete
	37	Vogelschutzgebiete (SPA)	Vektor	1:10.000	05.02.2010	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2010, dl-de/by-2-0; <a href="http://www.lfu.brandenburg.de">http://www.lfu.brandenburg.de</a> ; Vogelschutzgebiete (SPA)
	38	Sternenpark	Vektor	1:50.000	2013	© Landesamt für Umwelt Brandenburg 2013; Sternenpark
	39	Geoparks	Vektor	-	-	© LBGR 2021, Geoparks
	40	UNESCO Welterbe Potsdam	Vektor	1:31.000	16.03.2010	Stadtverwaltung Potsdam (1996): Karte des Geltungsbereiches der Satzung zum Schutz des UNESCO-Welterbes der Landeshauptstadt Potsdam vom 04.09.1996, <a href="https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/Unesco%202010_600dpi_Gschwarz.pdf">https://www.potsdam.de/sites/default/files/documents/Unesco%202010_600dpi_Gschwarz.pdf</a>
Bestehende Bewertungen	41	Lichtarmut	Raster	30 Bogensekunden	2015	Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C., Elvidge, C., Baugh, K., Portnov, B., Rybnikova, N. & Furgoni, R. (2016): Supplement to: The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness. V. 1.1. GFZ Data Services. <a href="https://doi.org/10.5880/GFZ.1.4.2016.001">https://doi.org/10.5880/GFZ.1.4.2016.001</a> , CC BY NC 4.0
	42	Hemerobie	Raster	100 m	2012	© Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung Leipzig 2012

Grundsätzlich wurde für die Bewertung des Landschaftsbildes ein rasterbasierter Ansatz verfolgt. Das bedeutet, dass die Endprodukte der Bewertungen jeweils Raster-Daten sind. Die Rasterzellen besitzen eine Größe von 500 x 500 m, was für eine landesweite Betrachtung eine sehr feinkörnige Auflösung darstellt.

Für alle Bewertungen außer die der Einsehbarkeit als Teil der Empfindlichkeit wurde dieses 500 m-Raster verwendet. Nichtsdestotrotz wurden Informationen aus Vektordatensätzen in die Bewertungen integriert, da die deutliche Mehrheit der benötigten Informationen im Vektorformat vorliegt. Dazu wurden Indikatoren aus den vektoriellen Geo-Daten in unterschiedlichen Wirkzonen berechnet. Das heißt es wurde die Anzahl, die Lauflänge, der Flächenanteil oder die Dichte von Landschaftselementen und -strukturen für jede 500 m Zelle berechnet, um die Zielauflösung zu erhalten, während der Detaillierungsgrad der Original-Informationen erhalten wurde.

Abhängig von der Distanz zwischen Betrachter und Landschaftselementen divergiert die Erlebbarkeit letzterer. Während im Vordergrund noch Formen und Farben erkennbar sind, verschwimmen diese bereits im Mittelgrund bis die Landschaft nur noch gestalthaft und großflächig im Hintergrund erscheint (Nohl 2001: 37). Die Außengrenze des für das Landschaftsbild maßgeblichen Erlebnisbereichs wird in der Regel für den deutschen Landschaftsraum bei 10 km festgelegt (Nohl 2001: 121). Der Sichtbereich kann dabei durch sichtverschattende Strukturen beschränkt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Erlebbarkeit in Abhängigkeit von der Entfernung wurden die Indikatoren in unterschiedlichen Zonen berechnet. Im Rahmen der Entwicklung der Bewertungsmodelle wurde dem jeweiligen Indikator (z.B. dem Waldflächenanteil) entweder eine Wirkzone zugeordnet oder im Fall der Bewertung der Schönheit wurde durch ein Regressionsmodell die relevante Wirkdistanz ermittelt.

Die verwendeten Wirkzonen orientieren sich an der Arbeit von Roth et al. (2021), die einen vergleichbaren Ansatz für eine bundesweite Bewertung des Landschaftsbildes einsetzten. Wir haben noch eine weitere Nahzone ergänzt, sodass insgesamt fünf Zonen unterschieden wurden. Dabei beinhaltet die nächsthöhere Zone immer auch die untergeordnete. Es handelt sich also nicht um Ringzonen, sondern um vollständige Kreiszone. Zone 1 umfasst nur die 500 m selbst, also z.B. den Waldflächenanteil pro Zelle. In Zone 2 sind die Zelle selbst sowie die acht umliegenden Zellen enthalten. Es handelt sich also bspw. um den Waldflächenanteil bezogen auf diesen Bereich. Zone 3 gehört noch zum Vordergrund und schließt alle Zellen in bis zu 2 km Entfernung um die untersuchte Zelle ein. Der Mittelgrund bis zu einer Entfernung von 5 km wird durch Zone 4 repräsentiert. Es schließt Zone 5 an, welche Zellen mit einer Entfernung von bis zu 10 km von der Ausgangszelle enthält. Dabei wurden nur Zellen einbezogen, die entweder vollständig oder fast vollständig in einem Kreis liegen, der mit dem entsprechenden Zonen-Radius um den Mittelpunkt der untersuchten Zelle gezogen wurde. Die unterschiedlichen Zonen werden in Abb. 2 visualisiert. Dabei enthalten die nächsthöheren Zonen jeweils die farblich markierten Zellen der kleineren Zonen.



**Abb. 2: Grafische Darstellung der verwendeten Zonen mit 500 m Zellen**

Bei Untersuchungen, welche über die eigentlich untersuchte 500 m Zelle hinausgehen, können an der Landesgrenze sogenannte Randeffekte auftreten. Dabei handelt es sich um eine Unterschätzung der analysierten Indikatorausprägung, da Daten zumeist nur für Brandenburg vorliegen, der Untersuchungsraum aber über die Landesgrenze hinausragt. Derartige Randeffekte wurden durch zwei Strategien vermieden. Einerseits wurden die zugrundeliegenden Daten durch passende Daten außerhalb von Brandenburg ergänzt, sofern dies möglich war (z.B. Geländehöhenmodelle). Andererseits wurde, falls dies nicht möglich war, für jede Zelle und jede Zone berechnet, wie groß der Flächenanteil der brandenburgischen Landesfläche ist. Die erhobenen Indikatoren wurden dann ausschließlich auf die brandenburgische Fläche dieser Zone bezogen, um eine Unterschätzung in Randlagen zu vermeiden.

## TEIL II: Bewertung der Landschaftsbildqualität

Die einleitenden Bemerkungen zu diesem Teil auf den folgenden Seiten wurden der Vorstudie (Roth & Fischer 2020) entnommen, wo nötig aktualisiert bzw. ergänzt.

Das Landschaftsbild setzt sich aus den Erlebnisdimensionen Vielfalt, Eigenart und Schönheit zusammen, die in § 1 (1) Nummer 3 BNatSchG genannt werden. Es ist ein Ziel des Naturschutzes und der Landschaftspflege diese Dimensionen gemeinsam mit dem Erholungswert von Natur und Landschaft dauerhaft zu sichern. Gemeinsam sind die Faktoren für das Landschaftserleben verantwortlich. Weiterhin sind das Landschaftsbild und der Erholungswert kein Teil des Naturhaushalts und somit nicht in der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts enthalten (Dolde 2016). Das Landschaftsbild ist dem Naturhaushalt gleichgesetzt (Gellermann 2019 § 14, Rn. 14). Das Ziel der Sicherung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft sowie des Erholungswertes wird durch die Konkretisierung von Zielen und Maßnahmen innerhalb von Planwerken oder durch die Eingriffsregelung verfolgt. Innerhalb letzterer wird der Erholungswert von Natur und Landschaft über die Betrachtung des Landschaftsbildes bearbeitet (Dolde 2016: 12).

Das Landschaftsbild bildet sich aus der menschlichen Wahrnehmung der Landschaftselemente. Die Wahrnehmung ist subjektiv geprägt. Sie umfasst nicht nur die Reaktion auf landschaftliche Reize, sondern auch die kognitive Wertebildung darüber. Beide werden durch persönliche Erfahrungen, Erwartungen, Bildung oder den kulturellen Kontext beeinflusst. Außerdem beeinflusst die Situation und die Handlungsintentionen eines Menschen dessen Wahrnehmung der Landschaft, abhängig davon, ob es sich um die heimatliche Alltagslandschaft, einen Aussichtspunkt oder eine Wanderstrecke handelt. Bei den Landschaftselementen handelt es sich um objektiv wahrnehmbare, physikalische Strukturen der Landschaft. Sie können nicht nur als Einzelelemente als Reize wirksam werden, sondern auch in ihrem Zusammenspiel als Kompositionen über den Betrachtungsmaßstab, die Komplexität oder die wahrgenommene Naturnähe. Als Folge der Landschaftswahrnehmung kann nicht nur der wahrgenommene Wert der Landschaftsbildqualität entstehen, sondern auch Erholung, physische Aktivität oder Gefühle von innerer Befriedigung oder Angst (Zube et al. 1982).

Die Landschaftswahrnehmung beruht zu ca. 90% auf dem Sehsinn und zu ca. 10% auf den übrigen Sinnen (Nohl 2001: 26). Folglich sind vorhandene und nicht vorhandene Sichtbeziehungen maßgeblich prägend für das Landschaftsbild und dessen wahrgenommene Qualität. Methodisch wird der visuelle Charakter des Landschaftsbildes fokussiert werden (Roth 2012). Findet eine Bewertung der Landschaftsbildqualität ausgehend von Fotos statt, so können die mit dem gezeigten Landschaftsausschnitt assoziierten Erlebnisse mit anderen Sinnen gedanklich in Verbindung gebracht werden (Nohl 2001: 106).

Das Landschaftsbild entsteht nicht nur beim Betrachten freier, un bebauter Landschaft, sondern ganz im Sinne der Europäischen Landschaftskonvention auch beim Betrachten urbaner oder industrieller Landschaften sowie jeglicher Mischformen. Das Ortsbild bzw. Stadtbild ist somit auf

Siedlungen bezogen mit dem Landschaftsbild gleichzusetzen (Leitl 1997). „Ein Landschaftsbild existiert demnach nicht nur in der freien, unbebauten Landschaft, sondern grundsätzlich an jedem Ort der Erde“ (Roth 2012: 37).

Obwohl das Landschaftserleben und die Interpretation des Landschaftsbildes ein höchst subjektiver Vorgang sind, existiert dennoch ein gesellschaftlicher Konsens hinsichtlich der Wertschätzung und Bedeutung bestimmter Landschaftselemente. Die positive Bewertung bestimmter Landschaftselemente wird evolutionsbiologisch im Rahmen der Allgemeinen Evolutionshypothese (engl. general evolutionary hypothesis) begründet. Es erfolgt eine emotionale Reaktion auf landschaftliche Elemente, die eine Lebensgrundlage ermöglichten und das Überleben sicherten (Orians & Heerwagen 1992). Landschaften, die Wasser beinhalten (siehe Wasser-Präferenz-Theorie nach Bourassa 1991), und ein savannen-ähnliches Raumgefüge besitzen (siehe Savannen-Hypothese nach Orians 1980), werden bevorzugt. Es handelt sich um halboffene Landschaften mit großen Bäumen, die aufgrund des Reliefs auch Fernsichten erlauben. Aber auch andere Landschaften, die Aussichten und Schutz zugleich bieten, werden ästhetisch präferiert (siehe Prospect-Refuge-Theory nach Appleton 1975). Vor allem bestimmt die wahrgenommene Naturnähe die wahrgenommene Landschaftsbildqualität (Twedt et al. 2019). Technische Strukturen werden i.d.R. als die Landschaftsbildqualität beeinträchtigende Objekte wahrgenommen, insbesondere wenn es sich dabei um gegenwärtige und weiträumig vorkommende Strukturen gleichen Erscheinungsbildes handelt. Es kann sich dabei z.B. um Straßen, Industriegebiete oder Vertikalobjekte wie Windenergieanlagen und Freileitungen handeln (Nohl 2001, Roth et al. 2018). Technische Denkmale (Einzelobjekte mit hoher Gestaltqualität), die oft nicht mehr in der aktiven Nutzung sind, bilden hier eine Ausnahme.

Die Wahrnehmung des Landschaftsbildes und der Qualität wird noch durch weitere Faktoren beeinflusst. Zur heimatlichen Landschaft wird ein besonderer emotionaler Bezug (Kühne 2013) und eine idealistische Verbindung (Masterson et al. 2017) hergestellt. Dies hat zur Folge, dass dieselben Landschaftselemente von verschiedenen Personen unterschiedlich interpretiert werden, abhängig davon, wo sie wohnen (Stedman 2011). Außerdem vermittelt die heimatliche Landschaft das Gefühl lokaler Identität für die Anwohner (Burckhardt 1995) und das Gefühl der Zugehörigkeit (Masterson et al. 2017). Das Landschaftsbild verändert sich nicht nur durch das Hinzufügen oder Entfernen von Elementen, sondern wird auch abhängig von der Jahreszeit anders wahrgenommen (Orians & Heerwagen 1992). Roth & Gruehn (2011) haben in einer großen empirischen Studie jedoch nachgewiesen, dass auf ein ganzes Bundesland bezogen die relative Bewertung verschiedener Landschaften für große Befragtenzahlen über die unterschiedlichen Jahreszeiten relativ stabil sind.

Bei den das Landschaftsbild beeinträchtigenden Strukturen handelt es sich um durch den Menschen errichtete, technische Objekte. Sie werden von der restlichen Landschaft differenziert wahrgenommen. Besonders Windenergieanlagen und Freileitungen werden aufgrund des vertikalen Charakters als große Störung des Landschaftsbildes empfunden. Dennoch kann eine Gewöhnung

an diese Strukturen stattfinden, wie Gerhards (2003) am Beispiel von Freileitungen bemerkt. Für Windenergieanlagen ist der Gewöhnungseffekt besonders intensiv untersucht worden. Allerdings unterscheiden sich die Ergebnisse hinsichtlich der Akzeptanz von weiteren Windenergieanlagen bei gleichzeitigem Kontakt zu Windenergieanlagen zwischen verschiedenen Studien (Dugstad et al. 2020). Auf der einen Seite ist beispielhaft die Gewöhnung durch das Aufwachsen in einer Landschaft mit Windenergielandschaften möglich. Die Anlagen werden als Teil normalen Landschaft interpretiert (Kühne & Weber 2016). Weiterhin können auch Erwachsene Windenergieanlagen als Teil der Landschaft akzeptieren, indem eine Gewöhnung an neu errichtete Anlagen durch Erfahrung stattfindet (vgl. Wolsink 1994, Warren et al. 2005, Molnarova et al. 2012). Diese wird durch das Wissen um die Vorteile der erneuerbaren Energiequellen bestärkt (vgl. Selmon 2010). Auf der anderen Seite kann der regelmäßige Kontakt mit Windenergieanlagen zu einer ablehnenden Haltung führen (Ladenburg & Dahlgaard 2011). Dugstad et al. (2020) benennen weitere Studien mit ähnlichen Ergebnissen.

Wie technische Infrastrukturen wie z.B. Windenergieanlagen oder Freileitungen von der Bevölkerung in Brandenburg tatsächlich wahrgenommen werden, muss evaluiert werden, um die Bewertungsmethode für das Landschaftsbild entsprechend anzupassen. Werden die Strukturen als störend, neutral oder positiv wahrgenommen? Windenergieanlagen wurden verstärkt seit den 1990er Jahren errichtet, wobei der Fokus zunächst auf den windreicheren, küstennahen Gebieten lag. Der technische Fortschritt ermöglichte die Errichtung von Windenergieanlagen in den restlichen Teilen Deutschlands. Brandenburg besitzt zum Stand 31.12.2020 mit deutlichen Abstand zu Niedersachsen die zweithöchste Anzahl von Windenergieanlagen und die zweithöchste installierte Leistung im Vergleich der Bundesländer (FA Wind 2021). Seit 2000 stieg die Zahl der Anlagen deutschlandweit und insbesondere in Brandenburg stark an. Waren es im Jahr 2000 nur 617 Anlagen (Deutsche WindGuard 2020), standen zum 31.12.2020 in Brandenburg 3.803 Windenergieanlagen (FA Wind 2021: 28).

Die Errichtung von Windenergieanlagen ist nur ein Beispiel wie sich die Landschaft und das Landschaftsbild im Laufe der Zeit verändern kann. Unsere heute vorzufindende Kulturlandschaft ist das Produkt der vergangenen Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur. Dieser Wandel erfolgte langsam im Vergleich zu dem jetzt zu beobachteten Transformationsprozess von einer Kulturlandschaft in eine Energielandschaft (BfN 2019). Es konnte dennoch nachgewiesen werden, dass der ästhetische Konsens stabil bleibt, wodurch Landschaftsbildbewertungsmethoden ihre Gültigkeit behalten (vgl. Palmer 2004).

Für die Landschaftsbildbewertung gibt es kein allgemeingültiges bzw. gängiges Vorgehen (Roth & Bruns 2016: 22). Das Ziel der hier verwendeten Bewertungsmethode ist das Operationalisieren des Landschaftsbildes und des Schutzguts Landschaft. Dies ist notwendig, um innerhalb von Umweltprüfungen für Planungen (SUP, UVP, Eingriffsregelung) die Schutzziele des § 1 BNatSchG für Natur und Landschaft umzusetzen, indem die Natur- und Schutzgüter erfasst und bewertet werden. Die anthropozentrische Wahrnehmung und Interpretation der Landschaft erschwert eine

objektive Analyse. Als Bewertungsgegenstand zur Beschreibung des Landschaftsbildes werden in § 1 (1) Nummer 3 BNatSchG die Erlebnisdimensionen Vielfalt, Eigenart und Schönheit genannt. Sie werden innerhalb des Gesetzestextes nicht näher definiert. Bei den Erlebnisdimensionen handelt es sich gemeinsam mit dem Erholungswert um den Schutzgegenstand gemäß dem Naturschutzrecht (BNatSchG).

Die Grundlage für die Bewertung der Landschaftsbildqualität ist die Erfassung der Landschaftsausprägungen und deren Analyse ohne eine Bewertung. Ausgehend von Landschaftsparametern wie dem Relief, der Landnutzung, Gewässern, Biotopen und Baustrukturen und zugehörigen Datensätzen können Vielfalt und Eigenart analysiert werden. Eine Interpretation hinsichtlich der Wahrnehmung durch den Menschen und die Zuordnungen ästhetischer Werte zu einzelnen Elementen ist erforderlich. Aufgrund der hohen Subjektivität ist eine expertenbasierte Bewertung der Schönheit schwieriger (Spitzenberger & Riedel 2009: 98f.). Allerdings schlussfolgert Roth (2012: 52), dass für den Gesetzgeber eine Differenzierung der Schönheit möglich ist. Dies wird durch die anwendbaren Kriterien für die Unterschutzstellung gemäß unterschiedlicher Schutzgebietskategorien deutlich. Landschaftsschutzgebiete und Naturdenkmäler können aufgrund des Schutzes der „Schönheit“ festgesetzt werden (§§ 26, 28 BNatSchG). Eine Festsetzung als Naturschutzgebiet ist bei „hervorragender Schönheit“ möglich (§ 23 BNatSchG).

Die Bewertungen der Landschaftsbildqualitäten Vielfalt, Eigenart und Schönheit wurden alle durch eine fotobasierte Online-Umfrage erhoben. Zudem wurde innerhalb der Umfrage die Bewertung der wahrgenommenen Naturnähe abgefragt. Die Umfrage ist besonders für die Bewertung der Schönheit von Bedeutung, da ihre Wahrnehmung stark subjektiv geprägt ist. Dies kann durch die Befragung der Bevölkerung abgebildet werden. Das methodische Vorgehen zum Erstellen und Durchführen der Umfrage wird in Kapitel 6 näher erläutert.

Für die Landschaftsbildqualität Vielfalt und Eigenart wurden überdies jeweils eigenständige, indikatorbasierte Bewertungsverfahren im Rahmen dieses Zwischenberichts erarbeitet. Sie stützen sich auf vorhandene Geo-Daten, im GIS berechenbare Indikatoren und expertenbasierte Wertzuweisungen. Somit liegen jeweils die indikatorbasierte Bewertung sowie die Bewertung aus der Umfrage vor. Dies wurde bereits in der Vorstudie angedacht. Die beiden Ergebnisse werden miteinander verglichen, sodass die Validität geprüft werden kann. In den sachlichen Teilplan Landschaftsbild fließen nur die indikatorbasierten und im Folgenden dargestellten Bewertungen ein.

## 4 Bewertung der Vielfalt

### 4.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Vielfalt

Die Vielfalt wird durch das Vorhandensein vielfältiger Formen in Natur und Landschaft beschrieben. Darin eingeschlossen sind die biologische Vielfalt und die Fülle an Ökosystemen sowie abwechslungsreiche Landschaften (Mengel 2016, Rn. 45). Roth (2012: 57) zeigt auf, dass unterschiedliche Autoren den Einschluss der ökologischen Vielfalt in die Vielfalt des Landschaftsbildes kontrovers betrachten. In der vorliegenden Ausarbeitung wird unter dem Begriff Vielfalt die Vielfalt von Landschaften und ihren Elementen verstanden, also von „konkret erlebbare[n] Dinge[n] der Landschaft“ (Nohl 2001: 30). Somit kann die Diversität der Ökosysteme berücksichtigt werden, die gemeinsam mit der Diversität der Arten und der Diversität der Gene die Biodiversität bildet. Die Vielfalt lässt sich indes thematisch untergliedern, sodass beispielsweise die Reliefvielfalt (Nohl. 2001: 107) oder die Aspektvielfalt im Laufe der Jahreszeiten (Jessel 1994) separat betrachtet werden können.

Schirpke et al. (2021) kamen zu dem Schluss, dass eine Homogenisierung der Landschaft mit einem ästhetischen Wertverlust einhergeht. Indikatoren der Vielfalt wie die unregelmäßige Verteilung unterschiedlicher Landnutzungen, variierende Flächengrößen oder eine höhere Komplexität der Flächenformen haben einen positiven Einfluss auf die Landschaftsbildqualität. Allerdings ist der Zusammenhang nicht streng monoton, sondern es gilt die naturräumliche Eigenart zu berücksichtigen (Roth 2012: 58).

Für eine Untersuchung der Vielfalt eignen sich vor allem Landschaftsstrukturmaße, die Verteilung und Anordnung von Landschaftselementen oder Landschaftsmosaiken betrachten. Im einfachsten Fall ist das die Flächengröße (Walz 2004). So kann die Vielfalt unterschiedlicher Räume objektiv beschrieben und miteinander verglichen werden. Roth et al. (2021) zeigten, dass die Bewertung der Landschaftsbildqualität Vielfalt ausgehend von in einem GIS berechenbaren Maßen und einer Befragung möglich ist. Die Autoren konnten mit einer Regressionsgleichung 64,2% der Varianz der Bewertungen der Vielfalt innerhalb einer fotobasierten Online-Umfrage erklären.

In der hier vorliegenden Bewertung der Vielfalt liegt der Fokus auf einer indikatorbasierten Methode, die eine objektive und flächendeckende Bewertung erlaubt. Sie soll in einem GIS umsetzbar sein. Aus diesem Grund wurden für jeden in der Literatur genannten Teilaspektes der Vielfalt überlegt, ob und wie dieser durch vorhandene Geo-Daten und Geoverarbeitungsprozesse abgebildet werden kann. Es wurden folgende, im GIS abbildbare Teilaspektes der Vielfalt ausgewählt, welche die Bandbreite an Teilaspekten in der freien Landschaft nahezu vollständig abdecken:

- Nutzungsvielfalt: Anzahl an Landnutzungen
- Reliefvielfalt: Vielgestaltigkeit des Reliefs
- Gewässervielfalt: Anzahl an Gewässertypen

- **Raumvielfalt:** Anzahl an durch die Kanten von vertikalen Elementen getrennte Raumeinheiten. Je länger die Kantenlänge, desto mehr kleinräumige Einheiten sind vorhanden. (ähnlich der von Jessel 1994 erwähnten Randvielfalt)
- **Jahreszeitliche Vielfalt:** Anzahl visuell trennbarer Vegetationsmerkmale im Jahreslauf

Die Aufnahme von jahreszeitlichen Aspekten in eine Beurteilung der Landschaftsbildqualität wird von Kalinauskas et al. (2021) als nächster wichtiger Schritt der Methodenentwicklung gesehen und wurde bis jetzt nicht in GIS-basierte Landschaftsbildbewertungsverfahren integriert.

## 4.2 Methode zur Bewertung der Vielfalt

Die Bewertung der Vielfalt folgt einem modellierenden Ansatz, welcher auf GIS-basierten Daten und Analysen beruht. Neben den in Abschnitt 4.1 genannten Indikatoren wurden weitere Aspekte wie die Vegetationsvielfalt hinsichtlich der Umsetzbarkeit im GIS geprüft, jedoch aufgrund der unklaren Machbarkeit verworfen. Darüber hinaus wurden thematisch ähnliche Indikatoren wie die Anzahl von Nutzungen oder die Reliefenergie berechnet. In einem Expertenworkshop wurden alle Indikatoren auf ihre Plausibilität und mögliche inhaltliche Überlappung bei ähnlichen Themen geprüft. Einen Überblick über die ausgewählten Teilaspekte der Vielfalt und das Vorgehen zur Erstellung gibt Tab. 2.

Für jeden Indikator wurde eine Wirkzone gewählt, in welcher der jeweilige Aspekt noch deutlich wahrnehmbar ist. Für die Raumvielfalt ist Zone 2 (bis 1 km) maßgeblich, da die Feingliederung des Raums in weiterer Entfernung nicht eingesehen werden kann. Die Nutzungsvielfalt und die jahreszeitliche Vielfalt beruhen beide auf den vorhandenen Landnutzungen bzw. Biotopen. In Zone 3 können noch Unterschiede identifiziert werden. Der Relief- und der Gewässervielfalt wurde jeweils Zone 4 zugeordnet. Damit werden Räume abgedeckt, die im Rahmen einer Wanderung erfahrbar und somit wahrnehmbar sind.

**Tab. 2: Indikatoren der Vielfalt**

Indikator	Beschreibung	Zone	Zugrundeliegende Daten	
			Innerhalb Brandenburgs	10 km Puffer um Brandenburg
Nutzungsvielfalt	Zuweisen von 11 Nutzungsklassen, Berechnung des Shannon Diversity Index	3	ATKIS Basis-DLM [7]	CLC [8]
Reliefvielfalt	Bewegtheit des Reliefs, Berechnen der Standardabweichung der Geländehöhe	4	DGM10 [4]	EU-DEM [6]
Gewässervielfalt	Zuweisen von 6 Gewässertypen, Berechnen der Anzahl	4	CIR Biotopkartierung [17]	OSM angrenzende Bundesländer [24], OSM Polen [25]
Raumvielfalt	Berechnen der Länge raumbildender Kanten (Waldrand, Siedlungsrand, lineare Gehölze) ohne Dopplung	2	CIR Biotopkartierung [17], ATKIS Basis-DLM [7]	/
Jahreszeitliche Vielfalt	Zuweisen der Anzahl jahreszeitlicher Aspekte (1-4), Berechnen der durchschnittlichen Anzahl jahreszeitlicher Aspekte der Vegetation	3	CIR Biotopkartierung [17]	/

Die Nutzungsvielfalt wird durch den Shannon-Diversity-Index abgebildet. Dafür war es zunächst erforderlich, visuell deutlich unterscheidbare Nutzungen bzw. Nutzungsgruppen auf Basis des ATKIS Basis-DLM zu identifizieren. Insgesamt resultieren 11 Landnutzungen. Dann wurde die Anzahl an vorkommenden Landnutzungen in Zone 3 erhoben und anschließend der Shannon-Diversity-Index berechnet.

Für die Reliefvielfalt wurde die Standardabweichung der Geländehöhe in Zone 4 für jede einzelne 500 m Zelle berechnet. Hierfür wurde ein Python-Skript für eine möglichst zeiteffiziente Berechnung entwickelt.

Die Gewässervielfalt beschreibt die Anzahl von unterschiedlichen Gewässertypen in Zone 4. Dafür wurden sechs Gewässertypen ausgehend von der CIR-Biotopkartierung unterschieden. Die Typen wurden außerhalb Brandenburgs auf die OSM-Daten zu den Gewässerflächen und -linien angewendet, um Randeffekte zu vermeiden.

Die Raumvielfalt ist ein Indikator für die Anzahl von visuell abgetrennten Landschaftsräumen. Die einzelnen Räume werden durch Kanten abgegrenzt, die eine Vertikalausprägung besitzen. Folglich führen Waldränder, Siedlungsränder und lineare Gehölze zu derartigen Raumkanten. Für eine deutliche Differenzierung wurde die Lauflänge von raumbildenden Kanten berechnet. Dabei wurde darauf geachtet, dass keine Dopplungen auftreten. Je länger die Lauflänge, desto höher ist die Raumvielfalt.

Zudem wurde die jahreszeitliche Vielfalt berechnet. Dabei handelt es sich um die durchschnittliche Anzahl der jahreszeitlichen Aspekte. Hierfür wurden jedem Biototyp der CIR-Biotopkartierung die Anzahl an jahreszeitlichen Aspekten zugewiesen. Es sind die Werte von 1 bis 4 möglich. Beispielsweise verändern Kieferwälder im Jahreslauf ihr Erscheinungsbild nicht. Sie zeigen einen Aspekt und erhielten daher den Wert 1. Gleichzeitig besitzen zum Beispiel Laubgehölze eine ausgeprägte Aspektvielfalt. Sie blühen, sind belaubt, haben gefärbtes Laub und schließlich sind sie unbelaubt. Daher wurde der Wert 4 vergeben. Die Biotopkartierung wurde ausgehend von den Werten der Aspektvielfalt in ein 10 m Raster übertragen. Anschließend erfolgte eine zonale Statistik zur Bildung des Mittelwerts je 500 m Zelle, wobei durch die Betrachtung der 10 m Zellen der Flächenanteil der unterschiedlichen Werte berücksichtigt wurde. Danach wurde der Mittelwert für Zone 3 berechnet.

Jeder Teilaspekt der Vielfalt besteht aus einem einzigen Indikator, sodass hier noch keine Aggregationen notwendig werden. Die Teilergebnisse wurden jeweils in sechs Stufen klassifiziert. Um die gesamte Bandbreite an vorkommenden Ausprägungen zu berücksichtigen, wurde eine Klassifikation des Indikators nach Quantilen gewählt, sodass jede Wertstufe den gleichen Flächenanteil besitzt. Eine andere Möglichkeit wäre das Normalisieren der Indikatoren und eine anschließende Addition gewesen, wobei eine Unterrepräsentation der Extrembereiche der jeweiligen Indikatorenprägung wahrscheinlich gewesen wäre.

Die fünf Raster mit jeweils sechs Klassen wurden im nächsten Schritt addiert (Rangsummenbildung). Von den theoretisch möglichen Werten zwischen 5 und 30 wird im konkreten Fall der Wertebereich von 6 bis 30 ausgenutzt. Das Ergebnis schöpft also die Skala fast vollständig aus. Es gibt folglich Bereiche innerhalb Brandenburgs, in denen jeder Vielfaltsindikator gering bzw. stark ausgeprägt ist. Die ausgeschöpfte Skala spricht überdies dafür, dass weder eine Normalisierung noch ein Entscheidungsbaum notwendig sind, um zu einer besseren Differenzierung zu gelangen.

Auch die Gesamtbewertung der Vielfalt sollte in sechs Klassen vorliegen. Die Klassenbildung der zuvor gebildeten Summe basierte wieder auf der Quantilsverteilung, wobei eine manuelle Adjustierung der automatisch zugewiesenen Klassengrenzen notwendig war, um ein plausibleres Ergebnis zu erhalten. Das Ergebnis wurde in einem letzten Schritt noch geglättet (Focal Statistics, 3 x 3 Zellen, Median), um Einzelzellen zu entfernen und so zusammenhängende Räume zu erhalten.

Nachdem nicht nur die indikatorbasierte Bewertung der Vielfalt vorlag, sondern auch die Mittelwerte der Bewertung der Vielfalt von 613 Fotos innerhalb der Umfrage, wurden die Werte der Vielfalt in diesen 613 Punkten miteinander verglichen. Hierfür wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson mit R (R Core Team 2020) berechnet. Es wurde der Zusammenhang zwischen dem Mittelwert der Vielfalt aus der Umfrage mit

- der klassifizierten indikatorbasierten Vielfaltsbewertung in der 500 m Zelle des Fotos
- der nicht klassifizierten indikatorbasierten Vielfaltsbewertung in der 500 m Zelle des Fotos
- dem Mittelwert der klassifizierten indikatorbasierten Vielfaltsbewertung im potenziellen Sichtkegel bis 10 km
- dem Mittelwert der klassifizierten indikatorbasierten Vielfaltsbewertung im Sichtbereich bis 10 km

untersucht. Die Herstellung der Sichtkegel und der Sichtbereiche ist in Abschnitt 6.2.2.2 beschrieben.

### **4.3 Ergebnis der Bewertung der Vielfalt**

Die indikatorbasierte Bewertung der Erlebnisdimension Vielfalt wird in Abb. 3 gezeigt. Bereiche mit einer besonders ausgeprägten Vielfalt befinden sich in der Uckermark, in der nördlichen Prignitz, entlang der Hangkanten von Fläming, Oderbruch und Odertal. Dort treten jeweils Reliefunterschiede auf. Auch ausgeprägte Gewässersysteme beeinflussen die Vielfalt positiv wie entlang der Schwarzen Elster und im Bereich der mittleren Havel. Eine sehr geringe Vielfalt ist in großflächigen Waldbeständen festzustellen, insbesondere, wenn nur eine gleichmäßige Artenzusammensetzung vorliegt. Oftmals handelt sich um großflächige Kiefernwälder.

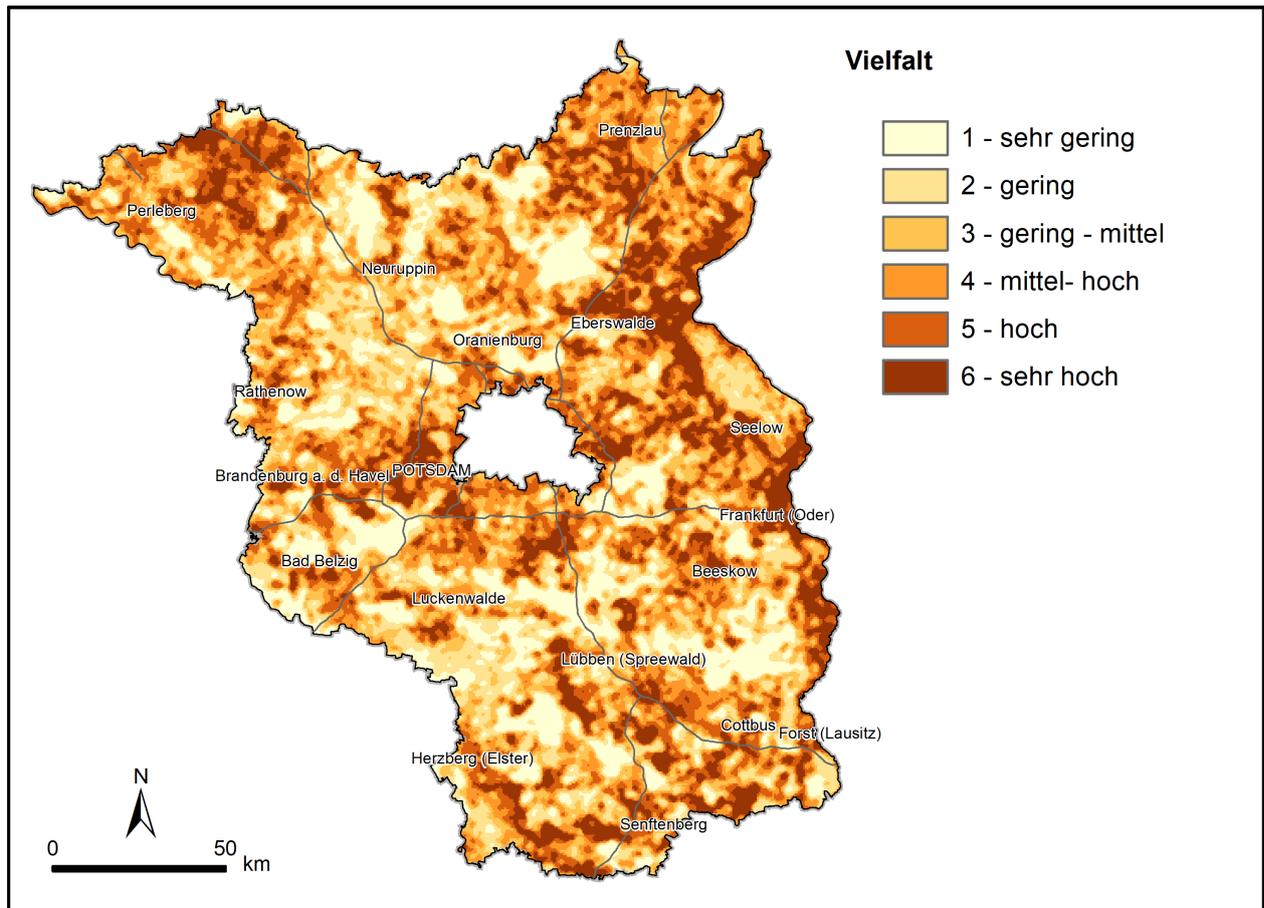


Abb. 3: Karte zur Vielfalt

Der Korrelationskoeffizient nach Pearson mit den Ergebnissen der Befragung liegt mit

- der klassifizierten indikatorbasierten Vielfaltsbewertung in der 500 m Zelle des Fotos bei  $r = 0,14$  ( $p < 0,001$ ),
- der nicht klassifizierten indikatorbasierten Vielfaltsbewertung in der 500 m Zelle des Fotos bei  $r = 0,15$  ( $p < 0,001$ ),
- dem Mittelwert der klassifizierten indikatorbasierten Vielfaltsbewertung im potenziellen Sichtkegel bis 10 km bei  $r = 0,14$  ( $p < 0,001$ ),
- dem Mittelwert der klassifizierten indikatorbasierten Vielfaltsbewertung im Sichtbereich bis 10 km bei  $r = 0,18$  ( $p < 0,001$ ).

Alle Zusammenhänge sind statistisch höchst signifikant ( $p < 0,001$ ). Dies ist u.a. auf die große Stichprobengröße zurückzuführen. Die Korrelationskoeffizienten zeigen einen sehr schwachen Zusammenhang zwischen der fotobasierten und der indikatorbasierten Bewertung an. Der vergleichsweise höchste Wert mit  $r = 0,18$  wird bei dem Vergleich mit der durchschnittlichen indikatorbasierten Vielfaltsbewertung im Sichtbereich bis 10 km erreicht.

Die indikatorbasierte Bewertung der Vielfalt verfolgt einen landschaftlichen Ansatz. Durch die Berechnung der eingehenden Indikatoren in unterschiedlichen Wirkzonen wird die Ausprägung des Indikators in der Umgebung jeder Zelle berücksichtigt. Es erfolgt also eine Bewertung des

Raumes (360°-Umfeld) im Gegensatz zu einer Bewertung des Einzelblicks bei der Bewertung der Fotos. Bei der Bewertung in der Umfrage wird der Blickwinkel des Fotos, also nur ein kleiner Ausschnitt, zugrunde gelegt, während bei Betrachtung der Einzelzelle ein 360°-Blick unterstellt wird. Somit stellt der relativ gesehen schwache statistische Zusammenhang keinen Widerspruch zu den Ergebnissen der flächendeckenden Bewertung dar.

## 5 Bewertung der Eigenart

### 5.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Eigenart

Das Typische (Charakteristische) und Besondere einer Landschaft ist im Begriff der Eigenart enthalten. Besonders die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur, die zur lokalen Ausprägung der Landschaften führten, beeinflussen sie. Die so entstandene unverwechselbare Landschaft prägt das Heimatgefühl (Mengel 2016, Rn. 46). Kühne (2018: 7f.) macht auf das Konzept der heimatlichen Normallandschaft aufmerksam. Dabei werden während der Kindheit emotionale Bezüge zu der Landschaft und ihren Elementen hergestellt, welche die heimatliche Normallandschaft zu etwas Besonderem machen. Folglich unterscheiden sich die Normallandschaften zwischen den Generationen (Kühne 2018: 20).

Damit sich ein Heimatgefühl einstellen kann, ist die Stabilität der Landschaft erforderlich (Jessel 1994). Starke Veränderung innerhalb kurzer Zeitperioden (abrupter Landschaftswandel) sind folglich für die Entwicklung des Landschaftscharakters, also der Eigenart, problematisch. Allerdings darf nicht vergessen werden, dass die Landschaft grundsätzlich einem kontinuierlichen Wandel unterworfen ist (Jessel 1994).

Empirische Studien zeigten, dass die Eigenart am schwersten von Laien zu bewerten ist. Es werden weitere Hintergrundinformationen benötigt, um die Eigenart eines Gebiets in den naturräumlichen Kontext einordnen zu können. Dennoch ist eine Objektivierung möglich (Roth 2012: 59f.). Aus diesem Grund wird die Eigenart im Rahmen der Fortschreibung des Landschaftsprogramms durch eine Kombination von mehreren ausgewählten und im GIS operationalisierbaren Kriterien bewertet.

### 5.2 Methode zur Bewertung der Eigenart

Die Bewertung der Eigenart basiert auf einer indikatorbasierten Methode. Es wurden durch Experten Kriterien ausgewählt, welche zur Eigenart einer Landschaft beitragen und im GIS mit den zur Verfügung stehenden Geo-Daten abbildbar sind. Dazu wurden einerseits bereits bestehende und verfügbare Datensätze, die von Experten berechnet bzw. bereitgestellt worden sind und Gebieten bestimmte Eigenschaften zuweisen, herangezogen. Andererseits wurden eigenständige Analysen durchgeführt. Jeder einzelne Indikator wurde in zwei Klassen reklassifiziert. Sie beschreiben das Vorkommen bzw. das Fehlen des entsprechenden Indikators in einer bestimmten Ausprägung. Die Indikatoren werden in Tab. 3 alphabetisch aufgeführt.

Für die Bewertung der Eigenart könnten theoretisch auch Informationen aus den Landschaftsrahmenplänen im Sinne eines Bottom-Up-Ansatzes berücksichtigt werden. Die Recherche zu den Landschaftsrahmenplänen in Brandenburg ergab allerdings eine methodisch, zeitlich und inhaltlich sehr heterogene Ausgangslage. Somit war es nicht möglich, sich auf eine flächendeckende Datengrundlage zu berufen, was ein Einbeziehen der vorhandenen LRP an dieser Stelle ausschloss. Aus diesem Grund wurde dieser ergänzende Ansatz verworfen.

**Tab. 3: Indikatoren der Eigenart**

Indikator	Beschreibung	Zone	Zugrundeliegende Daten	
			Innerhalb Brandenburgs	10 km Puffer um Brandenburg
Bedeutsame Landschaften	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	Bedeutsame Landschaften [27]	Deutschland: Bundesamt für Naturschutz [27]
Bergbaulandschaften	Zuweisen Indikator trifft (nicht) in der Zone zu	3	Bergbaulandschaften [30]	/
Denkmäler	Zuweisen Indikator trifft (nicht) in der Zone zu	3	Schlösser, Guts Häuser, Burgen, Klöster: OSM Brandenburg [23] + TMB [21]; Schloss-/Burg turm, Stadt-/Torturm und Aussichtsturm: ATKIS Basis-DLM [7]; Windmühlen: OSM Brandenburg [23]	Schlösser, Guts Häuser, Burgen, Klöster: OSM Brandenburg [23] + TMB [21]; Windmühlen: OSM Brandenburg [23]
Geringe Vorbelastung	Berechnen der Dichte von Industrie- und Gewerbeflächen, weiteren Masten, Bundesautobahnen und Bundesstraßen, PV- Freiflächenanlagen in Zone 3, Freileitungsmaste in Zone 4, WEA in Zone 5, Addieren aller Teilraster, Zuweisen Grenzwert zur geringen Vorbelastung trifft (nicht) in der Zone zu (Ja: $\leq 30\%$ , Nein: $> 30\%$ )	3-5	Industrie- und Gewerbeflächen, Masten, Straßen: ATKIS Basis-DLM [7], PV- Freiflächenanlagen: ATKIS Basis DLM [7], Ergänzungen zu PV-Freiflächenanlagen [20], WEA: Windenergieanlagen [19]	Deutschland: PV, WEA: UFZ [18] Polen: OSM Polen [25]
Geotope	Zuweisen Indikator trifft (nicht) in der Zone zu	2	Geotope [22]	/
Kein Landschaftswandel	Feststellen eines deutlichen Landschaftswandels in den letzten 30 Jahren, Zuweisen Indikator trifft (nicht) in der Zone zu	3	Land Cover Change [9-12]	Land Cover Change [9-12]
Lichtarmut	Zuweisen Grenzwert zur Lichtarmut trifft (nicht) zu (Ja: $0 - 0,087 \text{ mcd/m}^2$ , Nein: $> 0,087 \text{ mcd/m}^2$ )	1	Falchi et al. 2016 [41]	/
Naturnähe	Zuweisen Grenzwert zur Naturnähe trifft (nicht) zu (Ja: $\leq 3$ , Nein: $> 3$ )	1	Hemerobie [42]	/
Unzerschnittene verkehrsarmer Raum	Zuweisen Grenzwert zum unzerschnittenen verkehrsarmen Raum trifft (nicht) in der Zone zu (Ja: $>90\%$ , Nein: $\leq 90\%$ )	4	UZV [29]	UZV [29]
Weitsicht	Berechnung der maximalen Sichtweite einer Zelle bis zu max. 50 km, Zuweisen Grenzwert zur Weitsicht trifft (nicht) zu (Ja: $>10 \text{ km}$ , Nein: $\leq 10 \text{ km}$ )	1	DOM10 [5]	EU-DEM [6]

Für das Vorkommen der bedeutsamen Landschaften wurde kein Grenzwert eingesetzt. Wenn der größere Teil einer 500 m Zelle von einer bedeutsamen Landschaft nach Schwarzer et al. (2018) bedeckt wird, trifft der Indikator zu.

Einbezogen in die Bergbaulandschaften wurden Daten zu Gebieten mit Rahmenbetriebsplänen, Hauptbetriebsplänen, Abschlussbetriebsplänen sowie Altbergbaugebiete. In Bereichen mit aktiven Abgrabungen sind tiefe Einblicke in die Geologie möglich, die dem Betrachter ansonsten verwehrt bleiben würden. Darüber hinaus wurden die Altbergbaugebiete umfassend saniert und renaturiert, sodass neue Landschaften geschaffen wurden. Die beiden Typen der Bergbaulandschaften besitzen eine besondere Eigenart im Umgebungskontext, weswegen ein eigenständiger Indikator für die landesweite Bewertung der Eigenart erstellt wurde.

Um die Denkmäler in die Bewertung der Eigenart einbeziehen zu können, musste zunächst eine Datengrundlage erstellt werden. Hierzu wurden Schlösser, Gutshäuser, Burgen und Klöster von der Website „Reiseland Brandenburg“ der Tourismus-Marketing Brandenburg GmbH und von OpenStreetMap herangezogen. Die Daten decken Brandenburg und einen kleinen Umgebungsbe- reich ab. Hinzu kamen in Brandenburg Schloss-/Burgtürme, Stadt-/Tortürme und Aussichtstürme aus dem ATKIS Basis-DLM. Jeder Punkt mit Ausnahme der Punkte von Stadt-/Tortürmen wurde manuell auf Dopplungen geprüft. Weiterhin wurden Windmühlen aus OpenStreetMap als Denk- male berücksichtigt. Die Daten lagen jeweils als Punkte vor. Nur bei OpenStreetMap waren zudem Flächen möglich. War dies der Fall, wurde der Flächen-Zentroid erstellt. Dann wurde die Anzahl der Punkte pro 500 m Zelle und in Zone 3 berechnet. Sobald eine Zelle einen Wert besaß, wurde ihr für den Indikator „Denkmal“ der Wert 1 („trifft zu“) zugewiesen. Es gilt allerdings zu beachten, dass die Datenlage sehr heterogen ist und eine Vollständigkeit nicht gewährleistet werden kann. Es ist wahrscheinlich, dass vor allem nicht alle Gutshäuser oder Herrenhäuser in den OpenStreet- Map-Daten enthalten sind. Eine Manuelle Nachbearbeitung wäre allerdings zu aufwändig gewe- sen. Allerdings handelt es sich bei dem erzeugten Datensatz um die am besten umsetzbare Aus- wahl, um bauliche Denkmale, welche das Landschafts- und Ortsbild prägen, zu integrieren.

Technische Anlagen und Strukturen werden als Beeinträchtigung des Landschaftsbildes wahrge- nommen (Nohl 2001: 140). Landschaften, die frei von derartigen Elementen also frei von Vorbe- lastung sind, besitzen folglich eine besondere Qualität. Unter Berücksichtigung einer nicht ab- schließenden Übersicht von beeinträchtigenden Elementen von Nohl (2001: 40), der visuellen Be- einträchtigung von PV-Freiflächenanlagen (KNE 2020: 10), der verfügbaren Geo-Daten und der

Expertise des Auftragnehmers wurden zunächst im GIS abbildbare, das Landschaftsbild beeinträchtigende, technische Strukturen ausgewählt. Dabei handelt es sich um

- Windenergieanlagen (10 km)
- Freileitungsmaste (5 km)
- Weitere Maste (Mast, Funkmast, Antenne, Radioteleskop, Schornstein) (2 km)
- Bundesautobahnen und Bundesstraßen (2 km)
- Industrie- und Gewerbegebiete (2 km)
- Photovoltaik-Freiflächenanlagen (2 km)

Aufgrund der unterschiedlichen Dimensionen in Höhe und Fläche unterscheiden sich auch Sichtbarkeit und visuelle Wirkung zwischen den anthropogenen Strukturen. Aus diesem Grund wurde jedem Objekt ein Wirkradius zugewiesen, in welchem eine beeinträchtigende Wirkung auftreten kann. Der Wirkradius wird in Klammern oben angegeben. Als Straßen wurden nur Bundesautobahnen und Bundesstraßen ausgewählt, da sie breiter sind, das Verkehrsaufkommen höher ist und daher mit einer stärkeren Lärmbelastung zu rechnen ist. Für jeden Typ wurde die entfernungs gewichtete Dichte im jeweiligen Wirkraum berechnet. Dafür wurde von den Features ausgehend die euklidische Distanz mit dem Wirkradius für die 500 m Zellen berechnet. Der Wert wurde invertiert und normalisiert, sodass Werte zwischen 0 und 1 resultierten. Die Zelle, auf der das Feature liegt, erhält den Wert 1. Durch Addition aller Raster über alle Features, wurde die letztliche Dichte je Strukturtyp ermittelt. Anschließend wurden alle Raster aller technischer Strukturen addiert, um Räume zu identifizieren, die im landesweiten Vergleich geringer beeinträchtigt sind. Der Indikator „Geringe Vorbelastung“ trifft zu, wenn die 500 m Zellen zu den 30 % der Zellen gehören, welche im landesweiten Vergleich die geringsten Dichten von Beeinträchtigungen aufweisen.

Geotope bilden lokale Besonderheiten der Landschaft. In den verfügbaren Daten sind sie als Flächen, Linien und Punkte erfasst. Dabei treten teilweise Dopplungen auf oder es sind Objekte enthalten, die kein geologisches Objekt sind, wie beispielsweise die Märkische Eiszeitstraße. Daher wurden zunächst die vergebenen Gruppen in den Attributtabelle der Geo-Daten untersucht. Lagten Dopplungen zwischen Punkten, Linien und Flächen vor, wurde die Fläche behalten und der Punkt ausgeschlossen. Dies trifft beispielsweise auf Binnendünen zu, die als Punkte und Flächen erfasst wurden. Weitere Features, bei denen es sich um Gebiete oder Zuweisungen, aber nicht um konkrete geologische Objekte in der Landschaft handelt, wurden ebenfalls ausgeschlossen, wie beispielsweise technische Denkmale. Darüber hinaus waren Trockentäler/Rummeln teils als einfache Linie erfasst, teils als Hangkanten, sodass eigentlich Flächen abgrenzbar sind. In letzteren Fällen wurden Polygone gebildet, sodass das Geotop als Fläche in die Bewertung eingehen kann. Nach der Selektion von geologischen Objekten und der Aufbereitung wurden die Punkt-, Linien- und Flächendaten jeweils separat in ein 10 m Raster überführt. Die drei Raster wurden zusammengefasst, wobei der Maximalwert jeder Zelle 1 war, sodass räumliche Überlagerungen nicht weiter berücksichtigt wurden. Anschließend wurde je 500 m Zelle ermittelt, wie viele 10 m Zellen in

Zone 2 (bis 1 km) als Geotop erfasst sind. Allen Zellen, welche einen Wert größer 0 enthielten, wurden anschließend der Wert 1 zugeordnet, was bedeutet, dass ein oder mehrere Geotope in sehr naher Umgebung vorhanden ist.

Die Eigenart wird weiterhin durch den Landschaftswandel beeinflusst. Als Folge der negativen Auswirkung eines schnellen Landschaftswandel (starke Veränderung innerhalb einer Generation) auf die Wahrnehmung der Eigenart, wurden Flächen identifiziert, die innerhalb der letzten 30 Jahre eine deutliche Veränderung erfahren haben. Die Grundlage bildeten die Change-Layer von Corine Land Cover. Hiervon existieren insgesamt vier Stück, welche die Landnutzungsveränderungen zwischen den einzelnen Corine Land Cover Jahrgängen darstellen. Im Gesamten reicht der Zeitraum von 1990 bis 2018. Zunächst wurden über die vier Change Layer hinweg alle vorkommenden Landnutzungsänderungen identifiziert, also der Wandel von einer Landnutzung in eine andere. Anschließend wurden diejenigen Veränderungen ausgewählt, bei denen es sich um deutliche Veränderungen der Landschaft handelte. Dies trifft auf den Wandel von unbebauter Landschaft durch den Ausbau von Siedlungen, Industrie- und Gewerbegebieten, Infrastrukturarealen, Abbaugebieten oder Deponien, Aufforstung, Konversion von bebauten Bereichen in unbebaute, Rekultivierung von Deponien oder Abbaugebieten und die Flutung von Arealen zu. In jedem Change Layer wurden die Features mit deutlichen Veränderungen ausgewählt und gerastert (10 m). Die vier Raster wurden anschließend zusammengeführt, sodass ein Raster zu stattgefundenen, deutlichen Veränderungen resultierte. Dann wurde die Anzahl von 10 m Zellen für das 500 m Raster erst in Zone 1 und dann in Zone 3 (2 km) aufsummiert. In der folgenden Reklassifizierung erhielten alle Zellen, die selbst oder in ihrer nahen Umgebung keinen Landschaftswandel erfahren hatten (Wert 0) den Wert 1. Dort blieb die Landschaft in ihrer Eigenart beständig.

Das Thema Licht und damit auch die Lichtverschmutzung nimmt an Relevanz in der Landschaftsplanung zu. Nächtliche Lichtemissionen haben aber nicht nur Auswirkungen auf Insekten, sondern auch den Menschen und die wahrgenommene Nachtlandschaft. Mittlerweile besitzen Gebiete mit nur einer geringen Lichtverschmutzung eine besondere Qualität. Aus diesem Grund wird der Indikator der Lichtarmut aufgegriffen und in die Bewertung der Eigenart integriert. Quantitative Daten, welche die künstliche Strahlung des Nachthimmels in  $\text{mcd}/\text{m}^2$  (Millicandela pro Quadratmeter) angeben, sind von Falchi et al. (2016) für die gesamte Erde verfügbar. Es wird dabei nur das künstliche Licht aufgezeigt. Die Autoren geben zudem Grenzwerte für unterschiedliche Stärken an visueller Beeinträchtigung durch Lichtverschmutzung an. Bis einschließlich  $0,087 \text{ mcd}/\text{m}^2$  künstlichen Lichts liegt zwar eine Degradierung des wahrnehmbaren Nachthimmels vor, jedoch ist immer noch die Milchstraße sichtbar (Falchi et al. 2016). Die Milchstraße prägt die Nachtlandschaft maßgeblich. Der Grenzwert wurde außerdem ausgewählt, weil er die Möglichkeit bietet, die Fläche Brandenburg hinsichtlich der Lichtarmut qualitativ zu unterscheiden.

Die Naturnähe ist ein weiterer, wichtiger Teil der Landschaftswahrnehmung. Sie führt zumeist zu einer positiven Interpretation der Landschaft (Nohl 2001: 232). Der Bewertung der Naturnähe

wurde in verschiedensten Landschaftsbildbewertungsmethoden als Substitut der Erlebnisdimension Schönheit herangezogen. Für die Beurteilung der Naturnähe wurde hier der Hemerobiedatenatz des Leibniz-Instituts für ökologische Raumentwicklung (Stand 2012) herangezogen. Die Hemerobie beschreibt die Veränderungen des Naturhaushalts und damit der Landschaft durch den Menschen. Somit sind auch Informationen über die Naturnähe als umgekehrte Hemerobie ableitbar. Für jede der 500 m Zellen wurde der durchschnittliche Hemerobiewert berechnet. An der Grenze zu Polen waren in seltenen Fällen keine Hemerobiewerte vorhanden. Dann wurden die Werte aus vorhandenen Werten extrapoliert. Anschließend wurde ein Grenzwert bei 3 gesetzt. Zellen mit Hemerobiewerten  $\leq 3$  gelten als naturnah.

Zudem bilden unzerschnittene verkehrsarme Räume Gebiete ab, in denen man sich länger bewegen kann, ohne auf Verkehrsinfrastruktur mit Zerschneidungswirkung oder große Siedlungen zu treffen. Ein besonderes Landschaftserleben ist möglich. Für die Bewertung der Eigenart werden diejenigen 500 m Zellen herangezogen, die im Umkreis von 5 km mindestens von 90 % unzerschnittenem verkehrsarmen Raum umgeben sind.

Auch die Weitsicht wird als wichtiges Kriterium der Eigenart angesehen. Dem hier vorgestellten Verfahren zur Berechnung der Weitsicht gingen einige Tests voraus, um die Umsetzbarkeit und Rechendauer zu prüfen. Auf den Ergebnissen aufbauend wurde die Weitsicht für ein regelmäßiges Raster von Beobachterpunkten berechnet. Im Zentrum jeder 500 m Zelle wurde ein Punkt platziert. Anschließend wurden diejenigen Punkte von der Analyse ausgeschlossen, deren Sicht stark beschränkt ist. Das ist dann der Fall, wenn die Landnutzungshöhe (Differenz von Oberflächenhöhe und Geländehöhe) größer als die Augenhöhe (1,57 m) ist. Für die verbliebenen Punkte wurde die vorhandene Weitsicht mit dem Digitalen Oberflächenmodell mit einer Auflösung von 25 m berechnet. Die Tests ergaben, dass eine höhere Auflösung den Rechenaufwand deutlich erhöhen würde. Die Berechnung wurde über ein Python-Skript realisiert. Jeder Beobachterpunkt wurde separat ausgewählt, woraufhin der Sichtraum des Betrachters in bis zu 50 km Umkreis analysiert wurde. Gleichzeitig wurde die euklidische Distanz um den Punkt bis zu 50 km berechnet. Die Raster des Sichtfelds und der euklidischen Distanz wurden miteinander verschnitten, sodass nur Zellen ihren Distanzwert behielten, wenn sie innerhalb des Sichtfelds lagen. Sodann wurde der Maximalwert des Ergebnisrasters ausgelesen, welcher der maximalen Sichtweite entspricht. Der Wert wurde in einer Tabelle in die Zeile des betrachteten Punktes geschrieben. Aus diesen Werten wurde ein Raster mit 500 m Auflösung als Ergebnis der Weitsicht gebildet, wobei der Wert der Rasterzelle dem Wert der maximalen Sichtweite des Punktes entspricht bzw. 0 bei Ausschluss des Punktes. Für die Bewertung der Eigenart erfolgte eine Reklassifizierung der berechneten Weitsicht. Allen Zellen, deren maximale Sichtweite  $> 10$  km war, wurde eine weite Sicht zugeordnet.

Durch das Reklassifizieren in zwei Gruppen lag für jeden Indikator ein Rasterdatensatz mit den Zellwerten 0 (Indikator trifft nicht / ist nicht vorhanden) und 1 (Indikator trifft zu / ist vorhanden). Um ein Gesamtergebnis der Eigenart zu erhalten, wurden alle Raster der Indikatoren summiert. Das Ergebnis wurde anschließend in sechs Stufen mit einer Quantilverteilung klassifiziert.

Analog zur Vielfalt wurde auch für die Eigenart die Korrelation nach Pearson zwischen der klassifizierten Eigenart und der durchschnittlichen Bewertung der Eigenart aus der Umfrage für die 613 Fotostandorte berechnet. Hierfür wurde ebenso R verwendet (R Core Team 2020). Es wurde der Zusammenhang zwischen dem Mittelwert der Eigenart aus der Umfrage mit

- der klassifizierten indikatorbasierten Eigenartsbewertung in der 500 m Zelle des Fotos
- der nicht klassifizierten indikatorbasierten Eigenartsbewertung in der 500 m Zelle des Fotos
- dem Mittelwert der klassifizierten indikatorbasierten Eigenartsbewertung im potenziellen Sichtkegel bis 10 km
- dem Mittelwert der klassifizierten indikatorbasierten Eigenartsbewertung im Sichtbereich bis 10 km

untersucht. Die Herstellung der Sichtkegel und der Sichtbereiche ist in Abschnitt 6.2.2.2 beschrieben.

### **5.3 Ergebnis der Bewertung der Eigenart**

Die klassifizierte Eigenart kann in Abb. 4 eingesehen werden. Eine besonders hohe Eigenart besitzt nach der expertenbasierten Bewertung das Elbetal, das nordbrandenburgische Seenland, die Schorfheide-Chorin, das untere Havelland, das Oderbruch, der Spreewald, die Lieberoser Heide, das Gebiet um Bad Belzig sowie die Bergbaugebiete. Dagegen konzentriert sich die sehr geringe Eigenart vor allem in und rund um den „Speckgürtel“ von Berlin.

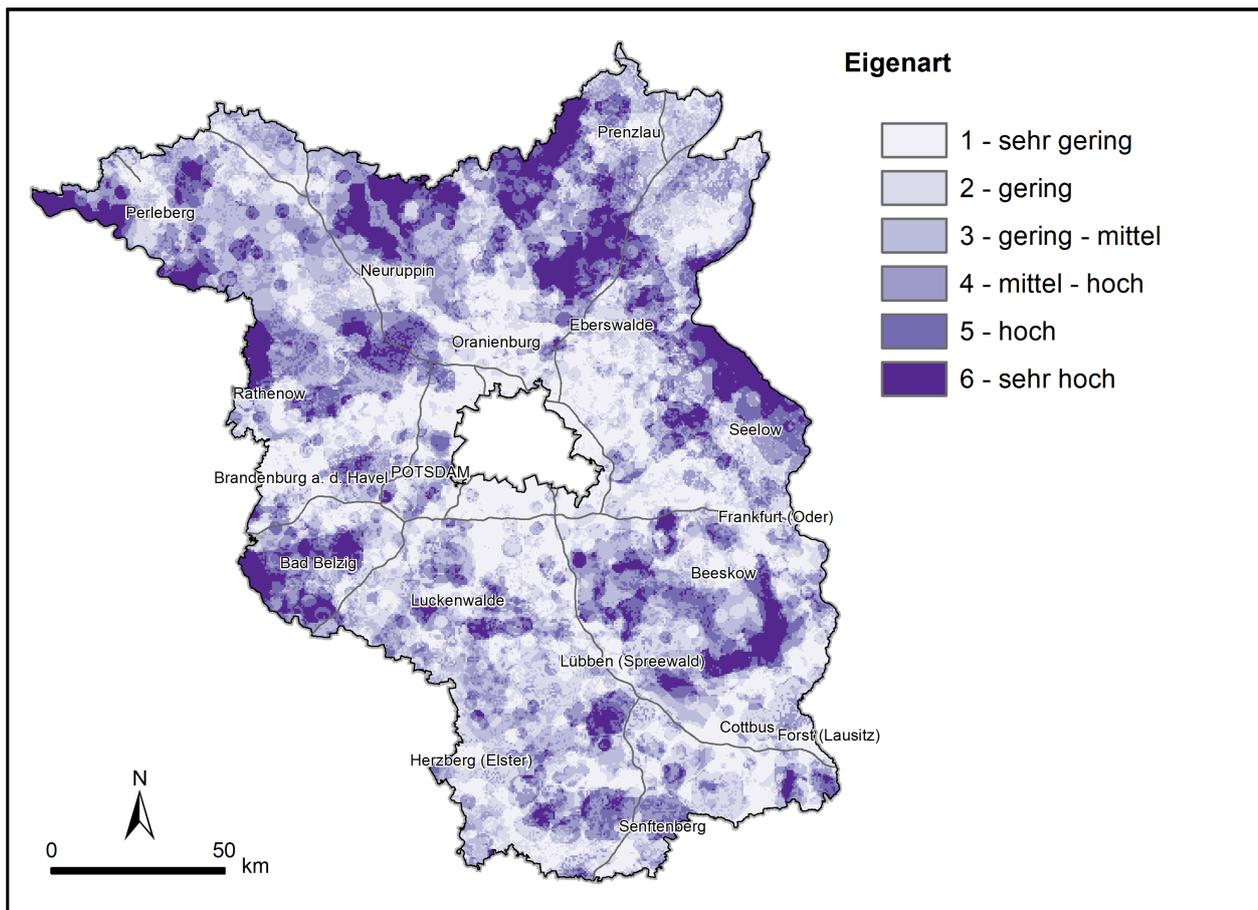


Abb. 4: Karte zur Eigenart

Der Korrelationskoeffizient nach Pearson mit den Ergebnissen der Befragung liegt mit

- der klassifizierten indikatorbasierten Eigenartsbewertung in der 500 m Zelle des Fotos bei  $r = 0,31$  ( $p < 0,001$ ),
- der nicht klassifizierten indikatorbasierten Eigenartsbewertung in der 500 m Zelle des Fotos bei  $r = 0,31$  ( $p < 0,001$ ),
- dem Mittelwert der klassifizierten indikatorbasierten Eigenartsbewertung im potenziellen Sichtkegel bis 10 km bei  $r = 0,22$  ( $p < 0,001$ ),
- dem Mittelwert der klassifizierten indikatorbasierten Eigenartsbewertung im Sichtbereich bis 10 km bei  $r = 0,34$  ( $p < 0,001$ ).

Alle Zusammenhänge sind statistisch höchst signifikant ( $p < 0,001$ ). Dies ist u.a. auf die große Stichprobengröße zurückzuführen. Die Korrelationskoeffizienten zeigen einen eher schwachen bis mittleren Zusammenhang zwischen der fotobasierten und der indikatorbasierten Bewertung an. Deutlich schwächer im Vergleich mit den anderen Werten ist die Korrelation der fotobasierten Bewertung und der durchschnittlichen Bewertung im potenziellen Sichtkegel bis 10 km. Hier werden zum einen im Foto nicht sichtbare Strukturen einbezogen und zum anderen ist der untersuchte

Raum mit 10 km deutlich größer als der Wirkraum fast aller in die Bewertung der Eigenart eingegangenen Indikatoren. Es werden also Daten einbezogen, die bei der Betrachtung der Einzelzelle für ihren gebildeten Gesamtwert keine Rolle spielen.

Wie bereits bei der Vielfalt erläutert (s. Abschnitt 4.3) unterscheiden sich die Bewertungen hinsichtlich des betrachteten Raums. Die indikatorbasierte Bewertung stützt sich auf einen landschaftlichen Kontext, während die Fotobewertung auf einem kleinen (Sicht-)Ausschnitt basiert. Die im Vergleich zu Vielfalt höheren Korrelationskoeffizienten legen nahe, dass bei der Bewertung der Eigenart auch durch den aufgeschlossenen Durchschnittsbetrachter eher ein landschaftlicher Maßstab angelegt wird. Nichtsdestotrotz ist die Eigenart die am schwersten von Laien zu bewertende Erlebnisdimension des Landschaftsbildes. Abweichungen in den beiden Bewertungsansätzen sind daher nicht überraschend, stellen aber die Ergebnisse der hier beschriebenen Bewertung auch nicht in Frage.

## 6 Bewertung der Schönheit

### 6.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Schönheit

Die Schönheit entspricht der subjektiven ästhetischen Bewertung der Landschaft. Die Wahrnehmung variiert abhängig von dem vorhandenen Wissen, Nutzungsansprüchen und kulturellen Belangen, obwohl ein grundsätzlicher gesellschaftlicher Konsens vorhanden ist (Mengel 2016, Rn. 47).

Dieser zugrundeliegende gesellschaftliche Konsens (vgl. Erläuterungen zu Beginn von „Teil II: Bewertung der Landschaftsbildqualität“ insbesondere die Allgemeine Evolutionstheorie) ermöglicht eine dezidierte Bewertung der stark subjektiv geprägten Erlebnisdimension Schönheit. Dabei gilt es, den in der Rechtsprechung verwendeten Maßstab eines „gebildeten, für den Gedanken des Natur- und Landschaftsschutzes aufgeschlossenen Betrachter“ (BVerwG, Urteil vom 12.07.1956 – 1 C 91/54, juris) oder des „für die Schönheit der natürlich gewachsenen Landschaft aufgeschlossenen Durchschnittsbetrachters“ (BVerwG, Urteil vom 27.09.1990 – 4 C 44/87, juris) abzubilden. Dies ist durch eine Befragung der Allgemeinbevölkerung möglich. Hierdurch wird ein intersubjektives Urteil gebildet, welches im Gegensatz zum Urteil eines oder einiger weniger Experten der Rechtsprechung gerecht wird. Im Gegensatz zu sonst gängigen Expertenverfahren, in welchen Landschaftsräume manuell abgegrenzt werden, ist die so resultierende räumliche Verteilung der wahrgenommenen Schönheit unabhängig von zuvor subjektiv festgelegten Grenzen.

Die Schönheit des Landschaftsbilds lässt sich empirisch durch fotobasierte Umfragen erfassen und flächendeckend modellieren, wie bereits in der Vergangenheit gezeigt wurde (Roth & Gruehn 2006, Wu et al. 2006, Roser 2011, Roth & Gruehn 2011, Cengiz 2014, Roth et al. 2021). Dabei werden die vorhandenen Landschaftselemente und ihre Kombinationen im Sichtbereich der gezeigten Fotos bestimmt. Gleichzeitig erfolgt eine Bewertung der auf den Fotos gezeigten Landschaften durch die Teilnehmenden der Umfrage, um die Wahrnehmung der gezeigten Landschaften zu erheben. Der Berechnung von Indikatoren folgt eine statistische Auswertung (oftmals durch eine Regressionsanalyse), welche Indikatoren die beobachteten Bewertungen am besten erklären. Damit ist eine flächendeckende Anwendung der Wertzuweisungen durch Operationalisierung der Geo-Daten möglich, sodass eine flächendeckende Bewertung der Schönheit vorliegt.

### 6.2 Methode zur Bewertung der Schönheit

Die Bewertung der Erlebnisdimension Schönheit erfolgte ausgehend von einer fotobasierten Online-Umfrage. Die zugrundeliegenden Fotos wurden im Rahmen eines abgestimmten Stichprobenkonzeptes aufgenommen. Eine eigenständige Fotodokumentation ist zwingend erforderlich, damit das Urheberrecht beim Auftraggeber liegt und die Bilder somit im Rahmen der Umfrage verwendet werden dürfen. Weiterhin waren Bildparameter wie der exakte Aufnahmestandort und die Blickrichtung essentiell für die anschließende Modellierung, was beim Zugriff auf vorhandene Fotos nicht in der benötigten Qualität gewährleistet wäre. Es folgte eine Auswahl, welche Fotos in die Umfrage eingespeist werden sollten. Innerhalb der Umfrage war eine zufällige Auswahl der

selektierten Fotos durch die Bevölkerung der Bundesländer Brandenburg und Berlin hinsichtlich der Aspekte Vielfalt, Eigenart, Schönheit und Naturnähe zu bewerten. So wurde der in der Rechtsprechung verwendete Maßstab des aufgeschlossenen Durchschnittsbetrachters umgesetzt. Die anschließende statistische Auswertung ermöglichte unter Nutzung der vorhandenen Geo-Daten, welche das Vorhandensein bzw. das Fehlen von unterschiedlichen Landschaftselementen anzeigen, das Erstellen eines Regressionsmodells, mit dem die Umfrageergebnisse auf die gesamte Landesfläche von Brandenburg übertragen werden konnten. Im Ergebnis liegt eine flächendeckende Bewertung der wahrgenommenen Schönheit vor. Im Folgenden werden die notwendigen Teilschritte ausführlich beschrieben.

### **6.2.1 Erstellen und Durchführen einer fotobasierten Online-Umfrage**

Für die Umfrage musste eine eigenständige Fotodatenbank aufgebaut werden, welche das gesamte Spektrum der brandenburgischen Landschaften abdeckt. Das Spektrum reicht von Bergbaufolgelandschaften über landwirtschaftlich geprägte Landschaften bis hin zu Seenlandschaften. Vorhandene Landschaftselemente waren in unterschiedlichen Kombinationen, wie sie in der Realität anzutreffen sind, durch die Fotoaufnahmen abzubilden (beispielsweise Acker in großen und kleinen Schlägen sowie mit und ohne Windenergie). Auch kleinräumig vorkommende naturräumliche Besonderheiten wie die Heidelandschaft oder Rieselfelder mussten in der Fotodatenbank durch Fotos repräsentiert werden. Gleichzeitig sollten die Fotos verteilt über ganz Brandenburg aufgenommen sein und häufig vorkommende Landschaftskonfigurationen entsprechend häufig zeigen. Dafür war zunächst das Entwickeln eines Stichprobenkonzeptes erforderlich.

Wie bereits angesprochen war eine eigenständige Fotodokumentation aus Gründen des Urheberrechts notwendig. Darüber hinaus konnte so sichergestellt werden, dass die gesamte Landesfläche abgedeckt wird und dass die korrekten Standortinformationen für zum Aufnahmeort für jedes Foto erhoben wurden.

Parallel zur Fotodokumentation konnte die Umfrage erstellt werden. Nach der Fotoauswahl wurden die selektierten Landschaften in die Umfrage eingespeist, sodass die Umfrage anschließend durchgeführt werden konnte.

#### **6.2.1.1 Stichprobenkonzept**

Im Rahmen der Vorstudie von Roth & Fischer (2020) wurden verschiedene Ideen vorgebracht, wie ein Stichprobenkonzept für die Erstellung der Fotodokumentation methodisch aufgebaut werden kann. Gleichzeitig wurde explizit darauf hingewiesen, dass das konkrete Stichprobenkonzept im Rahmen der Landschaftsbildbewertung der Hauptstudie erarbeitet wird. Nachfolgend werden die Vorschläge exploriert und hinsichtlich der Nutzbarkeit für die Abdeckung der brandenburgischen Landschaften bewertet.

Als erste Möglichkeit wurde ein rasterbasierter Ansatz vorgeschlagen. Hierbei würde die Fläche des Landes Brandenburg in gleichmäßig große Rasterzellen geteilt werden. Anschließend würde

eine festgelegte Anzahl an Rasterzellen zufällig ausgewählt werden, in denen die Fotodokumentation stattfindet. Hierdurch wäre aber nicht sichergestellt, dass alle Naturräume und landschaftlichen Besonderheiten abgebildet werden und das Verhältnis der Fotos von bestimmten Landschaftselementen zu deren realen Anteil an der brandenburgischen Landschaft übereinstimmt. Aus diesem Gründen wurde von einem derartigen Vorgehen abgesehen.

Ein weiterer Vorschlag war die Auswahl von ein oder zwei Stichprobenräumen innerhalb der Haupteinheiten der naturräumlichen Gliederung nach Scholz (1962). Die räumliche Differenzierung, welche durch die Berufung auf die Haupteinheiten erzielt wird, ist aber unter Umständen noch nicht ausreichend, die landschaftlichen Abstufungen innerhalb einer Einheit abzubilden. Aus diesem Grund wurde in der Vorstudie die Möglichkeit aufgezeigt, visuell wirksame Landschaftselemente jedes Naturraums aus dem Landschaftsprogramm Brandenburg zu extrahieren. Das Vorgehen ist ein guter Ansatz, der aber erweitert werden müsste.

Die dritte Option ist eine zweistufig geschichtete Stichprobe. Hierbei sollen die Haupteinheiten der Naturräume mit den Landschaftstypen des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) (Gharadjedghi et al. 2004) überlagert werden, um die vorhandenen Kombinationen der Faktoren zu erfassen. Besonders bei den Landschaftstypen wird ein Fokus auf die reale Landnutzung gelegt, welche das Landschaftsbild ebenfalls maßgeblich prägt. Die Naturräume wurden vor allem auf Grundlage von Geofaktoren abgegrenzt. Eine derartige Kombination ermöglicht eine weitere Differenzierung der Naturräume. Allerdings verlaufen die Grenzen der Landschaftstypen und der Naturräume auf der untersten Gliederungsebene ähnlich, sodass kein Mehrwert im Vergleich zu einer Berufung auf die kleinste Gliederung der Naturräume erzeugt wird.

Für die Erstellung der Fotodokumentation zur Bewertung der wahrgenommenen Landschaftsbildqualität durch die brandenburgische Bevölkerung wurde nach dem Prüfen der Möglichkeiten als Stichprobenkonzept eine modifizierte Transekt-Methode verwendet. Diese wurde bereits im Angebot für die Hauptstudie als weitere Möglichkeit eines Stichprobenkonzeptes genannt. In der Vergangenheit wurden mit dieser Methode bereits gute Erfahrungen für die Landschaftsbildbewertung in Mecklenburg-Vorpommern gemacht (vgl. Roth & Gruehn 2010). Außerdem ist eine Anknüpfung an die Vorschläge der Vorstudie möglich.

Die Transekt-Methode wurde ausgehend von der dritten Option der Vorstudie entwickelt. Zunächst wurden die Naturräume in den Untereinheiten nach Scholz (1962) mit den Landschaftstypen des BfN in den Landschaftsgruppen zunächst kartografisch überlagert, um landschaftliche Einheiten und Unterschiede zu erkennen. In Brandenburg gibt es 75 unterschiedliche Naturräume in der untersten Gliederungsstufe, die aus fünfzehn verschiedenen naturräumlichen Haupteinheiten stammen. Weiterhin kommen fünf der sechs gruppierten Landschaftstypen des BfN vor. Einzig Küstenlandschaften sind nicht in Brandenburg vorhanden. Bei der Überlagerung der untergliederten Naturräume und den gruppierten Landschaftstypen war in den meisten Fällen ein ähnlicher Grenzverlauf festzustellen. Wo deutliche Unterschiede auftraten, erfolgte eine Anpassung der Naturräume.

Manuell wurde nur die Uckerniederung als ein selbständiger Raum ergänzt, da sich innerhalb des Naturraums 744 – Uckermärkisches Hügelland aufgrund des Landschaftstyps und des Reliefs eine weitere sinnvolle Differenzierungsmöglichkeit ergab. Darüber hinaus wurde die naturräumliche Gliederung mit der Darstellung der Naturräume von Lutze (2014) abgeglichen. Auch hier sind die Übereinstimmungen sehr hoch. Lutze betrachtet die Rhin-Niederung westlich von Lindow (Mark) als weiteren separaten Naturraum. Dieses Gebiet wurde zwar angefahren, aber nicht separat abgegrenzt.

Die Naturräume nach Scholz (1962) in den Untereinheiten mit der genannten Ergänzung bilden die Grundlage für die in der Fotodokumentation abzudeckenden Landschaften. Für die Transekt-Methode wurden vor der Feldarbeit lineare Fahrtrouten durch Brandenburg erarbeitet, die sowohl naturräumliche und landschaftlich-kulturhistorische Besonderheiten sowie die Alltagslandschaft berücksichtigen. Die Fotodokumentation sollte entlang der Routen/Transekte erstellt werden und alle 76 Naturräume abdecken. Daher wurden keine schnurgeraden Linien durch das Land gezogen, sondern Routen erarbeitet, die auf Grundlage des vorhandenen Straßennetzes ausgewählt wurden. Straßen, die keine Widmung als Autobahn oder Bundesstraße besitzen, wurde dabei der Vorzug gegeben, da dort deutlich besser angehalten werden kann, um Fotos aufzunehmen. Gleichzeitig ist man insgesamt langsamer unterwegs und kann die Landschaft besser wahrnehmen.

Das Erstellen der Routen erfolgte manuell auf der Basis von Karten, auf denen die Untereinheiten der Naturräume, die Landschaftstypen des BfN, das geschummerte Relief und die TK400 mit dem Straßennetz überlagernd dargestellt wurden. Parallel wurden Übernachtungsmöglichkeiten herausgesucht, welche als Ausgangs- und Zielpunkte der Routen fungierten. Die geplanten Routen waren nicht starr, sondern konnten während der Feldarbeit angepasst werden, sofern die Situation dies erforderte. Die Routen liefen schleifenförmig durch Brandenburg, um alle Naturräume in der untersten Ebene zu durchfahren. Dabei entsprach eine Teilroute einer Tagesetappe.

Ausgehend von dem Werk von Lutze (2014) über die brandenburgischen Naturräume und Landschaften sowie einem Reiseführer für das Land Brandenburg von Wiebrecht (2021) wurden weitere Besonderheiten und Anziehungspunkte eines jeden Naturraums herausgearbeitet. Diese Punkte (Points of Interest) waren Anknüpfungspunkte wie das Schiffshebewerk Niederfinow für die Konkretisierung der entwickelten Routen, um die gesamte Diversität der brandenburgischen Landschaft abzudecken. Zudem wurden Aussichtstürme identifiziert. Die Punkte konkretisierten die Fahrtrouten weiter und brachten eine zusätzliche qualitative Ebene ein.

Außerdem wurde die Typik eines jeden Naturraums ausgehend von den online verfügbaren Landschaftssteckbriefen des BfN (<https://www.bfn.de/landschaften/steckbriefe/>) zusammengefasst. Die Beschreibung wurde durch die Ausführungen von Lutze (2014) weiter vertieft. Die so zusammengestellten Informationen dienten bei der Feldarbeit als Grundlage, die charakteristischen Landschaftselemente jedes Naturraums zu identifizieren und im Rahmen der Fotodokumentation zu erfassen.

### 6.2.1.2 Fotodokumentation und Fotoauswahl

Die Fotodokumentation erfolgte von Mai 2021 bis Juli 2021 entlang der vorher erstellten Routen durch alle Naturräume. Dafür wurden insgesamt fast 5.000 Fahrkilometer zurückgelegt. Insgesamt wurden über 3.000 Fotos im gesamten Land Brandenburg aufgenommen, die Mehrheit im Juni 2021, also während der Vegetationsperiode. Aufgrund des sehr kühlen Frühlings 2021 waren manche Gehölze und Bäume im Mai noch nicht vollständig belaubt. Auch die Pflanzen mancher ackerbaulich genutzten Felder (v.a. Mais) waren im Mai noch nicht gekeimt. Nichtsdestotrotz konnte eine erfolgreiche Fotodokumentation der im Mai besuchten Naturräume erfolgen, da die besuchten Naturräume zumeist durch Grünland und/oder Kiefernwald charakterisiert werden.

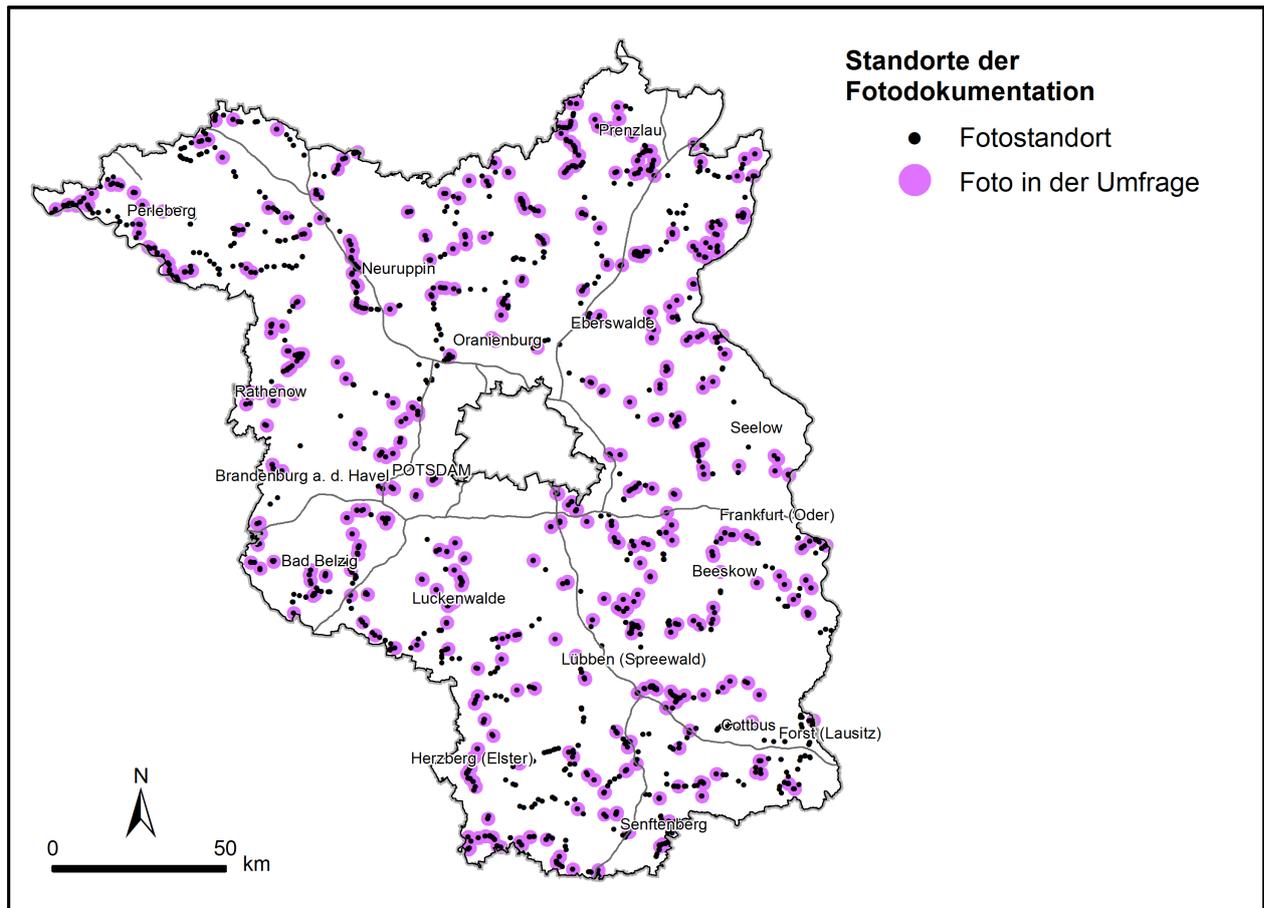
Eine Übersicht der Zeiträume, in welchen die Fotodokumentation stattfand und wie viele Feldarbeitstage jeweils enthalten sind, gibt Tab. 4. Für die Fotodokumentation wurden insgesamt 20 Arbeitstage benötigt.

**Tab. 4: Übersicht zu den Zeiträumen der Fotodokumentation**

Fotodokumentation	Reisezeitraum	Zahl der Feldarbeitstage
1	03.05.2021 – 07.05.2021	3
2	30.05.2021 – 16.06.2021	14
3	28.06.2021 – 02.07.2021	3

Die Feldarbeit bestand daraus, die entwickelten Routen abzufahren und immer wieder Stopps einzulegen, um die Landschaft zu fotografieren. Dabei wurden neben der allgegenwärtigen Landschaft des jeweiligen Naturraums verschiedene Kombinationen von vorkommenden Landschaftselementen aufgenommen, sodass die typische Landschaft des Naturraums, die typischen brandenburgischen Landschaften und gebietsspezifische Besonderheiten abgebildet wurden.

Es wurde sichergestellt, dass Fotos in jedem Naturraum aufgenommen wurden, auch wenn sich das Gebiet nur am Rand der Bundeslandgrenze befand und dementsprechend klein ist. Sofern möglich, wurden die charakteristischen Landschaftselemente in verschiedenen Ausführungen fotografiert. Abb. 5 zeigt alle Standorte, an denen Fotos aufgenommen wurden. Es wird deutlich, dass die gesamte Landesfläche Brandenburgs auch in den Grenzbereichen abgedeckt wurde.



**Abb. 5: Karte zu den Standorten der Fotodokumentation und der ausgewählten Fotos**

Die Aufnahme der Fotos folgte soweit möglich einer Standardisierung. Daher erfolgte zunächst eine gemeinsame Feldarbeitsphase von Prof. Dr. Michael Roth und Caroline Fischer während der ersten drei Feldarbeitstage. So konnte die Umsetzung der Aufgabenstellung vor Ort und praktisch konkretisiert und abgestimmt werden. Ein gemeinsames Verständnis, welche Landschaft wie zu fotografieren ist sowie eine gemeinsame Grundlinie wurde entwickelt. Die Fotos wurden ebenfalls zu einem gewissen Grad standardisiert. Das heißt, es wurde immer die Kamera Nikon D7200 mit dem Objektiv „AF-S DX NIKKOR 18-300 mm, 1:3,5-6,3G ED VR“ verwendet, wobei die Brennweite auf ca. 35 mm gesetzt wurde. Nur im Wald oder bei Landschaften, welche dies erforderten, wurde die Brennweite verkleinert, um einen besseren und gesamtheitlichen Eindruck der Landschaft zu vermitteln. Darüber hinaus wurde die Horizontlinie soweit möglich standardisiert, sodass ca.  $\frac{1}{4}$  des Fotos von Himmel eingenommen wird. Mit Hilfe eines Geo-Taggers (Solmeta GPS Geotagger GMAX) wurden für jeden Fotostandort die GPS-Koordinaten sowie die Blickrichtung aufgenommen. Auch die weiteren Kameraeinstellungen wurden in die EXIF-Daten eines jeden Fotos geschrieben.

Im Ergebnis wird die Vielfalt der Landschaft Brandenburgs durch die Fotodokumentation repräsentiert. Damit ist auch die Verteilung der unterschiedlichen Landnutzungsformen in der Realität und in den Fotos gemeint.

Anschließend galt es, aus der erstellten Fotodatenbank diejenigen Fotos auszuwählen, welche in die Online-Umfrage eingespeist werden sollten. Dies erfolgte am 14.07.2021 und am 15.07.2021 in den Räumen des Auftragnehmers in Nürtingen. Am Auswahlprozess nahmen die Auftragnehmer (Prof. Dr. Michael Roth und Caroline Fischer) sowie Herr Lutz Wolter als Vertreter des Auftraggebers teil.

Innerhalb des Auswahlprozesses der Fotos wurde die gesamte Fotodokumentation in chronologischer Reihenfolge gesichtet und besprochen. Fotos, welche für die Umfrage in Frage kamen, wurden in einen separaten Ordner verschoben. Weiterhin wurden Aufnahmen, die auch für die Umfrage geeignet sind, aber deren Inhalte unter Umständen bereits durch andere Fotos abgebildet sind, in den sogenannten „Vielleicht-Ordner“ verschoben, um sie am Ende erneut zu überprüfen. Ein besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, dass die Fotos für Brandenburg und die unterschiedlichen Naturräume typische Landschaften zeigen. Dafür wurden verschiedene Kombinationen von Landschaftselementen in unterschiedlicher Dichte und Distanz ausgewählt. Auch besondere Blickpunkte oder Einzelelemente wurden selektiert. Die Auswahl unterlag einem breiten Konsens. Es resultierten etwas weniger als 1.000 Fotos, welche als für die Umfrage passend erachtet wurden.

Jedoch sollten in die Umfrage nur ca. 600 Fotos eingespeist werden, weshalb ein weiteres Aussortieren notwendig wurde. Dies erfolgte durch den Auftragnehmer. Zunächst wurden alle Fotos ausgehend von ihrem prägenden Inhalt in thematische Ordner sortiert (bspw. Wald, Wasser oder vertikale Vorbelastung). So konnte zunächst ein Überblick gewonnen werden, wie viele Fotos je Thema verfügbar waren. Bei Themen, die nur eine geringe Anzahl an Fotos besaßen, wie Bergbau oder Bahngleise, wurden alle Fotos behalten. Die Reduktion fand vor allem bei Fotos, die Acker, Siedlung, vertikale Vorbelastung, Wasser oder Wald zeigten statt. Es wurde weiterhin darauf geachtet, dass die Standpunkte der weiteren Auswahl über ganz Brandenburg verteilt lagen, um die gesamte landschaftliche Amplitude zu repräsentieren. Anschließend erfolgte ein Abgleich mit den Fotos, welche vielleicht in die Umfrage sollten. Es wurde geprüft, ob dort noch nicht berücksichtigte Aspekte abgebildet waren. Ein Foto wurde der Auswahl hinzugefügt.

In der finalen Auswahl für die Umfrage sind 613 Fotos enthalten. Ihre Standorte sind ebenfalls in Abb. 5 abgebildet. Auch hier zeigt sich eine Verteilung über die gesamte Landesfläche von Brandenburg. Einige der ausgewählten Fotos wurden vor der Verwendung im Online-Fragebogen bearbeitet. Zunächst wurde überprüft, ob die Horizontlinie gerade ist. War dies nicht der Fall, wurde das Foto gedreht und anschließend auf das ursprüngliche Seitenverhältnis zugeschnitten. Von Farbanpassungen wurde aufgrund des Aufwandes und der sehr guten Qualität der Bilder im Großen und Ganzen abgesehen. Lediglich zwei Fotos erhielten eine manuelle Anpassung der Farbwerte. Sobald Autokennzeichen oder Gesichter auf den Fotos zu sehen waren, wurden diese mit einem Gaußschen Weichzeichner unkenntlich gemacht.

Es folgte die Aufbereitung der Fotos für die Online-Umfrage. Hierfür wurde das Programm Irfan-View (Version 4.51) verwendet. Es bietet eine Batch-Verarbeitung an, sodass automatisch alle

Fotos entsprechend den Vorgaben angepasst werden. Die Fotos wurden auf 800 x 533 px reskaliert, um die Dateigröße zu reduzieren. Dies reduziert die Ladedauer innerhalb der Befragung. Außerdem erfolgte ein Schärfen um den Faktor 5, da eine Verkleinerung zu leichter Unschärfe führen kann. Alle Fotos behielten ihre EXIF-Daten und wurden in einen neuen Ordner gespeichert. Dabei wurden sie umbenannt, wofür fortlaufende Zahlen aus insgesamt vier Ziffern und vorangestellter null zum Füllen von Lücken verwendet wurden. Diese Kodierung war für die Verwendung einer Urne im Fragebogen-Design wichtig. Alle Fotos wurden im JPG-Format mit einem Qualitätsfaktor von 98 gesichert.

Um für die spätere Auswertung jeder Urnennummer den originalen Dateinamen zuordnen zu können, wurde eine Transfertabelle erstellt. Sie enthält alle Dateinamen der finalen Fotoauswahl und die vierstelligen Codes (Urnennummer) der aufbereiteten Fotos. Außerdem ist der Name des zugehörigen Naturraums je Fotos hinterlegt. Der Name des Naturraums wurde zur Anzeige in der Umfrage benötigt.

Für die Benennung der Naturräume wurden die Naturräume nach Scholz (1962) unter Berücksichtigung der Bezeichnungen der Naturräume im Landschaftsprogramm 2001 sowie der Namen der Kulturlandschaften (Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung Brandenburg & Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin 2007) soweit möglich zu zusammenhängenden Landschaften zusammengefasst. Beispielsweise bildet der Fläming einen Landschaftsraum und wird nicht weiter unterteilt. Gleichzeitig war eine Aggregation im Bereich der Mittleren Mark nicht sinnvoll. Aufgrund des herausragenden Charakters Potsdams, welcher durch den UNESCO-Welterbe-Status herausgestellt wird, bildet das Stadtgebiet von Potsdam einen eigenständigen Landschaftsraum, die „Potsdamer Schlösser- und Parklandschaft“. Die aggregierten Naturräume zur Einordnung der Fotos in der Umfrage werden in Abb. 6 gezeigt.

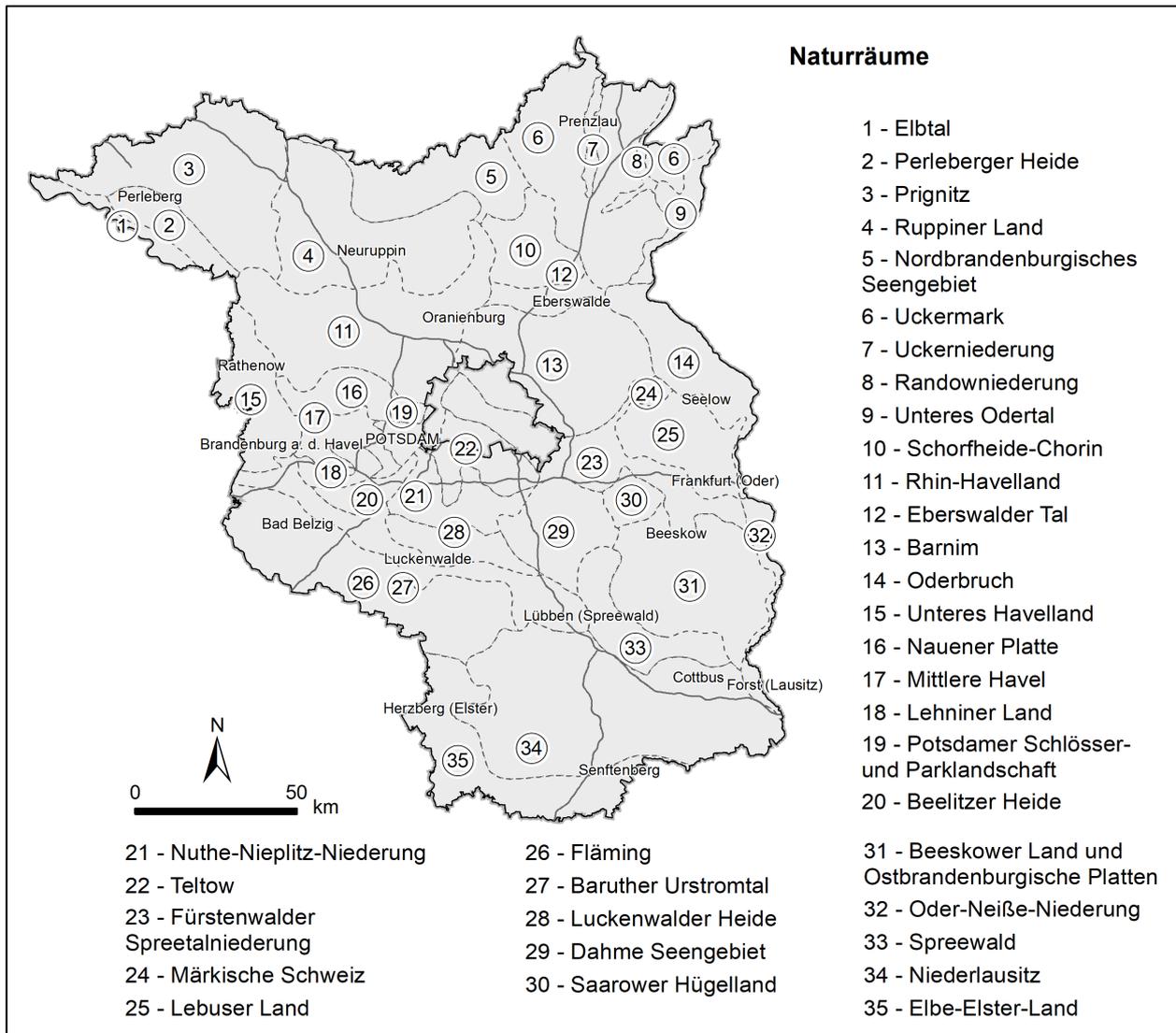


Abb. 6: Karte zu den Namen der Naturräume für die Umfrage

### 6.2.1.3 Erstellen der Umfrage

Die Online-Umfrage wurde mit der Software SoSci Survey erstellt. Hiermit wurden in der Vergangenheit bereits gute Erfahrungen gemacht (vgl. Fischer et al. 2021, Roth et al. 2021). Des Weiteren bietet SoSci Survey verschiedene Vorteile. Das Rechenzentrum und die zugehörigen Server befinden sich in Deutschland. Die Durchführung von Befragungsprojekten erfolgt somit in Einklang mit der Deutschen und der Europäischen Datenschutzverordnung. Die Software wurde zudem gezielt für wissenschaftliche Zwecke entwickelt. Darüber hinaus stehen vielfältige Funktionalitäten bereit, welche durch die Einbindung von HTML oder PHP-Code weiter flexibilisiert und individuell angepasst werden können (SoSci Survey GmbH o.J.). Auch die zufällige Auswahl und Anzeige von Fotos aus einer Fotodatenbank, was im Rahmen der Online-Befragung zwingend erforderlich ist, kann realisiert werden.

Der Fragebogen basiert auf dem Fragebogen von Roth et al. (2021), welcher für die brandenburgische Umfrage angepasst wurde. Sobald die Seite des Fragebogens geöffnet wird, werden die

Teilnehmenden willkommen heißen. Knapp werden Informationen zu Thema und Rahmen der Umfrage, zur ungefähren Dauer, zu den beteiligten Institutionen, zu Kontaktdaten, zu Informationen zur Verlosung und zum Datenschutz gegeben. Als Incentives (Anreize) für die Teilnahme wurden eine Ranger-Tour für 1-10 Personen, ein Präsentkorb mit brandenburgischen Spezialitäten und zehn Bildatlanten "Brandenburg, Potsdam" des DuMont-Verlags unter den Teilnehmenden, die dies wollten, verlost.

Damit die Teilnehmenden sich möglichst wohl in der Fragebogenumgebung fühlen, wurde zu jedem Zeitpunkt ein Fortschrittsbalken angezeigt und keine der Fragen musste beantwortet werden. Ein Weiterklicken war auch möglich, wenn eine Frage ausgelassen wurde.

Auf der nächsten Seite folgten Hinweise zur Bearbeitung der Umfrage. Zunächst wurde abgefragt, ob die Teilnehmenden bereits an der Umfrage teilgenommen haben. Dies war nicht nur möglich, sondern sogar gewünscht. Innerhalb der Umfrage wurde gefragt, ob die Teilnehmenden für eine erneute Teilnahme benachrichtigt werden dürfen. Die Fotos wurden nämlich in vier Tranchen aufgeteilt, sodass sichergestellt werden konnte, dass wenn eine Person mehrmals teilnahm, im Vergleich zum vorherigen Mal unterschiedliche Fotos erschienen.

Als nächstes wurden die Angaben zur Person abgefragt, also die soziodemografischen Daten. Dabei handelte es sich ausdrücklich nicht um personenbezogene Daten gemäß dem Datenschutz. Ein Rückschluss auf eine Person aufgrund der Angaben war und ist in keinem Fall möglich. In den abgefragten soziodemografischen Informationen sind enthalten:

- Geburtsjahr
- Geschlecht (männlich, weiblich, divers)
- Postleitzahl
- Bei Wohnsitz außerhalb Deutschlands: Herkunftsland
- Höchster Schulabschluss (kein Schulabschluss, Hauptschulabschluss, Realschulabschluss, Polytechnische Oberschule, Abitur/Fachabitur, keine Angaben)
- Höchster beruflicher Abschluss (kein Berufsschulabschluss, Lehre/Berufsabschluss, Meister/Techniker, Fachhochschulabschluss, Universitätsabschluss, keine Angabe)

Darüber hinaus wurden weitere Angaben zur Person erhoben:

- Wohnumgebung (Städtische Umgebung, Ländliche Umgebung, Städtische und ländliche Umgebung)
- Ob „Natur und Umwelt“ eine Rolle im Leben spielt (gar nicht, eher nicht, teils teils, überwiegend, voll und ganz)
- Häufigkeit von Aufenthalten in der freien Landschaft (gar nicht, sehr selten, eher selten, eher häufig, sehr häufig)
- Heimatliche Verbundenheit mit dem Land Brandenburg (ja, nein)
- Berufliche Befassung mit dem Thema „Landschaftsbild“ (ja, nein)

Oftmals werden die soziodemografischen Informationen am Ende einer Umfrage erhoben. Wir haben uns jedoch explizit dazu entschieden, die Fragen gemäß der High-Hurdle-Technique nach Reips (2002) an den Anfang zu stellen. Hierdurch werden weniger motivierte Teilnehmende abgeschreckt, da die Fragen oftmals als uninteressant wahrgenommen werden. Das heißt, die Qualität der Daten wird verbessert (Reips 2002). Darüber hinaus sind für jeden Datensatz soziodemografische Informationen vorhanden, sodass die Bewertungen trotz eines frühzeitigen Abbruchs verwendet werden können (Roth 2006). Weiterhin betont Roth (2006), dass die Fragen zur Person leicht zu beantworten sind und damit als Warm-Up fungieren.

Auf der anschließenden Seite wurde gefragt, in welchem Kontext wir die Teilnehmenden kontaktieren dürfen. Dies geschieht nur, wenn die Teilnehmenden dies wünschen, den/die entsprechende/n Optionen auswählen und eine E-Mail-Adresse angeben. Die Kontaktaufnahme ist für folgende Optionen möglich:

- Teilnahme an der Verlosung
- Information über das Ergebnis der Umfrage
- Erneute Teilnahme an der Umfrage

Es wurde explizit darauf hingewiesen, dass die E-Mail-Adresse getrennt von den Befragungsdaten gespeichert wird. Eine Verbindung ist nicht möglich, sodass die Datenschutzkonformität weiterhin gegeben war.

Sodann wurde die eigentliche Bewertung von Landschaften erläutert. Kurze Definitionen zu den abgefragten Kriterien Vielfalt, Eigenart, Schönheit und Naturnähe waren abrufbar, wenn der Mauszeiger das jeweilige Wort berührte. Es wurde betont, dass ein weites Spektrum an Landschaften gezeigt werden kann, wobei die Auswahl der Fotos zufällig erfolgte. Innerhalb der Erstellung des Fragebogens wurde hierfür eine Urne angelegt, in der alle Fotos mit der zugehörigen Naturraumbezeichnung hinterlegt waren. Es wurde eine Urne ohne Zurücklegen verwendet. Das bedeutet, dass Fotos, welche weniger häufig als andere bewertet worden sind, als nächstes zu bewerten waren. So wurde sichergestellt, dass alle gezeigten Landschaften etwa gleich häufig bewertet wurden. In der Beschreibung wurde versucht, den Teilnehmenden die Angst vor falschen Antworten zu nehmen, da es diese nicht gibt. Es handelte sich um eine persönliche Einschätzung. Dabei galt es, zu beachten, dass nicht die Qualität der Fotos bewertet werden sollte, sondern die gezeigte Landschaft.

Nach der Erklärung startete das Kernstück der Umfrage: die Bewertung des Landschaftsbildes von ausgewählten Landschaften, welche durch Fotos repräsentiert wurden. Hierbei wurde dem One-Item-One-Screen Konzept nach Reips (2002) gefolgt. Das heißt, es wurde immer ein Foto mit einer Frage gezeigt. Ein Beispiel zeigt Abb. 7. Ein Urheber der Fotos wurde nicht explizit genannt, da es sich um die eigenständig erzeugte Fotodokumentation handelte.

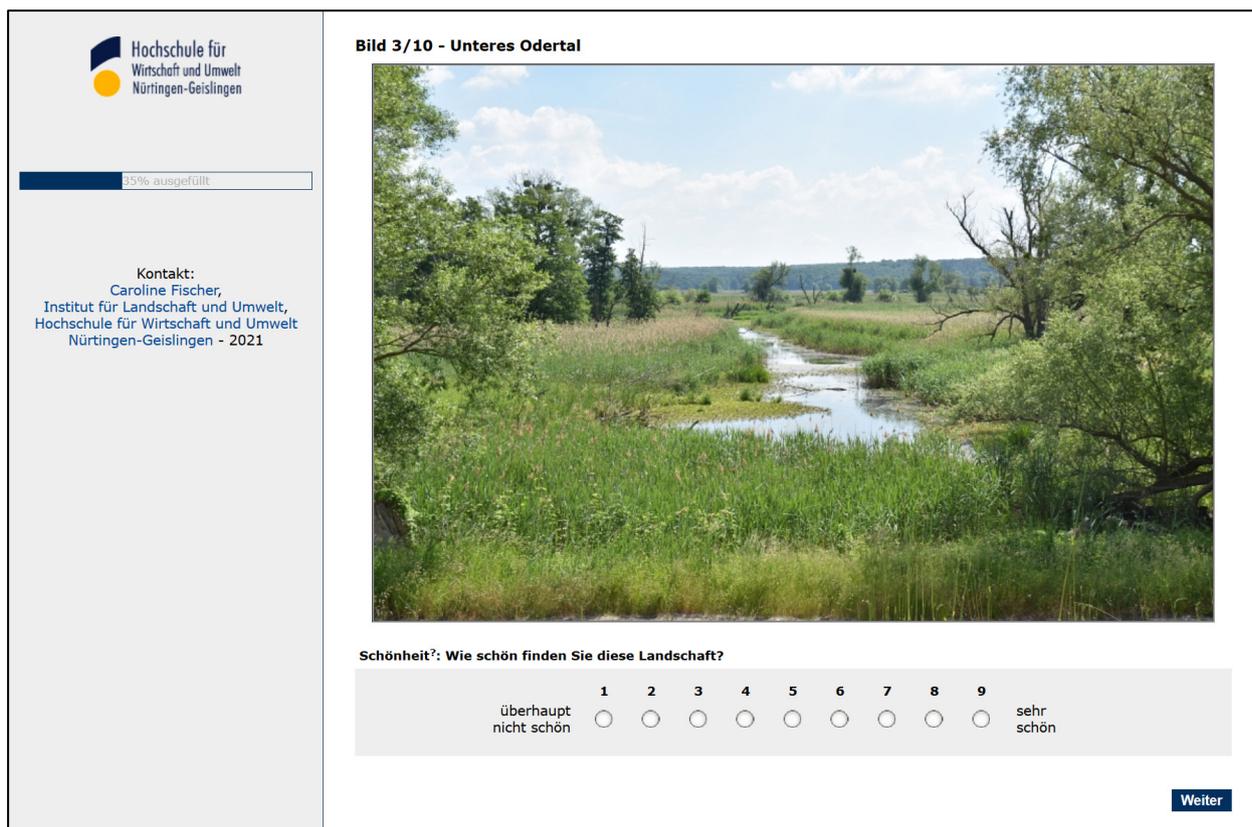


Abb. 7: Screenshot der Umfrage

Für jede Landschaft (also jedes Foto) wurden alle vier Kriterien Vielfalt, Eigenart, Schönheit und Naturnähe abgefragt. Dabei variierte die Reihenfolge der Kriterien zwischen den Fotos. Das Foto blieb dasselbe, bis alle vier Kriterien nacheinander bewertet worden waren. Dann erschien die nächste Landschaft. Die Bewertung erfolgte jeweils auf einer neunstufigen Likert-Skala, deren Extrema verbal beschriftet waren. Sie reichte von der niedrigsten Ausprägung (1) bis zu höchsten Ausprägung (9). Jede Zwischenstufe war mit einer Zahl beschriftet. Die Beschriftung der Extrema griff das abgefragte Kriterium auf. Die Fragen zu den zu bewertenden Kriterien und die Beschriftungen der Extrema werden in Tab. 5 zusammengefasst.

Tab. 5: Zu bewertende Kriterien

Kriterium	Frage	Niedrigste Ausprägung (1)	Höchste Ausprägung (9)
Vielfalt	Wie abwechslungsreich finden Sie diese Landschaft?	Überhaupt nicht abwechslungsreich	Sehr abwechslungsreich
Eigenart	Wie ausgeprägt ist der Charakter bzw. die Unverwechselbarkeit dieser Landschaft für Sie?	Überhaupt kein Charakter	Ausgeprägter Charakter (unverwechselbar)
Schönheit	Wie schön finden Sie diese Landschaft?	Überhaupt nicht schön	Sehr schön
Naturnähe	Wie naturnah empfinden Sie diese Landschaft?	Überhaupt nicht naturnah	Sehr naturnah

Insgesamt waren zehn zufällig ausgewählte Landschaften zu bewerten. Nachdem die Bewertung aller Kriterien für die zehn Landschaften abgeschlossen worden ist, wurde gefragt, ob der/die Teilnehmer\*in noch fünf weitere Landschaften bewerten möchte. Wurde die Frage bejaht, wurden fünf weitere Landschaftsfotos zufällig ausgewählt und waren hinsichtlich der vier bekannten Kriterien

zu bewerten. Wurde die Frage nach weiteren Fotos verneint bzw. wurden die fünf weiteren Fotos ebenfalls bewertet, wurde das Ende der Umfrage verkündet und Dank für die Teilnahme ausgesprochen. Außerdem bestand die Möglichkeit, einen Kommentar, Anmerkungen oder Fragen in das bereitstehende Textfeld einzutragen. Auf der allerletzten Seite wurde den Teilnehmenden nochmals für ihren Beitrag zur brandenburgischen Landschaftsbildbewertung durch die Teilnahme an der Umfrage gedankt. Außerdem wurde auf den Link zur Umfrage hingewiesen und dass es schön wäre, wenn die Umfrage weiterverbreitet werden würde.

Nachdem die Umfrage fertig konzipiert war, erfolgte ein technischer Funktionstest. Der Fragebogen wurde mit unterschiedlichen Browsern und verschiedenen Geräten aufgerufen und durchgespielt. Es wurde geprüft, ob alle relevanten Variablen in den erhobenen Daten, welche heruntergeladen werden können, enthalten sind und ob die jeweils eingegebenen Werte richtig in die Variablen geschrieben wurden. Im Ergebnis war der Fragebogen funktionsfähig und speicherte die für die Auswertung notwendigen Daten korrekt ab.

Weiterhin wurde ein Face-to-Face Pretest durchgeführt, um die Verständlichkeit des Fragebogens aufbaus und der Fragen selbst zu prüfen. Hierfür wurden vier Personen, die keinen näheren Kontakt zur Umfrage haben, herangezogen. Mittels der Methode des lauten Denkens wurde die Verständlichkeit überprüft. Dabei äußert die an der Umfrage teilnehmende Person alles, was ihr während der Bearbeitung durch den Kopf geht. Die Aussagen werden niedergeschrieben, ohne dass darauf direkt eingegangen wird.

Die vorgebrachten Anmerkungen umfassten entweder leicht zu behebbende Kleinigkeiten wie Rechtschreibfehler oder die Unvollständigkeit der angebotenen Schulabschlüsse. Andere Aspekte, die teils etwas Verwirrung hervorriefen, wie die Abfrage der soziodemografischen Angaben zu Beginn der Befragung, wurden nach einer Diskussion der Vor- und Nachteile nicht verändert. Weiterhin erfolgte eine fachliche Prüfung durch Silvio Hildebrandt im Rahmen der Bewerbung für das sozialwissenschaftliche Panel (s. 6.2.1.4), wodurch noch ergänzende Fragen für weitere erklärende Variablen (städtisches/ländliches Umfeld, heimatliche Verbundenheit) aufgenommen wurden. Im Ergebnis lag ein funktionsfähiger und verständlicher Fragebogen vor.

Nach dem Abschluss der Fotodokumentation, dem Aufbereiten der 613 Fotos und dem Vorhandensein der Transfertabelle konnten die Fotos in die Umfrage eingespeist werden. Dabei wurden insgesamt vier Gruppen (= Tranchen) gebildet, da der Speicherplatz für Mediendateien bei SoSci Survey auf 64 MB begrenzt ist. Die zufällige Auswahl von zehn Fotos und unter Umständen fünf weiteren basiert auf einer Urne. Die Urne besteht aus einer Tabelle mit zwei Spalten. In der ersten Spalte sind die vierstelligen Nummern enthalten, die den fortlaufenden Nummern der Fotos entsprechen. In der zweiten Spalte steht der dem Foto zugehörige Naturraum, welcher in der Umfrage in den Titel über das Foto geschrieben wird.

#### 6.2.1.4 Durchführen der Umfrage

Nachdem die Umfrage fertiggestellt worden war, wurde sie dem Auftraggeber im Rahmen eines Vor-Ort-Termins am 15.06.2021 im Umweltministerium Brandenburg in Potsdam präsentiert. Es war der Wunsch von Herrn Umweltminister Axel Vogel, der erste Teilnehmer der Umfrage zu sein, was im Rahmen des Termins realisiert werden konnte. Gleichzeitig wurden Fotos für die spätere Pressearbeit zur Bewerbung der Umfrage durch die Pressestelle des Umweltministeriums erstellt.

Zum Zeitpunkt des Termins war die Fotodokumentation noch nicht abgeschlossen. Daher wurde nur eine kleine Zahl Fotos in die Umfrage eingepflegt, sodass trotz der noch nicht stattgefundenen finalen Fotoauswahl eine funktionsfähige Umfrageumgebung präsentiert werden konnte. Diese Vorauswahl findet sich komplett in der finalen Auswahl wieder.

Für die offizielle Durchführung der Umfrage, war es das Ziel, einen möglichst großen und diversen Teil der Bevölkerung von Brandenburg und Berlin zu erreichen. Die Bevölkerung von Berlin sollte ebenfalls einbezogen werden, da einerseits eine gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg existiert und andererseits eine enge Verzahnung von Brandenburg und Berlin unter anderem in der Lebenswelt besteht. Besonders die brandenburgischen Gebiete rund um Berlin gehören noch zum Speckgürtel der deutschen Hauptstadt und werden als Naherholungsflächen der Berlin Einwohner genutzt. Um einen gewissen Grundstock an Teilnehmenden zu erreichen, wurde das SoSci Panel angefragt. Hierfür erfolgte eine Bewerbung mit Angaben unter anderem zum Forschungsziel und der benötigten Teilnehmendenzahl. Leider erhielten wir eine Absage, und die Studie wurde nicht unter den Teilnehmenden des sozialwissenschaftlichen Panels gestreut. Begründet wurde die Absage durch die nicht ausreichende Zahl an angemeldeten Personen in Brandenburg und Berlin unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Rücklaufquote und der anstehenden Bundestagswahl. Die Teilnehmenden des SoSci Panels stünden einige Zeit nicht für andere Umfragen zur Verfügung, wenn die Befragung zum Landschaftsbild in Brandenburg aufgenommen werden würde, was eine Datenlücke in Umfragen zur Wahl hervorrufen würde.

Für die Akquisition von Teilnehmenden wurde eine vielgleisige Strategie verfolgt, welche vom Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (Auftraggeber) koordiniert wurde. Die Umfrage wurde durch das Verbreiten des Links und/oder eines Posters mit entsprechendem QR-Code verbreitet. Dafür wurden sowohl digitale als auch analoge Wege gewählt. Die verschiedenen, abgestimmten Strategien werden in Tab. 6 zusammengefasst. Um die Teilnehmenden einer Werbestrategie zuordnen zu können, bietet SoSci Survey die Möglichkeit, in den Links Referenznummern zu vergeben. So wurde für jede Strategie ein angepasster QR-Code auf dem Poster vergeben, sodass eine Zuordnung der Teilnehmenden möglich ist. Die entsprechenden Referenznummern werden ebenfalls in Tab. 6 benannt. Dabei sind die Referenznummern ausschließlich in den QR-Codes der Poster hinterlegt. Die Verbreitung des Links und die Bewerbung erfolgte stets ohne Referenznummer. Einige Strategien waren zwar angedacht, konnten im vorhandenen Zeithorizont aber nicht realisiert werden. Diese sind in Tab. 6 durchgestrichen.

**Tab. 6: Strategien zur Bewerbung der Umfrage**

Referenznummer	Strategie
1	Aushang in Besucherinformationszentren der Großschutzgebiete
2	Senden an Mitarbeiter*innen Großschutzgebiete und Kuratorien
3	Senden an Bürgermeister*innen, Aushang in Gemeinden
4	Werbung auf dem Social Media Kanal „Rangers schönste Orte“
5	Senden an Naturschutzfonds und Tourismus Marketing Brandenburg GmbH, Werbung auf der Homepage
6	Werbung auf der Homepage des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg
7	<del>Punkt 3</del>
8	Veröffentlichen einer Pressemitteilung
9	Senden an Hochschulvertreter*innen in Brandenburg und Berlin
-	Senden des Links
-	Radio
-	Druck auf die Rückseite des „Naturmagazins Berlin-Brandenburg“

Das oben benannte Poster zur Bewerbung der Umfrage wurde mit einem ansprechenden Foto aus Brandenburg, einem QR-Code und einer kurzen Erläuterung des Themas durch das MLUK erstellt. Die unterschiedlichen Zielgruppen (s. Tab. 6) wurden per E-Mail mit einem motivierenden Anschreiben über die Umfrage informiert und um umfassende Verbreitung gebeten. Der E-Mail angehängt war das Poster mit dem der Zielgruppe entsprechenden QR-Code, welches je nach Zielgruppe ausgedruckt und ausgehängt werden sollte.

Der offizielle Start der Umfrage war der 09.08.2021. Ab dem 03.08.2021 wurde ein softer Start umgesetzt. An diesem Tag wurden die unterschiedlichen Stellen, welche die Umfrage weiterverbreiten sollten, informiert und mit der Datei des Posters versorgt. Am 04.08.2021 wurde eine E-Mail an thematisch passende Vertreter\*innen der Hochschulen in Brandenburg und Berlin durch Prof. Dr. Michael Roth verschickt. An demselben Tag twitterte die Tourismus Marketing Uckermark GmbH den Link zur Umfrage. Auf der Homepage des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg wurde der Link zur Umfrage kurz darauf (06.08.2021) freigeschaltet. Am Wochenende (14./15.08.2021) wurde ein Kurzinterview mit Herrn Umweltminister Vogel im BBRadio gesendet. Zudem wurde auf der Rückseite des „Naturmagazin Berlin-Brandenburg“ Werbung für die Umfrage gemacht. Es erschien am 01.09.2021, wurde einem Teil der Leserschaft aber bereits Mitte August zugestellt. Die Umfrage wurde am 12.09.2021 beendet. Danach wurde geprüft, ob für jedes Foto eine ausreichende Anzahl an Bewertungen vorhanden ist. Dies wurde bestätigt, sodass keine Nachbefragung notwendig war.

Die Landschaften wurden in vier Tranchen von Fotos nacheinander in die Umfrage eingespeist und bewertet. Pro Tranche wurden ca. 155 Fotos in die Urne eingespeist. Dabei wurden für jede Gruppe ca. 78 Fotos von 0001 startend und ca. 77 Fotos von 0307 startend ausgewählt, damit Fo-

tos aus verschiedenen Gegenden von Brandenburg ausgewählt wurden. Tab. 7 fasst für jede Tranche der Umfrage zusammen, welche Fotos inkludiert waren und in welchem Zeitraum die jeweilige Tranche abrufbar war. Außerdem wird angegeben, wie oft die Urne, welche die Grundlage für die Zufallsauswahl der verfügbaren Fotos ist, geleert wurde. Die Zahl kann als Annäherung für die Anzahl an vorhandenen Bewertungen pro Foto verstanden werden.

**Tab. 7: Zugehörigkeit der Fotos zu den einzelnen Tranchen**

Tranche	Nummern der Fotos	Zeitraum	Tage	Anzahl Urnenleerung
1	0001 – 0078; 0307 – 0383	03.08.21 – 11.08.21	9	55,9
2	0157 – 0235; 0458 – 0531	11.08.21 – 19.08.21	9	48,8
3	0236 – 0306; 0532 – 0613	19.08.21 – 31.08.21	13	37,7
4	0079 – 0156; 0384 – 0457	31.08.21 – 12.09.21	13	33,9

Im Zuge der Umfrage wurde den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben, ihre E-Mail-Adresse zu hinterlassen, wenn Sie erneut an der Umfrage teilnehmen wollen würden. Diese Personen wurden per E-Mail benachrichtigt, sobald eine neue Tranche Fotos in die Umfrage eingespeist worden war. Die E-Mails wurden im Bcc verschickt, um den Datenschutz zu gewährleisten.

## 6.2.2 Flächendeckende Bewertung durch ein Regressionsmodell

Die flächendeckende Bewertung der Erlebnisdimension Schönheit basiert auf einem Regressionsmodell. Dafür ist es zunächst notwendig, die in der Umfrage erhobenen Daten auszuwerten. Gleichzeitig sind die auf den Fotos zu sehenden Sichtbereiche im GIS abzubilden und die Ausprägung von Indikatoren im Sichtbereich zu berechnen. Auf dieser Grundlage wurde das Regressionsmodell gebildet, welches eine Bewertung der Schönheit für die gesamte Landesfläche von Brandenburg erlaubt.

### 6.2.2.1 Statistische Auswertung der Umfrage

Für die statistische Auswertung der Umfragedaten war zunächst eine Aufbereitung erforderlich. Die Aufbereitung und die Auswertung erfolgten mit den Programmen Microsoft Excel 2016, R (Version 4.0.2) in RStudio (Version 1.1.463) (R Core Team 2020) und IBM SPSS Statistics 27.

Zunächst wurde der Gesamtdatensatz von SoSci Survey heruntergeladen, wobei nur im Interview-Modus ausgefüllte Fragebögen berücksichtigt wurden und keine Pretest-Daten. Sodann wurden in SPSS die Variablenskalen korrigiert, sodass eine korrekte Zuordnung zu Nominal-, Ordinal- und Kardinalskala für die angemessenen Analysemöglichkeiten vorliegt. Als nächstes wurden leere Datensätze sowie Datensätze ohne Bewertungen gelöscht. Es war Voraussetzung, dass alle abgefragten Kriterien (Vielfalt, Eigenart, Schönheit, Naturnähe) für mindestens ein Foto bewertet worden waren. Dies ist für die weitere Auswertung essentiell und bestätigte überdies die Ernsthaftigkeit des Teilnehmenden.

Die Postleitzahl wurde angepasst, sodass eine vorangestellte bzw. nachgestellte 0 in dem Feld vorhanden ist. Ausgehend von der Postleitzahl wurde die Herkunft der Teilnehmenden hinsichtlich

der Bundesländer untersucht. Dafür wurde eine neue Spalte „Bundesland“ angelegt. Die Variable differenziert zwischen Teilnehmenden aus Brandenburg, aus Berlin und aus anderen Herkunftsgebieten.

Es wurden zudem die neuen Variablen „Alter“ und „Altersklasse“ erstellt. Das Alter wurde aus der Differenz des aktuellen Jahres 2021 und des Geburtsjahres berechnet. Außerdem wurden Altersklassen gebildet. Die Zuordnung des Alters zur jeweiligen Klasse kann Tab. 8 entnommen werden.

**Tab. 8: Zuordnung der Altersklassen**

Klasse	Alter
1	1 - 19
2	20 - 29
3	30 - 39
4	40 - 49
5	50 - 59
6	60 - 69
7	70 - 100

Darüber hinaus wurden fünfzehn neue Variablen für die Bildreihenfolge angelegt, eine für jede mögliche Position im Rahmen der Umfrage. Der Wert der Zellen entsprach in jeder Zeile jeweils der übergeordneten Spalte, also zum Beispiel war der Wert jeweils 2 für die Spalte „Reihenfolge\_2“.

Weiterhin wurden alle Kommentare durchgearbeitet und weitere Variablen zu bestimmten Inhalten erstellt. Behandelte der Kommentar eines der ausgewählten Themen, wie die nicht repräsentative Fotoauswahl, wurde der Wert 1 („trifft zu“) vergeben.

Im Ergebnis lag eine Tabelle vor, mit allen einzubeziehenden Teilnehmenden und allen Bewertungen eines Teilnehmenden in einer Zeile. Diese Tabelle war die Grundlage für die Auswertung der soziodemografischen sowie weiterer Informationen der Teilnehmenden. Dabei wurden nur Datensätze von Teilnehmenden aus den Ländern Brandenburg oder Berlin einbezogen. Für die Auswertung der Landschaftsbewertungen ist sie allerdings unzureichend.

Aus diesem Grund wurde die Tabelle umstrukturiert. Hierbei wurden als Variablen (Spalten) kodierte Informationen in Fälle (Zeilen) umgewandelt. Als sogenannte Variablengruppen (neue Spalten) berücksichtigt wurden die Bildnummer (=Urnennummer), Bildüberschrift (=Naturraum), Vielfalt, Eigenart, Schönheit, Naturnähe und Reihenfolge ausgewählt und transponiert. Sie wurden jeweils in neue Variablen transponiert. Im Ergebnis lag jede bewertete Landschaft als eine Zeile mit den zugehörigen Werten zur Bildnummer, Bildüberschrift, Vielfalt, Eigenart, Schönheit, Naturnähe und Reihenfolge vor. Zuvor in der Zeile des Teilnehmenden stehenden Werte für die Vielfalt von Foto 1, die Vielfalt von Foto 2 etc. wurden in die neue Spalte „Vielfalt“ eingetragen. Die

weiteren Informationen des Teilnehmenden wie die soziodemografischen Informationen wurden jeweils kopiert.

Die so transponierte Tabelle wurde ebenfalls bereinigt. Es wurden alle Datensätze (Zeilen) gelöscht, bei denen für eines der abgefragten Kriterien Vielfalt, Eigenart, Schönheit und Naturnähe keine Bewertung vorlag. Es sollten nur vollständige Bewertungen existieren. Von der Tabelle ausgehend konnten die durchschnittlichen Bewertungen pro Foto und pro Kriterium berechnet werden. Dabei wurden nur Datensätze von Teilnehmenden aus den Ländern Brandenburg oder Berlin einbezogen.

Für die anschließende vergleichende Analyse der Bildmittelwerte und der Indikatoren aus dem GIS wurde eine dritte Tabelle benötigt. Hierzu wurden in SPSS jeweils die Mittelwerte je Bildnummer für alle untersuchten Kriterien berechnet. Das Programm gab als Ergebnis eine Tabelle aus, die in Excel kopiert wurde. Die Excel-Tabelle wurde soweit aufbereitet, dass sie je Foto die Bildnummer der Umfrage, den zugehörigen Naturraum, die Anzahl an Bewertungen, die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Kriterien Vielfalt, Eigenart, Schönheit und Naturnähe sowie den Dateinamen der Fotos enthielt.

### **6.2.2.2 Erstellen von Sichtbereichen der Fotos**

Bevor die Sichtbereiche der 613 ausgewählten Fotos berechnet werden konnten, mussten zunächst die mitgeschriebenen EXIF-Daten auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Dies erfolgte mit dem Programm GeoSetter (Version 3.5.3). Hier kann der Standort der Fotoaufnahme ausgehend von den hinterlegten GPS-Daten auf einem Luftbild angezeigt werden. Zudem wird der Sichtkegel angezeigt. Die GPS-Koordinaten stimmten weitestgehend. In wenigen Fällen wurde der Standort angepasst, indem der Punkt geringfügig verschoben wurde. Die Blickrichtung dagegen wurde für die Mehrzahl der Fotos manuell korrigiert.

Weiterhin ist der Sichtwinkel in den EXIF-Daten enthalten. Der Sichtwinkel ergibt sich aus der Brennweite. Die Informationen zum Sichtwinkel und der Blickrichtung wurden für jedes Foto aus den EXIF-Daten ausgelesen.

Zur Berechnung der Sichtkegel wurden die Punkte der Fotostandorte zunächst mit 10 km gepuffert, um Vollkreise zu erhalten. Durch ein Python-Skript wurde der Vollkreis auf den Sichtkegel beschnitten, der durch die Blickrichtung und den Sichtwinkel bestimmt wurde.

Anschließend konnten die sichtbaren Bereiche identifiziert werden. Hierzu wurde mit dem Werkzeug „Sichtfeld“ die Sichtbarkeit im Vollkreis berechnet und auf den Sichtkegel maskiert. Dabei wurde die Augenhöhe des Betrachters manuell angepasst, wenn die Fotos von erhöhten Standorten wie Brücken oder Aussichtstürmen oder im Sitzen wie im Spreewald gemacht wurden. Allerdings kam es vor, dass der Fotostandort in einem Bereich mit einer Landnutzungshöhe, welche die Augenhöhe übersteigt, lag. Das kann z.B. dann der Fall sein, wenn der Fotostandort neben einem Feldgehölz lag und aufgrund der Auflösung des DOM10 von 10 m dessen Landnutzungshöhe für

den Standort übernommen wurde. In der Sichtbarkeitsberechnung wurde folglich keine Sichtbarkeit berechnet, da der Algorithmus von einer Sichtverschattung ausgeht. Aus diesem Grund wurde das DOM10 überarbeitet. In einem Bereich von 50 m um jeden Fotostandort wurde die Landnutzungshöhe auf null gesetzt, also die Werte des DOM10 durch die Werte des DGM10 ersetzt, um diese Situation zu umgehen. Weiterhin war es für 10 Fotostandorte notwendig, das DOM10 manuell von den Sichtkegeln kreuzenden Höchstspannungsfreileitungen zu bereinigen, da sie im DOM10 fälschlicherweise eine Landnutzungshöhe besitzen und so als Sichtbarrieren wirken würden.

Anschließend wurde ermittelt, wie viele sichtbare Zellen in jeder Wirkzone und in jedem Wirkring liegen. Die Ringe und Zonen sind in Abb. 2 veranschaulicht. Ein Wirkring reicht jeweils vom vorherigen Ring bis zum nächsten. Die Zone startet immer bei null und kann dementsprechend mehrere Ringe einschließen. Folglich wurde beispielsweise für den Ring von 2 km bis 5 km die Anzahl sichtbarer Zellen berechnet. Anschließend wurde die Anzahl in den Zonen durch Addition der sichtbaren Zellen in den zugehörigen Ringen ermittelt.

### 6.2.2.3 Erstellen von Indikatoren

Nachdem die Sichtbereiche von jedem der 613 Fotostandorte feststanden, konnte die Ausprägung verschiedenster Indikatoren in den Sichtbereichen und zum Teil auch in den Sichtkegeln analysiert werden. Die Indikatoren wurden berechnet, um potenzielle unabhängige Variablen für das anschließende Regressionsmodell der Schönheitsbewertung zu erzeugen.

Als Indikatoren wurden das Landschaftsbild prägende Nutzungen und Landschaftselemente ausgewählt. Eine besondere Berücksichtigung fanden Indikatoren, die sich bei anderen Forschungsvorhaben (bspw. Roth et al. 2021) bereits als aussagekräftig erwiesen. Für das Regressionsmodell vorbereitet wurden Indikatoren zur/zu

- Flächenanteil von einzelnen Landnutzungen (Ackerland, Gewässer, Grünflächen, Grünland, Heiden + Moore + Sümpfe + Sukzessionsflächen, Industrie- und Gewerbeflächen, Siedlungsflächen, Sonderkulturen, Tagebau + Grube + Steinbruch + Halden, Verkehrsflächen, Wald + Gehölze)
- Flächenanteil von Spargel
- Relief (Hangneigung, durchschnittliche Geländehöhe, Reliefenergie, Bewegtheit des Reliefs (= Standardabweichung))
- Durchschnittliche Hemerobie
- Flächengewichtete Anzahl an jahreszeitlichen Aspekten
- Anzahl von Windenergieanlagen
- Freileitungslänge
- Flächenanteil von PV-Freiflächenanlagen
- Flächenanteil von Flächen mit Landschaftswandel
- Straßenlänge

- Länge linearer Elemente (Gehölze, Waldrand, Ortsrand, Orts- und Waldrand, Gehölze + Orts- und Waldrand jeweils im Sektor und im Sichtfeld)
- Weitsicht
- Anzahl von Gewässertypen (summiert über Fließgewässer flächig, Fließgewässer linear, Gräben, Kleingewässer, große Standgewässer, Altarme)
- Gewässerlänge (summiert über Gräben, Bäche, als Linien erfasste Flüsse und Altarme)
- Gewässerfläche (summiert über Kleingewässer, große Standgewässer, als Flächen erfasste Flüsse und Altarme)

Für die ausgewählten Indikatoren wurde die Ausprägung in allen Wirkringen und Wirkzonen berechnet. Dies erfolgte mit Ausnahme der Dichte von Windenergieanlagen und Freileitungen ausschließlich in den Sichtbereichen. Nur die beiden genannten Faktoren wurden in den Sichtkegeln erhoben.

Waren Raster die Datengrundlage, wurde eine zonale Statistik für jeden Ring und jede Zone berechnet. Eine separate Analyse war für jede Zone notwendig, um die korrekten Mittelwerte zu berechnen. Ein Mittelwert der Mittelwerte der Ringe berücksichtigt die unterschiedlichen Flächengrößen der Ringe nicht und würde daher ein falsches Ergebnis liefern. Bei der Analyse von Vektordaten erfolgte eine Überschneidung mit den Sichträumen in den unterschiedlichen Ringen und Zonen.

Es resultierte eine Excel-Tabelle pro Indikator, in welcher die Fotostandorte als Zeilen und die Ringe und Zonen in Spalten angeordnet waren. In den Zellen wurde die Ausprägung des Indikators als Flächenanteil am Sichtbereich vermerkt. Besaß der untersuchte Ring einen Sichtbereich und war der betrachtete Indikator nicht ausgeprägt, erhielt die Zelle den Wert 0. Die Zelle blieb leer, wenn kein Sichtbereich vorhanden war und dementsprechend keine Ausprägung erhoben werden konnte. Leere Zellen werden bei einer statistischen Auswertung nicht einbezogen.

Leere Zellen können nur bei der Ausprägungsuntersuchung der Wirkringe auftreten. Die Wirkzonen besitzen immer einen Wert. Durch das manuelle Entfernen der Landnutzungshöhen im 50 m Umkreis um jeden Fotostandort deckt der ermittelte Sichtraum zwangsläufig immer – zumindest einen Teil – dieser 50 m ab. Je nach den örtlichen Gegebenheiten kommen weitere Sichtbereiche hinzu. Dementsprechend besitzt Zone 1 (0-500 m) immer einen Ausprägungswert (0 bei Nicht-Vorhandensein des Indikators, X bei Vorhandensein). Dieser Wert wird auch für die nachfolgenden Zonen übernommen, selbst wenn keine weiteren sichtbaren Zellen vorhanden sind, da Zone 1 immer eingeschlossen ist.

#### **6.2.2.4 Erstellen eines Regressionsmodells**

Die Bewertungen der Schönheit für 613 Landschaften durch die brandenburgische Bevölkerung liegen nur punktuell vor. Um ein flächendeckendes Ergebnis zu generieren wurde eine Regressionsgleichung erarbeitet. Sie erlaubt auf der Grundlage der erhobenen Bewertungen, dem Vorhandensein von bestimmten Landschaftselementen auf den Fotos und entsprechender Geo-Daten, der

GIS-Analyse zu den im Sichtraum vorhandenen Landschaftselementen, eine Gleichung zur Berechnung der wahrgenommenen Schönheit zu erstellen, die dann flächendeckend für das Land Brandenburg angewendet werden kann, um die Schönheit des Landschaftsbildes zu berechnen.

Hierzu wurden zunächst alle Indikatoren in Zonen 1 bis 5 sowie im Hintergrund (2 km – 10 km, Ringe 4+5) mit der durchschnittlichen Bewertung der Schönheit aus der Umfrage in eine gemeinsame Tabelle kopiert. In ihr waren für jedes Foto die durchschnittliche Bewertung der Schönheit sowie die Ausprägungen aller untersuchten Indikatoren in den Zonen 1 bis 5 sowie im Hintergrund zusammengefasst. Sodann wurde die Korrelation nach Pearson der Schönheit paarweise mit allen Indikatoren berechnet. Die Korrelationsanalyse wurde mit R und den Paketen „Hmisc“ (Harrell 2021) sowie „writexl“ (Ooms 2021) durchgeführt. So konnte eine Korrelationsmatrix (Korrelation nach Pearson) aller potenziellen Indikatoren erstellt werden, deren Ergebnisse der p-Werte und Korrelationskoeffizienten jeweils in eine Excel-Datei geschrieben wurden. Relevant waren nur die Korrelationen mit der Bewertung der Schönheit. Alle anderen Zeilen wurden gelöscht. Dann wurde geprüft, welche Korrelationen das Signifikanzniveau von 5 % unterschreiten. Diese besitzen eine statistisch signifikante Korrelation und sind dementsprechend potenzielle Variablen im anschließenden Regressionsmodell.

Von 223 untersuchten Indikatoren besitzen 150 eine statistisch signifikante Beziehung mit der Bewertung der Schönheit. Auf dieser Erkenntnis aufbauend wurden alle nicht signifikanten Indikatoren aus der Tabelle mit allen Indikatoren gelöscht. Es resultierte eine Tabelle, die ausschließlich die signifikanten Indikatoren enthielt. Zudem wurden die signifikanten Indikatoren in einer weiteren Tabelle nach der absoluten Stärke der Korrelation sortiert.

Der Erstellung des Regressionsmodells erfolgte in SPSS. Hierzu wurden zunächst alle potenziellen Regressoren (=signifikante Indikatoren) als unabhängige Variablen in die lineare Regression eingespeist, wobei die Bewertung der Schönheit die abhängige Variable war. Das Programm inkludierte automatisiert fast alle 150 potenziellen Regressoren. Allerdings handelt es sich dabei um ein reines Modellfitting, was inhaltlich schwer zu begründen und aufgrund der vielen Variablen schwer verständlich ist. Weiterhin wurde zu diesem Zeitpunkt derselbe Inhalt wie die Anzahl von Windenergieanlagen noch durch mehrere Variablen beschrieben, die nur unterschiedliche Zonen betreffen. Allerdings überlagern sich die Zonen, sodass die Verwendung von nur einer Zone im Modell überhaupt sinnvoll ist. Die einzige Ausnahme bildet die mögliche Verwendung desselben Inhalts unterschieden zwischen Vordergrund (=Zone 3) und Hintergrund (=2 bis 10 km).

Zur Berücksichtigung dieser Gruppen erfolgte eine manuelle, sequenzielle, theoriegeleitete Exklusion in einem iterativen Prozess durch das Projektteam. Es wurden nacheinander die unterschiedlichen inhaltlichen Themenkomplexe betrachtet. In der Tabelle mit der Stärke der Korrelationen wurde nachgesehen, in welcher Wirkzone die Korrelation zwischen dem Thema und der Schönheit am stärksten ist. Dann wurden alle anderen Indikatoren des Themas aus der Regression ausgeschlossen und die Veränderung im R<sup>2</sup>-Wert betrachtet. Erfolgte keine bzw. nur eine geringe Än-

derung, wurde zum nächsten Thema übergegangen. Besaßen die unterschiedlichen Wirkzonen nahezu identische Korrelationskoeffizienten, wurde theoriegeleitet für mehrere Wirkzonen iterativ getestet, wie sich der  $R^2$ -Wert verhält, wenn nur eine der Wirkzonen inkludiert ist. Die Wirkzone mit dem höchsten  $R^2$ -Wert wurde selektiert.

So wurde schrittweise vorgegangen, um die Anzahl an Regressoren deutlich zu reduzieren und gleichzeitig einen möglichst hohen Erklärungsgehalt beizubehalten. Auch wurden inhaltlich ähnliche Indikatoren miteinander verglichen. So zeigte sich eine negative Korrelation der wahrgenommenen Schönheit mit dem Ortsrand, während die Korrelation von Schönheit und Waldrand positiv war. Aufgrund dieses Gegensatzes macht es keinen Sinn, eine Kombination aus beiden Teilaspekten in einer erklärenden Variablen zu verwenden. Folglich wurden die kombinierten Indikatoren zur Waldrands- und Ortsrandlänge sowie zur Waldrands- und Ortsrandlänge mit der Gehözlänge verworfen. Außerdem wirkten jene Längen linearer Strukturen stärker im Sektor als im Sichtbereich. Folglich wurden die betroffenen Indikatoren im Sichtbereich ebenfalls ausgeschlossen. Die Analyse, welcher der verfügbaren Indikatoren für den gerade betrachteten Themenkomplex am besten geeignet ist, die Schönheit zu beschreiben, wurde für alle Komplexe wiederholt.

Nachdem auch nicht signifikante Indikatoren aus dem Modell ausgeschlossen worden waren, wurde nochmals geprüft, ob alle möglichen Themenkomplexe im Modell enthalten sind. War dies nicht der Fall, wurde getestet, ob ein erneuter Einschluss einen Mehrwert brachte und signifikant war.

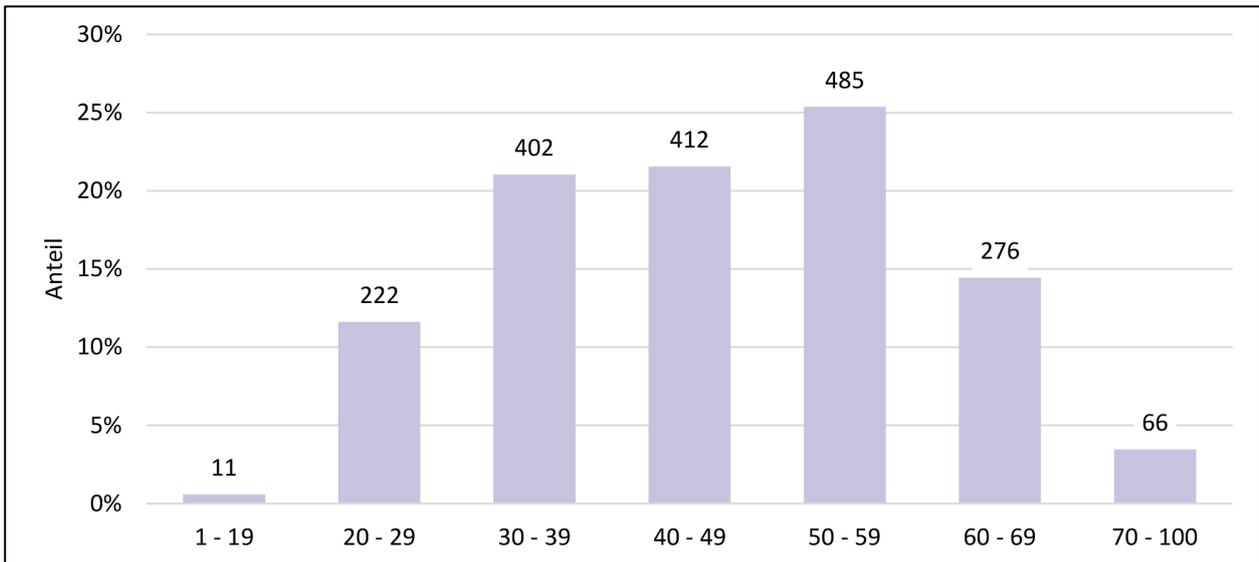
## **6.3 Ergebnis der Bewertung der Schönheit**

### **6.3.1 Auswertung der Stichprobe.**

Der Online-Fragebogen wurde über die Dauer der Umfrage 4.462-mal aufgerufen. Insgesamt wurden 2.017 Fragebögen so ausgefüllt, dass verwendbare soziodemografische Daten und eine Bewertung aller vier untersuchten Kriterien für mindestens eine Landschaft vorliegen. Damit entspricht die Antwortrate 45,2%. Von 2.017 hinreichend ausgefüllten Fragebögen stammen 1.911 von Teilnehmende aus Brandenburg (1.592) und aus Berlin (319). Sie sind die Grundlage für die vorgenommenen Auswertungen und somit die untersuchte Stichprobe. Die nachfolgend beschriebenen Eigenschaften beziehen sich auf die Stichprobe von 1.911 Teilnehmenden aus den Ländern Berlin und Brandenburg.

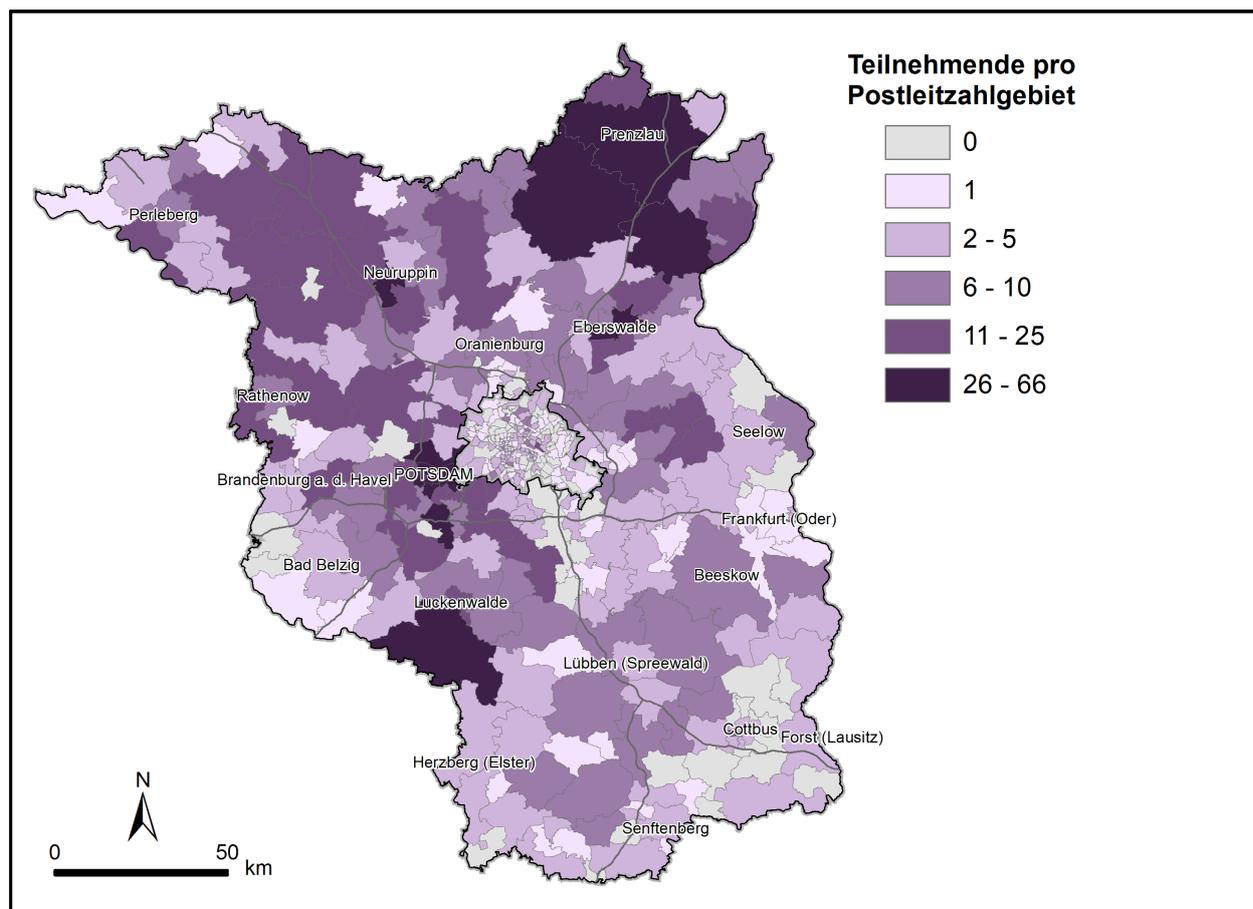
Das Geschlechterverhältnis ist etwas unausgeglichen. Von den Teilnehmenden gaben 65,6% an „weiblich“, 33,3% „männlich“ und 0,3% „divers“ zu sein. Weiterhin machten 0,8% keine Angaben. In Berlin und Brandenburg liegt der Anteil von weiblichen Personen an der Gesamtbevölkerung bei 50,8%, der Anteil der männlichen Personen liegt dementsprechend bei 49,2% (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2021).

Die Teilnehmenden sind zwischen 17 und 83 Jahre alt. Der Altersmittelwert liegt bei 46,3 und der Median bei 46. Dies entspricht in etwa dem Durchschnittsalter der Bevölkerung von Brandenburg und Berlin. Dort liegt der Altersdurchschnitt bei 44,5 Jahren (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2021). Die Verteilung der Altersklassen ist in Abb. 8 zu sehen.



**Abb. 8: Altersklassenverteilung**

Aus fast allen Postleitzahlgebieten von Brandenburg konnten Teilnehmende akquiriert werden. Die meisten stammen aus Potsdam, dem Gebiet um Prenzlau, Eberswalde, Neuruppin oder Luckenwalde. Abb. 9 verdeutlicht die räumliche Verteilung der Teilnehmenden. Auch innerhalb von Berlin wurden viele Postleitzahlgebiete abgedeckt.



**Abb. 9: Anzahl der Teilnehmenden pro Postleitzahlgebiet**

Die Verteilung hinsichtlich des höchsten Schulabschlusses ist in Tab. 9 ablesbar. Mit fast 80% besitzt die deutliche Mehrheit der Teilnehmenden ein Abitur oder Fachabitur als höchsten Schulabschluss. Die Stichprobe ist somit gebildeter als der bundesdeutsche Schnitt. Bei Betrachtung der Gesamtbevölkerung von Deutschland besitzen 33,5% das Abitur oder Fachabitur, also ein deutlicher geringerer Anteil (Statistisches Bundesamt 2020).

**Tab. 9: Verteilung höchster Schulabschluss**

Schulabschluss	Häufigkeit	Anteil	Deutscher Schnitt (Statistisches Bundesamt 2020)
kein Schulabschluss	2	0,1%	7,5%
Hauptschulabschluss	28	1,5%	28,6%
Realschulabschluss	137	7,2%	23,5%
Polytechnische Oberschule	190	9,9%	6,5%
Abitur/Fachabitur	1.513	79,2%	33,5%
Keine Angabe	41	2,1%	0,4%

In Tab. 10 wird die Verteilung der höchsten Berufsabschlüsse beschrieben. Auch hier zeigt sich der überdurchschnittliche hohe Bildungsgrad der Stichprobe. Während in Deutschland fast die Hälfte der Bevölkerung eine Lehre oder einen vergleichbaren Berufsabschluss als höchsten Berufsabschluss haben (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2020: 67 Tab. B5-4web) trifft

dies nur bei einem Fünftel der Stichprobe zu. Fast die Hälfte der Stichprobe besitzt einen Universitätsabschluss.

**Tab. 10: Verteilung höchster Berufsabschluss**

Berufsabschluss	Häufigkeit	Anteil	Deutscher Schnitt (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2018 nach Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2020: 67, Tab. B5-4web)
Kein Berufsabschluss	59	3,1%	25,4%
Lehre/Berufsabschluss	369	19,3%	47,5%
Meister/Techniker	54	2,8%	8,9%
Fachhochschulabschluss	428	22,4%	
Universitätsabschluss	905	47,3%	17,9%
Keine Angabe	96	5,1%	0,3%

Die Antworten auf die Frage „Spielt das Thema ‚Natur und Umwelt‘ in Ihrem Leben eine Rolle?“ zeigt Tab. 11. Für über 80% der teilnehmenden Personen ist das Thema mindestens überwiegend in ihrem Leben bedeutsam,

**Tab. 11: Verteilung zur Rolle des Themas „Natur und Umwelt“**

Antwort	Häufigkeit	Anteil
Gar nicht	0	0%
Eher nicht	10	0,5%
Teils teils	318	16,6%
Überwiegend	687	36%
Voll und ganz	892	46,7%
Keine Angabe	4	0,2%

Auf die Frage „Wie oft halten Sie sich in der freien Landschaft auf?“ antworteten die Teilnehmenden wie in Tab. 12 gezeigt. Fast 90% der Stichprobe hält sich mindestens eher häufig in der freien Landschaft auf. Die Landschaft wird also aktiv als Raum genutzt.

**Tab. 12: Verteilung zur Aufenthaltshäufigkeit in der freien Landschaft**

Antwort	Häufigkeit	Anteil
Sehr selten	13	0,7%
Eher selten	216	11,3%
Eher häufig	899	47%
Sehr häufig	781	40,9%
Keine Angabe	2	0,1%

Von den Teilnehmenden Personen befassen sich 36,1% beruflich mit dem Thema „Landschaftsbild“. Somit haben 63,7% keinen beruflichen Kontakt zum Landschaftsbild, während 0,2% der Teilnehmenden keine Angabe machten.

Weiterhin fühlen sich 88,2% der Umfrageteilnehmenden mit dem Land Brandenburg heimatlich verbunden. Dabei ist festzuhalten, dass 68,9% aller Teilnehmenden aus Berlin und 92,1% aller Teilnehmenden aus Brandenburg sich dem Land Brandenburg heimatlich verbunden fühlen. Dementsprechend fühlen sich 11,7% der Stichprobe dem Land Brandenburg nicht heimatlich verbunden. In 0,1% der Fälle (2) wurde keine Angabe gemacht.

Zuletzt wurde gefragt, ob die Teilnehmenden eher in einer städtischen oder ländlichen Umgebung wohnen. Die Antworten sind in Tab. 13 zu sehen. Die Verhältnisse von Personen aus städtischer, ländlicher und einer gemischten Umgebung sind recht ähnlich mit einer leichten Tendenz zur ländlichen Umgebung.

**Tab. 13: Verteilung zur Prägung der Wohnumgebung**

Antwort	Häufigkeit	Anteil
Städtische Umgebung	636	33,3%
Ländliche Umgebung	741	38,8%
Städtische und ländliche Umgebung	531	27,8%
Keine Angabe	3	0,1%

In der Umfrage wurde ebenfalls abgefragt, ob es sich um eine wiederholte Teilnahme handelt. Diese Frage beantworteten 80,7% mit „nein“, 18,7% mit „ja“ und 0,6% machten keine Angabe. Die Bereitwilligkeit, erneut an der Umfrage teilzunehmen, spricht für ein deutliches Interesse und die Ernsthaftigkeit der Person sowie die Verständlichkeit des Fragebogens. Dies wird durch 416 abgegebene E-Mail-Adressen für die erneute Teilnahme an der Umfrage bekräftigt.

Insgesamt nutzten 192 Personen die Möglichkeit, einen Kommentar abzugeben. Die vorgebrachten Themen waren sehr vielfältig. Am häufigsten fanden sich negative Kommentare zur Fotoauswahl. Die Fotos wurden als nicht schön, Brandenburg nicht repräsentierend und schlecht ausgewählt kritisiert. Teilweise wurde eine beabsichtigte Beeinflussung durch die Fotos unterstellt. Besonders das Fehlen von unbeeinflussten Naturlandschaften wurde bemängelt.

Gegenüber der Windenergie im Allgemeinen kritisch zeigten sich sechzehn Teilnehmende. Neun Personen waren Sinn, Zweck und Ziel der Umfrage unklar. Dieselbe Anzahl merkte an, dass die Vergabe von Überschriften für die Naturräume der gezeigten Landschaften sie irritierten. Sie wurden verunsichert, ob die gezeigte Landschaft selbst, die Landschaft im Kontext des Naturraums oder der Naturraum bewertet werden sollte. Weitere 27 Teilnehmende gaben an, sich mit der Bewertung schwer zu tun. Besonders häufig wurde in diesem Kontext die Bewertung der Naturnähe angesprochen. Die Naturnähe wurde insgesamt immer wieder vorgebracht: Zum einen als oftmals ausschlaggebendes Kriterium für eine positive Wahrnehmung der Landschaft, zum anderen als

oftmals in den gezeigten Landschaften fehlend. Sechs Personen äußerten Kritik an der Methode, welche aber zumeist keine konstruktive Diskussion ermöglichen würden. Dagegen äußerten sich zwölf Teilnehmende positiv zur Umfrage. Weitere angesprochene Themen umfassen Wünsche nach einer Definition von Landschaft, der Einbeziehung von mehr Kriterien für das Landschaftsbild sowie den Wunsch nach der Einbeziehung von Aspekten der Artenvielfalt und des Artenschutzes. Einige Teilnehmenden reflektierten ihre Wahrnehmung und teilten über die Kommentarfunktion mit, dass ihre Bewertung durch eigene Werte, die Reihenfolge, das Wetter, die Jahreszeit oder die Farbe des Fotos beeinflusst wurde.

Für die Bearbeitung der Umfrage benutzt die klare Mehrheit aller Teilnehmenden einen Computer. Die genaue Verteilung der unterschiedlichen Geräte kann in Tab. 14 abgelesen werden.

**Tab. 14: Verteilung zur verwendeten Gerät**

Antwort	Häufigkeit	Anteil
Computer	1.381	72,2%
Tablet	34	1,8%
Smartphone	496	26,0%

Von den 1.911 Teilnehmenden bearbeiteten 1.753 die Umfrage bis zum Ende und erreichten die letzte Seite des Fragebogens. Es wurden also entweder zehn oder fünfzehn Landschaften vollständig bewertet. Die hierfür benötigten Zeiten werden in Tab. 15 aufgeschlüsselt. Bei den vorzeitig abgebrochenen Fragebögen, wurde die letzte Seite nicht erreicht. Der Abbruch erfolgte zum Teil nach der Bewertung der ersten Landschaft, zum Teil aber auch nach Bewertung der vierzehnten Landschaft. Im Median wurde die Teilnahme während der Bewertung der vierten Landschaft abgebrochen.

**Tab. 15: Bearbeitungszeit**

	Vorzeitig abgebrochen	Fragebogen abgeschlossen	
		10 Fotos	15 Fotos
Anzahl Teilnehmende	158	446	1307
Dauer: Minimum	00:46 Minuten	03:17 Minuten	03:26 Minuten
Dauer: Maximum	19:27 Minuten	17:42 Minuten	27:40 Minuten
Dauer: Median	04:45 Minuten	07:49 Minuten	10:37 Minuten

Keiner der Datensätze enthält eine Referenznummer. Das heißt, die Umfrage wurde über den Link in den E-Mails aufgerufen oder möglicherweise von den Postern abgetippt. Kein QR-Code auf den Postern, in welchem die Referenznummer kodiert ist, wurde eingescannt.

An der Verlosung wollten 989 Personen teilnehmen. Den Wunsch nach weiteren Informationen äußerten 1.061 Teilnehmende, indem Sie diese Antwortmöglichkeit ankreuzten und ihre E-Mail-Adressen angaben.

### 6.3.2 Auswertung der Landschaften

Für die Auswertung der durchschnittlichen Wahrnehmung einer Landschaft im Hinblick auf die untersuchten Kriterien Vielfalt, Eigenart, Schönheit und Naturnähe liegen 24.563 Datensätze vor, die alle Kriterien pro gezeigter Landschaft bewertet haben. Pro Foto liegen zwischen 26 und 56 Bewertungen vor. Im Schnitt erhielt ein Foto 40 Bewertungen. Damit ist die notwendige Anzahl von Bewertungen je Landschaft, die für eine aussagekräftige Auswertung erforderlich ist, erfüllt. Es liegt eine sehr gute Datenbasis für die weiteren Analysen vor.

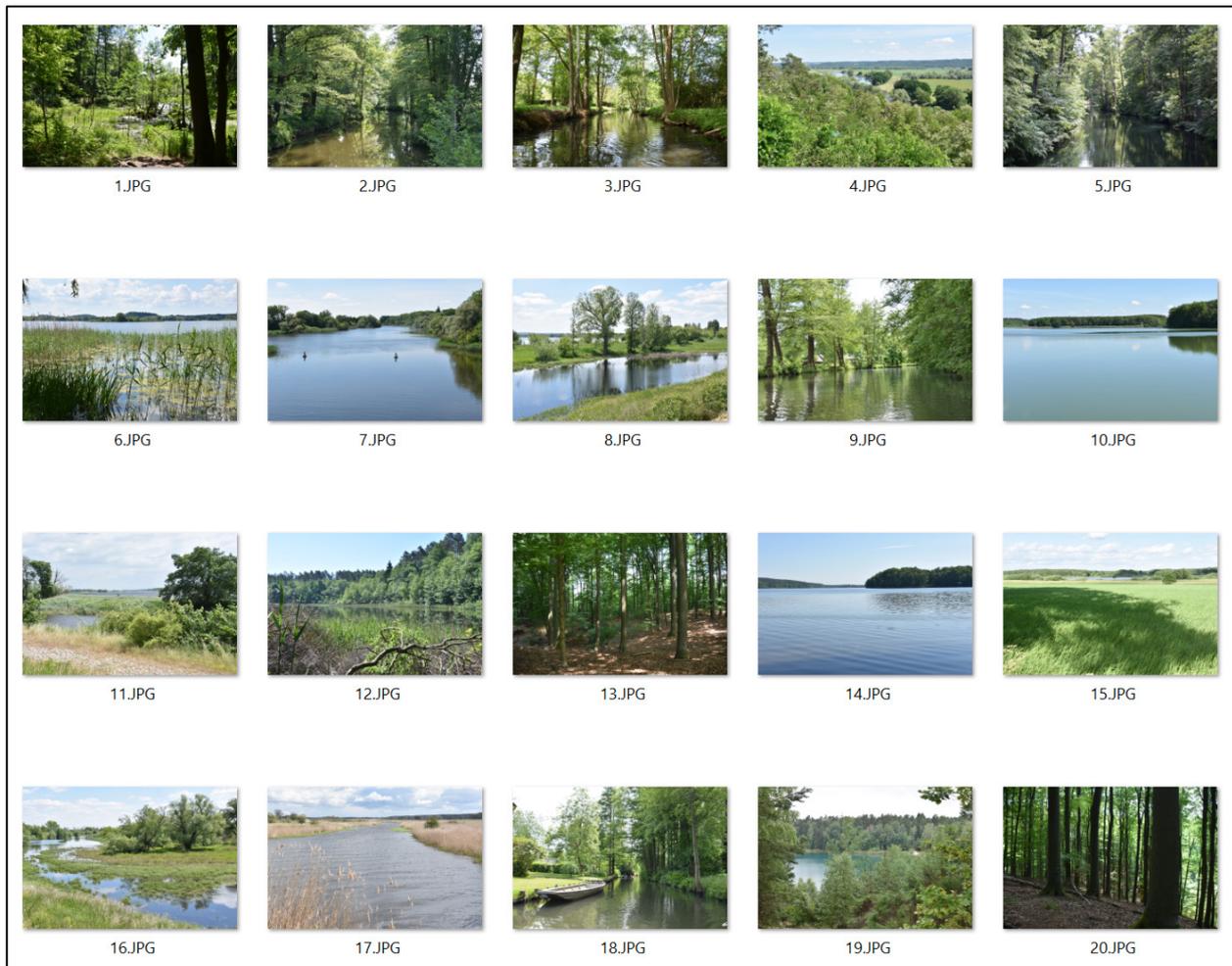
Die in SPSS berechneten durchschnittlichen Bewertungen je Landschaft und je Kriterium variieren stark, abhängig von den sichtbaren Landschaftselementen. Die Spannweiten der berechneten Mittelwerte werden für jedes Kriterium in Tab. 16 angegeben. Sie sind sehr breit und schöpfen fast die gesamte mögliche Amplitude aus.

**Tab. 16: Spannweite der berechneten Landschafts-Mittelwerte je Kriterium**

Kriterium	Minimum der Mittelwerte	Maximum der Mittelwerte
Vielfalt	1,3	8,4
Eigenart	1,6	8,2
Schönheit	1,1	8,6
Naturnähe	1,0	8,7

Es gilt zu berücksichtigen, dass die verwendeten Likert-Skalen von 1 bis 9 reichten, wobei 9 jeweils der stärksten Ausprägung des Kriteriums entsprach. Die Minima und Maxima der berechneten Mittelwerte liegen bei allen Kriterien sehr nah an den möglichen Extrema. Das bedeutet einerseits, dass die Skala durch die Teilnehmenden vollständig ausgeschöpft wurde und keine Meidung der Extrema auftrat. Andererseits betont dieser Umstand das Vorhandensein eines gesellschaftlichen Konsenses hinsichtlich der Wahrnehmung des Landschaftsbildes.

Der gesellschaftliche Konsens, welche Landschaften bzw. welche Landschaftselemente als schön wahrgenommen werden bestätigt sich weiterhin bei einem Vergleich der zwanzig schönsten Landschaften Brandenburgs, die in Abb. 10 gezeigt werden. Die Nummerierung entspricht der Rangfolge hinsichtlich der Bewertung der Schönheit. Alle Landschaften außer Platz 13 und Platz 20 beinhalten Wasser und angrenzende Vegetation. Bei den beiden genannten Ausnahmen handelt es sich um Buchenwald. In keiner dieser fotografierten Landschaften ist ein starker menschlicher Einfluss oder eine visuelle Vorbelastung im Sinne von technischer Infrastruktur vorhanden. Diese Umstände decken sich mit Ergebnissen ähnlicher Forschungsvorhaben (s. Roth & Gruehn 2006, Roser 2011, Roth et al. 2021).



**Abb. 10: Schönste Landschaften in Brandenburg**

### 6.3.3 Regressionsmodell

In die Modellbildung wurden alle 613 Datensätze (Fotos inkl. Bewertung) einbezogen. Am Ende resultierte ein statistisch höchst signifikantes Regressionsmodell ( $F(17, 595)=63,2, p<0,001$ ), welches alle aus den verfügbaren Daten ableitbaren Themenkomplexe (bspw. Nutzungen, Energieinfrastruktur) abdeckt und aus siebzehn unabhängigen Variablen besteht. Sie werden in Tab. 17 zusammengefasst. Die inkludierten Regressoren sind theoretisch fundiert, auch in ihrer Wirkrichtung. Alle Regressoren leisten einen statistisch signifikanten Beitrag zum Erklärungsgehalt des Modells. Das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) liegt bei 0,644. Das heißt, das Regressionsmodell erklärt 64,4% der Varianz der Schönheitsbewertung. Es handelt sich hierbei um einen sehr guten Wert.

Das Ergebnis ist mit anderen Untersuchungen (bspw. Roser 2011, Roth et al. 2021) vergleichbar. Letztlich wird die Wahrnehmung der Schönheit des Landschaftsbildes durch eine Vielzahl an Faktoren beeinflusst. Sie lassen sich nicht alle erheben und in einem GIS-basierten Modell abbilden, wie zum Beispiel der Einfluss individuell subjektiver Erfahrungen. Nichtsdestotrotz ist ein Großteil der Bewertung durch das Vorhandensein bzw. durch das Fehlen von Landschaftselement erklärbar.

**Tab. 17: Unabhängige Variablen der Regressionsgleichung**

Regressor	Zone	Regressionskoeffizient	Standardisierte Beta-Koeffizient	p-Wert	Zugrundeliegende Daten	
					Innerhalb Brandenburgs	10 km Puffer um Brandenburg
Konstante		6,465664		<0,001		
Gewässerflächenanteil	1	2,513513	0,359	<0,001	CIR Biotopkartierung [17]	OSM angrenzende Bundesländer [24], OSM Polen [25]
Anzahl an Gewässertypen	1	0,267707	0,097	0,005	CIR Biotopkartierung [17]	OSM angrenzende Bundesländer [24], OSM Polen [25]
Gewässerslänge in m/km <sup>2</sup>	1	0,000028	0,065	0,027	CIR Biotopkartierung [17]	OSM angrenzende Bundesländer [24], OSM Polen [25]
Lineare Gehölzstrukturen in m/km <sup>2</sup>	2	0,000101	0,094	<0,001	CIR Biotopkartierung [17]	/
Waldrand in m/km <sup>2</sup>	2	0,000052	0,055	0,034	ATKIS Basis-DLM [7]	/
Mittlere Hangneigung	5	0,060854	0,073	0,006	DGM10 [4]	EU-DEM [6]
Jahreszeitliche Aspekte	1	0,479932	0,195	<0,001	CIR Biotopkartierung [17]	CLC [8]
Anteil an Grünland	1	0,548580	0,083	0,005	ATKIS Basis-DLM [7],	CLC [8]
Anteil an Grünflächen	1	1,365426	0,082	0,001	ATKIS Basis-DLM [7]	CLC [8]
Anteil an Heiden, Mooren, Sümpfen, Sukzessionsflächen	1	0,868442	0,082	0,002	ATKIS Basis-DLM [7]	CLC [8]
Mittlere Hemerobie	2	-0,624708	-0,289	<0,001	Hemerobie [42]	Hemerobie [42]
Anzahl an Windenergieanlagen pro km <sup>2</sup>	3	-0,285800	-0,163	<0,001	Windenergieanlagen [19]	angrenzende Bundesländer: UFZ [18], Polen: OSM Polen [25]
Freileitungslänge in m/km <sup>2</sup>	3	-0,000575	-0,159	<0,001	ATKIS Basis-DLM [7]	/
Anteil an Spargel	1	-3,095606	-0,238	<0,001	Spargel [15]	/
Anteil an Verkehrsflächen	2	-3,999583	-0,185	<0,001	ATKIS Basis-DLM [7]	CLC [8]
Anteil an Industrie- und Gewerbeflächen	2	-2,210703	-0,163	<0,001	ATKIS Basis-DLM [7]	CLC [8]
Anteil an Tagebau, Grube, Steinbruch, Halden	2	-1,233040	-0,069	0,009	ATKIS Basis-DLM [7]	CLC [8]

Um sicherzustellen, dass jeder Indikator einen eigenständigen Bereich erklärt und keine Probleme der Multikollinearität auftreten, wurde alle selektierten Regressoren miteinander in einer Kreuztabelle korreliert (Pearson). Zwar treten einige statistisch signifikante Korrelationen auf, jedoch liegen sie deutlich unter einem absoluten Wert von 0,8, sodass durch die Variablen unterschiedliche Aspekte der Varianz des Gesamtmodells erklärt werden. Auch die VIF-Werte bestätigen, dass keine Multikollinearität vorliegt.

Zudem wurde der Schönheitswert aus der Umfrage mit dem durch das Modell vorhergesagten Wert durch eine Korrelation nach Pearson verglichen. Beide korrelieren stark miteinander ( $r=0,802$ ,  $p<0,001$ ). Dies spricht zusätzlich für die Güte des Modells. Beispiele für einen Vergleich der beiden Werte für beispielhaft ausgewählte Landschaften werden in Tab. 18 gegeben.

**Tab. 18: Vergleich der durchschnittlichen Bewertung der Schönheit aus der Umfrage mit dem vorhergesagten Schönheitswert der Regressionsgleichung**

Ø Schönheit aus der Umfrage: 8,3  
Vorhergesagter Schönheitswert: 8,0



Ø Schönheit aus der Umfrage: 6,9  
Vorhergesagter Schönheitswert: 6,8



Ø Schönheit aus der Umfrage: 5,6  
Vorhergesagter Schönheitswert: 5,6



Ø Schönheit aus der Umfrage: 2,6  
Vorhergesagter Schönheitswert: 2,8



Ø Schönheit aus der Umfrage: 1,7  
Vorhergesagter Schönheitswert: 1,4

Die siebzehn Indikatoren der Regressionsgleichung lassen sich in thematische Gruppen gliedern. Zunächst lässt sich die Wirkrichtung unterscheiden. Hier führt das Vorhandensein eines Landschaftsbestandteils zu einer Zunahme der wahrgenommenen Schönheit bzw. zu einer Abnahme. Die Schönheit des Landschaftsbildes wird durch das Vorhandensein von Gewässern positiv beeinflusst. Der Gewässerflächenanteil ist der Regressor mit der absolut stärksten Wirkung. Daneben sind noch zwei weitere gewässerbeschreibende Indikatoren Teil der Regressionsgleichung. Dabei

handelt es sich um die Anzahl an Gewässertypen und die Gewässerlänge. Alle Gewässerindikatoren wirken in Zone 1, das heißt in der Zelle selbst und somit sehr nah am Betrachter.

Weitere lineare Elemente gliedern die Landschaft und führen zu einer positiven Interpretation der Schönheit des Landschaftsbildes. In der Gleichung wird die Länge von linearen Gehölzstrukturen und dem Waldrand separat betrachtet. Sie grenzen Wahrnehmungsräume ab und sind aufgrund der Vertikalstruktur etwas sichtbar. Sie wirken in Zone 2 bis zu einer Entfernung von 1 km.

Auch das Relief prägt die wahrgenommene Schönheit. Von den untersuchten Indikatoren zeigte sich die mittlere Hangneigung als passendster Regressor. Dabei wird die gesamte wahrnehmbare Umgebung einbezogen, was durch Wirkzone 5 widergespiegelt wird. In der mittleren Hangneigung werden Informationen zur Oberflächenform und damit auch zur Bewegtheit der Landschaft gebündelt.

Einen starken positiven Einfluss hat überdies die flächengewichtete Anzahl von jahreszeitlichen Aspekten in der Zelle selbst. Hier ist die Wahrnehmung von Details am besten möglich.

Zwar wird die Aspektvielfalt auch von den Landnutzungen beeinflusst, jedoch wirkt auch das Vorhandensein von einzelnen Landnutzungen nochmals positiv auf die Schönheit des Landschaftsbildes. So führen in der Zelle (Zone 1) ein zunehmender Anteil von Grünland, ein zunehmender Anteil von Grünflächen sowie ein zunehmender Anteil von Heiden, Mooren, Sümpfen, Sukzessionsflächen zu einer höheren Schönheit.

Dagegen führen andere Indikatoren zu einer Abnahme der Schönheit. Hier den stärksten Einfluss hat die mittlere Hemerobie in Zone 2. Sie ist ein Maß der anthropogenen Überformung. Je höher der Wert, desto stärker die Überprägung. Gleichzeitig bedingt dies eine Abnahme der wahrgenommenen Naturnähe. So sinkt die wahrgenommene Schönheit mit zunehmender mittlerer Hemerobie. Dabei ist ein Landschaftswandel in gewisser Weise in der Hemerobie inbegriffen. Der potenzielle Indikator zum Landschaftswandel wurde nicht in die Bildung der Regressionsgleichung einbezogen, da der Wandel nicht durch einen einmaligen Blick auf eine Landschaft wie in der Umfrage abgebildet werden kann. Überdies bedeutet Wandel zumeist eine Zunahme anthropogener Nutzungen, welche in der Hemerobie enthalten sind.

Weithin visuell wirksame anthropogene Elemente beeinträchtigen das Landschaftsbild ebenfalls. Hierunter fallen die Anzahl von Windenergieanlagen sowie die Länge von Freileitungen. Beide besitzen eine ausgeprägte Vertikalstruktur, sodass sie auch noch in Zone 3 einen ausgeprägten negativen Einfluss auf die Wahrnehmung der Schönheit des Landschaftsbildes besitzen. Jenseits dieser 2 km Entfernungsgrenze ist die visuelle Wirkung weniger stark.

Zudem führen bestimmte Landnutzungen mit steigendem Anteil zu einer Abnahme Schönheit. Besonders stark wirkt der Anbau von Spargel auf die Einzelzelle. Hier findet eine deutliche Einflussnahme der Landschaft durch den Menschen statt. Es handelt sich um streng monoton geformte Bereiche mit offenem Boden und zum Teil Plastiküberdeckungen. Die in der Landschaftswahrnehmung geschätzte wahrgenommene Naturnähe ist nicht mehr vorhanden. Darüber hinaus führen

ein zunehmender Anteil von Verkehrsflächen, ein zunehmender Anteil von Industrie- und Gewerbeflächen sowie ein zunehmender Anteil von Tagebau, Grube, Steinbruch, Halden zu einer Reduzierung der wahrgenommenen Schönheit. Alle drei Landnutzungen besitzen eine gewisse räumliche Ausdehnung (horizontal und vertikal) sowie anthropogene Einflussnahme wirken somit bis in Zone 2.

Insgesamt wurden 6 der 11 Landnutzungsklassen direkt in die Regressionsgleichung aufgenommen. Zusätzlich wird die Landnutzung „Gewässer“ durch andere Datensätze abgebildet. Nicht enthalten sind demnach Ackerland, Siedlungsflächen, Sonderkulturen sowie Wald und Gehölze. Dabei werden letztere durch die gliedernden linearen Strukturelemente abgebildet. Siedlungsflächen in dieser größten Gliederung tragen nicht zum Erklärungsgehalt des Modells bei, da Siedlungen äußerst divers sind. Sie reichen von Plattenbauten hin zu historischen Ortskernen und charakteristischen Siedlungsformen. Auch Wohngebiete unterscheiden sich stark. Diese qualitativen Informationsebenen lassen sich mit den vorhandenen Daten allerdings nicht abbilden. Die Sonderkulturen sind ebenfalls sehr divers und zudem oftmals kleinflächig. Die Ackerflächen zeigen laut dem Modell keinen durchschlagenden Einfluss auf die wahrgenommene Schönheit.

Auch das Vorhandensein von PV-Freiflächenanlagen wurde nicht in die Regressionsgleichung integriert, da der potenzielle Indikator in dem Modell keinen statistisch signifikanten Beitrag leistet. Die Bodennähe führt zu einem reduzierten Wirkraum und damit einer reduzierten beeinträchtigenden Wirkung. Sie wird insbesondere in flachen Landschaften weiter vermindert, wenn sichtverschattende Pflanzungen die Anlage umgeben. Auch die Straßenlänge ist kein eigenständiger Regressor. Sie ist in Teilen in dem Anteil von Verkehrsflächen (Autobahnen) und in der Hemerobie enthalten.

### **6.3.4 Flächendeckende Bewertung der Schönheit**

Für die flächendeckende Bewertung der Schönheit des Landschaftsbildes wurden zunächst flächendeckende Raster für die ausgewählten Regressoren in der richtigen Wirkzone erstellt. Die Anzahl der Gewässertypen und die Zahl jahreszeitlicher Aspekte entsprechen dem Vorgehen in Abschnitt 4.2. Längen wurden in Meter pro Quadratkilometer und Anteile als Anteile der entsprechenden Nutzung in der Wirkzone berechnet. Die mittlere Hangneigung sowie die mittlere Hemerobie entsprechen dem Durchschnitt in dem jeweiligen Wirkraum. Für die Anzahl von Windenergieanlagen wurden die Bestandsanlagen in der Wirkzone gezählt. Anschließend wurden die Teilrastraster entsprechend der Regressionsgleichung kombiniert. Somit liegt eine flächendeckende Bewertung der Schönheit ausgehend von der Wahrnehmung der brandenburgischen Bevölkerung vor.

Die berechneten Werte reichen von -1,5 bis 8,6, wobei Werte unter 0 nur äußerst sporadisch vorkommen. Die Regressionsgleichung liefert für die absolute Mehrzahl der Rasterzellen im Land Brandenburg Werte innerhalb der Bewertungsskala von 1 bis 9. Es findet zwar eine Unterschreitung der möglichen Skala statt, was aber nur auf eine vernachlässigbare Anzahl an Zellen zutrifft.

Eine Überschreitung findet durch die berechneten Werte nicht statt. Es gilt festzuhalten, dass die berechnete Wertamplitude sehr nah an der verwendeten Bewertungsskala liegt. Dies bestärkt die Güte des Modells zusätzlich.

Der Mittelwert der berechneten Werte liegt bei 5,6 während der Mittelwert der bewerteten Landschaftsfotos für die Schönheit bei 5,3 (Median 5,6) liegt. Somit ist die Verteilung sowohl in der Umfrage als auch in der Berechnung linksschief. Ein größerer Teil der Werte liegt über dem bei einer Normalverteilung erwarteten Mittelwert von 5.

Diese Schiefe sollte auch nach der Klassifizierung bestehen bleiben. Es wurden neun Klassen gebildet, entsprechend der Anzahl von vorhandenen Stufen der Umfrage. Das bedeutet, dass 50% aller Zellen durch die fünf resultierenden Klassen 1 bis 5 abgedeckt werden sollen. Die anderen 50% der Zellen verteilen sich auf die verbleibenden vier Klassen von 6 bis 9. Gleichzeitig soll die Verteilung Glockenförmig sein, sodass die meisten Zellen in den mittleren Klassen zu finden sind. Die verwendete Aufteilung zeigt Tab. 19.

**Tab. 19: Anteil der Zellen je Klasse bei 9 Klassen**

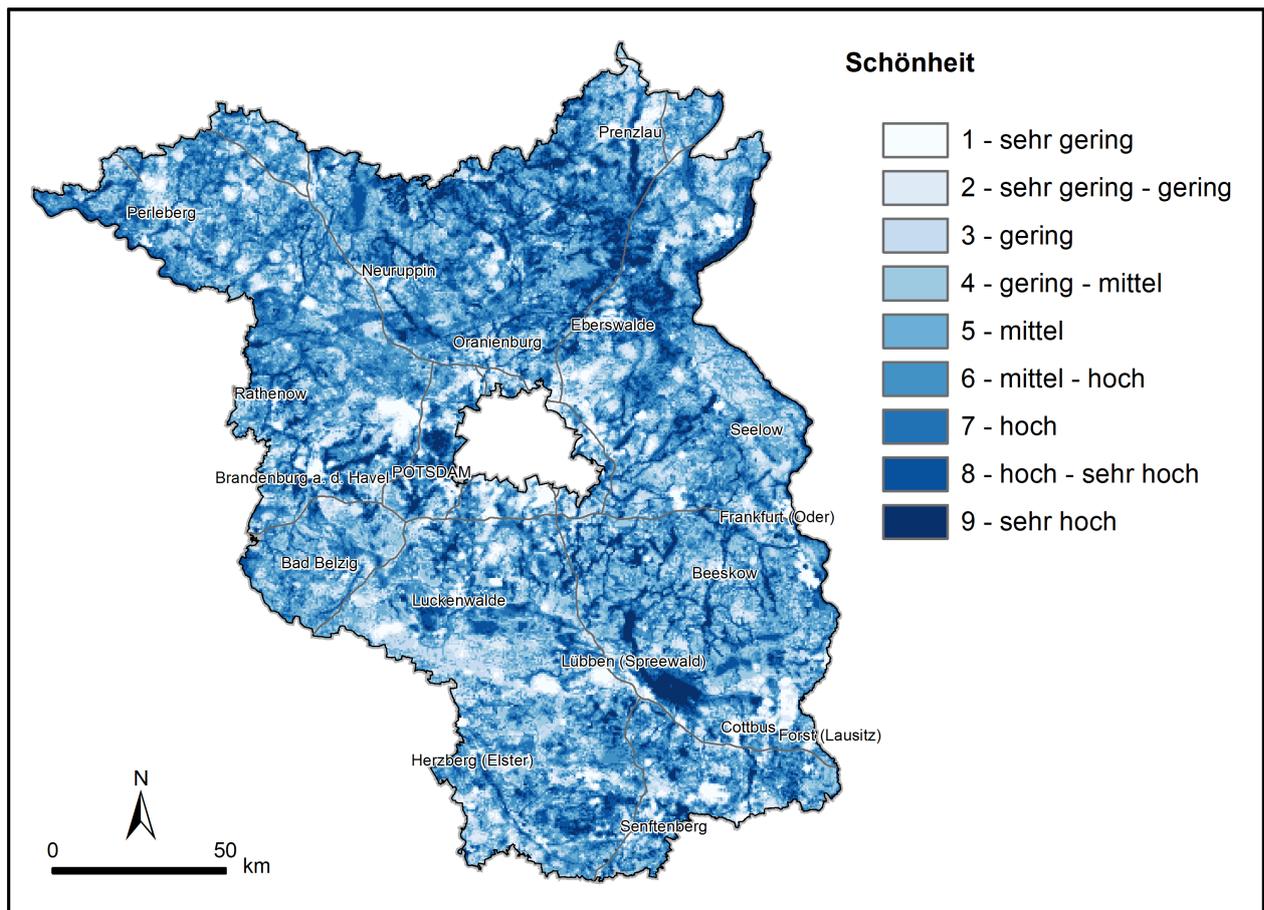
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Anteil</b>	3%	6%	9%	12%	20%	20%	15%	10%	5%

Für die folgende Bewertung der Landschaftsbildqualität wurde zusätzlich eine Bewertung in 6 Klassen benötigt. Auch hier wurde die leichte Linksschiefe beibehalten, sodass etwas mehr Zellen in den oberen drei Klassen enthalten sind. Diese Verteilung wird in Tab. 20 dargelegt.

**Tab. 20: Anteil der Zellen je Klasse bei 6 Klassen**

	1	2	3	4	5	6
<b>Anteil</b>	7,5%	12,5%	25%	30%	15%	10%

Nachdem die Anteile feststanden, wurde die entsprechende Anzahl an Zellen pro Klasse berechnet und die passenden Unterbrechungswerte aus den vorhergesagten Bewertungen der Schönheit extrahiert (jeweils für 6 und 9 Klassen). Dabei besitzt die deutliche Mehrheit der Zellen einen Wert im mittleren Bereich zwischen 4 und 6. Durch die Klassifizierung auf Grundlage von Anteilen erfolgt eine Aufspreizung der mittleren Werte, um eine deutlichere Differenzierung im Kartenbild zu erreichen. Die räumliche Verteilung der Schönheit wird in Abb. 11 dargestellt.



**Abb. 11: Karte zur Schönheit**

Die Schönheit des Landschaftsbildes in Brandenburg ist divers und kleinräumig differenziert. So sind einzelne Flussläufe oder Variationen innerhalb eines Naturraums deutlich zu erkennen. Im Kartenbild spiegelt sich die hohe Bedeutung des Vorhandenseins von Wasser deutlich wider. Nicht nur Flussläufe wie die die Oder, die Schwarze Elster oder die Elbe sind durch eine höhere Schönheit im Vergleich zur Umgebung gekennzeichnet, sondern auch wasserreiche Landschaften wie der Spreewald, das Odertal, die nordbrandenburgische Seenplatte oder die Uckerniederung sind hinsichtlich der Schönheit hoch bewertet. Dagegen besitzen besonders Siedlungsgebiete oder anthropogen sehr stark überprägte Gebiete wie in Teilen auf der Nauener Platte und in den Bereichen des aktiven Tagebaus eine geringe Schönheit. Zwischen den Gebieten besonders hoher bzw. besonders niedriger Schönheit erfolgen Übergänge mit den zwischengelagerten Klassen. Dies ist durch die landesweite Betrachtungs- bzw. Modellierungsebene bedingt. Während bei lokaler, großmaßstäbiger Betrachtung abrupte Übergänge zwischen klar abgegrenzten Landschaftsbildeinheiten denkbar sind (z.B. beim Heraustreten aus dem Wald oder dem Wechsel unterschiedlicher Siedlungstypen), wird auf der landesweiten Ebene die Raumqualität größerer Einheiten bewertet. Diese hängen immer auch von der Umgebung der bewerteten Zelle (500 x 500 m) ab, wodurch sich mehr oder weniger kontinuierliche Übergänge zwischen den Extrema der Bewertungsstufen ergeben.

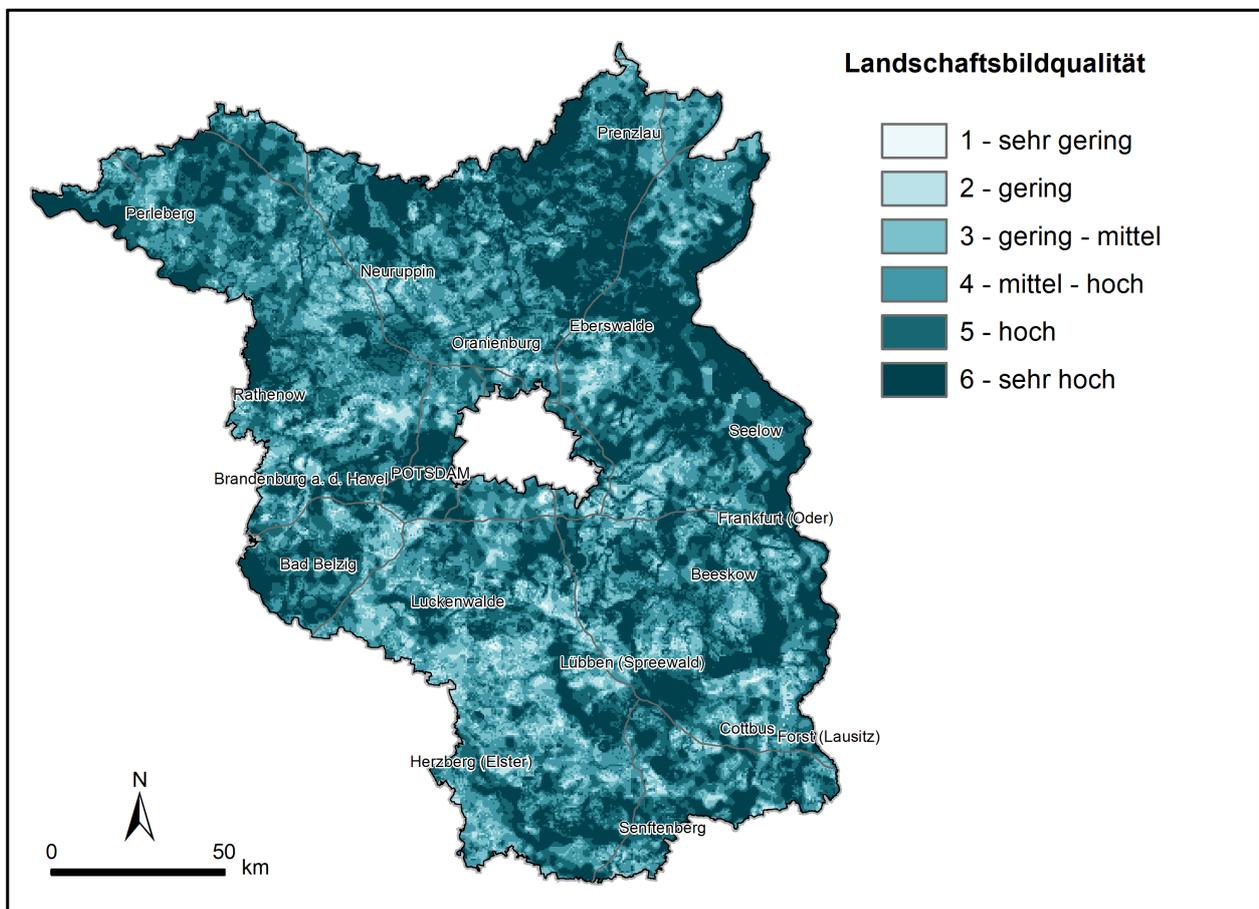
## 7 Bewertung der Landschaftsbildqualität

### 7.1 Methode zur Bewertung der Landschaftsbildqualität

Die Bewertung der Landschaftsbildqualität basiert auf den drei Erlebnisdimensionen Vielfalt (s. Abschnitt 4.3), Eigenart (s. Abschnitt 5.3) und Schönheit (s. Abschnitt 6.3.4). Die jeweils vorliegenden Ergebnisraster der Bewertungen mit einer sechsstufigen Klassifizierung wurden kombiniert und der Maximalwert jeder Zelle extrahiert. Das heißt, die Landschaftsbildqualität wird von der am höchsten bewerteten Erlebnisdimension bestimmt.

### 7.2 Ergebnis der Bewertung der Landschaftsbildqualität

Die Aggregation zur Landschaftsbildqualität präsentiert Abb. 12.



**Abb. 12: Karte zur Landschaftsbildqualität**

Zu den oberen drei Klassen gehören fast 85% aller Zellen. Nichtsdestotrotz ist eine hinreichende Differenzierung unterschiedlicher Teilräume möglich. In einem Großteil der brandenburgischen Landschaft ist mindestens eine der drei Erlebnisdimension eher stark ausgeprägt. Es ist daher wichtig, das Landschaftsbild immer zu berücksichtigen und nicht nur bei ausgewählten Vorhaben in bestimmten Räumen.

---

Eine besonders hohe Landschaftsbildqualität liegt im Elbtal, auf der nordbrandenburgischen Seenplatte, in der Uckerniederung, in Teilen der Uckermark, im unteren Odertal, im Oderbruch, in der Schorfheide-Chorin, im Spreewald, in der unteren Havelniederung sowie weiteren Bereichen vor.

## **TEIL III: Bewertung der Erhaltungswürdigkeit**

Das Modul Erhaltungswürdigkeit setzt sich aus der Seltenheit und der besonderen landschaftlichen Bedeutung zusammen. Dabei gilt es, großräumig zusammenhängende Gebiete und nicht einzelne Zellen zu ermitteln. Gebiete können in der an die Bewertung des Landschaftsbildes anschließenden Planung besser berücksichtigt werden. In beiden Teilen werden nur bereits bestehende Daten von anderen Quellen einbezogen.

Für die Bewertung der Erhaltungswürdigkeit könnten auch Informationen aus den Landschaftsrahmenplänen im Sinne eines Bottom-Up-Ansatzes berücksichtigt werden. Die Recherche zu den Landschaftsrahmenplänen in Brandenburg ergab allerdings eine methodisch, zeitlich und inhaltlich sehr heterogene Ausgangslage. Somit war es nicht möglich, sich auf eine flächendeckende Datengrundlage zu berufen, was ein Einbeziehen der vorhandenen LRP an dieser Stelle ausschloss. Aus diesem Grund wurde dieser ergänzende Ansatz verworfen.

## **8 Bewertung der Seltenheit**

### **8.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Seltenheit**

Die sog. Bildbarkeit (engl. „imageability“) ist eines von neun visuellen Grundkonzepten, welche nach Tveit et al. (2006) die Landschaftsbildqualität prägen. Im Konzept der Bildbarkeit sind Landschaftsstrukturen enthalten, welche zu dem besonderen Charakter der Landschaft führen. Dies wird unter anderem durch seltene Elemente begünstigt. Im Wechselspiel mit anderen Elementen werden einzigartige bzw. seltene Landschaftskompositionen gebildet.

Auch Hermes et al. (2018) kommen nach einer Literaturrecherche zu dem Schluss, dass die Einzigartigkeit eine wichtige Landschaftsbildqualität ist. Als Teilindikatoren werden seltene Landschaftstypen, seltene Landbedeckungen und das Vorhandensein von seltenen bzw. einzigartigen Strukturen benannt. Der Ansatz zur Bewertung der Seltenheit betrachtet Landschaft in einem größeren Zusammenhang. Dieser Auffassung wird hier gefolgt, während die Indikatoren abgewandelt werden.

Zur Bestimmung der Seltenheit wurde das Land Brandenburg als Bezugsmaßstab gewählt. Das heißt, bestimmte Landschaften gelten als selten, wenn sie innerhalb Brandenburgs selten sind. Weitere Vorkommen in Deutschland werden nicht berücksichtigt.

### **8.2 Methode zur Bewertung der Seltenheit**

Es erfolgten entgegen der in der Vorstudie vorgeschlagenen Methode keine eigenständigen Dichteberechnungen, um die Seltenheit zu ermitteln. Dichteberechnungen sind aufgrund der unzureichenden Datengrundlage nicht sinnvoll. So existieren beispielsweise für Pflasterstraßen oder auch für geschützte Denkmäler keine landesweit flächendeckenden Datensätze, die im GIS verwendet werden können. Stattdessen wurde ein flächenbezogener Ansatz gewählt, welche für das

Land Brandenburg seltene Landschaften identifiziert. Die einbezogenen Teilindikatoren sind in Tab. 21 ablesbar.

**Tab. 21: Indikatoren der Seltenheit**

Indikator	Beschreibung	Zone	Zugrundeliegende Daten	
			Innerhalb Brandenburgs	10 km Puffer um Brandenburg
Seltener Landschaftstyp	Zuweisen Grenzwert seltener Landschaftstyp trifft (nicht) zu (Ja: $\leq 10\%$ der Landesfläche, Nein $> 10\%$ der Landesfläche)	1	Landschaftstypen [28]	/
Rieselfelder	Manuelles Abgrenzen bei Vorkommen	1	Rieselfelder [16]	/
Obstbau	Manuelles Abgrenzen bei Vorkommen	1	ATKIS Basis-DLM [7]	/

Der Ansatz zur Identifikation der seltenen Landschaftstypen ist eine Kombination der Teilindikatoren von Hermes et al. (2018) für die seltenen Landschaftstypen und die seltenen Landbedeckungen. Ausgehend von den Landschaftstypen des BfN wurden Landschaftstypen identifiziert, welche innerhalb von Brandenburg selten sind. Dafür wurden die Landschaftstypen auf die Landesfläche zugeschnitten und der Flächenanteil der unterschiedlichen Landschaftstypen berechnet. Als selten wurden alle Landschaftstypen klassifiziert, welche weniger als 10% der brandenburgischen Landesfläche einnehmen. Es handelt sich um folgende Landschaftstypen, die nach aufsteigendem Flächenanteil sortiert sind.

- Andere offene Kulturlandschaft
- Bergbaulandschaft
- Grünlandgeprägte, offene Kulturlandschaft
- Reine Waldlandschaft
- Heide- bzw. magerrasenreiche Waldlandschaft
- Gewässerlandschaft (gewässerreiche Kulturlandschaft)
- Gehölz- bzw. waldreiche ackergeprägte Kulturlandschaft
- Gewässerreiche Waldlandschaft

Der Landschaftstyp „Verdichtungsraum“ nimmt zwar ebenfalls weniger als 10% der Landesfläche ein, wurde jedoch nicht für die Bewertung der Seltenheit berücksichtigt. Verdichtungsräume decken generell einen geringen Flächenanteil ab, der aber nicht mit Seltenheit gleichzusetzen ist (Hermes et al. 2018). Außerdem sind sie oftmals stark überformt und besitzen zumeist keinen ausgeprägten Charakter gleich.

Weiterhin erfolgte eine inhaltliche Analyse der von Schwarzer et al. (2018) entwickelten Steckbriefe zu den bedeutsamen Landschaften in Brandenburg. Es wurde gezielt nach Landschaften gesucht, welche selten benannt wurden. Auf dieser Grundlage wurden Rieselfelder und Obstbaugebiete identifiziert. Die Abgrenzungen der bedeutsamen Landschaften schließen allerdings nicht alle Landschaften mit einem hohen Vorkommen von Rieselfeldern und Obstbau ein. Aus diesem

Grund wurden auf der Basis von detaillierten Daten zu einem Vorkommen von Rieselfeldern bzw. Obstbau (s. Tab. 21) in Verbindung mit dem Luftbild Landschaftsräume mit einem hohen Anteil der jeweiligen Landnutzung als Raumeinheit manuell abgegrenzt.

Anschließend wurde der Indikator Seltenheit ausgehend von einer Maximalfunktion der Teilindikatoren gebildet. Das heißt, sobald mindestens einer der Teilindikatoren den Wert 1 besaß, wurde der Seltenheit ebenfalls der Wert 1 zugeordnet. Dies geschah auch, wenn beide Teilindikatoren auftraten, also den Wert 1 zeigten.

### 8.3 Ergebnis der Bewertung der Seltenheit

Die Bewertung der Seltenheit einer Landschaft basiert wie beschrieben auf einer binären Unterscheidung. Das Ergebnis zeigt Abb. 13. Seltene Landschaft treten besonders im Norden Brandenburg, um die Schorfheide-Chorin, im Bereich der Mittleren und Unteren Havel, auf dem Barnim, im Spreewald und im Dahme Seengebiet auf. Weiterhin wurden ehemalige Truppenübungsplätze und Bergbaugebiete als seltene Landschaften im brandenburgischen Kontext identifiziert.

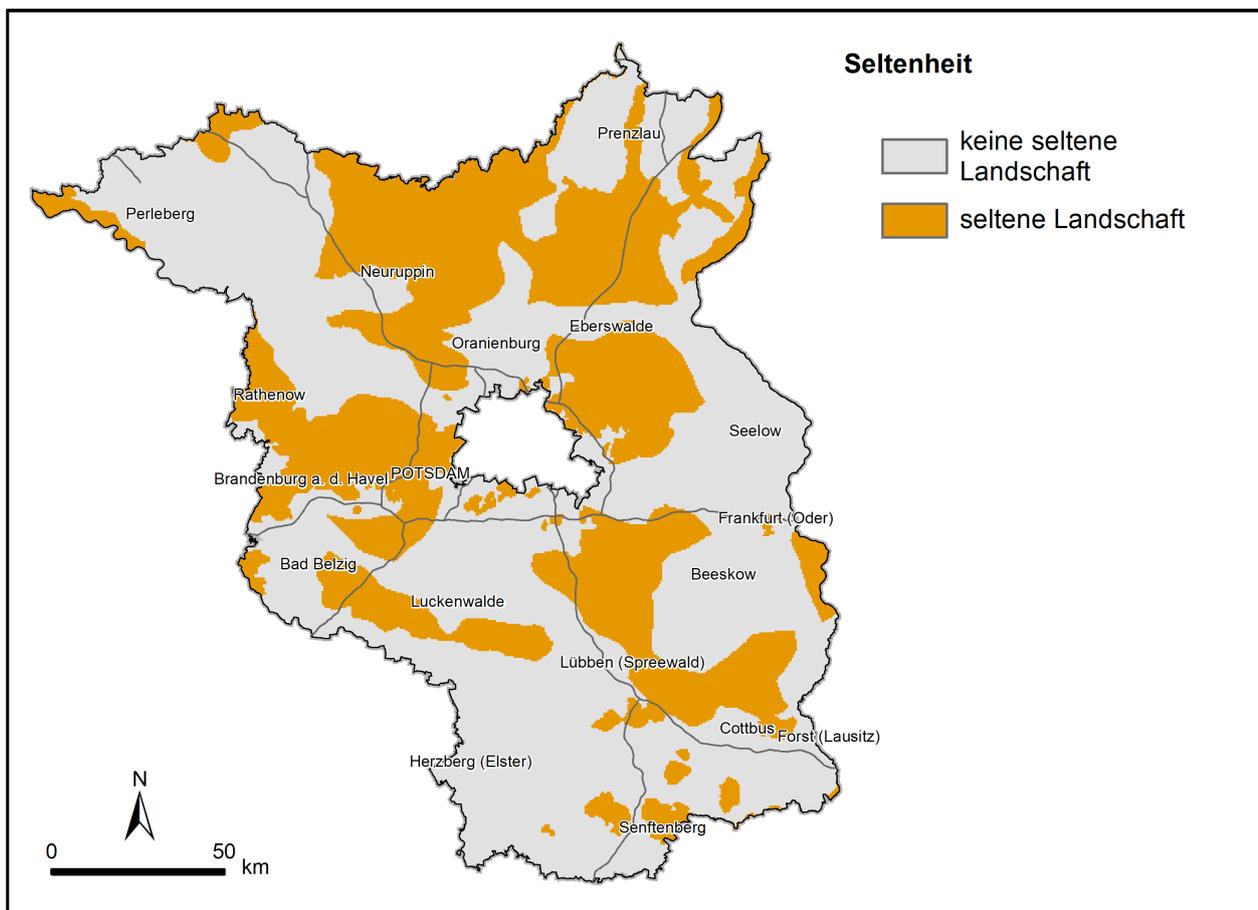


Abb. 13: Karte zur Seltenheit

## 9 Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung

### 9.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung

Laut Nohl (2001: 136) „kann zur Bestimmung ästhetisch besonders attraktiver Elemente“ der Schutzstatus hilfreich sein. Die Ausweisung eines Schutzgebiets kann unter anderem durch eine besondere Qualität des Landschaftsbildes begründet werden (Nohl 2001: 136). Bestimmten Gebieten wird also eine besondere landschaftliche Bedeutung normativ zugewiesen. Diese Wertzuweisung beeinflusst wiederum die landschaftliche Wahrnehmung der Gesellschaft. Mit einer unter Schutz gestellten Landschaften wird eine höhere ästhetische Qualität assoziiert (Nohl 2001: 51).

Die Weltnaturschutzunion (International Union for Conservation of Nature, IUCN) definiert geschützte Gebiete als „ein klar definierter geografischer Raum, der aufgrund rechtlicher oder anderer wirksamer Mittel anerkannt und gemanagt wird und dem Erreichen eines langfristigen Schutzes und Erhalts der Natur sowie der darauf beruhenden Ökosystemleistungen und kulturellen Werte dient“ (EUROPARC Deutschland 2010: 11). Es können Arten/Habitats, ökologische Prozesse, unveränderte Landschaften, Kulturlandschaft oder besondere Landschaftselemente geschützt werden (EUROPARC Deutschland 2010: 17ff.). Die Schutzgebietskategorien der Weltnaturschutzunion können, müssen aber nicht, mit nationalen Schutzgebietstypen übereinstimmen. Die vorrangig nationalen Schutzgebietskategorien legen die jeweils gültigen Rahmenbedingungen fest.

Auf globaler Ebene existieren weitere Schutzausweisungen wie die Welterbestätten der UNESCO (EUROPARC Deutschland 2010: 52). Letztere können in Kulturerbe, Naturerbe sowie eine Kombination unterschieden werden. Die ausgewählten Stätten sind „von außergewöhnlicher Bedeutung (...) und daher als Bestandteil des Welterbes der ganzen Menschheit [zu] erhalten“ (Präambel des Übereinkommens zum Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt (Welterbekonvention)).

Landschaften kann auch abseits der Perspektiven des Naturschutzes oder der UNESCO eine besondere Bedeutung beigemessen werden. So werden Geoparks als Folge besonderer geologischer Formationen abgegrenzt. Auch wenn damit kein gesetzlicher Schutzstatus einhergeht, ist das Ziel nichtsdestotrotz, die gewachsene Landschaft zu erhalten (Geopark Eiszeitland am Oderrand e.V. o.J.). Ein anderes Beispiel für Wertzuweisungen sind Sterneparks bzw. Gebiete mit einem dunklen Himmel. Durch die Gebietsakkreditierung soll auf Bereiche aufmerksam gemacht werden, welche einen besonders dunklen Nachthimmel besitzen. Durch den Einsatz von angemessenen Beleuchtungskonzepten und durch die Bewusstseinsbildung der Bevölkerung anhand von Öffentlichkeitsarbeit soll der dunkle Nachthimmel erhalten werden (IDA o.J.).

## 9.2 Methode zur Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung

Bei Landschaften mit einer besonderen Bedeutung handelt es sich um Bereiche mit bereits bestehenden normativen Wertzuweisungen. Besonders relevant sind in diesem Zusammenhang die Schutzgebietskategorien des Bundesnaturschutzgesetzes. Zur Wahrung des Landschaftsbezugs wurden die geschützten Biotop nicht separat einbezogen. Darüber hinaus liegt der Fokus dieser Kategorie nicht auf dem Landschaftsbild.

Zudem wurden weitere Indikatoren einbezogen, welche in Tab. 22 aufgeführt werden. Auch hierbei handelt es sich um flächige Wertzuweisungen, welche die Besonderheit einer Landschaft herausstellen.

**Tab. 22: Indikatoren der besonderen landschaftlichen Bedeutung**

Indikator	Beschreibung	Zone	Zugrundeliegende Daten	
			Innerhalb Brandenburgs	10 km Puffer um Brandenburg
Naturschutzgebiete	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	NSG [31]	/
Landschaftsschutzgebiete	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	LSG [32]	/
Naturparke	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	NP [35]	/
Biosphärenreservat	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	BR [34]	/
Nationalpark	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	NatP [33]	/
FFH-Gebiete	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	FFH [36]	/
Vogelschutzgebiete	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	SPA [37]	/
Bedeutsame Landschaften	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	Bedeutsame Landschaften [27]	/
Sternenpark	Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	Sternenpark [38]	/
Geoparks	UNESCO Global Geopark Muskauer Faltenbogen; Geopark Eiszeitland am Oderrand, Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	Geopark [39]	/
UNESCO Welterbe (ohne Biosphärenreservate und Geopark)	Alte Buchenwälder und Buchenurwälder der Karpaten und anderer Regionen Europas – Teilgebiet Grumsiner Forst; Schlösser und Parks von Potsdam und Berlin – Stadtgebiet Potsdam; Das Bauhaus und seine Stätten in Weimar, Dessau und Bernau – Stätte Bernau; Zuweisen Indikator trifft (nicht) zu	1	Grumsin: OSM Brandenburg [23]; Potsdam: Stadtverwaltung Potsdam [40] Bauhaus: Digitalisieren <a href="https://www.unesco.de/karte">https://www.unesco.de/karte</a>	/

Alle durch die Indikatoren ausgewiesenen Bereiche wurden in Raster mit einer Auflösung von 10 m übersetzt. Die Zellen erhielten den Wert 0, wenn die betrachtete Gebietskategorie nicht zutraf und den Wert 1, wenn sie vorhanden war. Der Wert 1 wurde vergeben, sobald die Zelle zu einem größeren Flächenanteil von dem betrachteten Gebiet bedeckt war. Anschließend wurde das 10 m

Raster in das Ziel-Raster mit der Auflösung von 500 m übersetzt. Hier erhielt die 500 m-Zelle den Wert 1 sobald auch nur eine einzige der 10 m Zellen den Wert 1 besaß.

Es folgte die Addition aller Teilaspekte, um die Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung zu erzielen. So werden Zellen, auf denen sich mehrere Gebietskategorien und somit Wertzuweisungen überlagern, stärker gewichtet.

### 9.3 Ergebnis der Bewertung der besonderen landschaftlichen Bedeutung

Abb. 14 präsentiert das kartografische Resultat zur besonderen landschaftlichen Bedeutung. Hier erfolgte keine weitere Klassifizierung. Das heißt, die Farben zeigen an, wie viele einbezogene Schutzgebietskategorien sich je Zelle überlagern. Eine Vielzahl an unterschiedlich gewidmeten Gebieten befindet sich im Übergang von der nordbrandenburgischen Seenplatte zur Uckermark, im Bereich der Schorfheide-Chorin, im unteren Odertal, im Elbtal und im unteren Havelland. Auch Spreewald, märkische Schweiz und der Bereich um Bad Belzig sind aus vielfältigen Gründen zu schützen.

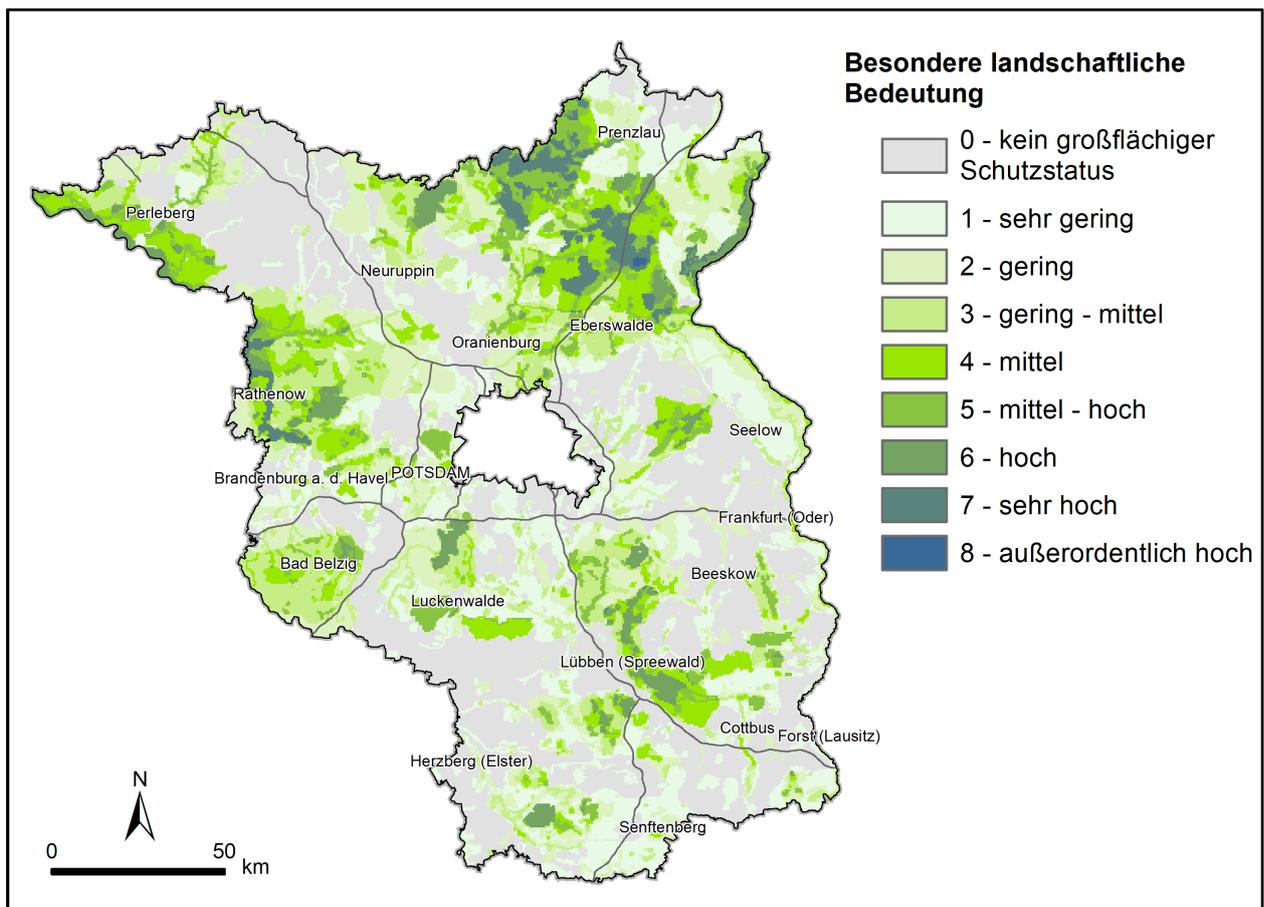


Abb. 14: Karte zur besonderen landschaftlichen Bedeutung

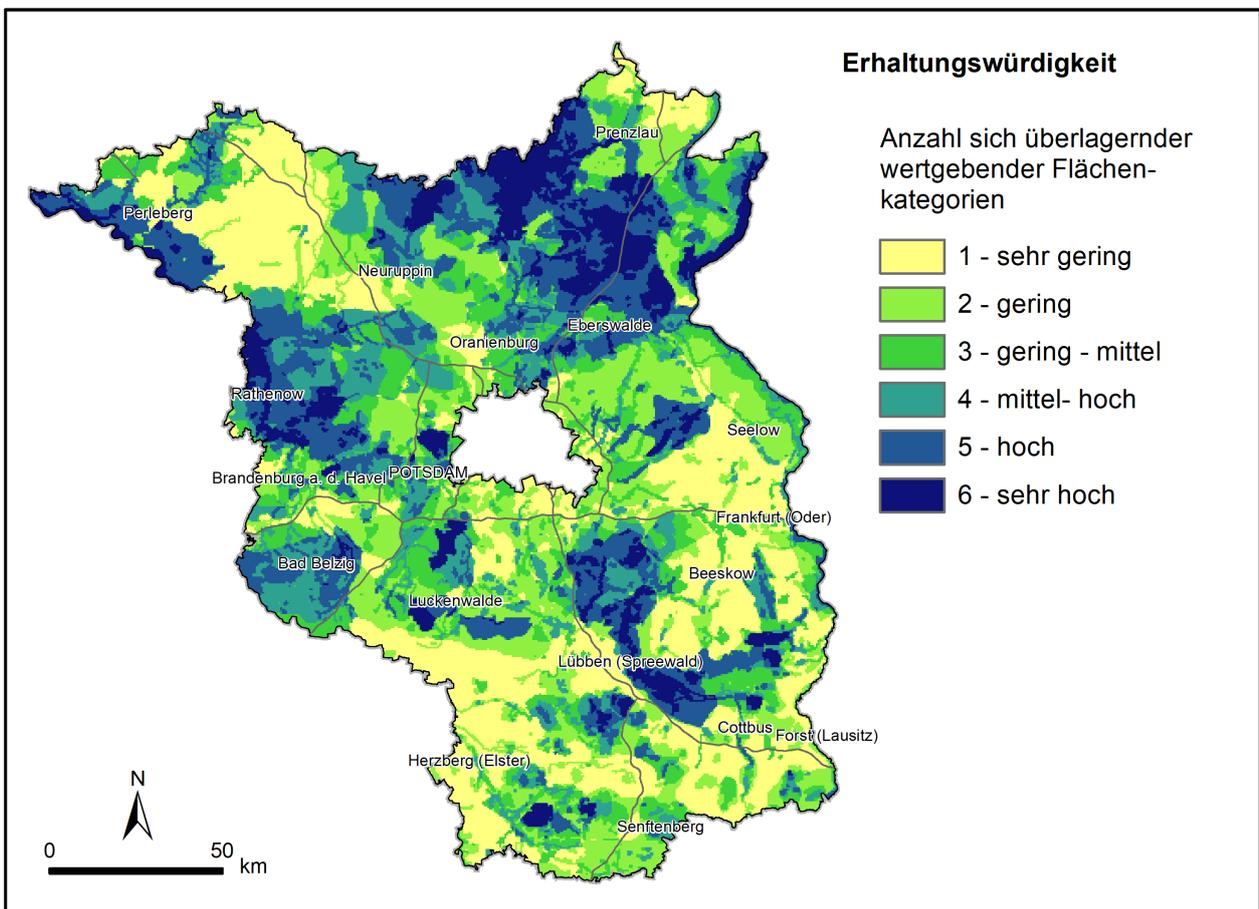
## 10 Bewertung der Erhaltungswürdigkeit

### 10.1 Methode zur Bewertung der Erhaltungswürdigkeit

Für die Bewertung der Erhaltungswürdigkeit wurde dem Bewertungsraster der besonderen landschaftlichen Bedeutung (s. Abschnitt 9.3) das Bewertungsraster der Seltenheit (s. Abschnitt 8.3) hinzuaddiert. So erfolgte eine deutlich stärkere Gewichtung der besonderen landschaftlichen Bedeutung, da diese eine starke räumliche und kleinteilige Differenzierung besitzt, die beibehalten werden sollte. Es resultieren neun Stufen, die in 6 Klassen mit einer Quantilverteilung eingeteilt wurden.

### 10.2 Ergebnis der Bewertung der Erhaltungswürdigkeit

Die Bewertung der Erhaltungswürdigkeit wird in Abb. 15 gezeigt. Es lassen sich deutlich zusammenhängende Gebiete mit einer hohen Erhaltungswürdigkeit identifizieren.



**Abb. 15: Bewertung der Erhaltungswürdigkeit**

Grundsätzlich sind die Bereiche der Nationalen Naturlandschaften von einer höheren Erhaltungswürdigkeit geprägt. Darin enthalten sind die Naturparke (Barnim, Dahme-Heideseen, Hoher Fläming, Märkische Schweiz, Niederlausitzer Heidelandschaft, Liederlausitzer Landrücken, Nuthe-

Nieplitz, Schlaubetal, Stechlin-Ruppiner Land, Uckermärkische Seen, Westhavelland), die Biosphärenreservate Schorfheide-Chorin, Spreewald, Flusslandschaft Elbe-Brandenburg) und der Nationalpark (Unteres Odertal). Sie besitzen die höchste Erhaltungswürdigkeit im landesweiten Vergleich. Es liegt eine deutliche Konzentration im Nordosten vor. Um die Gebiete mit einer sehr hohen Erhaltungswürdigkeit ist eine deutliche Zonierung zu erkennen. Das bedeutet, die Bereiche mit der höchsten Wertstufe liegen in der Mitte des Gebiets und werden von abnehmenden Wertstufen umringt.

## TEIL IV: Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes

Mit der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes werden die Auswirkungen eines bestimmten Typs an baulichem Vorhaben auf das vorhandene Landschaftsbild bewertet (Gerhards 2003: 17). Die Abhängigkeit vom Vorhabentyp begründet sich in der divergierenden visuellen Wirkung von unterschiedlichen Eingriffen. Maßgeblich beeinflussend sind Höhe und Flächengröße der anthropogen eingebrachten Elemente. Aus diesem Grund ist die Empfindlichkeit des Landschaftsbildes vorhabenspezifisch zu beurteilen.

Aber nicht nur Vorhabentypen unterscheiden sich in ihren Wirkungen. Auch bei der Landschaft selbst handelt es sich nicht um ein gleich wirkendes bzw. wahrgenommenes Konstrukt. Die vorhandene Struktur und Nutzung der Landschaft mit ihren jeweiligen Landschaftselementen führt zu einer Vielzahl von unterschiedlichen Landschaftstypen. Sie besitzen wiederum eine divergierende Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber demselben Vorhabentyp.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden zwei gegensätzliche Vorhabentypen gewählt, für welche die Empfindlichkeit des Landschaftsbildes für die gesamte Landesfläche von Brandenburg jeweils bewertet wird:

- Hohe mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m, wie Windenergieanlagen
- Bodennahe Vorhaben mit einer Höhe von 2 m, wie Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-Freiflächenanlagen)

Die gewählten Vorhabentypen besitzen Höhendimensionen, welche mit erneuerbaren Energieträger korrespondieren, sodass die Ergebnisse der Empfindlichkeitsbewertung in der Planung von Windenergieanlagen (200 m) oder PV-Freiflächenanlagen (2 m) verwendbar sind. Der Ausbau beider Anlagentypen ist für die Umsetzung der deutschen Energiewende und der Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg essenziell. Es wird angestrebt, bis zum Jahr 2030 den Anteil von Erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch auf 32 % zu erhöhen, wofür insbesondere Windenergie und Photovoltaik von Bedeutung sind (MWAE 2012: 39f.). Photovoltaikanlagen auf Dächern oder an Fassaden werden allerdings nicht betrachtet.

Die Ergebnisse der Einsehbarkeitsbewertung basieren auf den festgesetzten Höhen. Sie sind auf andere Vorhaben mit derselben Höhe übertragbar bzw. können bei ähnlichen Höhen Tendenzen indizieren und erlauben eine Beurteilung. Bei bodennahen Vorhaben kann es sich beispielsweise um Anbau unter Folie handeln.

Die visuellen Auswirkungen von hohen mastenartigen Vorhaben wie Windenergieanlagen und von bodennahen Vorhaben wie PV-Freiflächenanlagen unterscheiden sich vor allem in der Wirkdistanz. Dies ist auf die unterschiedliche Höhendimension zurückzuführen. Es resultieren abweichende Sichtbarkeiten, Sichtdistanzen und Wirkintensitäten. Aus diesem Grund wurde für jeden Vorhabentyp für die Berechnungen von Einsehbarkeit und Vorbelastung eine andere Wirkdistanz

ermittelt. Den 200 m hohen Strukturen wurde eine Wirkdistanz von 10 km zugeschrieben. Dabei handelt es sich um den gängigen Untersuchungsradius in Sichtbarkeitsanalysen für hohe Vertikalstrukturen (Täuber & Roth 2011). Bei Untersuchungen des Sichttraums von bestehenden PV-Freiflächenanlagen erhielten Herden et al. (2009: 106) Werte von bis zu 4 km. Allerdings variiert die reale maximale Sichtweite stark in Abhängigkeit von Relief und Nutzung bzw. dem Vorhandensein von Sichtbarrieren (Schmidt et al. 2018: 32). So erhielt Hilber (2017, zitiert nach Schmidt et al. 2018: 32) maximale Sichtentfernungen von 1.125 m während im Mittel die maximale Sichtentfernung bei 480 m war. Theoretisch kann eine Sichtbarkeitsanalyse mit einem Analyseradius von über 4 km zu dem Ergebnis kommen, dass Sichtbeziehungen zu einer PV-Freiflächenanlage in weiterer Entfernung bestehen. Allerdings gilt zu beachten, dass die Anlagen wesentlich kleiner als Windenergieanlagen sind. Die visuelle Wirkung ist daher deutlich reduziert, insbesondere wenn die Betrachtung aus einer gewissen Entfernung erfolgt. Aus diesem Grund wurde PV-Freiflächenanlagen für die vorliegenden Analysen ein Wirkradius von 2 km zugewiesen. Dabei handelt es sich um den Nahbereich, wenn visuelle Wirkzonen unterschieden werden. In dieser Entfernung sind PV-Freiflächenanlagen zumeist noch als solche erkennbar und wirken sich somit auf das Landschaftsbild aus.

## **11 Bewertung der Einsehbarkeit**

### **11.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Einsehbarkeit**

Gerhards (2003: 17ff.) stellt nach einer umfassenden Literaturrecherche heraus, dass verschiedene Autoren unterschiedliche Aspekte aufzeigen, welche die Empfindlichkeit des Landschaftsbildes prägen. Die Empfindlichkeit wurde zumeist über die Qualität des Landschaftsbildes (zusammengesetzt aus Vielfalt, Eigenart und Naturnähe) betrachtet, was aber nicht als ausreichend angesehen wird. Gerhards (2003: 22) stellt die landschaftliche Eigenart und die Einsehbarkeit (auch visuelle Transparenz) als maßgebliche Kriterien der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes heraus. Überdies zeigte eine Auswertung von vorhandenen Methoden, dass auch die vorhandene Vorbelastung in die Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes einbezogen werden kann (Gerhards 2003: 64ff.).

Im Rahmen der Fortschreibung des Landschaftsprogramms Brandenburg durch den sachlichen Teilplan „Landschaftsbild“ wird die Landschaftsbildqualität und daher auch die Eigenart bereits separat betrachtet. Die Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes fokussiert daher die Einsehbarkeit der Landschaft und die vorhandene Vorbelastung. Die Realisierung von geplanten Vorhaben führt, wie Gerhards (2003: 26) erläutert, zu einer Beeinflussung des Landschaftsbildes innerhalb des Sichttraums. Das ist der Bereich des Wirkraums um ein Vorhaben, in welchem das Vorhaben sichtbar ist. Nur dort treten Veränderungen des Landschaftsbildes auf, was einen Fokus auf zukünftig vorhandene Sichtbeziehungen bei der Beurteilung eines potenziellen Eingriffs nahelegt. Hierfür eignet sich die Einsehbarkeit. Sie ist bereits berechenbar, bevor konkrete Planungen von Vorhaben vorliegen. Das ist der entscheidende Unterschied zur Sichtbarkeit. Die Sichtbarkeit

wird für Anlagen berechnet, deren konkreter Standort bereits feststeht. Die Einsehbarkeit wird flächendeckend ohne einen konkreten Standort berechnet, sondern ermöglicht Vergleiche der Eingriffsfolgen für das Landschaftsbild von unterschiedlichen Gebieten und/oder Standorten.

Die Einsehbarkeit kann GIS-basiert durch eine Einsehbarkeitsanalyse operationalisiert werden. Die Anwendbarkeit für große Gebiete bei einer gleichzeitig hohen Auflösung zeigten Roth & Fischer (2018) sowie Fischer & Roth (2020). Besonders ein ausgeprägtes Relief oder das Vorhandensein von sichtverschattenden Landschaftselementen bzw. Landnutzungen wie Wälder oder Siedlungen führen zu einer geringeren Einsehbarkeit (Roth & Fischer 2018; Fischer & Roth 2020).

## 11.2 Methode zur Bewertung der Einsehbarkeit

Die Einsehbarkeit der Landschaft wurde durch eine Einsehbarkeitsanalyse im GIS operationalisiert. Als zentrale Eingangsdaten werden Höhenmodelle benötigt. Es standen das digitale Geländemodell (DGM) und das Digitale Oberflächenmodell (DOM) jeweils mit einer Auflösung von 1 m zur Verfügung.

Diese Auflösung ist für flächendeckende Berechnung allerdings zu fein und würde zu extrem langen sowie wenig praktikablen Rechenzeiten führen. Aus diesem Grund wurden beide Datensätze in eine Auflösung von 10 m interpoliert. So sind noch kleinräumige Informationen, welche besonders im Kontext sichtverschattender Landbedeckungen bedeutsam sind, enthalten, beispielsweise Hecken. Gleichzeitig kann die für Analysen benötigte Rechenzeit reduziert werden.

Vor der Interpolation wurde die im DOM abgebildete Landnutzungshöhe kontrolliert. Hierzu wurde die Differenz zwischen DOM und DGM in der 1 m Auflösung gebildet. Die Erfahrung aus vergangenen Projekten zeigte, dass zum Teil Leitungsseile von Freileitungen eine Höheninformation besitzen. Sie werden dementsprechend als sichtverschattende Strukturen vom Programm interpretiert, obwohl dies in der Realität nicht der Fall ist. Daher war in der Vergangenheit eine Bereinigung nötig. Die Oberflächeninformationen des Landes Brandenburg waren bereits hinsichtlich Freileitungen bereinigt. Große Höhenunterschiede der Differenz von DOM und DGM (=Landnutzungshöhe) traten im Bereich des Tagebaus und auf Gewässerflächen auf. Der Tagebau entwickelt sich dynamisch weiter. Eine Anpassung der Landnutzungshöhe würde keine Verbesserung erzielen. Daher erfolgt keine flächendeckende Bereinigung von Höhen. Im Bereich von flächigen Gewässern traten ebenfalls hohe Landnutzungshöhen auf. Dies ist auf Spiegelungen auf der Wasseroberfläche bei der Aufnahme des DOM zurückzuführen. Die Werte des DGM sind im Bereich des Gewässers stabil mit minimalen Schwankungen. Es erfolgte eine Bereinigung von flächig dargestellten Oberflächengewässern. Dafür wurden Geodatensätze zu flächigen Gewässern selektiert und in einen eigenständigen Datensatz geschrieben. Innerhalb Brandenburgs wurde das ATKIS Basis-DLM und außerhalb Corine Land Cover als Grundlage verwendet. Anschließend wurde ein neues Oberflächen-Raster erzeugt, welches in Bereichen der selektierten stehenden Gewässer die Höheninformation aus dem DGM1 übernimmt und in allen anderen Bereichen die originale Oberflächeninformation des DOM1.

Das DGM1 und das bereinigte DOM1 wurden anschließend in eine Auflösung von 10 m interpoliert. Beide Datensätze decken allerdings nur das Land Brandenburg ab. Die Einsehbarkeitsanalysen sollen aber zur Vermeidung von Randeffekten für das Land Brandenburg plus einen Puffer der Wirkdistanz (=Analyseradius) durchgeführt werden. Die größere festgelegte Wirkdistanz von 10 km besitzen hohe mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m. Dementsprechend mussten das DGM und das DOM ebenfalls mit 10 km erweitert werden, wofür frei verfügbare Daten notwendig waren. Der Puffer reicht auch in die Republik Polen hinein. Um einheitliche Daten innerhalb des Puffers zu nutzen, wurde das EU-DEM ausgewählt. Dabei handelt es sich um ein Digitales Oberflächenmodell mit einer Auflösung von 25 m. Zur Sicherstellung der Passfähigkeit, wurden die Daten zunächst in das Koordinatensystem des Projekts (EPSG-Code 25833) transformiert und anschließend in eine 10 m Auflösung resamplert (bilinear). Sodann wurde ein Oberflächen-Raster erzeugt, welches innerhalb Brandenburgs das DOM10 und außerhalb das EU-DEM enthält, wodurch flächendeckend Oberflächeninformationen auch innerhalb des Puffers vorlagen. Auch das DGM10 wurde erweitert. Hierfür wurden vom EU-DEM in Zellen, welche nach dem Corine Land Cover Datensatz Wald enthalten, 25 m abgezogen und von Siedlungen und Wald-Strauch-Übergangsstadien nach Corine Land Cover 10 m. So wurde die Geländehöhe außerhalb Brandenburgs angenähert. Innerhalb wurden weiterhin die Informationen aus dem DGM10 verwendet.

Zur Berechnung der hochauflösenden Einsehbarkeit von großräumigen Gebieten wurde die Methode von Fischer & Roth (2020) auf das Land Brandenburg übertragen. Für jede Zelle eines digitalen Oberflächenmodells wird für einen Vorhabentyp mit einer spezifischen Höhe berechnet, wie viele fiktiv verteilte Beobachter im Umkreis von 10 km um die Zelle die Spitze des Vorhabentyps sehen würden, wenn die Spitze sich in der Mitte der Zelle befinden würde. Das entspricht der Sichtbarkeitshäufigkeit. Abgestimmt wurden die Vorhabentypen Windenergieanlagen mit einer Höhe von 200 m und bodennahe Nutzungen mit einer Höhe von 2 m. Die Einsehbarkeitsanalyse erfolgte separat, aber analog. Um Randeffekte auszuschließen, wurde die Einsehbarkeit mit einem Puffer um die Landesfläche von 10 km für 200 m hohe Vorhaben und mit einem Puffer von 2 km für 2 m hohe Vorhaben berechnet.

Die Grundlage für die Quantifizierung der Einsehbarkeit bilden fiktiv im Raum verteilte Punkte, welche Beobachter darstellen. Sie repräsentieren Personen, welche sich in der Landschaft befinden. Eine Sichtbeziehung zu potenziellen Vorhaben ist möglich, sofern es die landschaftlichen Bedingungen zulassen. Die Punkte wurden zunächst in einem regelmäßigen Raster mit Abständen von 500 m (Schulte-Braucks 2011) in ganz Brandenburg plus den 10 km Puffer angeordnet. Ihnen wurde eine Augenhöhe von 1,57 m zugewiesen, was der durchschnittlichen Augenhöhe der deutschen Bevölkerung entspricht (Jürgens 2004).

Allerdings wurden nicht alle Beobachterpunkte in die Einsehbarkeitsanalysen einbezogen. Es gilt die Annahme, dass Beobachter, deren umgebende Landnutzungshöhe die Augenhöhe übersteigt oder welche sich innerhalb der sichtverschattenden Landnutzungen Wald oder Siedlung befinden,

keine weitreichenden Sichtbeziehungen besitzen. Das Sichtfeld ist durch die Landnutzungshöhe und die Vertikalstruktur der Nutzung stark beschränkt. Daher wurden innerhalb von Brandenburg alle Beobachter nicht berücksichtigt, bei denen die Landnutzungshöhe der Zelle größer ist als die Augenhöhe. Außerhalb Brandenburgs wurden diejenigen Beobachter nicht berücksichtigt, die innerhalb von Wald- oder Siedlungsflächen platziert worden sind. Die Nutzung wurde über Corine Land Cover determiniert.

Die Einsehbarkeitsanalyse basiert auf dem Werkzeug Sichtfeld (engl. „Viewshed 1“) mit Erdkrümmungskorrektur. Als Eingangsdaten fungierten das erweiterte DOM10 und die nicht sichtverschatteten Beobachterpunkte. Spezifizierende Einstellungen des Werkzeugs wurde über ergänzende Felder in der Attributtabelle der Beobachter-Feature-Class vorgenommen. So wurde der Analyseradius der Einsehbarkeitsanalyse über das Feld RADIUS2 auf 10 km (für 200 m hohe Strukturen) bzw. auf 2 km (für 2 m hohe Strukturen) je nach Untersuchungsobjekt begrenzt. Die Augenhöhe der Beobachter wurde in das Feld OFFSETA geschrieben. Weiterhin wurde allen Beobachtern innerhalb Brandenburgs im Feld SPOT der korrespondierende Wert des DGM10 zugewiesen, damit der Beobachterpunkt auf dem Gelände und nicht auf der Oberflächenhöhe positioniert wird. Außerhalb Brandenburg wurde hierauf verzichtet, da kein reines DGM vorlag. Die Höhe des Vorhabentyps wurde durch den OFFSETB-Wert abgebildet.

Wie bereits Fischer & Roth (2020) herausstellten, wird der OFFSETB-Wert stets zur Oberflächenhöhe hinzuaddiert. Dies führt zu Fehlern bei der Untersuchung hoher Objekte, wenn bereits eine Landnutzungshöhe in der jeweiligen Zelle ausgeprägt ist. Beispielsweise würde bei einer Landnutzungshöhe von 40 m die Einsehbarkeit einer 200 m hohen Windenergieanlage für eine Höhe von 240 m berechnet werden. Aus diesem Grund etablierten die Autoren sogenannte Landnutzungshöhenklassen. Dieses Vorgehen wurde ebenfalls für das Land Brandenburg und die Einsehbarkeit von potenziellen Windenergieanlagen angewandt. Die ermittelten Landnutzungshöhen als Differenz zwischen bereinigtem DOM10 und DGM10 wurden in neun Klassen mit 5 m Schritten eingeteilt. Zur ersten Klasse gehörten auch alle Landnutzungshöhen, die kleiner als 0 waren. Zur letzten Klasse gehörten weiterhin alle Werte über 45 m. Werte außerhalb der Spannweite von 0-45 treten nur sehr vereinzelt auf. Welche Höhen in welcher Klasse enthalten sind und mit welchem OFFSETB-Wert sie korrespondieren, zeigt Tab. 23.

Der reale OFFSETB-Wert von 200 m wurde durch die Landnutzungshöhenklassen angepasst. Am Ende entspricht die Summe aus angepasstem OFFSETB-Wert und Landnutzungsklasse dem realen OFFSETB-Wert, wenn nochmals der Wert 5 abgezogen wird. Die Einsehbarkeitsanalyse wurde nämlich jeweils für die neun angepassten OFFSETB-Werte durchgeführt, während alle anderen Einstellungen konstant blieben. Nach jeder angepassten Analyse wurde die resultierende Sichtbarkeitshäufigkeit mit dem Raster der Landnutzungshöhenklasse verschnitten. Nur wenn die Landnutzungshöhenklasse der in der Einsehbarkeitsanalyse verwendeten Landnutzungshöhenklasse entsprach, wurde die Sichtbarkeitshäufigkeit in die jeweilige Zelle geschrieben. Allen anderen Zellen wurde der Wert Null zugeordnet. Zuletzt wurden alle neun Sichtbarkeitshäufigkeiten

je Landnutzungshöhenklasse addiert, um ein flächendeckendes Ergebnis der Sichtbarkeithäufigkeiten zu erzielen. Die Einsehbarkeitsanalyse wurde im ModelBuilder als Workflow konstruiert.

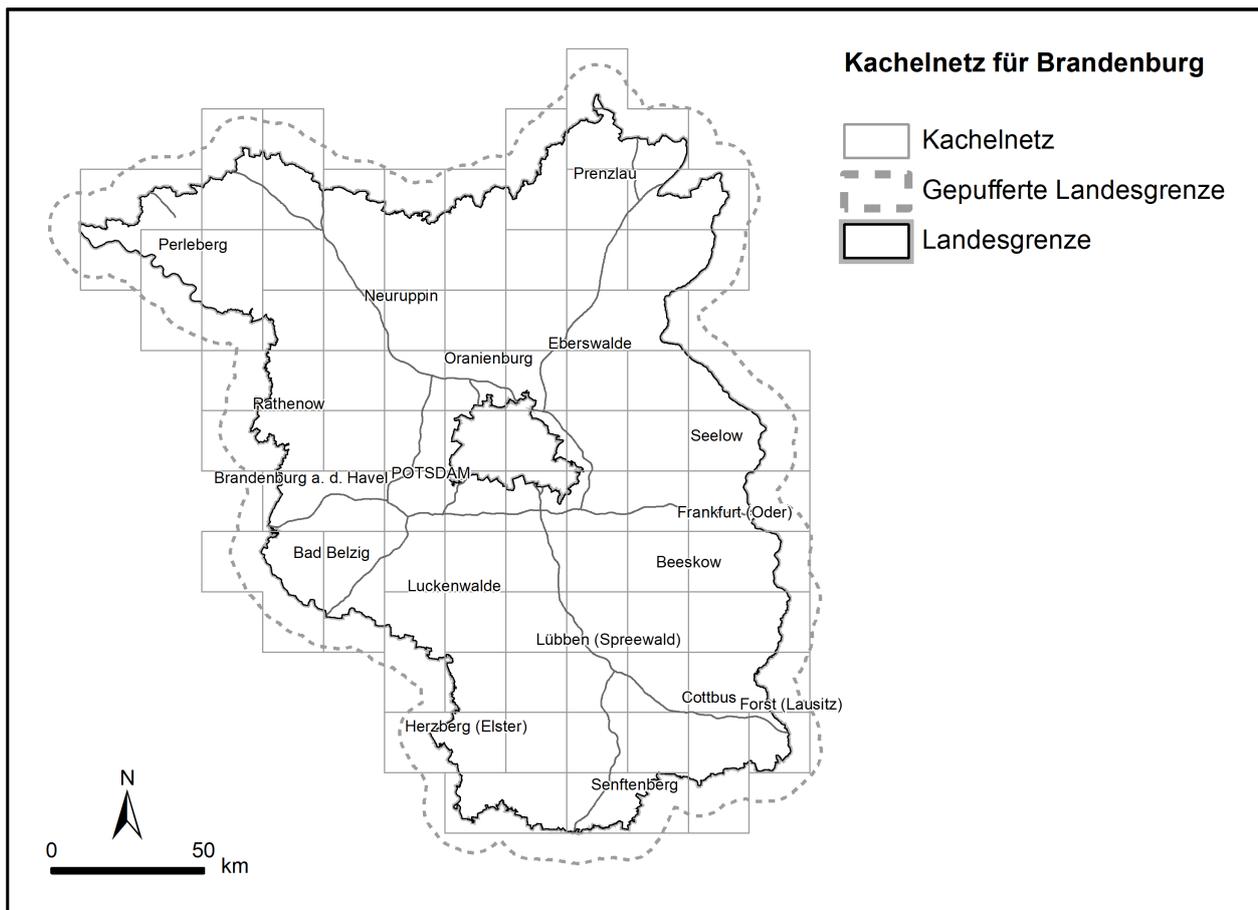
**Tab. 23: Landnutzungshöhenklassen und daraus resultierende OFFSETB-Werte für die jeweilige Anlagenhöhe**

Die bereinigte Landnutzungshöhe resultiert aus der Differenz von DOM und DGM.

Landnutzungshöhenklasse	Bereinigte Landnutzungshöhe	Angepasster OFFSETB-Wert Anlage 200 m
5	-123-5 m	200
10	5-10 m	195
15	10-15 m	190
20	15-20 m	185
25	20-25 m	180
30	25-30 m	175
35	30-35 m	170
40	35-40 m	165
45	40-163 m	160

Eine Anpassung des OFFSETB-Wertes war für die Einsehbarkeitsanalyse bodennaher Vorhaben nicht nötig, da hier nur eine Höhe von 2 m eingespeist wird. Der Rechenaufwand wurde somit deutlich reduziert, da nur ein einziger OFFSETB-Wert berechnet werden musste. Zwar wird dieser Wert genauso zur Oberflächen hinzuaddiert, jedoch ist der Fehler aufgrund der geringen Höhe gering und wird nicht näher betrachtet. Ansonsten wurden die gleichen Einstellungen getroffen.

Die hohe 10 m-Auflösung der Analyse (entspricht der Auflösung des eingehenden Oberflächenmodells DOM10), die Fläche des Landes Brandenburg von fast 30.000 km<sup>2</sup> (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021) und die Methode führen dazu, dass Rechenaufwand und Rechenzeit sehr hoch sind. Daher erfolgte die in der Vergangenheit bewährte parallelisierte Berechnung mit einem Workstation-Cluster. Hierfür wurde das Land Brandenburg in Kacheln aufgeteilt, welche grundsätzlich eine Ausdehnung von 20 x 20 km besitzen. Die Anzahl der Kacheln sollte der Anzahl an Workstations möglichst nah kommen. Es waren 60 Workstations verfügbar. An der Landesgrenze kam es allerdings vor, dass nur kleine Teile der Landesfläche in einer Kachel lagen, wodurch die Rechenzeit deutlich reduziert ist. Aus diesem Grund wurden hier zwei bzw. drei Kacheln zusammengefasst, um die Gesamtanzahl zu reduzieren. Insgesamt resultierten 72 Kacheln, die in Abb. 16 gezeigt werden. Das zugrundeliegende DOM10 und die Beobachter decken die gepufferte Fläche ab, sodass Randeffekte vermieden werden. Es ist daher nicht weiter schlimm, wenn manche Kacheln die gepufferte Landesfläche nicht vollständig einschließen, da die Zielausdehnung dem Land Brandenburg entspricht.



**Abb. 16: Kachelnetz für das Land Brandenburg**

Grundsätzlich berechnete eine Workstation die Einsehbarkeit für eine Kachel sowohl für 200 m hohe mastenartige Objekte als auch für 2 m hohe bodennahe. Für jede Kachel und für jede Untersuchungshöhe wurden Datenpakete vorbereitet. Darin enthalten waren für 200 m hohe Objekte:

- Grenze der Kachel
- Nicht-sichtverschattete Beobachterpunkte mit  $RADIUS2 = 10$  km mit jeweils 10 km Puffer um die Kachel
- DOM10 mit jeweils 10 km Puffer um die Kachel
- Landnutzungshöhenklassen in der Kachel

Für die Analyse der Einsehbarkeit von 2 m hohen Strukturen waren folgende Datensätze im Paket pro Kachel enthalten:

- Grenze der Kachel
- Nicht-sichtverschattete Beobachterpunkte mit  $RADIUS2 = 2$  km mit jeweils 2 km Puffer um die Kachel
- DOM10 mit jeweils 2 km Puffer um die Kachel

Auf jede Workstation wurde mindestens ein Datenpaket kopiert. Manche Workstations analysierten zwei Kacheln. Neben den Datenpaketen wurde eine Toolbox mit den Modellen zur Berechnung

der Einsehbarkeit je untersuchter Höhe beigefügt. Die Ergebnisse wurden in jedem Datenpaket-ordner in eine separate Geodatabase geschrieben. Die Analyse erfolgte für die Kachel und ihren Puffer, um Randeffekte auszuschließen, während die Ergebnisse auf die Kachel maskiert wurden. Die Analysen wurden auf dem lokalen Laufwerk durchgeführt, um die Rechenzeit zu beschleunigen. Die resultierenden Sichtbarkeitshäufigkeiten der Einzelkacheln wurden anschließend je Vorhabentyp zu einem Mosaik-Datensatz zusammengeführt, als ESRI-Grid exportiert und auf die Grenzen des Landes Brandenburg maskiert.

Nach der Berechnung der Sichtbarkeitshäufigkeit wurden die Daten in sechs Stufen der Einsehbarkeit klassifiziert. Es wurde für jeden der beiden Vorhabentypen jeweils eine eigenständige Quantilverteilung gewählt. Für die Einsehbarkeit von bodennahen Vorhaben wurde die Verteilung manuell angepasst, um möglichst gleichgroße Klassen hinsichtlich der Flächengröße zu erzielen. Dabei entspricht eine höhere Klasse der Einsehbarkeit einer höheren Sichtbarkeitshäufigkeit.

### **11.3 Ergebnis der Bewertung der Einsehbarkeit**

Die Berechnung der Einsehbarkeit für bodennahe Vorhaben mit nur einem OFFSETB-Wert und dem Wirkradius von 2 km dauert bei der Nutzung des parallelisierten Workstation-Clusters mit 60 Workstation ca. 3 h. Dabei berechneten manche Workstations zwei Kacheln. Pro Kachel wurden zwischen ca. 0:15 h und 3 h benötigt. Würde nur eine einzige Workstation zur Verfügung stehen, würden ca. 3 Tage benötigt werden.

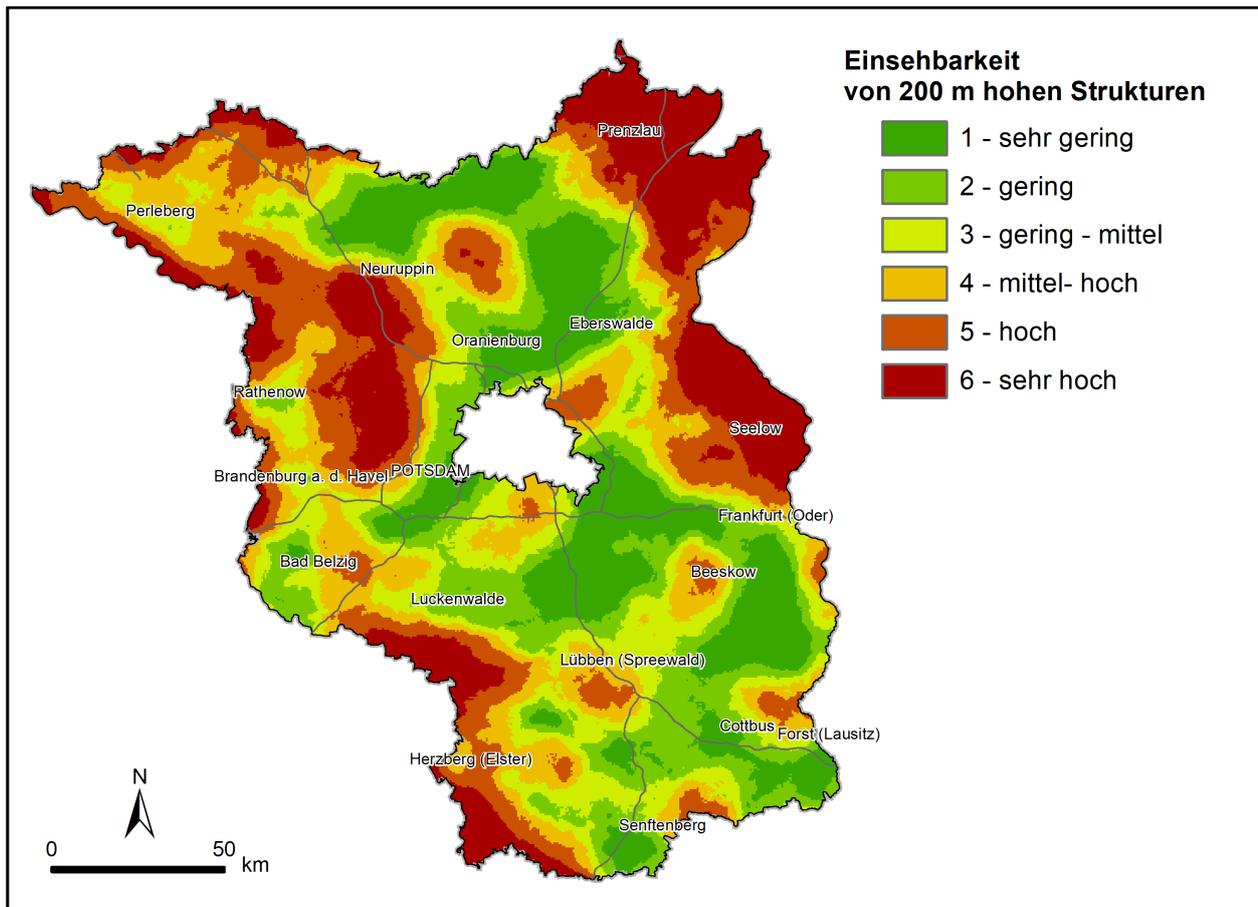
Die Einsehbarkeitsanalyse mit 10 km Wirkradius benötigte für eine Kachel und einen OFFSETB-Wert zwischen ca. 1:30 h und 4:30 h. Die Berechnung der Einsehbarkeit gegenüber potenziellen Windenergieanlagen (200 m hohe mastenartige Vorhaben) benötigte die neunfache Zeit pro Kachel, da insgesamt neun Analysen als Folge der angepassten OFFSETB-Werte zu berechnen waren. Dementsprechend führt das Nutzen eines parallelisierten Workstation-Clusters zu einer Zeitersparnis von ca. 70 Tagen bei einer einzigen Workstation hin zu weniger als 2 Tagen (ca. 40:30 h). Die benötigte Zeit, um für jede Kachel eine flächendeckende Sichtbarkeitshäufigkeit als Addition der Teilraster mit den Sichtbarkeitshäufigkeiten je Landnutzungshöhenklasse zu erzeugen, wurde nicht hinzuaddiert. Dieser Schritt dauert je Kacheln allerdings weniger als 1 Minute.

Die variierenden Berechnungszeiten je Kachel sind auf die unterschiedlichen Kachelgrößen (von einer 20 x 20 km Kachel bis zu einer Kachel aus drei 20 x 20 km Kacheln) und die Anzahl an zu betrachtenden Beobachterpunkten zurückzuführen. Neben der reinen Rechenzeit wurde weitere Zeit für die Auf- und Vorbereitung der Daten, die Verteilung der Daten auf die 60 Workstations, das Treffen der notwendigen Einstellungen und das Zusammensetzen der Kacheln zu einem Gesamtdatensatz benötigt.

Durch das Verwenden von Landnutzungshöhenklassen und der Anpassung des OFFSETB-Wertes bei 200 m hohen Vorhaben wird der Fehler einer falsch angenommenen Anlagenhöhe auf 5 m

reduziert. Gleichzeitig wurde durch die Bildung von Landnutzungshöhenklassen der Rechenaufwand im Vergleich zu einer meterscharfen Berechnung beschränkt, ohne dass Informationen und Details zu stark verloren gehen.

Die klassifizierte Einsehbarkeit für potenzielle 200 m hohe mastenartige Vorhaben kann in Abb. 17 eingesehen werden. Die höchste Einsehbarkeit tritt vor allem in Bereichen der Landesgrenze im Westen und Osten auf. Dies ist auf die dort vorhandenen Talräume zurückzuführen, da die Landesgrenze oftmals durch Flüsse gebildet wird. Weiterhin ist die Einsehbarkeit vom Rhin-Havelland bis zum unteren Havelland sowie in weiteren kleineren Gebieten hoch.



**Abb. 17: Karte zur Einsehbarkeit von 200 m hohen Strukturen**

Die berechnete Einsehbarkeit von bodennahen Nutzungen mit einer Höhe von 2 m wie PV-Freiflächenanlagen zeigt in Abb. 18, dass die stark einsehbaren Bereiche oftmals kleinräumig abgegrenzt und gegliedert sind. Dies ist vor allem auf vorhandene Landschaftsstrukturen mit einer vertikalen Ausdehnung wie Hecken oder Feldgehölze zurückzuführen. Die geringe Höhe des Vorhabentyps im Vergleich zu umgebenden Strukturen führt schnell zu einer Sichtverschattung. Auch das Relief kann zu einer Sichtverschattung beitragen. Die Einsehbarkeit ist besonders in Bereichen, die eine offene Landschaftsstruktur besitzen hoch. Beispiele sind das Oderbruch, das Rhin-Havelland, Teile des Fläming und der Uckermark sowie das Elbe-Elster-Land. In weiten Teilen von Brandenburg, besonders in waldreichen Landschaften, ist die Einsehbarkeit sehr gering.

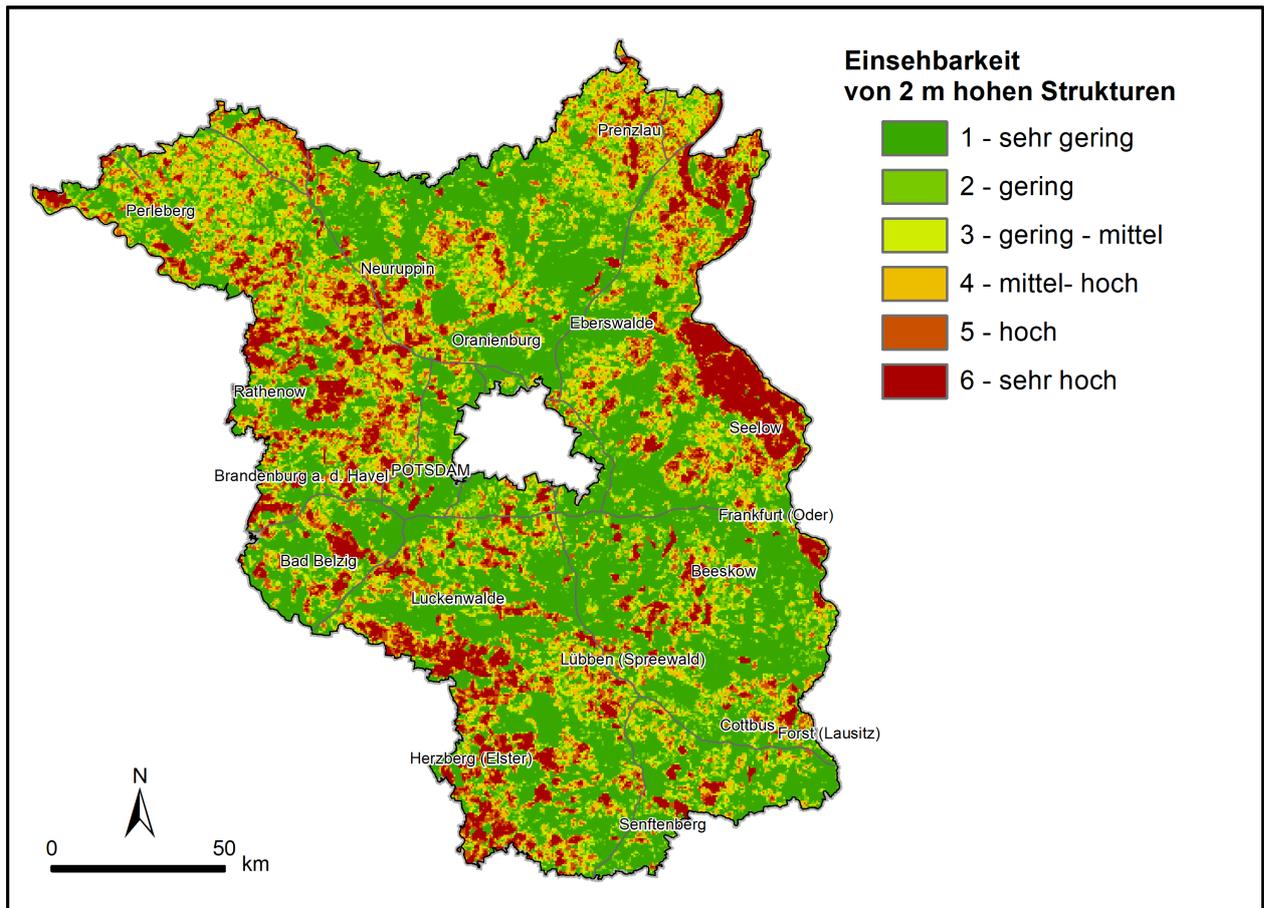


Abb. 18: Karte zur Einsehbarkeit von 2 m hohen Strukturen

## 12 Bewertung der Vorbelastung

### 12.1 Theoretischer Hintergrund zur Bewertung der Vorbelastung

Eine Vorbelastung tritt auf, wenn „der optische Eindruck [des Landschaftsbildes] bereits durch technische oder industrielle Strukturen beherrscht ist“ (Gerhards 2003: 37). Das kann dazu führen, dass das Landschaftsbild durch einen weiteren Eingriff nicht erheblich beeinträchtigt wird (hier Hochspannungsleitung und bereits bestehende Leitungen, VGH Mannheim, Urteil vom 24.06.1983 – 5 S 2201/82 nach Fischer-Hüftle (2019: Abschnitt 1210.70 Rn. 6). Die vorhandene Vorbelastung des Landschaftsbildes ist stets bezogen auf den Vorhabentyp zu erheben. Die Auswirkungen der betrachteten Bestandsanlagen müssen also denen des geplanten Vorhabens gleichen oder ähneln (Söfker 2021: § 35 Rn. 99).

Als das Landschaftsbild beeinträchtigende Elemente nennt Nohl (2001: 140) technische Großanlagen. Darunter fallen unter anderem Windenergieanlagen, Hochhäuser, Autobahnen, Kanäle oder Industriegebiete. Ihr technischer und anthropogener Charakter überprägt die natürliche Landschaft. Insbesondere die Umsetzung der Energiewende in Deutschland bedingt einen fortlaufenden Ausbau Erneuerbarer Energien. Dies führt zu Veränderungen der Landschaft und des Landschaftsbildes, indem neue, anthropogene Strukturen errichtet werden bzw. das vorhandene Landschaftsgefüge verändert wird (Schmidt et al. 2018: 5ff.).

Die beiden ausgewählten Höhen korrespondieren mit den Vorhabentypen Windenergieanlagen und PV-Freiflächenanlagen. Beide beeinträchtigen das Landschaftsbild. Bei Windenergieanlagen ist dies vor allem auf die stetig zunehmende mögliche Bauwerkshöhe zurückzuführen, was wiederum zu einer Erweiterung des visuellen Wirkungsbereichs, in dem eine Sichtbeziehung und eine gewisse Wirkintensität vorhanden ist, führt. Weitere Faktoren, welche die Wirkung von Windenergieanlagen auf das Landschaftsbild beeinflussen, sind die Anlagengestaltung, betriebsbedingte Faktoren (Lärm, Befeuern, Rotordrehung, Schattenwurf) sowie kumulative Wirkungen (Anzahl, Anordnung) (Schmidt et al. 2018: 22f.).

Auch die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen führt zu einem Eingriff in Natur und Landschaft. Dabei wird das Landschaftsbild aufgrund der technischen Ausgestaltung beeinträchtigt. Einen maßgeblichen Einfluss besitzen die Gesamtgröße der Anlage und ihre Sichtbarkeit (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2019: 43). Allerdings sind die Sichtträume nicht mit denen von Windenergieanlagen vergleichbar. Als Folge der deutlich geringeren Höhe von PV-Freiflächenanlagen sind die maximalen Sichtdistanzen deutlich geringer und eine Sichtverschattung durch Eingrünung ist möglich. Ansonsten wirken neben der Anlagengestaltung (wozu auch die Einzäunung zählt) Lichtreflexe und Spiegelungen auf das Landschaftsbild (Schmidt et al. 2018: 31ff.).

## 12.2 Methode zur Bewertung der Vorbelastung

Die Vorbelastung wurde separat für die Vorhabentypen Windenergieanlagen und PV-Freiflächenanlagen erhoben, da sie unterschiedliche visuelle Wirkungen und einen anderen Wirkraum besitzen. In beiden Fällen wurde die Vorbelastung über eine entfernungs gewichtete Dichteberechnung erhoben. Die zugrunde gelegte Wirkdistanz betrug für 200 m hohe mastenartige Vorhaben wie Windenergieanlagen 10 km und für bodennahe, 2 m hohe Vorhaben wie PV-Freiflächenanlagen 2 km. Die berechneten Vorbelastungen gingen in den Indikator „Freiheit von Beeinträchtigungen“ zur Bewertung der Eigenart (s. Abschnitt 5.2) ein.

Zunächst erfolgte eine Aufbereitung der Daten, sodass für das Land Brandenburg sowie den 10 km bzw. 2 km Puffer Informationen zu den vorhandenen Bestandsanlagen vorlagen. Dies wurde für beide Vorhabentypen durchgeführt. Die herangezogenen Datenquellen für die unterschiedlichen räumlichen Bereiche zeigt Tab. 24.

**Tab. 24: Daten zur Berechnung der Vorbelastung**

Indikator	Beschreibung	Zone	Zugrundeliegende Daten	
			Innerhalb Brandenburgs	10 km Puffer um Brandenburg
Vorbelastung durch hohe mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m (WEA)	Berechnen der entfernungs gewichteten Dichte	5	Windenergieanlagen [19]	Deutschland: UFZ [18] Polen: OSM Polen [25]
Vorbelastung durch bodennahe Vorhaben mit einer Höhe von 2 m (PV-Freiflächenanlage)	Berechnen der entfernungs gewichteten Dichte	3	ATKIS Basis-DLM [7], Ergänzungen zu PV-Freiflächenanlagen [20]	Deutschland: UFZ [18] Polen: OSM Polen [25]

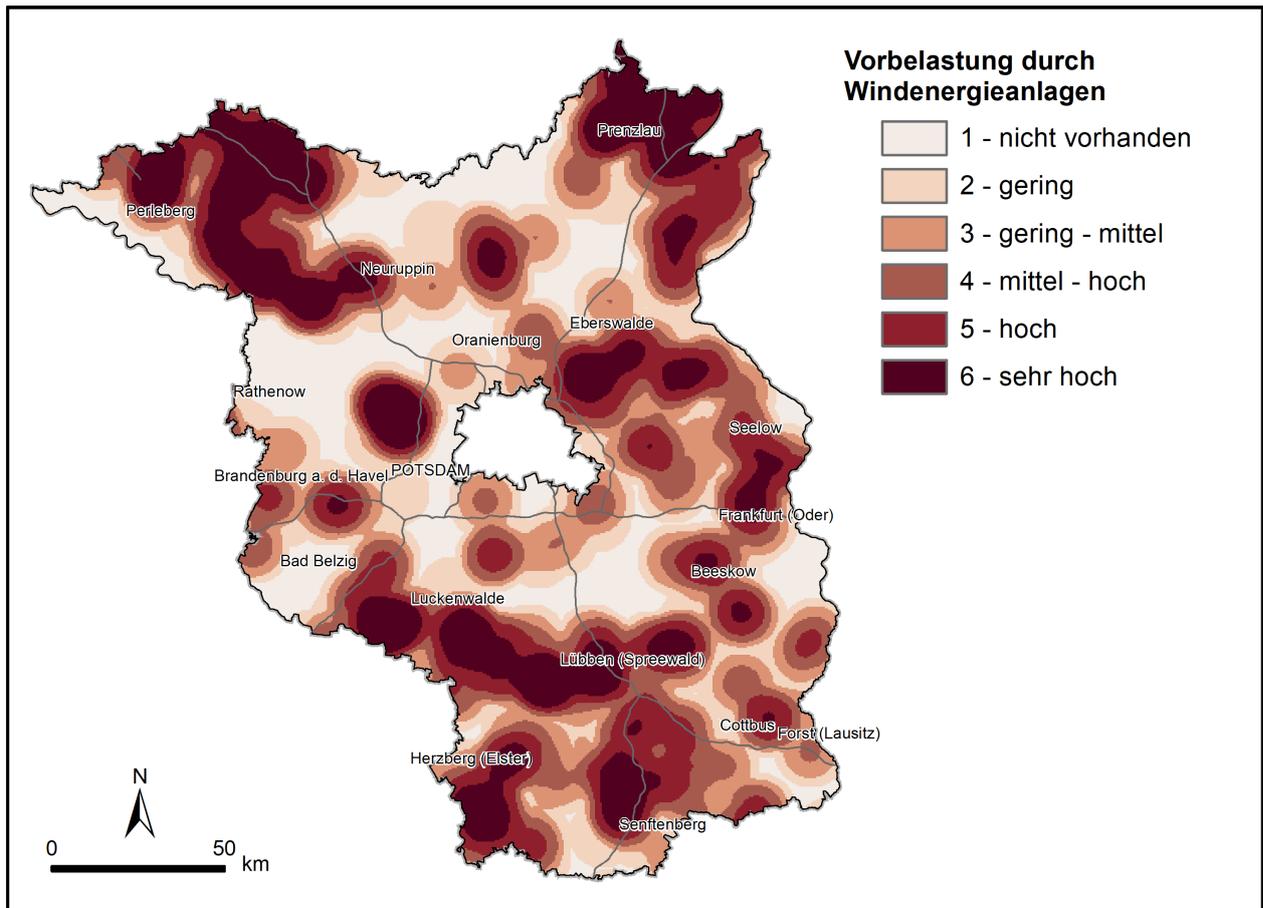
Für die Dichteberechnung wurde ein Workflow im ModelBuilder konstruiert. Grundlage für die Vorbelastung durch Windenergieanlagen ist die Punkt-Feature-Class mit den Bestandsanlagen in Brandenburg plus dem Puffer. Über einen Iterator wird jeweils ein Punkt ausgewählt. Dann wird die Euklidische Distanz im 10 km Umkreis um den Punkt für das 500 x 500 m Raster berechnet. Das Raster wird anschließend invertiert und normalisiert, sodass kontinuierliche Werte zwischen 0 und 1 resultieren. Diese entsprechen einer Entfernungsgewichtung der betrachteten Anlage (Punkt). Dabei erhalten 500 m Zellen nah an der Anlage Werte nahe 1, weit entfernte Zellen Werte nahe 0. Ist eine Zelle weiter als 10 km entfernt, wird ihr der Wert 0 zugewiesen. Die untersuchte Bestandsanlage hat dementsprechend keine Wirkung auf die weit entfernte Zelle. Das erzeugte Gewichts-Raster wird einem das gesamte Land Brandenburg abdeckende Raster hinzuaddiert. Danach wird ein derartiges Entfernungsgewichts-Raster für jede einzelne Bestandsanlage berechnet und dem Gesamtraster hinzuaddiert. Im Ergebnis resultiert eine angenäherte, entfernungs gewichtete Dichte der vorhandenen Windenergieanlagen in einem Abstand von bis zu 10 km je 500-m-Zelle. Das entspricht der Vorbelastung. Für eine bessere räumliche Differenzierbarkeit und spätere Aggregation wurden ausgehend von einer Quantilverteilung 6 Klassen gebildet. Die automatische

Verteilung von ArcMap wurde manuell verbessert. Die Vergabe von Wertstufe 1 bei keiner Vorbelastung wurde beibehalten, da sie ohnehin fast ein Sechstel der Landesfläche abdeckt und Bereiche ohne Vorbelastung explizit zu betonen sind. Die restlichen Wertstufen decken ungefähr gleiche Teile der Landesfläche ab.

Das Vorgehen zur Berechnung der Dichte und damit der Vorbelastung von PV-Freiflächenanlagen erfolgte grundsätzlich analog zur Berechnung der Dichte von Windenergieanlagen. Nur die Euklidische Distanz wurde aufgrund der verminderten Wirkdistanz mit 2 km berechnet. Weiterhin waren ergänzende Vorbereitungen notwendig. Bei den Daten der PV-Freiflächenanlagen handelt es sich um eine Polygon-Feature-Class. Wird bei der Berechnung der Euklidischen Distanz von einem Polygon ausgegangen, erhält nur eine der 500 m Zellen den Wert 0 und nicht alle Zellen, welche von dem Polygon (Anlage) geschnitten werden. Aus diesem Grund wird zunächst jeder 500 m Zelle, welche das Polygon schneidet, der Wert 1 zugewiesen. Dies erfolgt durch eine Rasterisierung der Features zunächst in ein 10 m Raster und dann über das Werkzeug „Aggregieren“ in ein 500 m Raster. Anschließend wurden alle vorhandenen Werte auf 1 gesetzt und die Euklidische Distanz ausgehend von dem Raster berechnet. Die Ermittlung des Entfernungsgewichts und die Addition aller Entfernungsgewichtsraster folgt ebenso wie die Klassenbildung in 6 Klassen gemäß einer Quantilverteilung dem Vorgehen für Windenergieanlagen.

### **12.3 Ergebnis der Bewertung der Vorbelastung**

In Abb. 19 wird die klassifizierte Vorbelastung durch bestehende Windenergieanlagen dargestellt. Hohe Dichten von Windenergieanlagen sind in der Uckermark, der Prignitz, der Nauener Platte, auf dem Barnim, im Fläming und in der Lausitz vorhanden. In Gebieten, welche die Wertstufe 1 besitzen, besteht keine Vorbelastung durch Windenergieanlagen. Das heißt, im Umkreis von 10 km um die jeweilige 500 m Zelle ist keine Windenergieanlage vorhanden. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass ca. 80% der Zellen mind. eine Windenergieanlage im Umkreis von max. 10 km aufweisen.



**Abb. 19: Karte zur Vorbelastung durch Windenergieanlagen**

Die vorhandene Vorbelastung durch PV-Freiflächenanlagen kann Abb. 20 entnommen werden. Die Anlagen sind punktuell über die Landesfläche verteilt. Aufgrund des Wirkradius von 2 km sind die Wirkräume bestehender Anlagen deutlich kleiner als die von Windenergieanlagen. Daraus folgt, dass die deutliche Mehrheit der brandenburgischen Landesfläche nicht durch PV-Freiflächenanlagen vorbelastet ist. Eine Vorbelastung ist nur in der direkten Umgebung von Bestandsanlagen vorhanden.

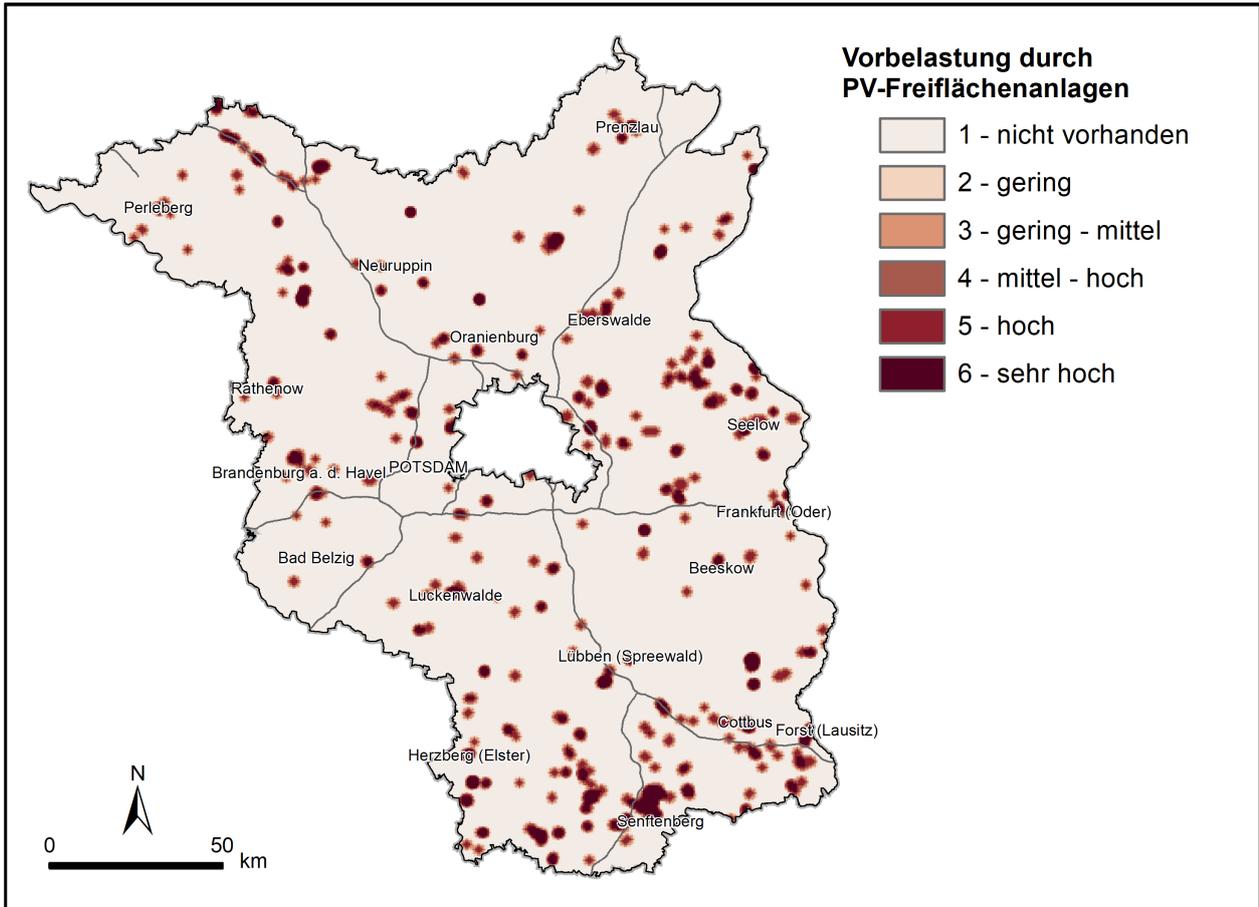


Abb. 20: Karte zur Vorbelastung durch PV-Freiflächenanlagen

## 13 Bewertung der Empfindlichkeit

### 13.1 Methode zur Bewertung der Empfindlichkeit

Die Bewertung der Empfindlichkeit ist das Aggregat der klassifizierten Einsehbarkeit (s. Abschnitt 11.3) und der klassifizierten Vorbelastung je Vorhabentyp (s. Abschnitt 12.3). Das heißt, im Ergebnis liegen die Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber hohen mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m wie Windenergieanlagen und die Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber bodennahen Vorhaben mit einer Höhe von 2 m wie PV-Freiflächenanlagen vor.

Für die Aggregation wurden Matrizen erstellt. Dabei führt grundsätzlich eine hohe Einsehbarkeit zu einer hohen Empfindlichkeit, da dort errichtete Anlagen weithin und damit für viele Personen sichtbar wären. Gleichzeitig bedingt eine geringe Vorbelastung eine hohe Empfindlichkeit, da noch keine bzw. nur eine geringe visuelle Beeinträchtigung vorliegt. Eine geringe Wertstufe spiegelt eine geringe Ausprägung, eine hohe Wertstufe eine hohe Ausprägung des Indikators wider.

Die Matrix für die Bewertung der Empfindlichkeit von hohen mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m wird in Tab. 25 gezeigt. Die vorhandene Vorbelastung wird deutlich berücksichtigt. Die höchste Empfindlichkeitsklasse kann nur bei einer Vorbelastung erreicht werden, welche Stufe 3 nicht überschreitet. Im landesweiten Vergleich muss die Vorbelastung also in der unteren Hälfte liegen. Ist eine deutliche Vorbelastung vorhanden (ab Wertstufe 4) ist die resultierende Empfindlichkeit des Landschaftsbildes zumeist sehr gering (1) oder gering (2). Nur eine stark ausgeprägte Einsehbarkeit führt zu einer etwas höheren Empfindlichkeit.

**Tab. 25: Matrix zur Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber hohen mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m**

		Einsehbarkeit					
		1	2	3	4	5	6
Vorbelastung	1	4	5	5	6	6	6
	2	3	4	5	6	6	6
	3	3	3	4	5	5	6
	4	1	2	2	3	4	5
	5	1	1	2	2	3	3
	6	1	1	1	1	1	2

Tab. 26 entspricht der Matrix zur Verschneidung von klassifizierter Einsehbarkeit und klassifizierter Vorbelastung von bodennahen Vorhaben mit einer Höhe von 2 m wie PV-Freiflächenanlagen. Ziel war es, eine größtmögliche Differenzierung der Wertstufen der Empfindlichkeit in nicht vorbelasteten Gebieten zu erzielen. Hierzu zählt die Mehrheit der brandenburgischen Landesfläche. Die Differenzierung erfolgte ausgehend von der Einsehbarkeit. Bei einer deutlichen Vorbelastung (Klasse 5 + 6) ist die Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber weiteren Anlagen sehr gering, weswegen hier direkt Klasse 1 zugeordnet wurde. Darüber hinaus wurden Übergänge

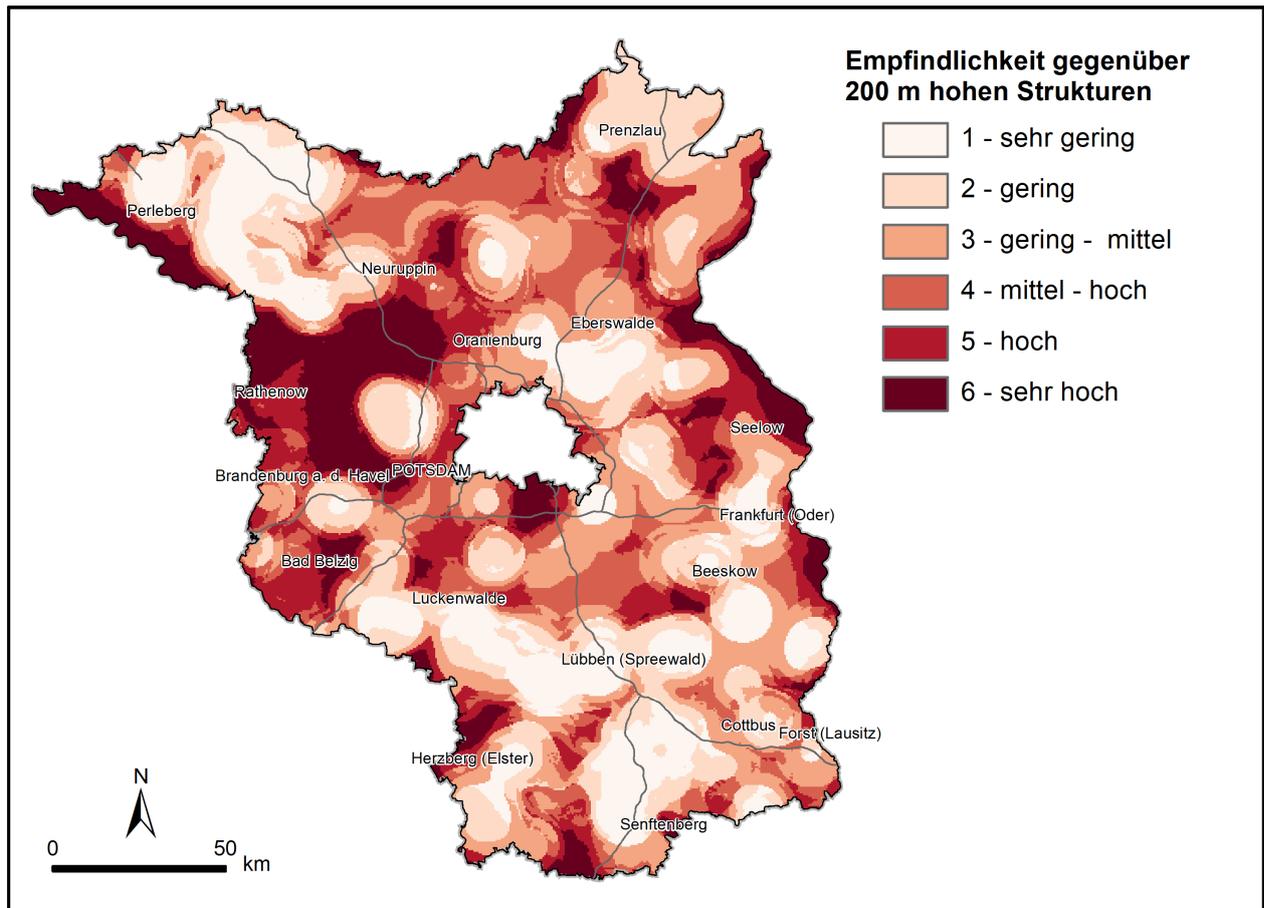
zwischen der geringsten und der höchsten Empfindlichkeitsklasse gebildet, um die fließenden Übergänge in Abhängigkeit von der Entfernung zur Bestandsanlage zu verdeutlichen.

**Tab. 26: Matrix zur Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber bodennahen Vorhaben mit einer Höhe von 2 m**

		Einsehbarkeit					
		1	2	3	4	5	6
Vorbelastung	1	2	3	4	5	6	6
	2	1	3	4	4	5	5
	3	1	1	3	4	4	4
	4	1	1	1	3	3	3
	5	1	1	1	1	1	1
	6	1	1	1	1	1	1

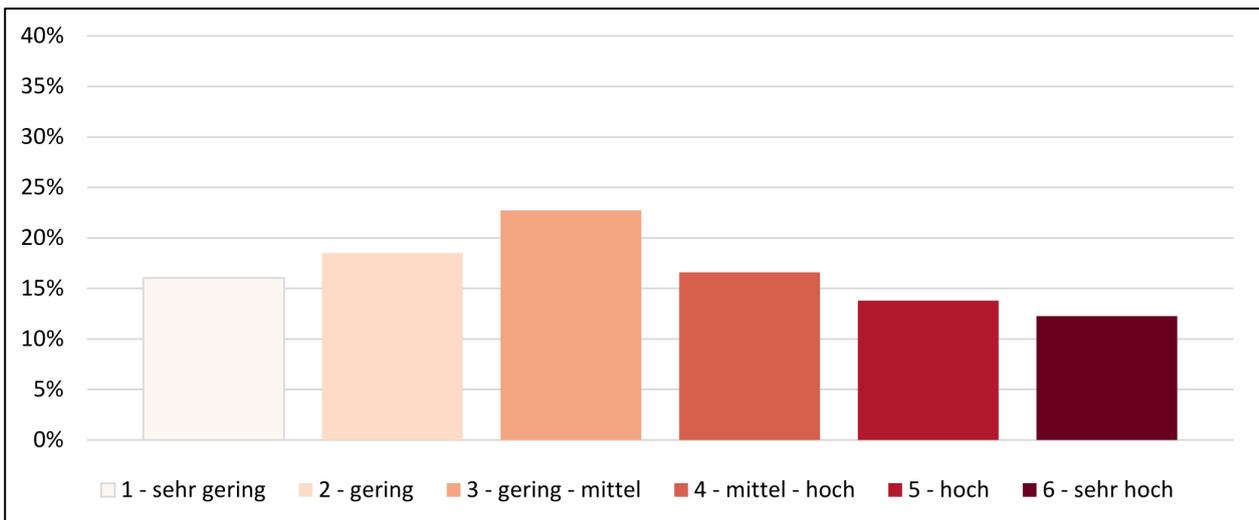
### 13.2 Ergebnis der Bewertung der Empfindlichkeit

Die Anwendung der Bewertungsmatrix in Tab. 25 führt zu dem in Abb. 21 dargestellten Ergebnis der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber der Errichtung von 200 m hohen Vorhaben. Besonders im Elbtal, im unteren Havelland, im Rhin-Havelland, im unteren Odertal und im Oderbruch ist die Empfindlichkeit hoch. In Bereichen mit einer hohen bereits bestehenden Vorbelastung ist die Empfindlichkeit gegenüber der potenziellen Errichtung von weiteren Windenergieanlagen im landesweiten Vergleich gering.



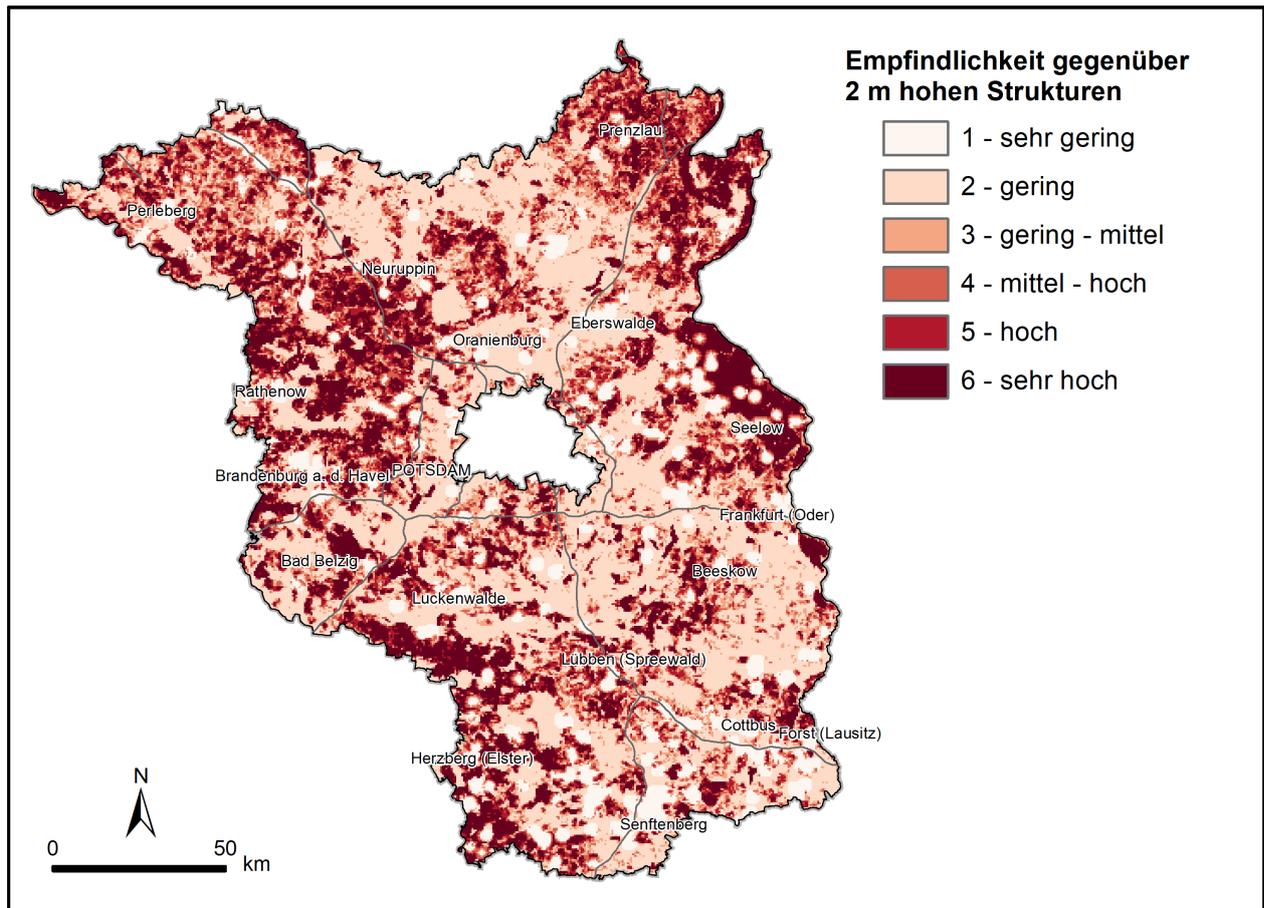
**Abb. 21: Karte zur Empfindlichkeit gegenüber 200 m hohen Strukturen**

Die Verteilung der Wertstufen wird in Abb. 22 dargestellt. Der Anteil der 500 m-Zellen je Wertstufe ist im mittleren Bereich etwas größer, sodass die niedrigsten und höchsten Stufen etwas weniger oft vergeben wurden. Gleichzeitig befinden sich etwas mehr Zellen in der Hälfte mit einer geringeren Empfindlichkeit (Wertstufen 1 bis 3). Dies wird durch die weit verbreitete Vorbelastung durch bestehende Windenergieanlagen begründet. Nichtsdestotrotz ergibt sich eine deutliche Differenzierung der Landesfläche und aufgrund einer hohen Empfindlichkeit des Landschaftsbildes schützenswerte Gebiete sind identifizierbar.



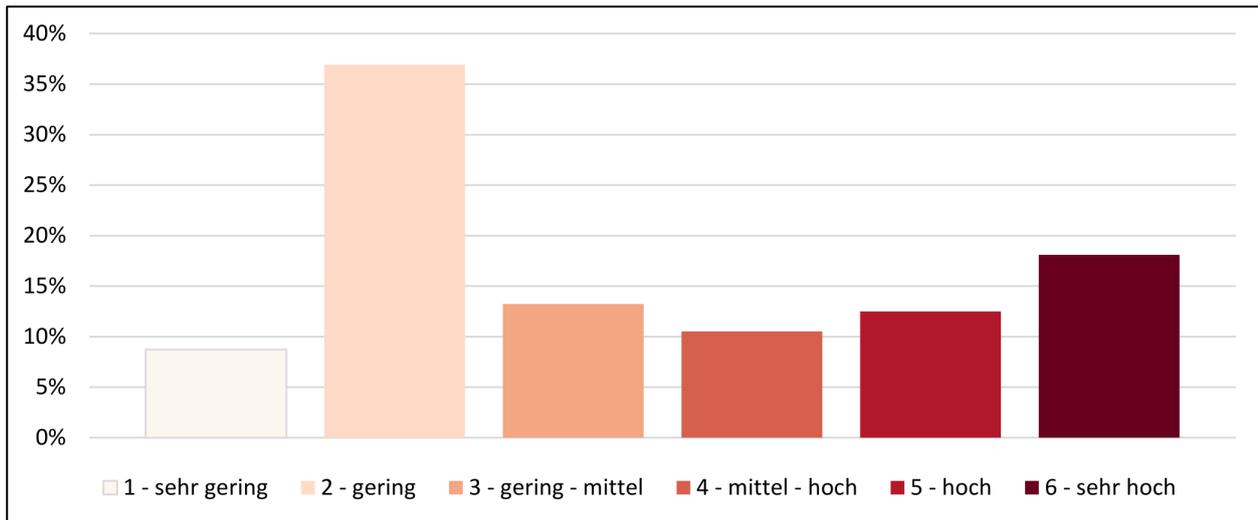
**Abb. 22: Verteilung der Wertstufen der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber hohen mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m**

In Abb. 21 befindet sich die räumliche Verteilung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber 2 m hohen Vorhaben wie PV-Freiflächenanlagen. Stufe 2 oder höher werden nur erreicht, wenn keine Vorbelastung durch bestehende PV-Freiflächenanlagen gegeben ist. Dort variiert die Empfindlichkeit abhängig von der Einsehbarkeit. Daher tritt eine sehr hohe Empfindlichkeit gleichsam im Oderbruch, im Elbtal, in der Uckermark, im Rhin-Havelland, im Fläming und im Elbe-Elster-Land auf. In vorbelasteten Bereichen ist die Empfindlichkeit sehr gering im unmittelbaren Bereich und geringer in der Umgebung.



**Abb. 23: Karte zur Empfindlichkeit gegenüber 2 m hohen Strukturen**

Wie die sechs Wertstufen anteilig über die Landesfläche verteilt sind, wird in Abb. 24 zusammengefasst. Die meisten 500 m-Zellen besitzen eine geringe Empfindlichkeit (Stufe 2) gegenüber der Errichtung von PV-Freiflächenanlagen. Die Zellen sind nicht vorbelastet und besitzen gleichzeitig eine sehr geringe Einsehbarkeit. Es kann keine gleichmäßige Verteilung der Zellen über alle Wertstufen erreicht werden, da die deutliche Mehrheit der Zellen keine Vorbelastung besitzt und dann nur Differenzierung über die klassifizierte Einsehbarkeit möglich sind, aber auch weitestgehend gering ist.



**Abb. 24: Verteilung der Wertstufen der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber bodennahen Vorhaben mit einer Höhe von 2 m**

## TEIL V: Zusammenführen der Teilergebnisse

### 14 Zusammenführen zur Bedeutung des Landschaftsbildes

#### 14.1 Methode zum Zusammenführen zur Bedeutung des Landschaftsbildes

Die Bedeutung des Landschaftsbildes wird aus der Aggregation der Landschaftsbildqualität (s. Abschnitt 7.2) mit der Erhaltungswürdigkeit (s. Abschnitt 10.2) gebildet. Die Bewertung der Erhaltungswürdigkeit und ihrer Teilindikatoren basiert auf expertenbasierten Wertzuweisungen, die größere, zusammenhängende Gebiete abdecken. Im Gegensatz dazu beruht die Bewertung der Landschaftsbildqualität und ihrer Teilindikatoren auf umfassenden GIS-Analysen und für Schönheit zusätzlich auf Umfrageergebnissen der brandenburgischen Allgemeinbevölkerung. Die Analysen legen eine Vielzahl von Aspekten und zugehörigen räumlichen Daten zugrunde, um jede Rasterzelle auf Grundlage einer objektivierten Quantifizierung zu bewerten.

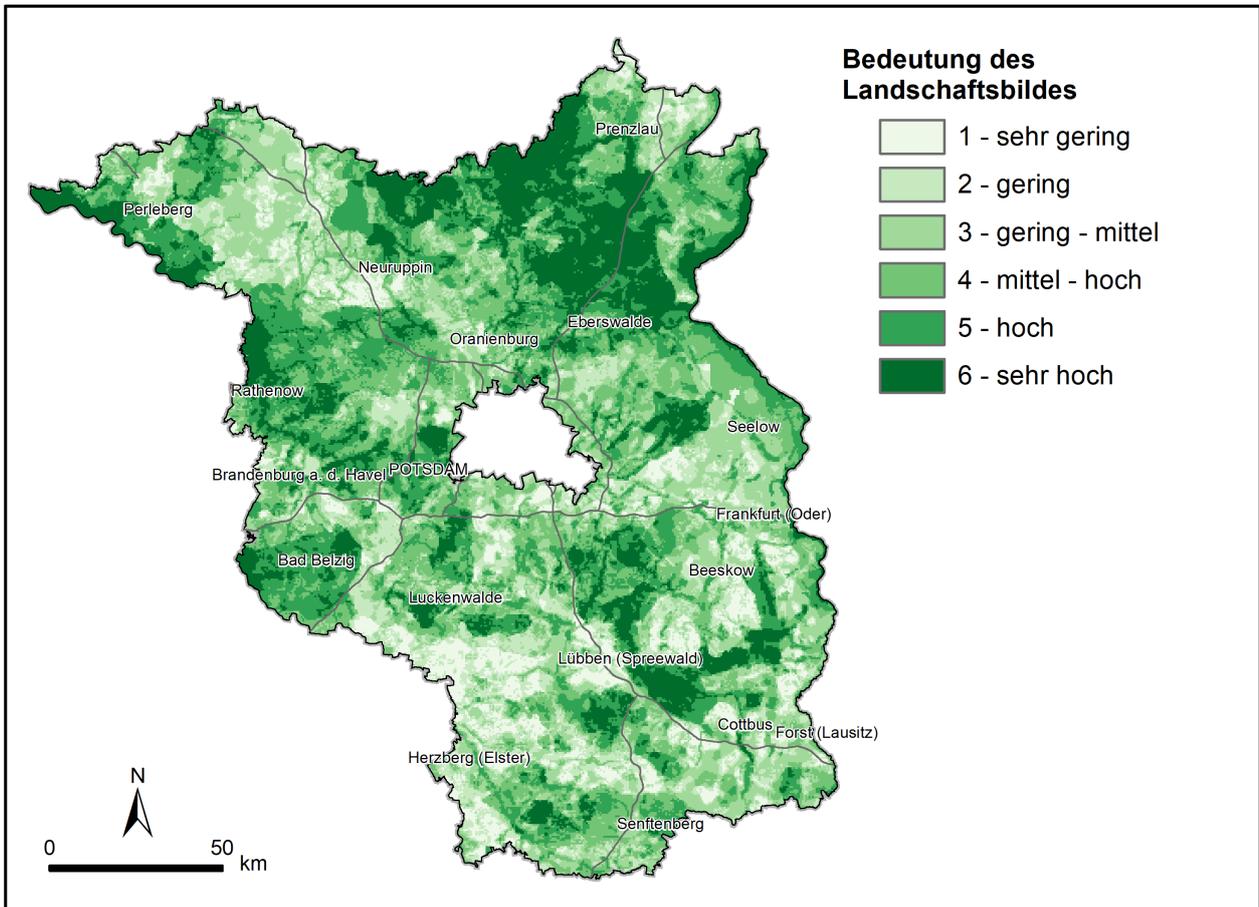
Die beiden Eingangsdaten wurden miteinander kombiniert. Die Zuordnung der neuen Wertstufen erfolgt über die Matrix in Tab. 27. Es erfolgt eine Gleichgewichtung beider Datensätze. Die Wertzuweisung wurde so modifiziert, dass die resultierenden Wertstufen der Bedeutung des Landschaftsbildes möglichst gleichviele Zellen beinhalten.

Tab. 27: Matrix zur Bewertung der Bedeutung des Landschaftsbildes

		Landschaftsbildqualität					
		1	2	3	4	5	6
Erhaltungswürdigkeit	1	1	1	1	2	3	3
	2	1	2	2	3	4	4
	3	1	2	3	4	4	5
	4	2	3	4	4	5	5
	5	3	4	4	5	5	6
	6	3	4	5	5	6	6

## 14.2 Ergebnis des Zusammenführens zur Bedeutung des Landschaftsbildes

Das Ergebnis der Aggregation ist in Abb. 25 zu sehen.



**Abb. 25: Karte zur Bedeutung des Landschaftsbildes**

Wieder befindet sich ein etwas größerer Anteil der Zellen in den oberen drei Wertstufen. Allerdings wird die gesamte Wertamplitude hinreichend ausgeschöpft, sodass eine Raumdifferenzierung ersichtlich wird. Die Bedeutung des Landschaftsbildes ist im Elbtal, im nordbrandenburgischen Seengebiet, in Teilen der Uckermark, in der Schorfheide-Chorin, im unteren Odertal, in der Märkischen Schweiz, im Dahme Seengebiet, im Spreewald, im Südwesten der Niederlausitz, in der mittleren Havel und dem unteren Havelland sowie im Fläming um Bad Belzig besonders hoch. Es sind deutlich zusammenhängende Gebiete zu erkennen, welche im Vergleich zur Umgebung höhere Werte besitzen. Zu Bereichen mit einer geringeren bewerteten Bedeutung des Landschaftsbildes bestehen Übergänge. Gleichzeitig handelt es sich bei den benannten Gebieten mit einer hohen Bedeutung des Landschaftsbildes um als Urlaubsreiseziel bekannte Landschaften in Brandenburg. Es kann also von einem begründeten Interesse der Bevölkerung am Erhalt dieser Landschaften ausgegangen werden.

---

Die erzeugte Bewertungskarte zur Bedeutung des Landschaftsbildes ist die Grundlage der Bewertung der neuen Karte 3.5 „Landschaftsbild“ im Rahmen der Fortschreibung des Landschaftsprogramms durch den sachlichen Teilplan Landschaftsbild.

## 15 Bewertung des Konfliktrisikos gegenüber zwei Eingriffstypen

### 15.1 Methode zur Bewertung des Konfliktrisikos

Das Konfliktrisiko aus Sicht des Landschaftsbildes wurde bezogen auf die beiden abgestimmten Vorhabentypen hohe mastenartige Vorhaben mit einer Höhe von 200 m (wie Windenergieanlagen) und bodennahe Vorhaben mit einer Höhe von 2 m (wie PV-Freiflächenanlagen) ermittelt. Dazu erfolgte eine Verschneidung der Datensätze zur Bedeutung des Landschaftsbildes (s. Abschnitt 14.2) und zur Empfindlichkeit des Landschaftsbildes (s. Abschnitt 13.2). Hierfür bildet je Vorhabentyp eine Matrize die Grundlage, um das Konfliktrisiko zu ermitteln. Beide Datensätze gingen jeweils gleich gewichtet in die Aggregation ein. Die verwendeten Matrizen sind in Tab. 28 und Tab. 29 zu sehen. Sie unterscheiden sich etwas, da die resultierenden Wertstufen des Konfliktrisikos etwa normal über die 6 Klassen verteilt sein sollten.

**Tab. 28: Matrix zur Bewertung des Konfliktrisikos gegenüber hohen mastenartigen Vorhaben mit einer Höhe von 200 m**

		Bedeutung des Landschaftsbildes					
		1	2	3	4	5	6
Empfindlichkeit gegenüber 200 m hohen Strukturen	1	1	1	1	2	3	3
	2	1	2	2	3	3	3
	3	1	2	3	4	4	4
	4	2	3	4	4	5	5
	5	3	3	4	5	5	6
	6	3	3	4	5	6	6

**Tab. 29: Matrix zur Bewertung des Konfliktrisikos gegenüber bodennahen Vorhaben mit einer Höhe von 2 m**

		Bedeutung des Landschaftsbildes					
		1	2	3	4	5	6
Empfindlichkeit gegenüber 2 m hohen Strukturen	1	1	1	1	2	2	3
	2	1	2	2	3	3	4
	3	1	2	3	4	4	5
	4	2	3	4	4	5	5
	5	2	3	4	5	5	6
	6	3	4	5	5	6	6

## 15.2 Ergebnis der Bewertung des Konfliktrisikos

Als Ergebnis des finalen Aggregationsschrittes resultieren zwei Karten, welche das Konfliktrisiko gegenüber der Errichtung von 200 m hohen Strukturen bzw. 2 m hohen Strukturen aus Sicht des Landschaftsbildes bewerten. In Abb. 26 ist das Konfliktrisiko gegenüber 200 m hohen Strukturen dargestellt. Sie bezieht sich auf Windenergieanlagen.

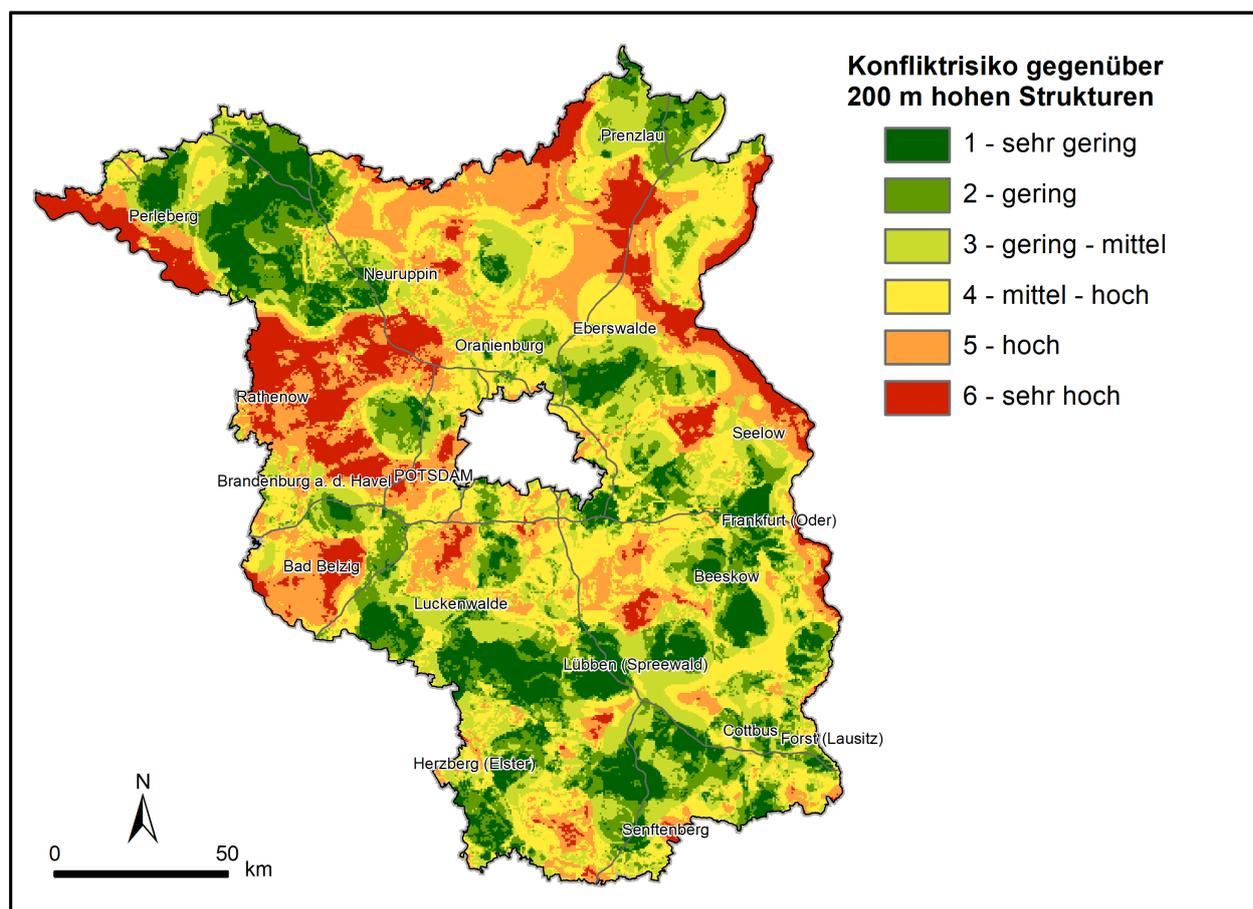


Abb. 26: Karte zum Konfliktrisiko gegenüber 200 m hohen Strukturen

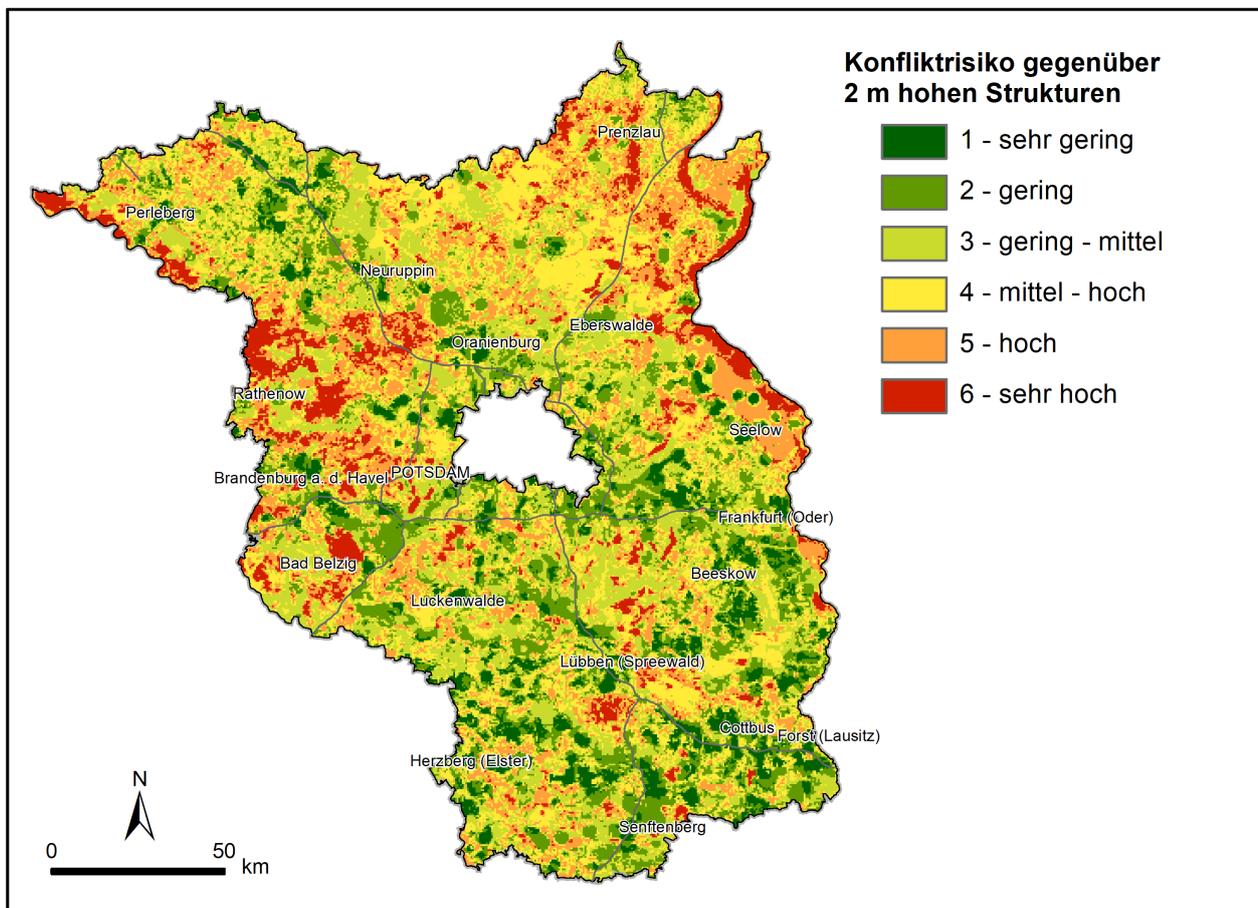
Zusammenhängende Gebiete mit einem hohem bzw. einem geringen Konfliktrisiko lassen sich klar voneinander abgrenzen. Dazwischen gehen die verfügbaren Wertstufen graduell ineinander über. Generell besitzen Landschaftsteile, in denen bereits Windenergieanlagen vorhanden sind und somit von einer Vorbelastung gekennzeichnet sind, ein geringeres Konfliktrisiko. Dies ist in der Prignitz, der nördlichen Uckermark, auf dem Barnim, auf der Nauener Platte und in weiten Teilen im Süden von Brandenburg der Fall. Dagegen wird das Konfliktrisiko in unvorbelasteten Gebieten als höher eingeschätzt. Die Bedeutung des Landschaftsbildes führt dabei zu einer weiteren Differenzierung. Besonders hoch ist das Konfliktrisiko im Elbtal, im nordbrandenburgischen Seengebiet, in Teilen der Uckermark, im unteren Odertal, im Oderbruch, im Rhin-Havelland, im Bereich der mittleren Havel, im unteren Havelland und im Fläming um Belzig.

Diese Landschaften sowie andere mit einem im Vergleich besonders hohen Konfliktrisiko sollten erhalten und somit von Windenergieanlagen freigehalten werden. Ein weiterer Anlagenubau

sollte sich räumlich an bereits vorbelasteten Gebieten orientieren. Dabei ist allerdings auf potenzielle Umzingelungswirkungen zu achten, die innerhalb der vorliegenden Bewertung nicht gesondert betrachtet wurden.

Die Verteilung der Wertstufen ist normalverteilt mit einer leichten Linksschiefe. Das heißt, es befindet sich mehr Zellen in der oberen Hälfte der Bewertungsklassen. Dementsprechend befinden sich die meisten Zellen in Wertstufe 4.

Die Bewertungskarte des Konfliktrisikos gegenüber 2 m hohen Strukturen aus Sicht des Landschaftsbildes ist etwas heterogener. Es kann beispielsweise für Planung von PV-Freiflächenanlagen herangezogen werden und wird in Abb. 27 dargestellt.



**Abb. 27: Karte zum Konfliktrisiko gegenüber 2 m hohen Strukturen**

Das Kartenbild ist sehr kleinteilig und ermöglicht so eine feingliedrige Einschätzung des Konfliktrisikos auch in kleinen Gebieten. Ein hohes Konfliktrisiko tritt in Talräumen und Niederungsbereichen auf. Hierzu zählen unter anderem das Elbtal, die Randniederung, das untere Odertal, das Oderbruch, die Oder-Neiße-Niederung, das Rhin-Havelland, das untere Havelland, die mittlere Havel und die Belziger Landschaftswiesen. Den Gebieten ist das flache Relief und die offene Landschaft gemein. Folglich würde eine Errichtung von PV-Freiflächenanlagen, auch wenn sie „nur“ 2 m hoch sind, aufgrund der hohen Einsehbarkeit zu einer deutlichen Beeinträchtigung des sonst oftmals wenig anthropogen beeinflussten Landschaftsbildes führen. Die Vorbelastung durch

PV-Freiflächenanlagen spielt generell eine untergeordnete Rolle, sodass neue Anlagen auch abseits bereits bestehender errichtet werden können. Die Karte verdeutlicht, dass zum Teil Autobahnkorridore ein im Vergleich zur Umgebung geringeres Konfliktrisiko besitzen. In der Praxis werden PV-Freiflächenanlagen bereits bevorzugt entlang von Infrastrukturtrassen (Bundesautobahn, Schiene) errichtet.

Die Verteilung der Wertstufen ist normalverteilt und symmetrisch. Die meisten Zellen befinden sich in den mittleren Klassen. Die Anzahl nimmt nach außen deutlich ab.

## **16 Gesetzestexte**

Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3908) geändert worden ist.

Erlass des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft zur Kompensation von Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch Windenergieanlagen (Kompensationserlass Windenergie) vom 31.1.2018.

Präambel des Übereinkommens zum Schutz des Kultur-und Naturerbes der Welt (Welterbekonvention).

## 17 Zitierte Quellen

- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2021): Bevölkerungsstand 2020. CC BY 3.0 DE. Online verfügbar unter <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/bevoelkerung/demografie/bevoelkerungsstand> (zuletzt geprüft am 01.10.2021).
- Appleton, J. (1975): *The Experience of Landscape*. London: Wiley. 293 S.
- Auhagen, A. (1998): Verbal-Argumentation oder Punkte-Ökologie. Bewertungsverfahren unter der Lupe des Planers. In: Sächsische Akademie für Natur und Umwelt im Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung in Zusammenarbeit mit dem Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung der Technischen Universität Dresden (Hrsg.): *Dresdner Planergespräche. Vom Leitbild zur Quantifizierung. Bewertungsprobleme und Ihre Lösung in der Landschafts- und Grünordnungsplanung. Bericht zur wissenschaftlichen Arbeitstagung am 14. und 15. November 1997*. Oppenheim: Schmid und Druck. 57-109.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung (Hrsg.) (2020): *Bildung in Deutschland 2020. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung in einer digitalisierten Welt*. Bielefeld. 338 S. Online verfügbar unter <https://www.bildungsbericht.de/de/bildungsberichte-seit-2006/bildungsbericht-2020/pdf-dateien-2020/bildungsbericht-2020-barrierefrei.pdf> (zuletzt geprüft am 04.10.2021).
- Bernotat, D., Jebram, J., Gruehn, D., Kaiser, T., Krönert, R., Plachter, H., Rückriem, C. & Winkelbrandt, A. (2002): Gelbdruck "Bewertung". In: Plachter, H., Bernotat, D., Müssner, R. & Riecken, U. (Hrsg.): *Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. Ergebnisse einer Pilotstudie. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, H. 70*. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag. 357-407.
- BfN [Bundesamt für Naturschutz] (Hrsg.) (2019): *Erneuerbare Energien Report. Die Energiewende naturverträglich gestalten*. Bonn, Bad Godesberg. 42 S.
- Bourassa, S. (1991): *The Aesthetics of Landscape*. London: Belhaven Press. 168 S.
- Burckhardt, L. (1995): Landschaft ist transitorisch – Zur Dynamik der Kulturlandschaft. In: *Laufer Seminararbeit 4*: 31-36.
- Cengiz, T. (2014): Visual quality method in assessing landscape characteristics: Case study of Bozcaada Island. In: *Journal of Coastal Research* 30 (2): 319-327.
- Deutsche WindGuard (2020): *Anzahl der Windenergieanlagen in Brandenburg in den Jahren 2000 bis 2019*. Statista. Statista GmbH. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28318/umfrage/anzahl-der-windenergieanlagen-in-brandenburg-seit-1991/> (zuletzt geprüft am 26.02.20).
- Dolde, K.-P. (2016): *Funktionsbezug von Ersatzmaßnahmen im Sinne von § 15 Abs. 2 BNatSchG – Rechtliche Stellungnahme*.

- Dugstad, A., Grimsrud, K., Kipperberg, G., Lindhjem, H. & Navrud, S. (2020): Acceptance of wind power development and exposure – Not-in-anybody’s-backyard. In: *Energy Policy* 147: 111780.
- EUROPARC Deutschland (2010): Richtlinien für die Anwendung der IUCN-Managementkategorien für Schutzgebiete. Berlin. 88 S. Deutsche Übersetzung von: Dudley, N. (Hrsg.) (2008): *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland, Schweiz: IUCN. 86 S.
- FA Wind [Fachagentur Windenergie an Land] (2021): Ausbausituation der Windenergie an Land im Jahr 2020. Auswertung windenergiespezifischer Daten im Marktstammdatenregister für den Zeitraum Januar bis Dezember 2020. Berlin. ([https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA\\_Wind\\_Zubauanalyse\\_Wind-an-Land\\_Gesamtjahr\\_2020.pdf](https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA_Wind_Zubauanalyse_Wind-an-Land_Gesamtjahr_2020.pdf))
- Falchi, F., Cinzano, P., Duriscoe, D., Kyba, C., Elvidge, C., Baugh, K., Portnov, B., Rybnikova, N. & Furgoni, R. (2016): The new world atlas of artificial night sky brightness. In: *Science Advances* 2 (6): e1600377.
- Fischer, C. & Roth, M. (2020): Empfindlichkeit des Landschaftsbildes. Bewertung durch großräumige Einsehbarkeitsanalysen. In: *Naturschutz und Landschaftsplanung* 52 (6): 280-287.
- Fischer, C., Bieling, C. & Roth, M. (2021): Auswirkungen auf Kompensationsmaßnahmen auf Landschaftsbild und Erholungswert – eine empirische Untersuchung. In: *Natur und Landschaft* 96 (5): 254-260.
- Fischer-Hüftle, P. (2019): *Naturschutz. Rechtsprechung für die Praxis*. 23. Lieferung. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gellermann, M. (2019): BNatSchG. In: Landmann, R. von & Rohmer, G. (Hrsg.): *Umweltrecht: UmweltR*. 91. Auflage. 89. Ergänzungslieferung Februar 2019. C. H. Beck.
- Geopark Eiszeitland am Oderrand e.V. (Hrsg.) (o.J.): Was ist ein Geopark? Online verfügbar unter <https://www.geopark-eiszeitland.de/seite/241718/was-ist-ein-geopark.html> (zuletzt geprüft am 17.08.2021).
- Gerhards, I. (2003): Die Bedeutung der landschaftlichen Eigenart für die Landschaftsbildbewertung. *Culterra* 33. Freiburg im Breisgau: Universität Freiburg, Institut für Landespflege. 224 S.
- Gharadjedaghi, B., Heimann, R., Lenz, K., Martin, C., Pieper, V., Schulz, A., Vahabzadeh, A., Finck, P. & Riecken, U. (2004): Verbreitung und Gefährdung schutzwürdiger Landschaften in Deutschland. In: *Natur und Landschaft* 79 (2): 71-81.

- Harrell, F. (2021): Hmisc: A package of miscellaneous R functions. With contributions from Charles Dupont and many others. Version 4.5-0. Online verfügbar unter <https://hbios-tat.org/R/Hmisc/>.
- Herden, C., Rasmus, J. & Gharadjedaghi, B. (2009): Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen. BfN-Skripten 247. Bonn, Bad Godesberg. 168 S.
- Hermes, J., Albert, C. & von Haaren, C. (2018): Assessing the aesthetic quality of landscapes in Germany. In: *Ecosystem Services* 31, Teil C: 296-307.
- IDA [International Dark-Sky Association] (Hrsg.) (o.J.): International Dark Sky Places. Online verfügbar unter <https://www.darksky.org/our-work/conservation/idsp/> (zuletzt geprüft am 17.08.2021).
- Jessel, B. (1994): Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft als Objekte der naturschutzfachlichen Bewertung. In: Norddeutsche Naturschutzakademie (Hrsg.): Qualität und Stellenwert biologischer Beiträge zu Umweltverträglichkeitsprüfung und Landschaftsplanung. NNA-Berichte 1/1994. Schneverdingen: NNA. 76-89.
- Jürgens, H. (2004): Erhebung anthropometrischer Maße zur Aktualisierung der DIN 33 402 - Teil 2. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Forschungsbericht, Fb 1023. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW. 86 S.
- Kalinauskas, M., Mikša, K., Inácio, M., Gomes, E. & Pereira, P. (2021): Mapping and assessment of landscape aesthetic quality in Lithuania. In: *Journal of Environmental Management* 286: 112239.
- KNE [Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende] (Hrsg.) (2020): Auswirkungen von Solarparks auf das Landschaftsbild. Methoden zur Ermittlung und Bewertung. Methoden zur Ermittlung und Bewertung. 23 S.
- Kühne, O. & Weber, F. (2016): Zur sozialen Akzeptanz der Energiewende. In: *uwf* 24: 207-213.
- Kühne, O. (2013): Landschaftsästhetik und regenerative Energien – Grundüberlegungen zu De- und Re-Sensualisierungen und inversen Landschaften. In: Gailing, L. & Leibenath, M. (Hrsg.): Neue Energielandschaften – Neue Perspektiven der Landschaftsforschung. Wiesbaden: Springer VS.101-120.
- Kühne, O. (2018): Landschaft und Wandel. Zur Veränderlichkeit von Wahrnehmungen. Wiesbaden: Springer VS. 92 S.
- Ladenburg, J. & Dahlgaard, J.-O. (2011): Attitudes threshold levels and cumulative effects of the daily wind turbines encounter. In: USAEE Working Paper 11-069: 1-14.
- Leitl, G. (1997): Landschaftsbilderfassung und –bewertung in der Landschaftsplanung. Dargestellt am Beispiel des Landschaftsplans Breitung-Wernshausen. In: *Natur und Landschaft* 72 (6): 282-290.

- Lutze, G. (2014): *Naturräume und Landschaften in Brandenburg und Berlin. Gliederung, Genese und Nutzung*. Berlin: be.bra wissenschaft verlag. 159 S.
- Masterson, V., Stedman, R., Enqvist, J., Tengö, M., Giusti, M., Wahl, D. & Svedin, U. (2017): The contribution of sense of place to social-ecological systems research: a review and research agenda. In: *Ecology and Society* 22 (1): 49.
- Mengel, A. (2016): § 1. In: Frenz, W. & Müggenborg, H.-J. *BNatSchG. Bundesnaturschutzgesetz Kommentar*. 2. Auflage. Berlin: Erich Schmidt Verlag: 1–66.
- Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung Brandenburg & Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin (Hrsg.) (2007): *Kulturlandschaften. Chancen für die regionale Entwicklung in Berlin und Brandenburg*. Potsdam. 26 S.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.) (2019): *Freiflächensolaranlagen. Handlungsleitfaden*. Stuttgart. 80 S.
- Molnarova, K., Sklenicka, P., Stiborek, J., Svobodova, K., Salek, M. & Brabec, E. (2012): Visual preferences for wind turbines: Location, numbers and respondent characteristics. In: *Applied Energy* 92: 269-278.
- MWAE [Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg] (2012): *Energiestrategie 2030 des Landes Brandenburg*. ([https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Energiestrategie2030\\_2012.pdf](https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Energiestrategie2030_2012.pdf))
- Nohl, W. (2001): *Landschaftsplanung. Ästhetische und rekreative Aspekte. Konzepte, Begründungen und Verfahrensweisen auf der Ebene des Landschaftsplans*. Berlin, Hannover: Patzer-Verlag. 248 S.
- Ooms, J. (2021): writexl: Export Data Frames to Excel 'xlsx' Format. R package. Version 1.4.0. Online verfügbar unter <https://docs.ropensci.org/writexl/>.
- Orians, G. & Heerwagen, J. (1992). Evolved responses to landscapes. In: Barkow, J., Cosmides, L. & Tooby, J. (Hrsg.): *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture*. Oxford University Press. 555–579.
- Orians, G. (1980): Habitat selection: General theory and applications to human behavior. In: Lockard, S. (Hrsg.): *The Evolution of Human Social Behavior*. New York: Elsevier North Holland. 49-66.
- Palmer, J. (2004): Using spatial metrics to predict scenic perception in a changing landscape: Dennis, Massachusetts. In: *Landscape and Urban Planning* 69: 201-218.
- R Core Team (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Wien. <https://www.R-project.org/>.
- Reips, U.-D. (2002): Standards for Internet-Based Experimenting. In: *Experimental Psychology* 49 (4): 243-256.

- Roser, F. (2011): Entwicklung einer Methode zur großflächigen rechnergestützten Analyse des landschaftsästhetischen Potenzials. Berlin: Weißensee. 197 S.
- Roth, M. & Bruns, E. (2016): Landschaftsbildbewertung in Deutschland - Stand von Wissenschaft und Praxis. BfN-Skripten 439. Bonn, Bad Godesberg. 112 S.
- Roth, M. & Fischer, C. (2018): Großräumige hochauflösende Einsehbarkeitsanalysen als Beitrag zur Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber oberirdischen Hochspannungsleitungen. In: AGIT - Journal für angewandte Geoinformatik 4-2018: 404-414.
- Roth, M. & Fischer, C. (2020): Vorstudie zur Erstellung eines sachlichen Teilplans „Landschaftsbild“ für die Fortschreibung des Landschaftsprogramms Brandenburg: Endbericht September 2020. Abschlussbericht zu dem Forschungsprojekt im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. Nürtingen: Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU), Institut für Landschaft und Umwelt (ILU).
- Roth, M. & Gruehn, D. (2006): Die Bedeutung von Landschaftselementen für das Landschaftserleben. Vorstellung eines empirisch basierten Ansatzes zur validen Landschaftsbildbewertung auf der Ebene des Landschaftsprogramms. In: Kleinschmit, B. & Walz, U. (Hrsg.): Landschaftsstrukturmaße in der Umweltplanung. Beiträge zum Workshop der IALE-AG Landschaftsstruktur. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Band S 19. Fakultät Architektur Umwelt Gesellschaft der TU Berlin. Berlin. 154-168.
- Roth, M. & Gruehn, D. (2010): Visual landscape assessment for large areas - Using GIS, Internet surveys and statistical methodologies in landscape planning for the federal state of Mecklenburg-Western Pomerania, Germany. In: University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Sciences (Hrsg.): Living in landscapes: knowledge, practice, imagination. PECSRL 24th Session Abstracts, 23-27 August 2010, Riga & Liepaja (Latvia). 129-142.
- Roth, M. & Gruehn, D. (2011): Flächendeckende Landschaftsbildanalyse und -bewertung als Beitrag zum Gutachtlichen Landschaftsprogramm sowie zur Fortschreibung des Moorschutzkonzeptes (Hauptstudie). LLP-report 024. Dortmund: TU Dortmund, Fakultät Raumplanung, Lehrstuhl LLP. 110 S.
- Roth, M. (2006): Validating the use of Internet survey techniques in visual landscape assessment - An empirical study from Germany. In: Landscape and Urban Planning 78: 179-192.
- Roth, M. (2012): Landschaftsbildbewertung in der Landschaftsplanung. Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Validierung von Verfahren zur Bewertung des Landschaftsbildes durch internetgestützte Nutzerbefragungen. IÖR-Schriften Band 59. Berlin: Rhombos-Verlag. 258 S.
- Roth, M., Hildebrandt, S., Roser, F., Schwarz Von Raumer, H.-G., Borsdorff, M., Peters, W., Weingarten, E., Thylmann, M. & Bruns, E. (2021): Entwicklung eines Bewertungsmodells

- zum Landschaftsbild beim Stromnetzausbau. Forschungs- und Entwicklungsvorhaben des Bundesamtes für Naturschutz (FKZ: 3515 82 2800). BfN-Skripten 597. Bonn, Bad Godesberg. 352 S.
- Roth, M., Röhner, S., Tilk, C. & Hildebrandt, S. (2018): Bundesweite GIS-basierte Landschaftsbildbewertung als Beitrag zur Umweltprüfung im Zuge des Stromnetzausbaus. In: AGIT - Journal für angewandte Geoinformatik 4-2018: 415-424.
- Schirpke, U., Zoderer, B., Tappeiner, U. & Tasser, E. (2021): Effects of past landscape changes on aesthetic landscape values in the European Alps. In: Landscape and Urban Planning 212: 104109
- Schmidt, C., von Gagern, M., Lachor, M., Hage, G., Schuster, L., Hoppenstedt, A., Kühne, O., Rossmeier, A., Weber, F., Bruns, D., Münderlein, D. & Bernstein, F. (2018): Landschaftsbild & Energiewende Band 1: Grundlagen. Ergebnisse des gleichnamigen Forschungsvorhabens FKZ 3515 82 3400 im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn, Bad Godesberg. 257 S.
- Scholz, E. (1962): Die naturräumliche Gliederung Brandenburgs. Pädagogisches Bezirkskabinett, Potsdam. 71 S.
- Schulte-Braucks, K. (2011): Vorsorgender Einsatz GIS-basierter Sichtbarkeitsanalysen bei der Ausweisung von Anlagenstandorten in der Flächennutzungsplanung. Dortmund: TU Dortmund, Fakultät Raumplanung: Diplomarbeit. 141 S.
- Schwarzer, M., Mengel, A., Konold, W., Reppin, N., Mertelmeyer, L., Jansen, M., Gaudry, K.-h. & Oelke, M. (2018): Bedeutsame Landschaften in Deutschland. Gutachtliche Empfehlungen für eine Raumauswahl. Band 1: Schleswig-Holstein und Hamburg, Niedersachsen und Bremen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg und Berlin. BfN-Skripten 516. Bonn, Bad Godesberg. 482 S.
- Selmon, P. (2010): Learning to Love the Landscapes of Carbon-Neutrality. In: Landscape Research 35 (2): 157-171.
- Söfker, W. (2021): § 35 Bauen im Außenbereich. In: Ernst, W., Zinkhahn, W., Bielenberg, W. & Krautzberger, M. (Hrsg.): Baugesetzbuch Band I. Kommentar. 142. Ergänzungslieferung. C.H.Beck
- SoSci Survey GmbH (o.J.): SoSci Survey – die Lösung für eine professionelle Onlinebefragung. Online verfügbar unter: <https://www.soscisurvey.de/> (zuletzt geprüft am 04.05.2020).
- Spitzenberger, H.-J. & Riedel, W. (2009): Landschaftsanalyse. In: Riedel, W. & Lange, H. (Hrsg.): Landschaftsplanung. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. 84-99.

- Statistisches Bundesamt (2020): Bildungsstand: Verteilung der Bevölkerung in Deutschland nach höchstem Schulabschluss (Stand 2019). Statista. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1988/umfrage/bildungsabschluesse-in-deutschland/> (zuletzt geprüft am 01.10.2021).
- Statistisches Bundesamt (Destatis) 2021: Gebietsfläche: Bundesländer, Stichtag 31.12.2016.
- Stedman, R. (2011): Is It Really Just a Social Construction?: The Contribution of the Physical Environment to Sense of Place. In: *Society & Natural Resources* 16 (8): 671-685.
- Täuber, M.-A. & Roth, M. (2011): GIS-basierte Sichtbarkeitsanalysen. Ein Vergleich von digitalen Gelände- und Landschaftsmodellen als Eingangsdaten von Sichtbarkeitsanalysen. *Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv)* 136 (5): 293-301.
- Tveit, M., Ode, Å & Fry, G. (2006): Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. In: *Landscape Research* 31 (3): 229-255.
- Twedt, E., Rainey, R. & Proffitt, D. (2019): Beyond nature: The roles of visual appeal and individual differences in perceived restorative potential. In: *Journal of Environmental Psychology* 63: 101322.
- Walz, U. (2004): Landschaftsstrukturmaße – Indizes, Begriffe und Methode. In: Walz, U., Lutze, G., Schultz, A. & Syrbe, R.-U. (Hrsg.): *Landschaftsstruktur im Kontext von naturräumlicher Vorprägung und Nutzung - Datengrundlagen, Methoden und Anwendungen. IÖR-Schriften Band 43.* 15-27.
- Warren, C., Lumsden, C., O’Dowd, S. & Birnie, R. (2005): ‘Green On Green’: Public perceptions of wind power in Scotland and Ireland. In: *Journal of Environmental Planning and Management* 48 (6): 853-875.
- Wiebrecht, U. (2021): *DuMont Reise-Taschenbuch Brandenburg. Ostfildern: DuMont Reiseverlag.* 304 S.
- Wolsink, M. (1994): Entanglement of Interests and Motives: Assumptions behind the NIMBY-theory on Facility Siting. In: *Urban Studies* 31 (6): 851-866.
- Wu, Y., Bishop, I., Hossain, H. & Sposito, V. (2006): Using GIS in landscape visual quality assessment. In: *Applied GIS* 2 (3): 18.
- Zube, E., Sell, J. & Taylor, J. (1982): Landscape perception: research, application and theory. In: *Landscape Planning* 9: 1-33.