

So weit das Auge reicht – eine GIS-basierte, flächendeckende Berechnung der Weitsicht auf Bundeslandebene

As far as the Eye Can See – A GIS-based Area-Wide Analysis of Far-Sightedness on Federal State Level

Caroline Fischer¹, Michael Roth¹

¹Institut für Landschaft und Umwelt, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen
· caroline.fischer@hfwu.de

Zusammenfassung: Sichtbeziehungen sind mit ausschlaggebend für die Wahrnehmung und Bewertung des Landschaftsbildes. Die von einem Standort aus mögliche Weitsicht ist ein Parameter, der bis jetzt allerdings nicht standardmäßig und nicht flächendeckend im Rahmen der Landschaftsplanung zur Beurteilung des Landschaftsbildes berücksichtigt wurde. Die vorliegende Studie stellt einen GIS-basierten Ansatz zur flächendeckenden Berechnung der Weitsicht auf Bundeslandebene vor. Die erzeugten Daten können Planungsentscheidungen zum Schutzgut Landschaftsbild im Kontext der Landschaftsentwicklung, Standortplanung für Vorhaben (z. B. Windkraftanlagen) oder Tourismusplanung unterstützen.

Schlüsselwörter: Landschaftsbewertung, Landschaftsbild, Fernsicht, Sichtbeziehung

Abstract: *Visual connections are relevant for the perception and evaluation of visual landscape qualities. How far you can see from one location is a parameter, which up to now has not been incorporated as a standard measure nor area-wide in landscape planning for the purpose of visual landscape quality assessment. Our study presents a GIS-based approach for the area-wide analysis of far-sightedness on federal state level. The data elaborated can be used to support planning decisions on the visual landscape in the context of landscape development, site selection for projects (such as wind turbines) or tourism planning.*

Keywords: *Landscape assessment, visual landscape, far view, visual connection*

1 Anlass und Problemstellung

Unter dem Konzept des Landschaftsbildes wird die subjektive Interpretation der objektiv vorhandenen Landschaft mit ihren Elementen und Strukturen im Rahmen der menschlichen Wahrnehmung verstanden (Nohl, 2001; Zube et al., 1982). Zube et al. (1982) machen klar, dass unterschiedliche Maßstäbe die Wahrnehmung beeinflussen. So basiert die individuelle Wahrnehmung nicht nur auf persönlichen Erfahrungen, sondern auch auf gesellschaftlichen Werten im kulturellen Kontext. Weiterhin wirken die Landschaftselemente nicht nur einzeln, sondern auch in der Kombination und Anordnung mit anderen.

Die objektivierte Analyse und Bewertung des Landschaftsbildes ist eine komplexe und nicht abschließend geklärte Aufgabenstellung im Rahmen der Landschaftsplanung, die insbesondere durch die subjektiven Aspekte von PlanerInnen als schwierig wahrgenommen wird. Verschiedenste Autoren nähern sich der Beschreibung und der Identifikation wertbestim-

mender Komponenten des Landschaftsbildes durch thematische Aufgliederungen. Das können einerseits grundlegende Konzepte im Rahmen theoretischer Arbeiten sein (s. Fry et al., 2009; Tveit et al., 2006; Nohl, 2001; Kaplan et al., 1989). Andererseits werden besonders in empirischen Arbeiten konkrete Indikatoren extrahiert, welche das Landschaftsbild prägen und flächendeckende Aussagen ermöglichen (s. Roth et al., 2021; Swetnam et al., 2017; Rosser, 2011). Dabei sind deutliche Überschneidungen festzustellen, da oftmals eine Zuordnung von Indikatoren zu Konzepten und umgekehrt möglich ist. Ein Beispiel ist das Konzept der Störung (engl. „disturbance“) von Fry et al. (2009, p. 938). Hier wird die Sichtbarkeit von störenden Objekten als Indikator aufgeführt. Dazu passend operationalisierten Roth et al. (2021, p. 178) die Stromleitungsdichte, die Windenergieanlagendichte sowie die Sichtbarkeit von „Industrie, Gewerbe-, Verkehrs-, Abbauflächen, Deponien, Baustellen“. Kaplan et al. (1989) betonen die Notwendigkeit für die Bewertung der Landschaftsbildqualität, Indikatoren aus unterschiedlichen Domänen (Landnutzung, Informationsgewinnung, physische Attribute, Wahrnehmungsindikatoren) zu extrahieren.

Gleichzeitig existieren evolutionsbiologische Theorien, in denen Präferenzen für bestimmte Landschaftskonfigurationen hervorgehoben werden, die für das Überleben wichtig waren und somit einen evolutionsbiologischen Mehrwert bereitstellten. Ein Beispiel ist die Prospect-Refuge-Theorie von Appleton (1975). Sie besagt, dass Landschaften bevorzugt wurden und werden, welche zum einen Aus- und Überblicke und zum anderen Rückzugsmöglichkeiten bieten. Auch Kaplan et al. (1989) kamen zu dem Schluss, dass besonders Offenheit und Ebenheit die landschaftliche Präferenz erklären. Zu beachten ist allerdings, dass die Offenheit nicht explizit die Sichtweite aufgreift und die Landschaftspräferenz negativ beeinflusst. Dies passt zur Theorie von Appleton (1975), da Rückzugsmöglichkeiten in den von Kaplan et al. (1989) gezeigten Agrarlandschaften fehlen.

Maßgeblich für die Erfahrung des Landschaftsbildes ist das Bestehen von Sichtbeziehungen. Nur die Landschaftsbestandteile, die von einem Betrachter gesehen werden können, beeinflussen die Wahrnehmung. Tveit et al. (2006) benennen hierzu als Konzept den „visuellen Maßstab“ („visual scale“). Ein zugeordneter, potenzieller Indikator ist die Weitsicht („depth of view“). Der Indikator wurde zwar vereinzelt in der Praxis der Landschaftsbildbewertung in Form von Distanzzonen vereinfacht einbezogen (bspw. Ribe et al., 2002; Germino et al., 2001), findet aber keine breite Anwendung. Dabei beeinflusst die Sichtweite die wahrgenommene Landschaftsbildqualität positiv (Ribe et al., 2002) ebenso wie die Größe des Sichtraums (Germino et al., 2001). Landschaften, in denen alle Sichtbarkeitsbereiche (Nahzone, Mittelzone, Fernzone) sichtbar sind, werden als schöner wahrgenommen als Landschaften mit einem stark eingeschränkten Sichtbereich (Schirpke et al., 2013a). Hierbei beeinflusst die Landschaftskomposition im Vordergrund (hier bis 1,5 km) die wahrgenommene Landschaftsbildqualität maßgeblich. Das bedeutet gleichzeitig, dass Landschaftselemente in unterschiedlichen Distanzzonen unterschiedlich wirken (Schirpke et al., 2013a). Dies ist durch den unterschiedlich wahrnehmbaren Detaillierungsgrad zu erklären (Nohl, 2001, p. 37).

Dabei zeigen auch aktuelle Untersuchungen, dass eine eingeschränkte Sicht die wahrgenommene Landschaftsbildqualität beeinträchtigen kann (Wartmann et al., 2021). Dies spiegelt sich sogar in der Wahl des Wohnortes wider: Die Möglichkeit weite Sichten zu haben, trägt zur Attraktivität und zum Vorzug des ländlichen Raums als Wohnort bei (Ströbele & Hunziker, 2017). Bereits eine Weitsicht aufgrund von einer vorhandenen Bergkette im Hintergrund, erhöht die wahrgenommene Lebensqualität von Einwohnern, da die Berge als Freiraum wahrgenommen werden (Condera et al., 2015). Weite Sichten und Blickfelder sind zu-

dem wertgeschätzte Eigenschaften eines Gebiets (Hedblom et al., 2020; Knez & Eliasson, 2017).

Die mögliche Weitsicht wird durch die Topographie geprägt (Bishop et al., 2000 nach Schirpke et al., 2013a). Weiterhin ist zunächst die Landnutzung von Bedeutung. Landnutzungen wie Wald oder Siedlungen, welche die Augenhöhe überragen, führen zu einer starken Beschränkung des Sichtfeldes, sodass in der Regel keine weiten Sichtfelder möglich sind.

Allerdings ist eine weite Sicht nicht zwangsläufig gegeben, auch wenn sie theoretisch aufgrund der räumlichen Gegebenheiten möglich ist. In bis zu welcher Entfernung Landschaftselemente noch gesehen werden können, hängt von den Lichtbedingungen und der atmosphärischen Extinktion ab (Ogburn, 2006). Die Lichtbedingungen variieren abhängig von der Tages- und Jahreszeit sowie den Wetterbedingungen. Durch die genannten Faktoren wird der Sonnenstand und die verfügbare Lichtmenge beeinflusst. Unter atmosphärischer Extinktion werden die Abschwächung des Lichts durch Streuung, Reflexion und Absorption zusammengefasst. Sie sind allerdings nicht konstant, sondern sind beeinflusst von Wetter und Zeit sowie von menschlichen Aktivitäten. Als Folge nimmt die Sichtbarkeit mit zunehmender Distanz ab (Ogburn, 2006). Horvath (1995) stellte fest, dass unter gängigen atmosphärischen Bedingungen die maximale Sichtweite außerhalb von dicht besiedelten Metropolen in Mitteleuropa 40-50 km beträgt. Selten sind Sichtweiten von 100-150 km möglich, wenn entsprechende Luftmassenbewegungen einsetzen. Luftpartikel, welche die Sichtbarkeit im Rahmen der atmosphärischen Extinktion reduzieren, werden vor allem in Verbindung mit menschlichen Aktivitäten wie Kraftfahrzeugen oder Heizanlagen ausgestoßen. In dicht besiedelten Metropolen ist die Sichtweite deshalb ungefähr zu halbieren. Aufgrund der höheren Bevölkerungsdichte im Vergleich zu Nordamerika ist in Europa eine allgemein höhere Luftverschmutzung festzustellen und eine damit einhergehende geringere Sichtweite (Horvath, 1995).

Für eine Berücksichtigung des visuellen Maßstabs im Rahmen der Landschaftsplanung sind flächendeckende Informationen notwendig, die bis jetzt für den Indikator Weitsicht noch nicht vorliegen. Der vorliegende Artikel leistet einen Beitrag, die aufgezeigte Forschungslücke zu schließen. Wir haben eine GIS-basierte Lösung erarbeitet, um die Weitsicht für ein großräumiges Untersuchungsgebiet flächendeckend zu erheben. Die neue Methode wurde für das Land Brandenburg getestet.

Die Ergebnisse erlauben einen landesweiten Vergleich, welche Bereiche von einer großen Weitsicht geprägt sind. Dabei handelt es sich um eine besondere Qualität des Landschaftsbildes. Auf regionaler oder kommunaler Ebene kann das Vorgehen wiederholt werden, um ein detaillierteres Ergebnis zu generieren. Das Wissen kann zum Schutz des Landschaftsbildes vor raumbedeutsamen Planungen oder bei der Planung von Aussichtspunkten herangezogen werden. Die visuelle Wirkweite raumbedeutsamer Planungen ist in Gebieten mit einer ausgeprägten Weitsicht größer. Dies kann bei der Standortfindung für Vorhaben z. B. in der Regionalplanung oder in der Raumwiderstandsanalyse der Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) genutzt werden.

2 Methode

Im Programm ArcGIS (Version 10.8.1) haben wir eine Methode zur flächendeckenden Analyse der Weitsicht entwickelt. Sie ist mit Anpassungen für unterschiedliche Maßstabsebenen

und Untersuchungsfragen geeignet. Als Untersuchungsgebiet diente das gesamte Land Brandenburg. Es besitzt eine Fläche von ca. 30.000 km² (Statistisches Bundesamt (Destatis), 2021). Wir zeigen, dass auch großräumige Gebiete erfolgreich untersucht werden können. Dabei verstehen wir unter der Weitsicht die maximale Sichtweite in einem 360°-Rundumblick, gemessen von einem Punkt.

Brandenburg ist im Vergleich zu anderen deutschen Bundesländern relativ flach. Es hat keine Mittelgebirge und der höchste Punkt liegt nur etwa 200 m über dem Meeresspiegel. Dennoch weist es ein ausgeprägtes Relief auf, wie Abbildung 1 zeigt. Dementsprechend sind weite Sichten grundsätzlich möglich und auch vorhanden.

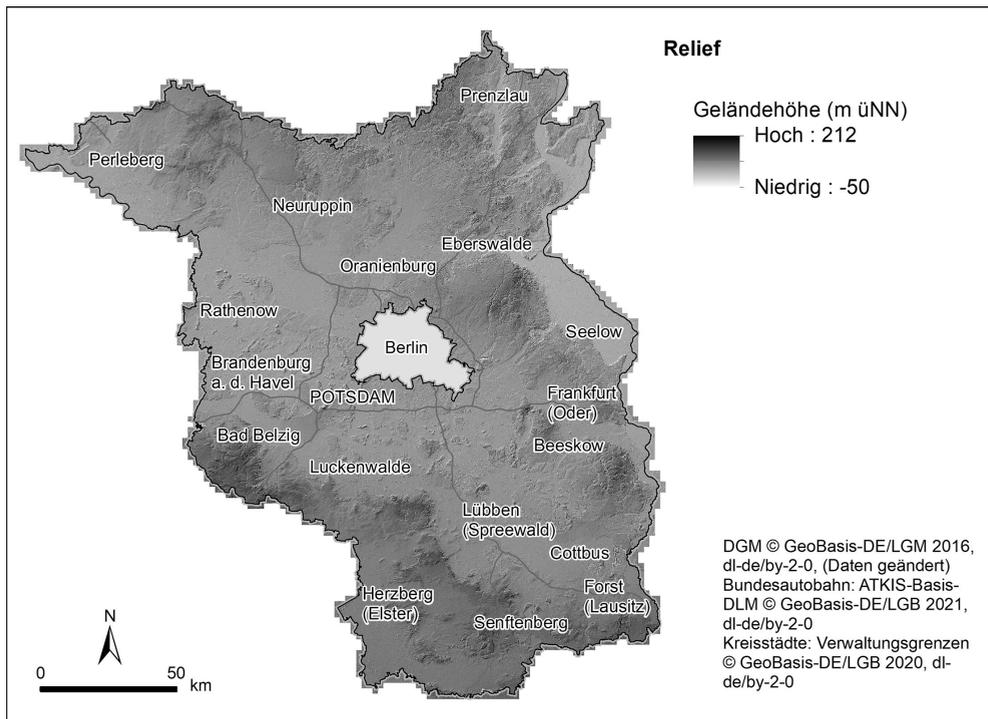


Abb. 1: Karte des Reliefs von Brandenburg

Eine hochauflösende Untersuchung der Weitsicht für einen auf jeder Zelle eines Digitalen Geländemodells mit einer Auflösung von 10 m platzierten Betrachter ist aufgrund der riesigen Datenmenge und der damit einhergehenden Rechenzeit nicht realisierbar. Der Rechenaufwand ist deutlich zu hoch. Aus diesem Grund berechneten wir die Weitsicht ausgehend von regelmäßig verteilten Punkten. Sie fungieren als fiktive Betrachter, da sich die Analyse der Weitsicht auf eine Vielzahl einzelner Sichtbarkeitsuntersuchungen stützt.

Während die Analyse mit einer Auflösung von 10 m erfolgt, wird das bewertete Ergebnis als Raster mit einer Auflösung von 500 m dargestellt. Daher wurden auch die Betrachterpunkte in einem regelmäßigen Raster mit Abständen von 500 m in Brandenburg angeordnet. Eine derartige Verteilung von Beobachterpunkten hat sich in der Vergangenheit als praktikabel

für die Untersuchung großer Räume gezeigt (s. Fischer & Roth, 2020; Roth & Fischer, 2018; Schirpke et al., 2013b). Die Punkte lagen dabei in der Mitte der jeweiligen Rasterzelle. Eine Rasterzelle wurde gebildet, sobald ein Teil Brandenburgs in ihr liegt. Daher kam es vor, dass vereinzelt Betrachterpunkte außerhalb der Landesgrenze lagen. Zusätzlich ist nicht immer ein freies Sichtfeld gegeben. Bei Betrachtern, die im Bereich von Landnutzungen stehen, deren Höhe die Augenhöhe übersteigt, ist die Sicht beschränkt. Beispiele sind Siedlungs- oder Waldflächen. Es wurden alle Punkte gelöscht, bei denen die Landnutzungshöhe (Differenz aus Digitalem Oberflächenmodell und Digitalem Geländemodell) die durchschnittliche Augenhöhe der deutschen Bevölkerung von 1,57 m (Jürgens, 2004) überragt.

Neben den Betrachterpunkten wurde als Datengrundlage ein digitales Oberflächenmodell benötigt. Dies liegt für Brandenburg mit einer Auflösung von 10 m vor (© GeoBasis-DE/LGM 2019, dl-de/by-2-0, (Daten geändert), <https://geobroker.geobasis-bb.de/>, bDOM). Für den Analyseradius wurden 50 km (gängige maximale Sichtweite in Europa nach Horvath 1995) festgelegt, um die Weitsicht angemessen abbilden zu können. Um die Weitsicht auch in Randbereichen berechnen zu können, war es erforderlich, Oberflächeninformationen im 50 km Radius um Brandenburg zu haben. Daher wurde das Oberflächenmodell EU-DEM (European Digital Elevation Model) als Erweiterung verwendet (© Copernicus Programme 2016, EU-DEM). Es besitzt eine Auflösung von 25 m. Die Auflösung des DOM von Brandenburg wurde zur Reduzierung der Rechenzeit mittels Resampling (bilinear) auf 25 m geändert, in die Pixelgröße identisch zum EU-DEM. Eine Verkleinerung des Analyseradius zur Reduzierung der Rechenzeit war nicht sinnvoll, da ja gerade die maximale Sichtweite bestimmt werden sollte.

Mit dem aufbereiteten DOM wurde von jedem Betrachterpunkt ausgehend mit dem Werkzeug „Sichtfeld 1“ (engl. „Viewshed 1“) die Sichtbarkeit bis 50 km Entfernung unter Berücksichtigung der Erdkrümmung berechnet. Das Ergebnis ist ein Raster mit Zellen, die vom Betrachterpunkt aus sichtbar sind (Zellenwert = 1) bzw. nicht sichtbar sind (Zellenwert = 0). Parallel dazu wurde mit dem Werkzeug „Euklidische Entfernung“ die Distanz der Zellen zum Betrachterpunkt ebenfalls bis 50 km Entfernung ermittelt und in ein weiteres Raster geschrieben. Beide Raster wurden mit einer „If-Else-Bedingung“ so miteinander überlagert, dass nur noch Zellenwerte der Distanz erhalten blieben, die im Sichtbereich des Betrachterpunktes (Zellenwert = 1) lagen. Danach wurde der Maximalwert dieses Überlagerungsrasters ausgelesen, der hier als die maximale Sichtweite als Messgröße der Weitsicht angesehen wird.

Dieses Vorgehen wurde zunächst mit dem ArcGIS ModelBuilder umgesetzt, bei dem jeder Betrachterpunkt über einen Iterator aus der Punkt-Feature-Class selektiert, analysiert und der Maximalwert in ein Attributfeld der Punkt-Feature-Class geschrieben wurde. Durch die Übersetzung des Workflows in ein Python-Skript unter Verwendung der entsprechenden Funktionen der Geoverarbeitungswerkzeuge aus der ESRI-Python-Bibliothek „ArcPy“ wurde die Rechenzeit in etwa halbiert – für einen einzelnen Betrachterpunkt von 90 Sekunden auf 45 Sekunden. Dabei wurden die Raster temporär erzeugt und der Wert der maximalen Sichtweite in eine Text-Datei geschrieben. Die Text-Datei wurde im GIS an die Attributtabelle der Betrachterpunkte angehängt.

Die ermittelten Maximalwerte der Sichtweite wurden zum Schluss in ein 500-m-Raster umgewandelt. Dabei wurden Zellen, die keinen untersuchten Betrachterpunkt aufgrund der Sichtverschattung besaßen, auf den Wert null gesetzt. Im Ergebnis lag damit ein flächendeckender Datensatz zur Weitsicht vor.

3 Ergebnis

Die brandenburgische Landesfläche wird durch 120.451 Zellen mit einer Ausdehnung von 500×500 m abgedeckt. Die Weitsicht konnte für 74.518 Betrachterpunkte und damit für 61,9 % der 500-m-Zellen ermittelt werden. Das Ergebnis ist in Abbildung 2 zu sehen. Die Klassifizierung lehnt sich an die Einteilung des Sichtbereichs in Wirkzonen von Roth et al. (2021, p. 166) an und ergänzt zwei Hintergrundzonen. Zellen, für die keine Sichtbarkeit und somit keine Weitsicht berechnet werden konnte, sind in der Karte weiß.

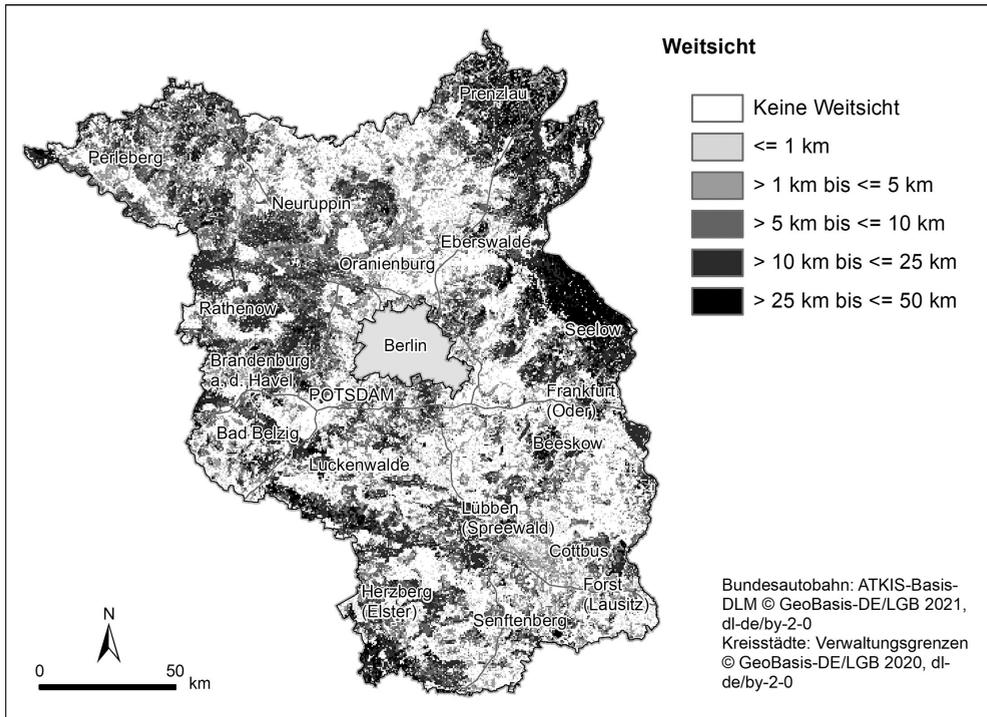


Abb. 2: Ergebniskarte der Weitsicht

Die Wertamplitude der berechneten Weitsicht reicht von 35 m bis 50.000 m bei einer Zellengröße von 25 m. Besonders hohe Werte treten im Westen des Elbtals, in der Uckermark, im Oderbruch, an den Kanten des Flämings und an der Grenze zu Sachsen auf. Dies resultiert aus markanten Hangkanten oder einem ausgeprägt hügeligen Relief in Verbindung mit einer größtenteils offenen Landschaft. Aber auch in den übrigen Flächen sind Weitsichten von über 10 km an vielen Stellen lokal möglich (siehe Abb. 3).

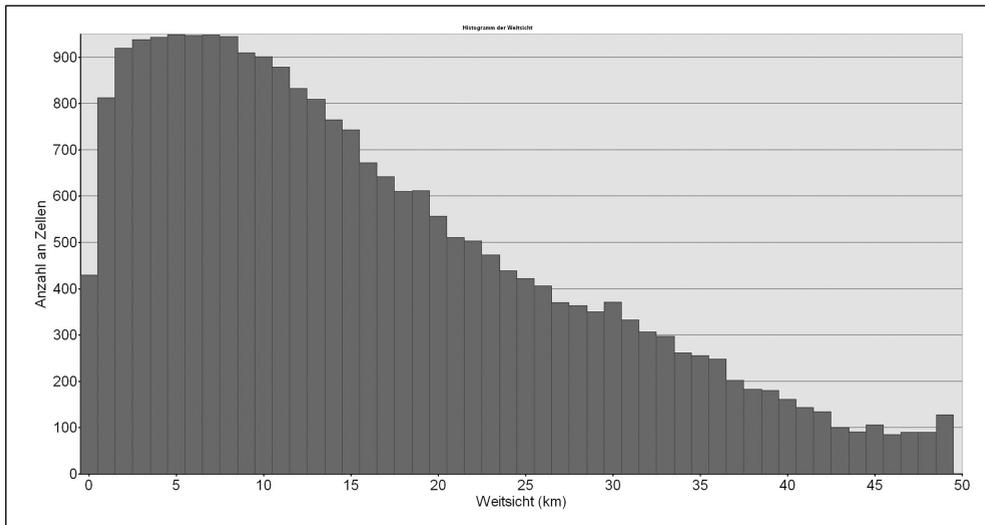


Abb. 3: Histogramm der Weitsicht

4 Diskussion

Die berechnete Weitsicht je 500-m-Zelle hängt bei der vorgestellten Methode von einem einzigen Betrachterpunkt ab. Sobald dieser innerhalb einer sichtverschattenden Landnutzung liegt, erfolgt keine Analyse für die zugehörige Zelle, auch wenn diese ansonsten von einer offenen Landschaft geprägt wird. Folglich fehlen Werte der Weitsicht für große Teile von Brandenburg insbesondere wenn es sich um walddreiche Landschaften handelt. Dies entspricht der Realität, da normalerweise im Wald keine Weitsicht möglich ist.

Eine Möglichkeit, ein Ergebnis in Zellen, die auch Offenland beinhalten, zu erzielen, ist die Interpolation von unbekanntem Werten zwischen Bekannten. Hierfür wäre eine vorhergehende Klassifizierung der Weitsicht sinnvoll, da absolute Längen der Sichtweite, eine exakte Berechnung suggerieren würden. In geschlossenen Waldgebieten ist es realitätsnäher, die Weitsicht nicht zu bewerten, da sie faktisch aufgrund der Landnutzung nicht vorhanden ist.

Ein im Vergleich zur Interpolation besserer Ansatz wäre es, einen Betrachterpunkt pro 500-m-Zelle zu haben, dessen Sicht nicht verschattet wird. Zu diesem Zweck müsste die Verteilungsstrategie entsprechend angepasst werden. Nichtsdestotrotz verbleibt die Chance, dass eine 500-m-Zelle komplett von Wald oder Siedlung als sichtverschattende Nutzungen bedeckt wird. Derartige Zellen ist für die Weitsicht der Wert null zuzuordnen. Dies entspricht der Realität, da in der Regel keine Weitsicht gegeben ist. Es handelt sich allerdings um eine Pauschalisierung, welche Einzelfälle nicht berücksichtigt. Derartige Sondersituationen, bei denen eine Weitsicht innerhalb von Wald oder Siedlung möglich ist, können nach dem Laubbwurf in einem Laubwald, generell in einem Waldgebiet an Hangkanten oder bei starken Reliefunterschieden um eine Siedlung, bzw. aus höheren Gebäuden heraus auftreten. In Siedlungsbereichen können außerhalb von Brandenburg beispielsweise Berggipfel im Hintergrund (Bsp. Allgäu) erscheinen. Dies führt zu einer realen Weitsicht, welche im vorgestellten Modell nicht abgebildet werden kann.

Weiterhin handelt es sich bei der berechneten Weitsicht um die maximale Entfernung aller sichtbaren Zellen im digitalen Oberflächenmodell. Das heißt, eine einzige sichtbare 25-m-Zelle reicht aus, um die Weitsicht zu bestimmen, auch wenn sich der restliche Sichtbereich weniger weit entfernt befindet. Das bedeutet, dass die berechnete Weitsicht nicht zwangsläufig als markante Weitsicht wahrnehmbar ist. Dementsprechend lässt unser Ergebnis zwar eine grobe Einschätzung und Vergleichbarkeit der Weitsicht in Brandenburg zu, erlaubt aber mit dem bisherigen Vorgehen kein abschließendes Urteil. Die realen Sichtverhältnisse werden weiterhin durch die Witterung, in den Daten nicht abgebildete Strukturen wie Zäune, kleine Gehölze oder Anbauprodukten (bspw. Mais) und die Sehkraft der betrachtenden Person beeinflusst.

Auch gilt es anzumerken, dass stets der Blick auf die Höhe des Geländes inkl. Landnutzungshöhe (DOM) betrachtet wird. Hohe vertikale Nutzungen (Windkraftanlagen, Sendetürme) sind zumeist nicht in dem DOM enthalten, weshalb es im Einzelfall möglich ist, auch weitere Sichtbeziehungen, als die in der Ergebniskarte dargestellten, zu haben.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die dargestellte Methode kann vertieft werden. Erzielt ein Betrachterpunkt in der Analyse eine Weitsicht von 50 km (möglicher Maximalwert) kann die Berechnung der Weitsicht mit einem Analyseradius von 100 km wiederholt werden, um einen exakten Wert der Sichtweite zu erhalten. Hierbei ist ein um 100 km erweitertes Oberflächenmodell zugrunde zu legen.

Für Zellen, die nur aus Wald- oder Siedlungsflächen bestehen, ist das Berechnen der Weitsicht nicht sinnvoll. Wenn noch Offenlandbereiche vorhanden sind, ist eine Interpolation ausgehend von den vorhandenen Punkten, wenn das regelmäßige Raster beibehalten werden soll denkbar. Die deutlich bessere Variante wäre, die Betrachterpunkte anders zu positionieren. Zu untersuchen wäre, wie sich die absolute Weitsicht und die räumliche Verteilung verändern würden, wenn die Punkte nicht als Zentroide im 500-m-Rasternetz angeordnet wären. Stattdessen könnte die Selektion des höchsten nicht-sichtverschatteten Punktes einer 500-m-Rasterzelle erfolgen. So würden alle Zellen, die einen Offenbereich besitzen, analysiert werden können.

Interessant wäre auch ein engeres Beobachternetz, was die Berechnung der durchschnittlichen Weitsicht je 500-m-Zelle erlauben würde. Hierfür ist der Einsatz eines parallel rechnenden Computer-Netzwerks wie bei der Einsehbarkeitsanalyse (Roth & Fischer, 2018) denkbar, um die Rechenzeit in eine umsetzbare Dauer zu reduzieren.

Das Problem, dass eine Weitsicht angenommen wird, auch wenn nur eine einzige Zelle weit entfernt sichtbar ist, kann deutlich reduziert werden, indem unterschiedliche Klassen in Abhängigkeit der Entfernung zum Betrachterpunkt gebildet werden. So wird der Sichtraum näher qualifiziert. Erst wenn eine Klasse eine gewisse Mindestflächengröße besitzt, wird von der Weitsicht ausgegangen. Überdies variiert die Weitsicht in Abhängigkeit der Blickrichtung. Neben einer weiteren Analyse zur Zusammensetzung des Sichtraums, also ob nur eine einzige Zelle in weiter Entfernung sichtbar ist oder ein größerer Bereich, ist auch eine Aussage interessant, welcher Anteil des 360°-Rundumblicks weite Sichten erlaubt.

Weiterhin ist die Weitsicht nur ein Teil der Raumwahrnehmung. Wie bereits Tveit et al. (2006) feststellten, ist neben der Fernsicht („depth of view“) auch die Offenheit für den wahr-

genommenen visuellen Maßstab („visual scale“) prägend. Kaplan et al. (1989) definieren Offenheit als Größe des für einen Betrachter wahrnehmbaren Raum. Folglich ist die Weitsicht ein Teilaspekt der Offenheit, allerdings sind die Indikatoren nicht gleichzusetzen. Die Offenheit ist auch im Sinne der Prospect-Refuge-Theorie von Appleton (1975) hinsichtlich der Landschaftskonfiguration zu betrachten, inwiefern in Überblick gewonnen werden kann und nicht bloß wie weit die Sicht reicht. Mögliche ergänzende Indikatoren zur Beurteilung des wahrnehmbaren Raums könnten nach Tveit et al. (2006) neben der Weitsicht die Größe oder Form des Sichtraums oder der Grad der Offenheit sein. Als eine mögliche Weiterentwicklung der vorgestellten Methode ist daher eine Kombination mit der Offenheit der Landschaft anzustreben, um vertiefte Aussagen zu Aussichten zu ermöglichen.

Der Indikator Weitsicht kann als zusätzliche Informationsebene in die Bewertung der Landschaftsbildqualität selbst integriert werden, in der komplexen Wahrnehmung der Landschaft widerspiegelt wird. Dies testeten wir für die Bewertung der landschaftlichen Schönheit. Auf der Grundlage einer sozial-empirischen Bewertung des Landschaftsbildes durch eine fotobasierte Umfrage der Allgemeinbevölkerung und vorhandener GIS-Daten wurde ein Regressionsmodell aufgestellt, in welches auch die Weitsicht als potenzielle unabhängige Variable eingespeist wurde. Allerdings leistete die Weitsicht in Ergänzung anderer betrachteter Faktoren (Relief, Anteile an Landnutzungen, Freiheit von Vorbelastungen) keinen statistisch signifikanten Mehrwert für den Erklärungsgehalt des Modells. Diese Untersuchung sollte in einem Gebiet mit deutlich ausgeprägtem Relief wiederholt werden.

Trotz der oben diskutierten Limitationen stellt der erarbeitete Datensatz im Ergebnis einer explorativen flächendeckenden Analyse der Weitsicht eine Ergänzung bisheriger Planungsgrundlagen zum Schutzgut Landschaftsbild dar, die in Verbindung mit Daten zur Landschaftsbildqualität als quantitatives Maß auf Bundeslandebene herangezogen werden können. Ein Einsatz scheint sowohl bei der Vorhabenplanung (Energiewende) als auch bei der Tourismusentwicklung sinnvoll, insbesondere wenn eine methodische Weiterentwicklung erfolgt.

Literatur

- Appleton, J. (1975). *The experience of landscape*. London: Wiley.
- Condera, M., Bioggio, A., Seeland, K., Moretti, M., & Home, R. (2015). Residents' preferences and use of urban and peri-urban green spaces in a Swiss mountainous region of the Southern Alps. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14, 139–147. doi:10.1016/j.ufug.2015.01.003.
- Fischer, C., & Roth, M. (2020). Empfindlichkeit des Landschaftsbildes. Bewertung durch großräumige Einsehbarkeitsanalysen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 52(6), 280–287.
- Fry, G., Tveit, M., Ode, Å., & Velarde, M. (2009). The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *Ecological Indicators*, 9, 933–947. doi:10.1016/j.ecolind.2008.11.008.
- Germino, M., Reiners, W., Blasko, B., McLeod, D., & Bastian, C. (2001). Estimating visual properties of Rocky Mountain landscapes using GIS. *Landscape and Urban Planning*, 53, 71–83. doi:10.1016/S0169-2046(00)00141-9.

- Hedblom, M., Hedenås, H., Blicharska, M., Adler, S., Knez, I., Mikusiński, G., Svensson, J., Sandström, S., Sandström, P., & Wardle, D. (2020). Landscape perception: linking physical monitoring data to perceived landscape properties. *Landscape Research*, 45(2), 179–192. doi:10.1080/01426397.2019.1611751.
- Horvath, H. (1995). Estimation of the average visibility in Central Europe. *Atmospheric Environment*, 29(2), 241–246. doi:10.1016/1352-2310(94)00236-E.
- 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.
- Kaplan, R., Kaplan S., & Brown, T. (1989). Environmental preference. A comparison of for domains of predictors. *Environment and Behavior*, 21(5), 509–530. doi:10.1177/0013916589215001.
- Knez, I., & Eliasson, I. (2017). Relationships between Personal and Collective Place Identity and Well-Being in Mountain Communities. *Frontiers in Psychology*, 8, 79. 10.3389/fpsyg.2017.00079.
- Nohl, W. (2001). *Landschaftsplanung. Ästhetische und rekreative Aspekte. Konzepte, Begründungen und Verfahrensweisen auf der Ebene des Landschaftsplans*. Berlin/Hannover: Patzer.
- Ogburn, D. (2006). Assessing the level of visibility of cultural objects in past landscapes. *Journal of Archaeological Science*, 33, 405–413. doi:10.1016/j.jas.2005.08.005.
- Ribe, R., Armstrong, E., & Gobster, P. (2002). Scenic Vistas and the Changing Policy Landscape: Visualizing and Testing the Role of Visual Resources in Ecosystem Management. *Landscape Journal*, 21(1), 42–66. doi:10.3368/lj.21.1.42.
- Roser, F. (2011). *Entwicklung einer Methode zur großflächigen rechnergestützten Analyse des landschaftsästhetischen Potenzials*. Berlin: Weißensee.
- Roth, M., & Fischer, C. (2018). Großräumige hochauflösende Einsehbarkeitsanalysen als Beitrag zur Bewertung der Empfindlichkeit des Landschaftsbildes gegenüber oberirdischen Hochspannungsleitungen. *AGIT – Journal für angewandte Geoinformatik*, 4-2018, 404–414. doi:10.14627/537647051.
- 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*. BfN-Skript 597. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz.
- Schirpke, U., Hölzler, S., Leitunger, G., Bacher, M., Tappeiner, U., & Tasser, E. (2013a). Can We Model the Scenic Beauty of an Alpine Landscape? *Sustainability*, 5, 1080–1094. doi:10.3390/su5031080.
- Schirpke, U., Tasser, E., & Tappeiner, U. (2013b). Predicting scenic beauty of mountain regions. *Landscape and Urban Planning*, 111, 1–12. doi:10.1016/j.landurbplan.2012.11.010.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2021). *Gebietsfläche: Bundesländer, Stichtag 31.12.2016*.
- Ströbele, M., & Hunziker, M. (2017). Are suburbs perceived as rural villages? Landscape-related residential preferences in Switzerland. *Landscape and Urban Planning*, 163, 67–79. doi:10.1016/j.landurbplan.2017.02.015.
- Swetnam, R., Harrison-Curran, S., & Smith, G. (2017). Quantifying visual landscape quality in rural Wales: A GIS-enabled method for extensive monitoring of a valued cultural ecosystem service. *Ecosystem Services*, 26B, 451–464. doi:10.1016/j.ecoser.2016.11.004.

- Tveit, M., Ode, Å., & Fry, G. (2006). Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape Research*, 31(3), 229–255. doi:10.1080/01426390600783269.
- Wartmann, F., Frick, J., Kienast, F., & Hunziker, M. (2021). Factors influencing visual landscape quality perceived by the public. Results from a national survey. *Landscape and Urban Planning*, 208, 104024. doi:10.1016/j.landurbplan.2020.104024.
- Zube, E., Sell, J., & Taylor, J. (1982). Landscape perception: Research, application and theory. *Landscape Planning*, 9, 1–33. doi:10.1016/0304-3924(82)90009-0.