

# Die Resilienz von Biotopverbundsystemen in der niedersächsischen Landschaftsrahmenplanung unter Klimawandelaspekten – ein GIS-gestütztes Modell am Beispiel des Landschaftsrahmenplan Nienburg/Weser

The resilience of biotope network systems in Lower Saxony's landscape framework planning under climate change aspects – a GIS-supported model using the example of the landscape framework plan Nienburg/Weser

Antonia Gnielka

## Zusammenfassung

Als Folge des Klimawandels werden sich Arten durch u. a. Arealverschiebungen räumlich anpassen müssen. Dies kann nur durch einen durchgehenden Biotopverbund gewährleistet werden, der somit eine wichtige Anpassungsstrategie darstellt. Daher wird eine Methode zur Überprüfung der Klimaresilienz der Biotopverbundplanungen benötigt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein GIS-Modell entwickelt, das anhand der RCP 4.5 und RCP 8.5-Szenarien des IPPC-Sachstandsberichts die Klimaresilienz der Planungen für Feuchtlebensräume analysiert. Die Ergebnisse für die Planungen des Landschaftsrahmenplan Nienburg/Weser zeigen, dass diese unter dem RCP 8.5 Szenario nicht als klimaresilient anzusehen sind. Das Modell ist eine Handreichung für die Unteren Naturschutzbehörden, um die Resilienz der Biotopverbundplanungen zu überprüfen.

*Klimawandel, Biotopverbund, GIS-Modell, Landschaftsrahmenplanung*

## Abstract

As a result of climate change, species will have to adapt spatially by shifting their ranges. This can only be ensured by a continuous biotope network, which therefore represents an important adaptation strategy. Therefore, a method for evaluating the climate resilience of biotope network planning is required. As part of this work, a GIS model was developed that uses the RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios of the IPPC status report to analyze the climate resilience of plans for wetland habitats. The results for the plans of the Nienburg/Weser landscape framework plan show that they cannot be considered climate resilient under the RCP 8.5 scenario. The model is an aid for the lower nature conservation authorities to check the resilience of biotope network planning.

*climate change, biotope network, GIS-model, landscape framework planning*

*doi: 10.23766/NiPF.202401.05*

## Einleitung

Der Landschaftsrahmenplan (LRP) stellt den zentralen Fachplan des Naturschutzes in Niedersachsen dar. Neben der zielorientierten Erfassung und Bewertung der Schutzgüter ist die Biotopverbundplanung ein zentraler Inhalt des LRP (NMU, 2016). Im Jahr 2002 wurde der Biotopverbund im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) verankert. Viele der niedersächsischen LRP sind vor dieser Zeit entstanden (JEDICKE, 2015, NLWKN, 2023). Die Idee des Biotopverbundes begründet sich auf Konzepten der Populationsökologie wie dem Metapopulationskonzept (HÄNEL, 2007). Das Biotopverbund-Konzept stellt ein zentrales Instrument zur Erhaltung der Biodiversität gemäß BNatSchG dar (JEDICKE, 2015).

Unter Berücksichtigung des Klimawandels als Bedrohung für die Biodiversität erhöht sich die große Bedeutung des Biotopverbundes (ESSL & RABITSCH, 2013). Die aktuellen klimatischen Veränderungen werden, neben der unmittelbaren Zerstörung und Zerschneidung von Lebensräumen, als Hauptbedrohung für die Biodiversität Deutschlands angesehen (HEILAND et al., 2017). Besonders im Hinblick auf die bereits nachgewiesenen Arealverschiebungen der Arten wird der Biotopverbund als wichtige Anpassungsstrategie des Naturschutzes genannt (REICH et al., 2012).

Feuchtlebensräume werden insbesondere durch den Klimawandel beeinflusst, da diese unmittelbar durch die klimatischen Bedingungen geprägt werden. Gleichzeitig haben Feuchtlebensräume



eine besondere Bedeutung für Klima- und Naturschutz aufgrund ihrer Umweltbedingungen und Lebensraumfunktionen für seltene und spezialisierte Arten (ESSL & RABITSCH, 2013, HEILAND et al., 2017), welche insbesondere auf einen funktionierenden Biotopverbund angewiesen sind (REICH et al., 2012).

Ziel der hier vorgestellten Bachelorarbeit war die Konzeption einer GIS-Modellierungsmethode zur Prüfung der Klimaresilienz der in den LRP geplanten Biotopverbundflächen der Feuchtlebensräume am Beispiel des LRP Nienburg/Weser. Die methodischen Bausteine und Ergebnisse werden folgend beleuchtet.

## Methode

Die Methode teilt sich in fünf Phasen. Zur Umsetzung und Erprobung wurde das Programm ArcGIS Pro der Firma Esri verwendet. Im Folgenden werden die Datengrundlagen sowie das Vorgehen je Phase erläutert.

### Datengrundlagen

Zur Beschreibung der zu erwartenden klimatischen Verhältnisse wurden Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zu Niederschlag, Temperatur und Sonnenscheindauer von 1971 bis 2000 in Kombination mit dem Klimaausblick des Climate Service Center Germany (PFEIFER et al., 2021) genutzt. Dieser Klimaausblick fasst je RCP-Szenario die Änderungen der Kenngrößen auf Basis verschiedener Modelle als Minimum, Median und Maximum der Zeiträume 2036 bis 2065 und 2069 bis 2098 zusammen. Für die hier vorgestellte Methode wurde der Zeitraum 2069 bis 2098 verwendet. Zusätzlich lagen die Daten der Biotoptypenkartierung und der Biotopverbundplanung des LRP Nienburg/Weser, ein Digitales Geländemodell sowie die nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes (nFK) vor (LK NI, 2023, LBEG, 2023, LGLN, 2023).

### Phase 1 – Klimaprojektionen

Die Niederschlags- und Temperaturdaten wurden mit den Angaben des Klimaausblicks für den Landkreis kombiniert, um die zukünftige klimatische Situation anhand von zwei Szenarien entsprechend der Representative Concentration Pathways (RCP) des IPCC zu modellieren. Da Feuchtlebensräume von der Wasserverfügbarkeit abhängig sind, wurden die maximale Temperaturerhöhung mit der minimalen Niederschlagsenerhöhung für die RCP 8.5 und RCP 4.5 Szenarien kombiniert und als „Worst-Case-Szenarien“ untersucht. Damit zeigt das Ergebnis der Analyse je RCP-Szenario den im schlimmsten Falle möglichen Zustand, welcher durch die klimatischen Veränderungen eintreten kann.

### Phase 2 – Trockenstresseinschätzung

Die Verdunstung wurde entsprechend der DIN 19685 (1997) berechnet. Ausgehend von dieser ließ sich die klimatische Wasserbilanz (KWB) abschätzen (BUG et al., 2020). Die KWB wurde zur Einschätzung des Wasserangebots des Landkreises verwendet und diente so als Indikator für potenzielle Trockenheit (AUGUSTIN & BRAUN, 2016). Anschließend wurden die Daten der Monate April bis September zu der KWB der Vegetationsperiode aufsummiert. Die restlichen Monatsdaten ergaben in Summe die KWB der Vegetationsruhe. Der Zeitraum der Vegetationsperiode wurde Bug et al. (2020) entnommen.

Basierend auf der KWB der Vegetationsruhe und der nFK wurde im Anschluss das pflanzenverfügbare Bodenwasserangebot zu Vegetationsbeginn nach WAGNER et al. (2019) berechnet. Das Wasserangebot des Bodens bildet die Grundlage für die Standortwasserbilanz (SWB). Die SWB wird verwendet, um u. a. das zukünftige Trockenstressrisiko unter Klimawandelfolgen zu beurteilen. Gebildet wird die SWB in mm als Summe aus der KWB der Vegetationsperiode und der nFK (SPELLMANN et al., 2011). Abgewandelt wurde die SWB hier als Summe aus Bodenwasserangebot und KWB der Vegetationsperiode gebildet und wie in Tabelle 1 dargestellt klassifiziert.

Farbliche Darstellung	SWB	Trockenstressrisiko
	< -150	Hohes Risiko
	-150 bis < -100	Erhöhtes Risiko
	-100 bis < 0	Mittleres Risiko
	Ab 0	Geringes Risiko

Tabelle 1: Klassifikation der SWB in Anlehnung an Spellmann et al. (2011).

### Phase 3 – Risiko des Funktionsverlustes

Um das Risiko des Funktionsverlustes durch Trockenstress zu ermitteln, wurde die Empfindlichkeit der Biotoptypen gegenüber Veränderungen im Wasserhaushalt nach RASPER (2004 in Drachenfels, 2012) verwendet. In Verbindung mit dem Trockenstressrisiko wurde das Risiko des Funktionsverlustes der Biotoptypen anhand folgender Bewertungsmatrix beurteilt (vgl. Abbildung 1).

### Phase 4 – Flächen der Biotopverbundplanungen ohne Funktionsverlust

In Phase 4 wurden die Risikostufen des Funktionsverlustes aus Phase 3 mit den Biotopverbundplanungen des Landkreises zusammengeführt. Dadurch ergab sich je Szenario ein Datensatz mit der Übersicht über die Risikostufenverteilung der gesamten Planung. Anschließend wurden die verbleibenden Flächen anhand folgen-

	Sehr hohe Empfindlichkeit +++; ++h; G	Hohe Empfindlichkeit ++	Mittlere Empfindlichkeit +	Geringe Empfindlichkeit (+); -
Hohes Risiko	Sehr hohes Risiko	Sehr hohes Risiko	Hohes Risiko	Mittleres Risiko
Erhöhtes Risiko	Sehr hohes Risiko	Hohes Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko
Mittleres Risiko	Hohes Risiko	Mittleres Risiko	Geringes Risiko	Geringes Risiko
Geringes Risiko	Geringes Risiko	Geringes Risiko	Geringes Risiko	Geringes Risiko

Abbildung 1: Bewertungsmatrix zur Beurteilung des Risikos des Funktionsverlustes aus der Verschneidung von Trockenstressrisiko (rechts) und der Empfindlichkeit gegenüber Wasserstandsabsenkung nach Rasper (2004 in Drachenfels 2012) (oben).

der Attribute ausgewählt: Die Biotopverbundfunktion ist gleich „Kernfläche“ und das Risiko des Funktionsverlustes ist gleich „geringes Risiko“. Diese Auswahl ergab den Ausgangspunkt für die Analyse mittels HABITAT-NET in Phase 5. Die Flächen werden als verbleibende Lebensraumflächen angenommen.

### Phase 5 – Bildung von Lebensraumnetzwerken nach Hänel (2007)

Der Algorithmus HABITAT-NET bildet anhand von gestuften Pufferfolgen Funktions- und Verbindungsräume, die als Suchräume für die Vernetzung dienen (FUCHS et al., 2010). Bei der Bildung von Biotopverbundsystemen stellt diese Methode den in der Praxis verwendeten Standard dar. Dieser Algorithmus prüft so die Connectivity, d. h. die Vernetzbarkeit der Flächen (Habitats in erreichbarer Distanz), und nicht die Connectedness, d. h. die direkte räumliche Verbundenheit (FUCHS et al., 2010). Die Funktionsweise des Algorithmus ist in HÄNEL (2007) beschrieben. Auf Grundlage der verbleibenden Flächen aus Phase 4 wurden folgende Pufferfolgen erstellt: 100 m, 250 m, 500 m. Abschließend erfolgte ein Abgleich der Funktionsräume mit den ursprünglichen Planungen sowie eine argumentative Abwägung der Klimaresilienz.

## Ergebnisse

Folgend werden die Ergebnisse der Methode am Beispiel des Landkreises Nienburg/Weser dargestellt. Kartografische Darstellungen beschränken sich dabei auf das Gebiet des Naturschutzgebietes Uchter Moor. Der im Südwesten des Landkreises gelegene 3 ha große Hochmoorkomplex stellt einen bedeutenden Feuchtlebensraum im Landkreis und eine Kernfläche des Biotopverbundes dar (NLWKN 2022, NLWKN 2018, LK NI 2020).

### Phase 1

In Phase 1 zeigen sich die schon zu vermutenden Klimaänderungen sehr deutlich. Nicht nur die Jahresdurchschnittstemperatur erhöht sich im Falle aller Szenarien, sondern auch die mittlere Temperatur der Monate. Zudem zeigen alle Szenarien eine Abnahme der Niederschlagsmenge. Besonders in den Sommermonaten ist eine drastische Abnahme des Niederschlags zu beobachten (vgl. Tabelle 2).

### Phase 2

Diese Werte wirken entsprechend auf die KWB. Allgemein ist mit zunehmender Intensität der Klimaänderungen eine Verringerung der KWB zu beobachten (vgl. Tabelle 3).

	Temperatur 01.10. bis 31.03.	Temperatur 01.04. bis 30.09.	Niederschlag 01.10. bis 31.03.	Niederschlag 01.04. bis 30.09.
Referenz	4,3 °C	14,3 °C	321 mm	353 mm
RCP 4.5	7,4 °C	17,6 °C	310 mm	328 mm
RCP 8.5	9,1 °C	19,8 °C	293 mm	237 mm

Tabelle 2: Veränderung der Durchschnittstemperatur und Niederschlags-summe für die angegebenen Zeiträume von Vegetationsruhe (01.10. – 31.03.) und Vegetationsperiode (01.04. – 30.09.) für den Zeitraum 2069 bis 2098 je Szenario in Relation zur Referenzperiode 1971 bis 2000.

	KWB der Vegetationsperiode	KWB der Vegetationsruhe
Referenz	-92 mm	203 mm
RCP 4.5	-144 mm	180 mm
RCP 8.5	-256 mm	157 mm

Tabelle 3: Gegenüberstellung der KWB der Referenzperiode (1971 bis 2000) mit den Werten der Szenarien (2069 bis 2098).

Anschließend wird das Trockenstressrisiko mittels der SWB beurteilt. Dabei zeigt sich die Zunahme des Trockenstressrisikos mit Zunahme der Intensität der Szenarien. Unter dem Szenario RCP 4.5 sind 49,9 % der Landkreisfläche dem „geringen Trockenstressrisiko“, unter dem Szenario RCP 8.5 sind 0 % dieser Risikostufe zuzuordnen. Der Anteil des „hohen Trockenstressrisikos“ steigt von 0,7 % (RCP 4.5) auf 18,1 % (RCP 8.5) der Landkreisfläche an.

### Phase 3

Nach der Zusammenführung der Empfindlichkeiten und des Trockenstressrisikos wird das Risiko des Funktionsverlustes durch Anwendung der Bewertungsmatrix vergeben. Dabei ergibt sich als Vergleichswert folgende Flächenbilanzierung der Referenzperiode: 98,6 % unterliegen einem „geringen Risiko“ des Funktionsverlustes. Das RCP 4.5 Szenario zeigt eine Abnahme des Anteils des „geringen Risikos“ auf 96,3 % (vgl. Abbildung 2). Diese Abnahme des Flächenanteils des „geringen Risikos“ ist am deutlichsten beim Szenario RCP 8.5 zu beobachten. Dieser sinkt auf 74,5 %. Das „hohe Risiko“ weist einen Flächenanteil von 3,3 % auf, das „sehr hohe Risiko“ einen Anteil von 3,9 %. Damit handelt es sich bei dem „sehr hohen Risiko“ in Relation zur Referenzperiode um einen Anstieg von 3,6 % und somit eine Verzehnfachung des Anteils von ca. 500 ha auf ca. 5.500 ha.

### Phase 4

Bezogen auf die Biotopverbundplanungen ist auffällig, dass die hohen Risikostufen des Funktionsverlustes in allen Fällen deutlich auf den Flächen der Planungen konzentriert sind. In dieser Phase



Abbildung 2: Gegenüberstellung des Flächenanteils der Risikostufen des Risikos des Funktionsverlustes aus Analysephase 4 für die Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 im Landkreis Nienburg/Weser.

erfolgt die Auswahl der „verbleibenden Flächen“ als Ausgangsflächen für die Phase 5. Die ursprüngliche Fläche der Kernflächen des Biotopverbunds beläuft sich auf 5.550 ha. Das Szenario RCP 4.5 zeigt eine Abnahme dieser Fläche um 41,27 %, das Szenario RCP 8.5 sogar um 97,01 %. Dadurch bleiben beim Szenario RCP 8.5 lediglich knapp 3 % der ursprünglichen Fläche bzw. 166 ha als Grundlage für Phase 5 übrig. Im Falle des NSG Uchter Moor verringert sich die Fläche sogar um 99,9 % (RCP 8.5) (vgl. Abbildung 3).

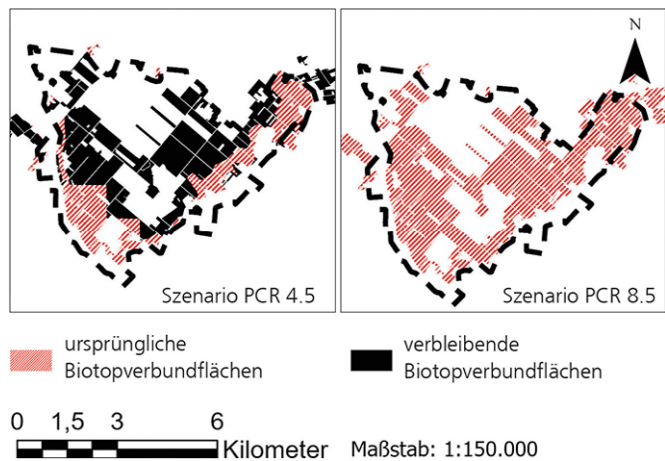


Abbildung 3: Reduktion der Fläche des Biotopverbund im NSG Uchter Moor als Ergebnis der Analysephase 4, Maßstab (im Original) 1:150.000. Die ursprüngliche Biotopverbundfläche ergibt sich aus den Planungen des LRP (Stand 2020). Die Reduktion bezieht sich auf den Berechnungszeitraum 2069 bis 2098.

### Phase 5

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der Phase 5 zeigt sich, dass beim RCP 4.5 Szenario die Funktionsräume der Distanz 500 m bereits einen Großteil der Flächen des Biotopverbundes abdecken (vgl. Abbildung 4). Dadurch lässt sich argumentativ die Klimaresilienz der Planungen unter diesem Szenario begründen. Beim Szenario RCP 8.5 ist dies nicht der Fall. Der Großteil der Flächen ist zwar beim Vergleich mit den Planungen der Funktion „vollständig erfüllt“ zuzuordnen, allerdings handelt es sich dabei nur um ein Zehntel der in den Biotopverbundplanungen für diese Biotopverbundfunktion vorgesehenen Fläche.

### Ergebniszusammenfassung

Es zeigt sich bereits in Phase 2, dass sich der Wasserhaushalt stark verändert und somit das Trockenstressrisiko zunimmt. Da besonders die Feuchtlebensräume dahingehend eine höhere Vulnerabilität aufweisen, zeigt sich hier ein „erhöhtes Risiko des Funktionsverlustes“. Dennoch zeigt die Analyse, dass beim Szenario RCP 4.5 die verbleibenden Kernflächen des Biotopverbundes in ihrer Habitatgröße und Lage zueinander bis zu der Distanzklasse 500 m vernetzt bleiben. Daher sind für dieses Szenario die Planungen als klimaresilient anzusehen. Für das Szenario RCP 8.5 zeigt die Analyse der Connectivity in Phase 5, dass die verbleibenden Flächen kaum miteinander vernetzt sind. Die Planungen sind unter diesem Szenario nicht als klimaresilient anzusehen. Allerdings stellt dieses Szenario die maximal möglichen Klimaänderungen dar.

### Resümee

Die vorgestellte Methode analysiert anhand der Klimaänderungen das Trockenstressrisiko, das Risiko des Funktionsverlustes und die Connectivity der Feuchtlebensräume im Landkreis. Das verwendete GIS-Modell ist das derzeit einzige, das in der Lage ist, die Resilienz von Biotopverbundplanungen unter Einfluss des Klimawandels zu überprüfen. Die damit gewonnenen und in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse sind daher von großem Wert für die Landschaftsrahmenplanung der Unteren Naturschutzbehörden, da auf dieser Basis Schwächen innerhalb der Planung identifiziert und Entwicklungsschwerpunkte festgelegt werden können. Die Methode basiert auf begründeten Setzungen, die zu diskutieren sind. Zu diesen Setzungen gehört u. a. die Verwendung der SWB zur Beurteilung der Trockenstresswahrscheinlichkeit sowie die Klassifikation dieser. Es ergeben sich somit Forschungslücken, die in weiteren Arbeiten untersucht werden müssen wie beispielsweise eine detaillierte Forschung zu dem Verdunstungsverhalten von Feuchtlebensräumen oder die Verwendung eines Bodenwasserhaushaltsmodells zur besseren Abschätzung des Trockenstresses und zum Ersatz der SWB. Dennoch stellt das hier präsentierte GIS-Modell eine praktikable Methode zur Überprüfung der Klimaresilienz von Biotopverbundplanungen dar, die grundsätzlich als Instrument zur Überprüfung solcher Planungen auf der Ebene des Landschaftsrahmenplans geeignet ist.

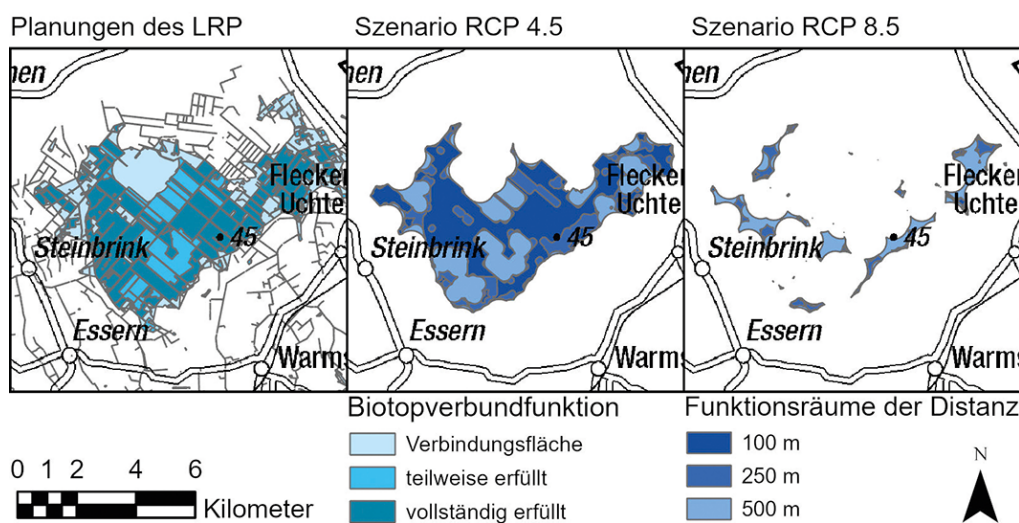


Abbildung 4: Gegenüberstellung der Analyseergebnisse und der ursprünglichen Planungen (© LK NI, 2023) des LRP als Basis für die argumentative Beurteilung der Klimaresilienz im NSG Uchter Moor, Maßstab (im Original) 1:150.000 (Links: Planungen des LRP, Stand 2020; Mitte: Ergebnisse für das Szenario RCP 4.5 für den Zeitraum 2069 bis 2098; Rechts: Ergebnisse für das Szenario RCP 8.5 für den Zeitraum 2069 bis 2098).

## Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei meinem Erstprüfer Prof. Dr. Stefan Taeger für die Unterstützung bei der Themenfindung und der Arbeit, die fachlichen Diskussionen und hilfreichen Anregungen bedanken. Außerdem möchte ich mich bei Dipl.-Ing. Britta Apelt für die Unterstützung meiner Arbeit als Zweitprüferin sowie dem Landkreis Nienburg/Weser für die Bereitstellung der Daten bedanken.

## Quellenverzeichnis

### Literatur- und Internetquellen

AUGUSTIN, S. & BRAUN, S. (2016). Der Wasserhaushalt der Waldböden. *Zürcher Wald*, 4/2016, [https://www.researchgate.net/publication/311678668\\_Der\\_Wasserhaushalt\\_der\\_Waldboden](https://www.researchgate.net/publication/311678668_Der_Wasserhaushalt_der_Waldboden).

BUG, J., HEUMANN, S., MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2020). Auswertungsmethoden im Bodenschutz: Dokumentation zur Methodendbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). *GeoBerichte*, 19. [https://doi.org/10.48476/geober\\_19\\_2020](https://doi.org/10.48476/geober_19_2020)

DIN 19685 (1997). *Klimatologische Standortuntersuchungen: Ermittlung der meteorologischen Größen*. Beuth Verlag.

ESSL, F. & RABITSCH, W. (2013). *Biodiversität und Klimawandel: Auswirkungen und Handlungsoptionen für den Naturschutz in Mitteleuropa*. Springer-Verlag.

HÄNEL, K. (2007). *Methodische Grundlagen zur Bewahrung und Wiederherstellung großräumig funktionsfähiger ökologischer Beziehungen in der räumlichen Umweltplanung: Lebensraumnetzwerke für Deutschland* [Dissertation, Universität Kassel]. [https://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/2007121319883/Dissertation\\_Kersten\\_Haenel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/2007121319883/Dissertation_Kersten_Haenel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

HEILAND, S., MENGEL, A., HÄNEL, K., GEIGER, B., ARNDT, P., REPPIN, N., WERLE, V., HOKEMA, D., HEHN, C. & MERTELMEYER, L. (2017). *Bundeskonzept Grüne Infrastruktur: Fachgutachten*.

JEDICKE, E. (2015). Biotopverbund zwischen Soll und Haben: Bilanz und Ausblick aus bundesweiter Sicht. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 47 (8/9). [https://www.nul-online.de/artikel.dll/nul-2015-08-233-240-1\\_gq4daobwhe4q.pdf](https://www.nul-online.de/artikel.dll/nul-2015-08-233-240-1_gq4daobwhe4q.pdf)

LANDKREIS NIENBURG/WESER (2020). *Landschaftsrahmenplan: Landkreis Nienburg/Weser*.

NLWKN (2018). Steckbrief Naturschutzgebiet „Uchter Moor“ | Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutzgebiete/steckbrief-naturschutzgebiet-uchter-moor-42099.html>

NLWKN (2022). Naturschutzgebiet „Uchter Moor“ | Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz. <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/naturschutzgebiete/naturschutzgebiet-uchter-moor-45001.html>

NLWKN (2023). *Stand der Erarbeitung von Landschaftsrahmenplänen | NDS. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz*. <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/stand-lrp/stand-der-erarbeitung-von-landschaftsrahmenplaenen-46174.html>

NMU (2016). *Landschaftsrahmenplan | Nds. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz*. [https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/natur\\_amp\\_landschaft/landschaftsplanung/landschaftsrahmenplan-147309.html](https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/natur_amp_landschaft/landschaftsplanung/landschaftsrahmenplan-147309.html)

PFEIFER, S., BATHIANY, S. & RECHID, D. (2002). *Klimaausblick Nienburg/Weser*. [https://share.hereon.de/index.php/s/6m2gCbCo-j2o2oCP/download?path=&files=gerics\\_klimaausblick\\_03256\\_version\\_1.0\\_deutsch.pdf](https://share.hereon.de/index.php/s/6m2gCbCo-j2o2oCP/download?path=&files=gerics_klimaausblick_03256_version_1.0_deutsch.pdf)

REICH, M., RÜTER, S., PRASSE, R., MATTHIES, S., WIX, N. & ULLRICH, K. (2012). *Biotopverbund als Anpassungsstrategie für den Klimawandel?: Ergebnisse des F+E-Vorhabens (FKZ 3508 85 0500) „Biotopverbund als Anpassungsstrategie für den Klimawandel?“* BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag.

SPELLMANN, H., ALBERT, M., SCHMIDT, M., SUTMÖLLER, J. & OVERBECK, M. (2011). *Waldbauliche Anpassungsstrategien für veränderte Klimaverhältnisse*. *AFZ-DerWald*, 11/2011, [https://www.researchgate.net/publication/303503363\\_Waldbauliche\\_Anpassungsstrategien\\_fur\\_veranderte\\_Klimaverhältnisse](https://www.researchgate.net/publication/303503363_Waldbauliche_Anpassungsstrategien_fur_veranderte_Klimaverhältnisse).

VON DRACHENFELS, O. (2012). *Einstufungen der Biotoptypen in Niedersachsen: Regenerationsfähigkeit, Wertstufen, Grundwasserabhängigkeit, Nährstoffempfindlichkeit, Gefährdung*. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, 1/2012.

WAGNER, M., SUTMÖLLER, J., SCHELER, B., EICHHORN, J., MEESENBURG, H., DAMMANN, I. & PAAR, U. (2021). *Klimafolgenmonitoring: Auswirkungen der extremen Witterung 2018 und 2019 auf die Waldbestände an forstlichen Bodendauerbeobachtungsflächen in Niedersachsen*. *GeoBerichte*, 39, [https://www.researchgate.net/publication/356174381\\_Klimafolgenmonitoring\\_Auswirkungen\\_der\\_extremen\\_Witterung\\_2018\\_und\\_2019\\_auf\\_die\\_Waldbestände\\_an\\_forstlichen\\_Bodendauerbeobachtungsflächen\\_in\\_Niedersachsen](https://www.researchgate.net/publication/356174381_Klimafolgenmonitoring_Auswirkungen_der_extremen_Witterung_2018_und_2019_auf_die_Waldbestände_an_forstlichen_Bodendauerbeobachtungsflächen_in_Niedersachsen).

WAGNER, M., SUTMÖLLER, J., SCHELER, B., EICHHORN, J., MEESENBURG, H., DAMMANN, I. & PAAR, U. (2021). *Klimafolgenmonitoring: Auswirkungen der extremen Witterung 2018 und 2019 auf die Waldbestände an forstlichen Bodendauerbeobachtungsflächen in Niedersachsen*. *GeoBerichte*, 39, [https://www.researchgate.net/publication/356174381\\_Klimafolgenmonitoring\\_Auswirkungen\\_der\\_extremen\\_Witterung\\_2018\\_und\\_2019\\_auf\\_die\\_Waldbestände\\_an\\_forstlichen\\_Bodendauerbeobachtungsflächen\\_in\\_Niedersachsen](https://www.researchgate.net/publication/356174381_Klimafolgenmonitoring_Auswirkungen_der_extremen_Witterung_2018_und_2019_auf_die_Waldbestände_an_forstlichen_Bodendauerbeobachtungsflächen_in_Niedersachsen).

### Geodaten

DWD – DEUTSCHER WETTERDIENST, Hrsg. (2023): *Climate Data Center*. [https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/) (letzter Zugriff am 24.09.2023).

LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE, Hrsg. (2023): *NIBIS-Kartenserver*. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/> (letzter Zugriff am 24.09.2023).

LBEG – LANDESAMT FÜR GEOINFORMATION UND LANDESVERMESSUNG NIEDERSACHSEN, Hrsg. (2023): *Digitales Geländemodell 1x1 m*. Hannover.

LK NI – LANDKREIS NIENBURG/WESER (2023), [www.lk-nienburg.de](http://www.lk-nienburg.de)

## Kontakt

Antonia Gnielka, B.Eng.  
Hochschule Osnabrück  
[antonia@gnielka.com](mailto:antonia@gnielka.com)

