



Wirtschaft.Wandel.Energie.

Wertschöpfung durch die Transformation zwischen Ems und Elbe

| Abschlussbericht

Erarbeitet im Auftrag von:



IHK ELBE-WESER

IHK LÜNEBURG
WOLFSBURGIndustrie- und Handelskammer
für Ostfriesland und PapenburgOldenburgische
Industrie- und HandelskammerIndustrie- und Handelskammer
Osnabrück - Emsland - Grafschaft BentheimAmt für regionale Landesentwicklung
LüneburgOLEC
Energie bewegt den Nordwesten

Erstellt durch:



Ansprechpartner:

Jonas Berndmeyer | jonas.berndmeyer@nefino.de | 0511546885-51

Gefördert durch:



Niedersachsen

Datum: 17.05.2026

Management Summary

Wirtschaft.Wandel.Energie – Wertschöpfung durch die Transformation zwischen Ems und Elbe | WWE-Studie – Abschlussbericht

Die Regionen Weser-Ems und Lüneburg legen mit der WWE-Studie erstmals eine gemeinsame, belastbare Datengrundlage für die Transformation hin zur Klimaneutralität vor. Getragen von einer breiten Allianz aus Industrie- und Handelskammern, Energieverbänden, Forschungseinrichtungen und Wasserstoffnetzwerken analysiert die Phase I der Studie die energie- und wirtschaftsrelevanten Strukturen, Infrastrukturen und Flächenpotenziale. Sie wurde von der Nefino GmbH erarbeitet und bildet die Grundlage für die Folgephasen.

Infrastrukturelle Ausgangslage (Ist-Stand)

Der Nordwesten zählt bereits heute zu den stärksten Erzeugungsregionen für Windenergie in Deutschland – onshore wie offshore. Zugleich gehört die Region zu den Regionen mit der höchsten installierten Leistung an Biogasanlagen bundesweit. Als Flächenland ist Niedersachsen durch eine dispersere Wirtschaftsstruktur geprägt, mit einzelnen industriellen Ankerpunkten in den Hafenstädten und entlang der Chemie- und Energieachsen, eingebettet in eine mittelständisch und agrarisch geprägte Raumstruktur.

Die Infrastruktur der Region geht weit über die Erzeugungsseite hinaus. Offshore-Netzverknüpfungspunkte, ein engmaschiges Hoch- und Höchstspannungsnetz sowie bedeutende Kavernenspeicherkapazitäten für Wasserstoff prägen das Bild. Redispatch-Maßnahmen im Zeitraum 2021–2026 dokumentieren einen strukturellen regionalen Stromüberschuss – insbesondere im Nordwesten. Mit einer bereits heute großskalig geplanten Elektrolysekapazität und einem Wasserstoff-Kernnetz, das insbesondere den Nordwesten als zentralen Einspeise- und Transitknoten positioniert, ist die Region infrastrukturell für die Wasserstoffwirtschaft außergewöhnlich gut aufgestellt. Ergänzt wird dieses Bild durch eine leistungsfähige Logistikinfrastruktur: Große Seehäfen, Binnenhäfen, Güterverkehrszentren, KV-Terminals und ein dichtes Straßen- und Schienennetz schaffen die Voraussetzungen für überregionale Wertschöpfungsketten und die Anbindung an nationale und internationale Märkte.

Energiewirtschaft im Wandel (Plan-Stand)

Die Region befindet sich in einer Phase beschleunigten Infrastrukturausbaus. Die Kavernenspeicherinfrastruktur für Wasserstoff wächst: Standorte im Testbetrieb gehen in den nächsten Jahren in den kommerziellen Betrieb über, weitere Projekte befinden sich in Planung und Genehmigung. Das Wasserstoff-Kernnetz wird bis 2033 erheblich verdichtet. Mehrere Großelektrolyseurprojekte entlang des Kernnetzes befinden sich in konkreter Planung. Parallel nimmt die Batteriespeicherinfrastruktur Fahrt auf: Eine wachsende Anzahl von BESS-Projekten schafft die netzseitige Flexibilität, die für die Integration der hohen geplanten Einspeisung aus Wind- und Solarenergie notwendig ist – und verknüpft Strom-, Speicher- und künftig auch Wasserstoffinfrastruktur zunehmend räumlich.

Auf der Flächenseite befinden sich derzeit viele Planungsregionen im Untersuchungsraum in der Neuaufstellung ihrer Regionalen Raumordnungsprogramme für die Windenergie. Die laufenden Verfahren werden voraussichtlich erhebliche neue Flächen für die Windenergie ausweisen und damit die Grundlage für einen weiteren Ausbau der Erzeugungskapazitäten bis 2033 und darüber hinaus legen.

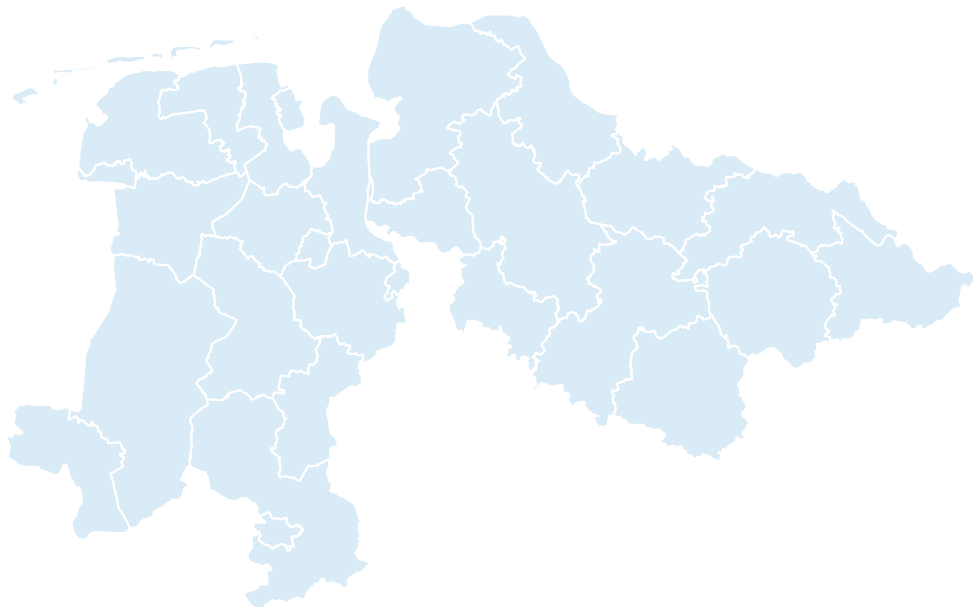
Wertschöpfung von morgen (Potenziale)

Die Windpotenzialanalyse zeigt, dass im Untersuchungsraum erhebliche Flächenpotenziale für den weiteren Ausbau der Onshore-Windenergie bestehen – sowohl auf bislang ungenutzten Flächen als auch durch Repowering bestehender Anlagen. Ein Großteil der aktuell betriebenen Windenergieanlagen ist voraussichtlich repoweringfähig, was eine deutliche Leistungssteigerung ohne zusätzliche Flächeninanspruchnahme ermöglicht. Ergänzend bestehen Potenziale für Freiflächen-PV, insbesondere im EEG-Korridor entlang von Autobahnen und Schienenwegen.

Das strategisch differenzierende Potenzial der Region liegt beim grünen Wasserstoff. Im Nordwesten des Untersuchungsraums schaffen die Kombination aus Offshore-Einspeisung, dichter Kernnetzanbindung sowie Hafen- und Industrienähe die Voraussetzungen für großskalige Elektrolyse. Im ArL-Amtsbezirk Lüneburg bietet sich ein anderes, aber ebenso schlüssiges Bild: Der Windausbau schreitet dort schneller voran als der Netzausbau, was strukturelle Stromüberschüsse erwarten lässt. Dezentrale Elektrolyse ist dabei nicht auf bestimmte Standorte beschränkt; überall dort, wo Stromverfügbarkeit, Wasserversorgung und lokale Abnahmestruktur zusammentreffen, entstehen wirtschaftlich tragfähige Standortbedingungen.

Grundlagen für Phasen II-IV

Die WWE-Studie Phase I schafft die räumliche und infrastrukturelle Wissensbasis, auf der fundierte wirtschaftliche und politische Entscheidungen aufbauen können. Phase II vertieft diese Grundlage: Sie quantifiziert die regionalen Wertschöpfungspotenziale entlang der Energiewertschöpfungskette, analysiert industrielle Nachfragepotenziale für grünen Wasserstoff und bewertet Ansiedlungspotenziale für energieintensive Industrien. Ziel ist es, Politik, Verwaltung und Wirtschaft konkrete Handlungsempfehlungen und Zukunftsszenarien für die Region an die Hand zu geben – und den Nordwesten als Wertschöpfungsraum der Energiewende zu positionieren.



Inhaltsverzeichnis

Management Summary.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis.....	6
Teil A: Einführung und Methodik.....	7
1. Einleitung.....	7
Teil B: Ist-Analyse – Bestandsaufnahme.....	12
2. Erzeugungsinfrastruktur.....	12
3. Netzinfrastuktur Strom.....	19
4. Netzinfrastuktur Erdgas und Wasserstoff.....	25
5. Speicher und Flexibilität.....	28
6. Wirtschaftsstruktur und Logistik.....	31
7. Telekommunikationsinfrastruktur.....	38
8. Bildungs- und Fachkräfteressourcen.....	40
Teil C: Geplante Entwicklungen – Projektpipeline.....	42
9. Erzeugungsinfrastruktur.....	42
10. Netzinfrastuktur Strom.....	50
11. Netzinfrastuktur Erdgas und Wasserstoff.....	52
12. Speicher und Flexibilität.....	54
13. Telekommunikationsinfrastruktur.....	56
Teil D: Potenziale.....	57
14. Windenergiepotenziale.....	57
15. Repoweringpotenziale.....	60
16. Solarenergiepotenziale.....	62
17. Tiefengeothermiepotenziale.....	64
18. Wasserstoffpotenziale.....	65
19. Netzinfrastuktur Strom.....	70
20. Synthese & Ausblick auf Folgephasen.....	71
Quellenverzeichnis.....	72
Anhang.....	73
A Datenquellen und -grundlagen.....	73
B Prämissengerüst Windpotenzialanalyse.....	80
C Prämissengerüst Solarpotenzialanalyse.....	81
D Prämissengerüst Wasserstoffpotenzialanalyse.....	84
E Scoring-Tabelle Logistikinfrastruktur.....	87
F Datengrundlagen Gewerbeflächen je Planungsregion.....	88
G QGIS-Projektdokumentation.....	90

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Untersuchungsraum.....	7
Abbildung 2: Initiatoren der Studie	8
Abbildung 3: Windenergieanlagen Onshore (Raster)	13
Abbildung 4: Windenergieanlagen Offshore (Raster).....	14
Abbildung 5: FFPV-Anlagen (Raster).....	15
Abbildung 6: Dach-Photovoltaikanlagen (Raster)	16
Abbildung 7: Biogasanlagen (Raster).....	17
Abbildung 8: Tiefengeothermie-Projekte	18
Abbildung 9: Stromnetzinfrastruktur	20
Abbildung 10: Redispatch – Datenverfügbarkeit.....	21
Abbildung 11: Redispatch – Umspannwerke	22
Abbildung 12: Redispatch 2021-03/2026 (Heatmap)	22
Abbildung 13: Netzausbaupläne der Verteilnetzbetreiber bis 2028.....	23
Abbildung 14: Netzentwicklungspläne bis 2028 der Übertragungsnetzbetreiber	24
Abbildung 15: Erdgasnetz (Raster).....	25
Abbildung 16: Wasserstoff-Infrastruktur - Kernnetz, PtG-Projekte & T-Stücke.....	27
Abbildung 17: Speichereinfrastuktur	29
Abbildung 18: Backup-Systeme und Großkraftwerke	30
Abbildung 19: Energieintensive Industriestandorte	32
Abbildung 20: Geplante Industrieansiedlungen und Werkserweiterungen	33
Abbildung 21: Industrie- und Gewerbeflächen (Raster)	34
Abbildung 22: Verfügbare Gewerbeflächen - Vorbehaltsgebiete Industrie und Gewerbe	35
Abbildung 23: Logistik-Infrastruktur (standortscharf)	36
Abbildung 24: Logistik-Infrastruktur Schwerpunkte(Raster)	37
Abbildung 25: Verkehrs- und Logistikinfrastruktur.....	37
Abbildung 26: Telekommunikationsinfrastruktur	39
Abbildung 27: Universitäten, Ausbildungsstätten und Forschungseinrichtungen	40
Abbildung 28: Vorranggebiete Windenergie - rechtsgültig (Raster).....	44
Abbildung 29: Vorranggebiete Windenergie - im Entwurf (Raster).....	45
Abbildung 30: Flächenbeitragswert Windenergie [%]	45
Abbildung 31: Planungsregionen in RROP-Neuaufstellung	46
Abbildung 32: Planungsregister Windenergie	47
Abbildung 33: Planstatus Solar	48
Abbildung 34: Planungsregister Solar.....	49
Abbildung 35: Netzausbaupläne der Verteilnetzbetreiber bis 2033.....	50
Abbildung 36: Netzentwicklungspläne bis 2033 der Übertragungsnetzbetreiber	51
Abbildung 37: Wasserstoff-Infrastruktur (geplant) - Kernnetz, PtG-Projekte & T-Stücke	53
Abbildung 38: Planungsregister BESS	54
Abbildung 39: Wasserstoffspeicher (geplant).....	55
Abbildung 40: Telekommunikationsinfrastruktur (geplant).....	56
Abbildung 41: Flächenpotenziale Windenergie (Raster)	58
Abbildung 42: Installierbare Leistung Windenergie - Referenz-Windenergieanlage (Raster)	59
Abbildung 43: Energieertragspotenzial Windenergie Referenz-Windenergieanlage (Raster)	59
Abbildung 44: Repoweringpotenzial in Prozent (Raster)	61
Abbildung 45: FFPV-Potenzial innerhalb des EEG-Korridors (Raster).....	63
Abbildung 46: Energieertragspotenzial FFPV innerhalb des EEG-Korridors (Raster).....	63
Abbildung 47: Tiefengeothermiefpotenziale – Erlaubnisfelder	64
Abbildung 48: Vorgehen Wasserstoff-Potenzialanalyse.....	65
Abbildung 49: Methodik Wasserstoff-Potenzialanalyse	66
Abbildung 50: Wasserstoffpotenziale 10 MW Elektrolyse an Hochspannungsumspannwerken	68
Abbildung 51: Wasserstoffpotenziale 100 MW Elektrolyse an Höchstspannungs- Umspannwerken.....	69
Abbildung 52: Netzausbaupläne der Verteilnetzbetreiber bis 2045.....	70

Abkürzungsverzeichnis

BAFA – Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

BasisDLM – Digitales Basislandschaftsmodell

BESS – Battery Energy Storage System (Batteriespeichersystem)

BImSchG – Bundes-Immissionsschutzgesetz

DEHSt – Deutsche Emissionshandelsstelle

EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz

FFPV – Freiflächen-Photovoltaikanlage

FNP – Flächennutzungsplan

FNB Gas – Fernleitungsnetzbetreiber Gas

GVZ – Güterverkehrszentrum

IED – Industrial Emissions Directive (Industrie-Emissionsrichtlinie)

IXP – Internet Exchange Point (Internetknoten)

KRW – Konfliktrisikowert (WINNIEPOT)

KV-Terminal – Kombiniertes-Verkehr-Terminal

LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Niedersachsen)

MaStR – Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur)

ML – Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

MW / MWp – Megawatt / Megawatt peak

NAP – Netzausbauplan (Verteilnetzbetreiber)

NEP – Netzentwicklungsplan (Übertragungsnetzbetreiber)

NKlimaG – Niedersächsisches Klimaschutzgesetz

NPort – Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG

PPA – Power Purchase Agreement

PtG / PtX – Power-to-Gas / Power-to-X

RRÖP – Regionales Raumordnungsprogramm

UVP – Umweltverträglichkeitsprüfung

UVPG – Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung

VNB – Verteilnetzbetreiber

VRG – Vorranggebiet

VBG – Vorbehaltsgebiet

WINNIEPOT – Landesweite Flächenpotenzialanalyse für Windenergie an Land in Niedersachsen (Fraunhofer IEE / Bosch & Partner 2023)

WSI – Wasserverfügbarkeitsindex

ÜNB – Übertragungsnetzbetreiber

Teil A: Einführung und Methodik

1. Einleitung

1.1. Hintergrund und Zielsetzung

Die Region Weser-Ems und Lüneburg zählt bundesweit zu den bedeutendsten Standorten für die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien. Als bedeutender Überschussproduzent erneuerbarer Energien verfügt die Region über großes wirtschaftliches Entwicklungspotenzial durch die Verknüpfung von Energieproduktion, verfügbaren Gewerbeflächen und bestehender Infrastruktur. Die vorhandenen energetischen, wirtschaftlichen und räumlichen Ressourcen sind bislang nicht systematisch erfasst und bewertet worden. Mit der Wertschöpfungspotenzialstudie sollen diese Ressourcen erstmals umfassend dokumentiert werden, um das volle Potenzial der Region sowohl nach innen (regionale Akteure, Kommunen, Unternehmen, Politik) als auch nach außen (Investoren, übergeordnete politische Ebene) sichtbar zu machen.

1.2. Einordnung in das Gesamtprojekt

Die Studie gliedert sich in vier Phasen:

- **Phase I: Deskriptive Regionalanalyse (Ist-Analyse)**
- Phase II: Wertschöpfungsketten
- Phase III: Handlungsempfehlungen und Roadmap
- Phase IV: Kommunikative Nutzung

1.3. Untersuchungsraum und funktionale Cluster

Räumliche Abgrenzung

Der Untersuchungsraum umfasst die Amtsbezirke Weser-Ems und Lüneburg der Ämter für regionale Landesentwicklung mit insgesamt 28 Gebietskörperschaften.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen



ABBILDUNG 1: UNTERSUCHUNGSRAUM

Untersuchungsraum			
Kreisfreie Stadt Emden	Kreisfreie Stadt Oldenburg	Kreisfreie Stadt Osnabrück	Kreisfreie Stadt Wilhelmshaven
Landkreis Ammerland	Landkreis Aurich	Landkreis Celle	Landkreis Cloppenburg
Landkreis Cuxhaven	Landkreis Delmenhorst	Landkreis Emsland	Landkreis Friesland
Landkreis Grafschaft Bentheim	Landkreis Harburg	Landkreis Heidekreis	Landkreis Leer
Landkreis Lüchow-Dannenberg	Landkreis Lüneburg	Landkreis Oldenburg	Landkreis Osnabrück
Landkreis Osterholz	Landkreis Rotenburg (Wümme)	Landkreis Stade	Landkreis Uelzen
Landkreis Vechta	Landkreis Verden	Landkreis Wesermarsch	Landkreis Wittmund

Funktionale Cluster

Die regionale Abgrenzung folgt nicht allein administrativen Grenzen, sondern berücksichtigt funktionale Cluster und bestehende Netzwerkstrukturen:

- Strategierat Energie Weser-Ems
- Wasserstoffnetzwerk Nordostniedersachsen (H2.N.O.N)
- Net Zero Valley
- Metropolregion Nordwest
- Powerhouse Nord

Diese Cluster-Perspektive ermöglicht eine realistische Abbildung wirtschaftlicher und energetischer Verflechtungen über administrative Grenzen hinweg und ist für die spätere Ableitung von Wertschöpfungsketten (Phase II) von zentraler Bedeutung.

Legende

□ Niedersachsen

Initiatoren der Studie

■ Industrie- und Handelskammern

■ Strategierat Weser-Ems

■ H2.N.O.N

● LEE Niedersachsen/Bremen

● efzn

● OLEC

● Powerhouse Nord

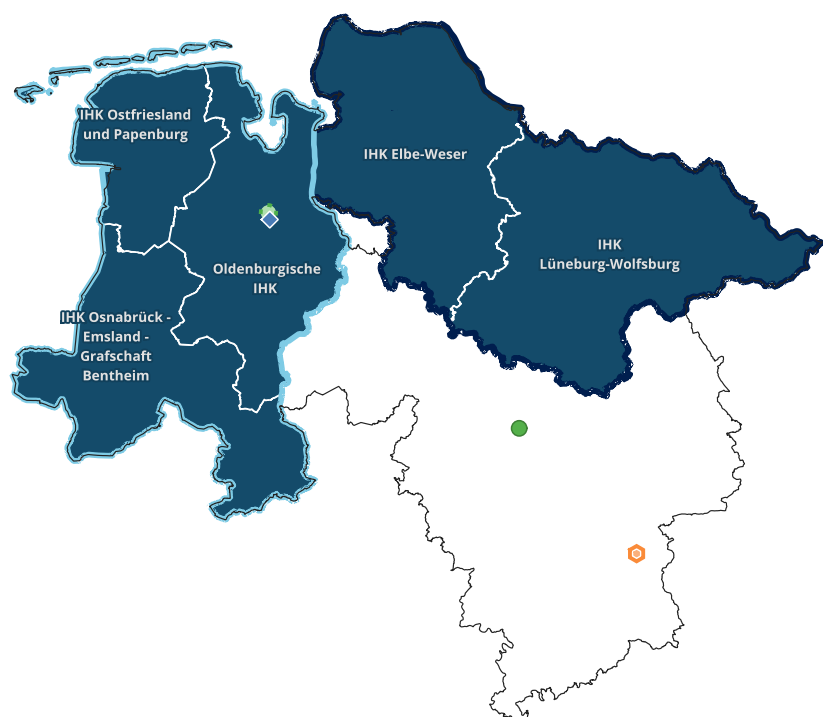


ABBILDUNG 2: INITIATOREN DER STUDIE

1.4. Methodischer Ansatz

Die WWE-Studie kombiniert eine umfassende Bestandsaufnahme der regionalen Energieinfrastruktur mit einer systematischen Potenzialanalyse. Methodische Grundlage ist ein GIS-basierter Ansatz, der räumliche Daten aus öffentlichen Registern, Netzausbauplänen und eigenen Erhebungen integriert und für den gesamten Untersuchungsraum einheitlich auswertet.

Zeitliche Planungshorizonte

Die Datenerhebung und Analyse berücksichtigt drei zeitliche Planungshorizonte zur systematischen Bewertung der Entwicklungsperspektiven, die sich an den Planungshorizonten der Netzausbaupläne orientieren. Diese Struktur ermöglicht eine zeitlich differenzierte Betrachtung.

Horizont	Bezeichnung	Inhalt
2028	Ist-Stand	Bestehende Strukturen und Infrastrukturen
2033	Plan-Stand	Geplante Projekte, Genehmigungsverfahren, angekündigte Ansiedlungen
2040/2045	Potenziale	Technische und erschließbare Potenziale im Kontext der Klimaneutralitätsziele

Der Doppelhorizont 2040/2045 trägt zwei unterschiedlichen Zielrahmen Rechnung: Niedersachsen hat sich das Ziel der Klimaneutralität bis 2040 gesetzt; die Netzausbaupläne der Übertragungsnetzbetreiber orientieren sich am bundesweiten Zieljahr 2045. Beide Perspektiven werden in der Potenzialanalyse berücksichtigt.

Datengrundlagen und Datenerhebung

Die Datenbasis der Studie stützt sich auf öffentliche Register und Planungsdokumente – darunter das Marktstammdatenregister (MaStR) der Bundesnetzagentur, Netzentwicklungspläne der Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber, regionale Raumordnungsprogramme (RRÖP) sowie fachspezifische Datenbanken wie DEHSt, BAFA und das UVP-Portal.

Ergänzend wurden folgende Nefino-eigene Softwarelösungen eingesetzt:

Nefino.LI Geo: GIS-Plattform zur Flächenanalyse und räumlichen Konsolidierung von Geodaten. Die Anwendung bietet Zugriff auf mehr als 5.000 Ursprungsdatensätze in 37 Datenclustern – von Naturschutz über Netzinfrastruktur bis Regionalplanung – und ermöglicht standardisierte Pufferungen und Flächenverschneidungen.

Nefino.LI News: KI-gestützter Informationshub zur tagesaktuellen Erfassung energierelevanter Projektmeldungen. Die Plattform aggregiert automatisch Informationen aus kommunalen Ratsinformationssystemen, Planungsportalen, Amtsblättern und Branchenmedien und macht sie räumlich referenziert nutzbar.

Nefino Planungsregister: Strukturiertes Register geplanter Wind- und Solarprojekte auf Basis öffentlich zugänglicher Planungs- und Genehmigungsunterlagen. Es ermöglicht eine systematische Erfassung des Projektstands nach Gemeinde, Planungsregion und Verfahrensstatus.

Die Bereitstellung erfolgt im Geodatenformat. Die Standortgenauigkeit variiert dabei je nach Datensatz – von koordinatenscharfen Datenpunkten bis hin zu gemeindeschaffen Aggregatwerten. Eine Übersicht aller erfassten Datensätze einschließlich Quellen und Standortgenauigkeit findet sich in Anhang A.

Hinweis zum Verhältnis von MaStR-Planungsanlagen und Planungsregister: Das Marktstammdatenregister erfasst neben Anlagen in Betrieb auch Anlagen, die zum Datenstand registriert,

aber noch nicht in Betrieb genommen sind (Status „in Planung“). Da diese Anlagen bereits über eine Genehmigung verfügen oder sich im Genehmigungsverfahren befinden, werden sie dem Ist-Stand zugeordnet und in den entsprechenden Layern separat ausgewiesen. Sie sind nicht mit dem Planungsregister aus Teil C gleichzusetzen, das auf Basis von Nefino.LI News eine breitere Projektpipeline abbildet und auch Vorhaben in frühen Planungsstadien ohne MaStR-Eintrag umfasst. Eine Doppelzählung zwischen beiden Datensätzen ist möglich und bei der Interpretation der Gesamtzahlen zu berücksichtigen.

GIS-Architektur und Visualisierung

Alle Daten werden in einem einheitlichen QGIS-Projekt aufbereitet, das als eigenständiger Liefergegenstand dieser Studie bereitgestellt wird. Die Layerarchitektur folgt den drei Zeithorizonten und den thematischen Clustern des Berichts, sodass Berichtsstruktur und GIS-Projekt direkt aufeinander abgestimmt sind. Eine Anleitung zur Installation und Nutzung des QGIS-Projekts findet sich in Kapitel 21.

Das GIS-System wird entlang zweier Dimensionen strukturiert: der zeitlichen Dimension (Zeithorizonte) und der thematischen Dimension (Cluster). Diese Matrix-Struktur ermöglicht eine flexible, bedarfsorientierte Nutzung der Daten für unterschiedliche Fragestellungen und Nutzergruppen.

Dimension	Ist-Stand 2028	Plan-Stand 2033	Potenziele 2040/2045
Erzeugungsinfrastruktur	Bestandsanlagen Wind, Solar, Biomasse, Tiefengeothermie	Planungsregister Wind & Solar, VRG Windenergie, genehmigte Projekte	Windenergie-, Solar- und Repowering-Potenziele, Tiefengeothermie
Netzinfrastruktur Strom	Übertragungs- und Verteilnetz, Umspannwerke, Redispatch-Maßnahmen, Netzausbaupläne 2028	Netzausbauvorhaben, geplante Umspannwerke, Netzausbaupläne 2033	Netzausbaupläne 2045
Netzinfrastruktur Gas & Wasserstoff	Gasnetz, bestehende H ₂ -Infrastruktur	H ₂ -Kernnetz, Planungsregister H ₂ , geplante Leitungen und T-Stücke	H ₂ -Standortpotenziale (Elektrolyse)
Speicher & Flexibilität	Kavernenspeicher, Batteriespeicher	Kavernenspeicher, Planungsregister BESS	–
Wirtschaftsstruktur & Logistik	Energieintensive Unternehmen, GVZ, KV-Terminals, Häfen, bestehende Gewerbeflächen, Geplante Ansiedlungen	verfügbare Gewerbeflächen	–
Telekommunikation	Glasfaser-Backbone, Rechenzentren, Internet-Knotenpunkte	Geplanter Netzausbau Glasfaser	–
Bildung & Fachkräfte	Universitäten, Forschungseinrichtungen	–	–

Die räumliche Visualisierung der Ergebnisse erfolgt primär in einem hexagonalen Raster. Diese Darstellungsform aggregiert Einzeldaten in einheitlichen Rasterzellen und ermöglicht einen übersichtlichen, flächendeckenden Vergleich über den gesamten Untersuchungsraum – unabhängig von administrativen Grenzen und ohne Rückschlüsse auf einzelne Standorte oder Flächenwerte. Ausgewählte Datensätze von besonderer strategischer Bedeutung werden ergänzend in höherer räumlicher Detailtiefe ausgewiesen. Weitere Datensätze können für die Folgephasen der Studie bei Nefino angefordert werden.

1.5. Hinweise zur Datenqualität

Die in dieser Studie verwendeten Daten stammen aus öffentlich zugänglichen Registern, Planungsunterlagen und eigenen Erhebungen. Trotz sorgfältiger Recherche und Aufbereitung kann die Vollständigkeit, Aktualität und Richtigkeit der Daten nicht in allen Fällen garantiert werden. Einzelne Datensätze unterliegen strukturellen Einschränkungen hinsichtlich ihrer räumlichen Genauigkeit oder Informationstiefe, die im jeweiligen Kapitel ausgewiesen sind. Die dargestellten Informationen dienen der regionalen Übersicht und Analyse; sie ersetzen keine behördlichen Auskünfte, Planfeststellungsunterlagen oder sonstige rechtsverbindliche Quellen. Eine Haftung für die Verwendung der Daten durch Dritte wird ausgeschlossen.

Der allgemeine Datenstand der Studie ist der **17. April 2026**.

1.6. Projektbeteiligte und Abstimmungsprozess

Datum	Format	Teilnehmerkreis
17.12.2025	Kickoff	Auftraggeber und Initiatoren
30.01.2026	Jour Fixe 1	Auftraggeber und Initiatoren
20.02.2026	Jour Fixe 2	Auftraggeber und Initiatoren
25.02.2026	Vorstellung WWE-Studie	Landkreise Region Lüneburg
11.03.2026	Vorstellung WWE-Studie	Landkreise Region Weser-Ems
12.03.2026	Fachgespräch Geothermie	GeoEnergy Celle
13.03.2026	Jour Fixe 3	Auftraggeber und Initiatoren
27.03.2026	Fachgespräch Gewerbeflächen	Regionale Wirtschaftsförderungen (kleine Runde)
17.04.2026	Jour Fixe 4	Auftraggeber und Initiatoren

Teil B: Ist-Analyse – Bestandsaufnahme

Teil B dokumentiert die Datenerhebung der Ist-Analyse und gibt einen strukturierten Überblick über die erfassten (Energie-)Infrastrukturen, Wirtschaftsstrukturen und räumlichen Grundlagen im Untersuchungsraum. Die Darstellung folgt der in Teil A beschriebenen thematischen Layerarchitektur und bildet die Datenbasis für alle nachfolgenden Analyseschritte.

2. Erzeugungsinfrastruktur

Dieses Kapitel dokumentiert die im Untersuchungsraum erfassten Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie auf Basis des Marktstammdatenregisters (MaStR) der Bundesnetzagentur sowie ergänzender GIS-Analysen. Erfasst wurden Windenergieanlagen onshore und offshore, Freiflächen- und Dach-Photovoltaikanlagen, Biogasanlagen sowie Geothermieprojekte. Wasserkraft und Solarthermie spielen im Untersuchungsraum keine relevante Rolle und werden daher nicht gesondert ausgewiesen.

2.1. Windenergieanlagen Onshore

Mit Abstand die bedeutendste Erzeugungstechnologie im Untersuchungsraum ist die Windenergie an Land. Die Region zählt zu den windkraftintensivsten in Deutschland und weist eine langjährig gewachsene Anlagenstruktur auf, die sowohl ältere Bestandsanlagen als auch neuere (Repowering-)Projekte umfasst.

Kennzahl	Wert
Anzahl Anlagen	4620
Installierte Leistung	9842 MW
Durchschnittliche Leistung je Anlage	2,13 MW
Durchschnittliche Nabenhöhe	93 m
Durchschnittlicher Rotordurchmesser	81 m

Die Altersstruktur der Bestandsanlagen gibt Aufschluss darüber, in welchem Umfang und in welchen Zeiträumen Repowering-Maßnahmen bis 2040/2045 zu erwarten sind. Die folgende Tabelle gliedert den Anlagenbestand nach dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme in 5-Jahres-Schritten.

Inbetriebnahme	Anzahl Anlagen	Installierte Leistung
vor 1995	246	70 MW
1995–1999	522	351 MW
2000–2004	1086	1620 MW
2005–2009	718	1338 MW
2010–2014	660	1603 MW
2015–2019	1019	3096 MW
2020–2024	290	1328 MW
ab 2025	79	436 MW
In Planung / im Bau	818	4984 MW

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Windenergieanlagen in Betrieb (onshore)
- installierte Leistung [MW]

-  0
-  0 - 10
-  10 - 20
-  20 - 30
-  30 - 40
-  40 - 50
-  50 - 60
-  60 - 70
-  70 - 80
-  90 - 100
-  100 - 110



ABBILDUNG 3: WINDENERGIEANLAGEN ONSHORE (RASTER)

2.2. Windenergieanlagen Offshore

Erfasst wurden alle Offshore-Windenergieanlagen mit Netzverbindungen in den Untersuchungsraum.

Kennzahl	Wert
Anzahl Anlagen	841
Installierte Leistung	5190 MW
Durchschnittliche Leistung je Anlage	6,2 MW

Legende

□ Planungsregionen

□ Niedersachsen

Windenergieanlagen in Betrieb (offshore)
- installierte Leistung [MW]

- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- 50 - 60
- 60 - 70
- 70 - 80
- 80 - 90

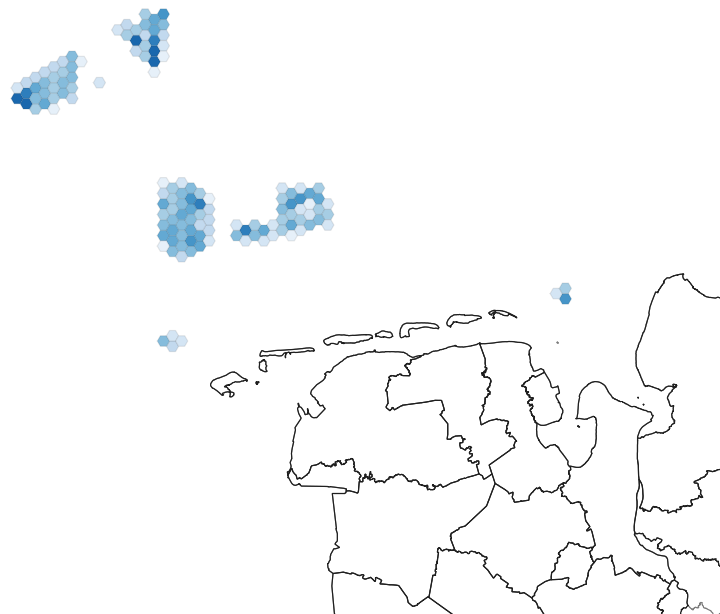


ABBILDUNG 4: WINDENERGIEANLAGEN OFFSHORE (RASTER)

2.3. Freiflächen-Photovoltaikanlagen

Freiflächen-Photovoltaikanlagen haben im Untersuchungsraum in den vergangenen Jahren stark an Bedeutung gewonnen.

Kennzahl	Wert
Anzahl Anlagen	415
Installierte Leistung gesamt	1054 MWp
Durchschnittliche Anlagengröße	2,54 MWp

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

Freiflächen-Photovoltaikanlagen
- installierte Leistung [MW]

- 0
- 0 - 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- >50

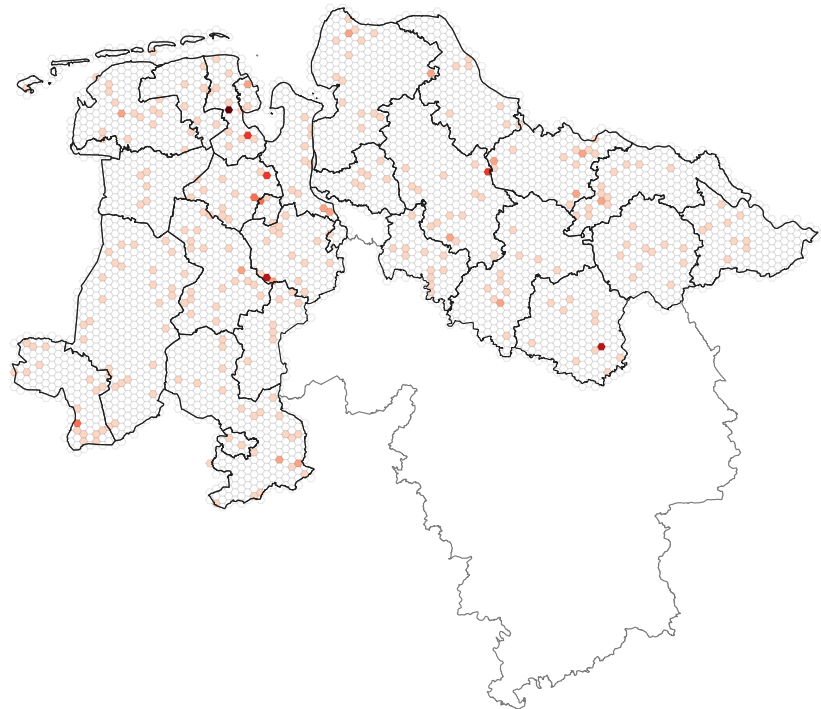


ABBILDUNG 5: FFPV-ANLAGEN (RASTER)

2.4. Dach-Photovoltaikanlagen

Dach-Photovoltaikanlagen liegen nicht koordinatenscharf im MaStR vor, sondern werden der jeweiligen Gemeinde zugeordnet. Die installierte Leistung der Anlagen wurde daher auf Gemeindeebene aggregiert. Anschließend wurden die Daten anhand der Gemeindefläche flächennormiert.

Kennzahl	Wert
Anzahl Anlagen	298925
Installierte Leistung gesamt	5907 MWp
Durchschnittliche installierte Leistung je Anlage	19,76 kWp

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Dach-Photovoltaikanlagen
- installierte Leistung pro Hektar
[kWp/ha] je Gemeinde

-  0
-  0 - 1
-  1 - 2
-  2 - 3
-  3 - 4
-  4 - 5
-  5 - 6
-  6 - 7
-  7 - 8
-  8 - 9
-  >9

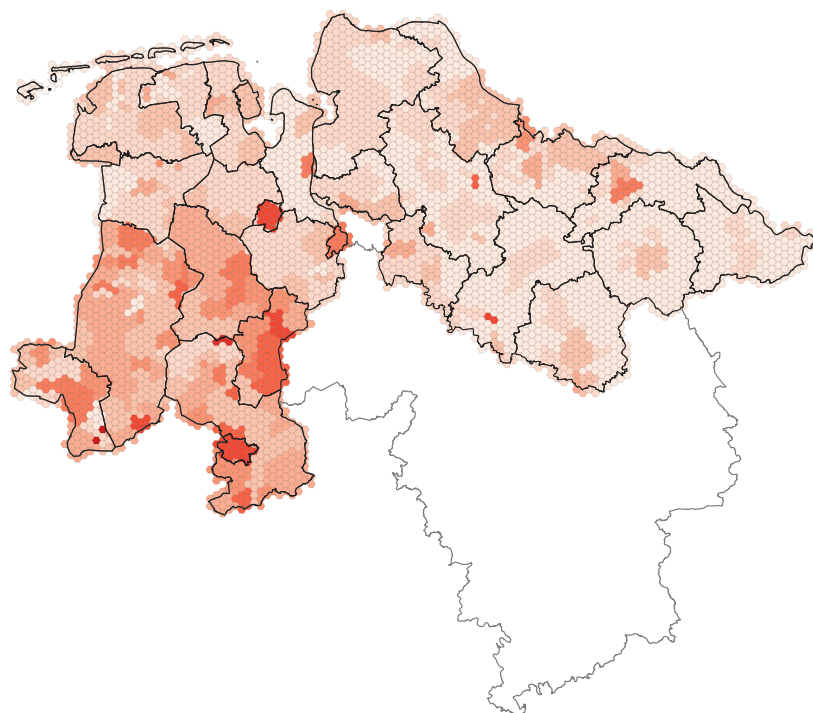


ABBILDUNG 6: DACH-PHOTOVOLTAIKANLAGEN (RASTER)

2.5. Biogasanlagen

Biogasanlagen stellen im Untersuchungsraum – geprägt durch intensive Landwirtschaft – einen wesentlichen Bestandteil der erneuerbaren Erzeugungsinfrastruktur dar. Im Untersuchungsraum werden zwei komplementäre Datensätze zur Biogasinfrastruktur ausgewiesen. Der erste Datensatz umfasst Biogasproduktionsstandorte, die auf Basis der Methodik des Projekts H2-FEE durch Verknüpfung verschiedener Datenquellen identifiziert wurden (Datenstand: 2024). Der zweite Datensatz bildet Stromerzeugungsstandorte auf Basis des Marktstammdatenregisters (MaStR) ab. Hierunter fallen Blockheizkraftwerke (BHKW) und vergleichbare Anlagen, die Strom aus Biogas oder Klärgas erzeugen. Da Stromerzeugungsstandorte räumlich von den zugehörigen Produktionsstandorten abweichen können, werden beide Datensätze separat ausgewiesen und ermöglichen so eine differenzierte Betrachtung der regionalen Biogaswertschöpfungskette. Gaserzeugungsstandorte für Biomethan sind ebenfalls im Untersuchungsraum vorhanden. Im Marktstammdatenregister werden 29 Anlagen aufgeführt.

Kennzahl	Wert
Anzahl Biogasanlagen (Produktionsstandorte)	1290
Anzahl Stromerzeugungsanlagen	3073
Installierte Leistung	1300 MW

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Biogasanlagen
- installierte Leistung [MW]
- 0
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- >25

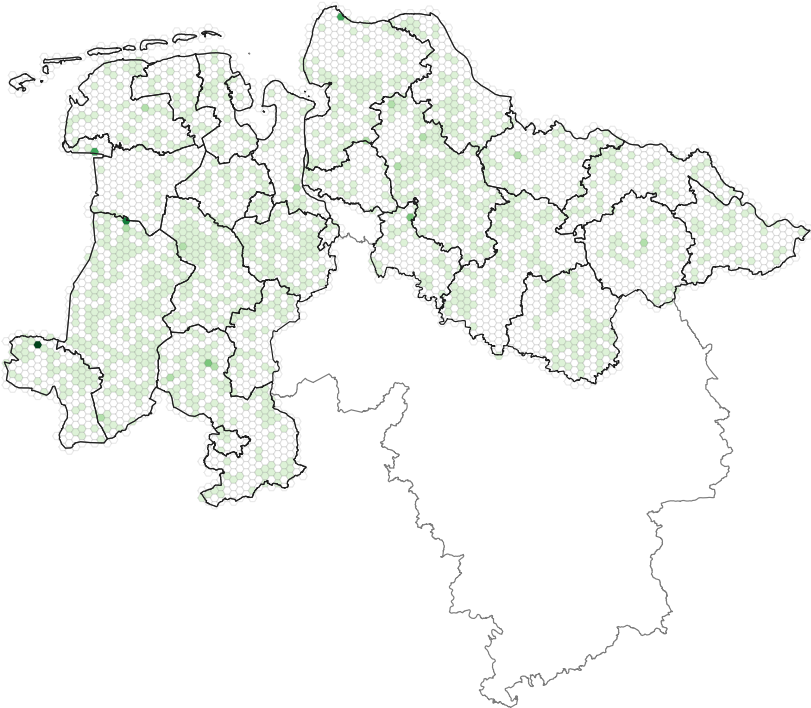


ABBILDUNG 7: BIOGASANLAGEN (RASTER)

2.6. Tiefengeothermie

Im Untersuchungsraum befinden sich einzelne Tiefengeothermie-Projekte, die aufgrund ihrer strategischen Bedeutung standortscharf ausgewiesen werden. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die erfassten Projekte.

Standort	Status
Ahnsbeck	Testbohrung erfolgt. Theoretisch bereit für die Nutzung
Bad Bevensen	Projekt wurde wieder aufgenommen
Horstberg	Forschungsprojekt
Munster	Erste Bohrung erfolgt. Zweite Bohrung im Bau für Nutzung.

Legende

- Niedersachsen
- Planungsregionen
- ◆ Tiefengeothermie-Projekte



ABBILDUNG 8: TIEFENGEOOTHERMIE-PROJEKTE

3. Netzinfrastuktur Strom

Dieses Kapitel dokumentiert die Stromnetzinfrastuktur im Untersuchungsraum. Erfasst wurden das Hoch- und Höchstspannungsnetz (110 kV bis 380 kV), die zugehörigen Umspannwerke sowie Redispatch-Maßnahmen als Indikator für Netzengpässe. Das Mittelspannungsnetz ist nicht Bestandteil dieser Studie, da es für die überregionale Analyse der Energieinfrastruktur und die Standortbewertung von Elektrolyseuren und größeren Industrieansiedlungen keine ausschlaggebende Rolle spielt; entsprechende Daten können bei Bedarf für die Folgephasen bei Nefino angefragt werden.

3.1. Stromnetz und Umspannwerke

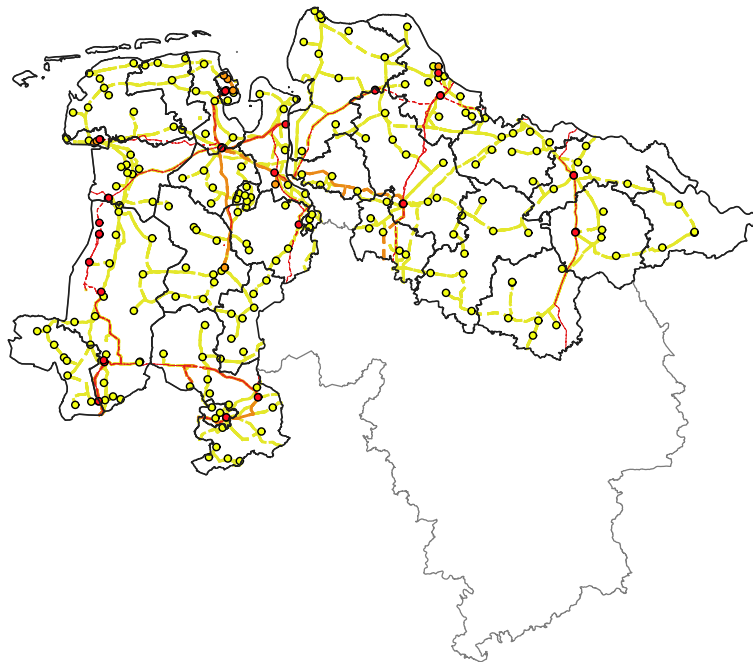
Das Hoch- und Höchstspannungsnetz (110 kV bis 380 kV) bildet das Rückgrat der Stromversorgung und Einspeisung im Untersuchungsraum. Der gesamte Untersuchungsraum wird durch TenneT als Übertragungsnetzbetreiber versorgt. Auf Verteilnetzebene sind mehrere Netzbetreiber tätig, darunter Avacon und Westnetz, die auch für die Netzausbaupläne im Untersuchungsraum zuständig sind. Angesichts der hohen installierten Erzeugungsleistung aus erneuerbaren Energien – insbesondere Windenergie onshore und offshore – kommt der Netzinfrastuktur eine zentrale Rolle für den Abtransport und die Verteilung des erzeugten Stroms zu. In die Darstellung einbezogen sind ausschließlich Anlagen der Typen *distribution* (Verteilnetz-Umspannwerke), *transmission* (Übertragungsnetz-Übergabepunkte) und *substation* (ohne explizite Typzuordnung). Umspannwerke für Bahnstrom, Industrie- und Kraftwerksanschlüsse wurden ausgeschlossen, da sie keine öffentlichen Netzanschlusspunkte im Sinne der Analyse darstellen.

Für jedes Umspannwerk liegen ergänzend Verknüpfungsdaten vor, die eine räumliche Zuordnung der angeschlossenen Erzeugungsanlagen (Windenergieanlagen, Freiflächen-PV, Biogasanlagen) ermöglichen. Die Daten liegen für alle Umspannwerke mit Redispatch-Maßnahmen vor und können bei Bedarf für einzelne Standorte bereitgestellt werden.

Netzbetreiber	Netzebene	Versorgungsgebiet
TenneT	Übertragungsnetz	Gesamter Untersuchungsraum
Avacon	Verteilnetz (Hochspannung)	Großteil des Untersuchungsraums
Westnetz	Verteilnetz (Hochspannung)	Bad Bentheim, LK und Stadt Osnabrück, teilweise LK Emsland und LK Vechta

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Netzinfrastruktur Strom
 - Umspannwerk 380 kV
 - Umspannwerk 220 kV
 - Umspannwerk 110 kV
 - Stromnetz 380 kV
 - Stromnetz 220 kV
 - Stromnetz 110 kV

**ABBILDUNG 9: STROMNETZINFRASTRUKTUR****3.2. Redispatch-Maßnahmen**

Redispatch bezeichnet die gezielte Anpassung der Einsatzplanung von Stromerzeugungsanlagen durch Netzbetreiber zur Vermeidung oder Beseitigung von Netzengpässen (§ 13 Abs. 1 EnWG). Mit der Einführung von Redispatch 2.0 durch das Netzausbaubeschleunigungsgesetz 2019 wurden die Regelungen erheblich erweitert und umfassen nun auch Erneuerbare-Energien-Anlagen und KWK-Anlagen ab 100 kW installierter Leistung.

Im QGIS-Projekt sind drei Redispatch-Layer enthalten, die unterschiedliche Perspektiven auf das Thema ermöglichen und hinsichtlich der zugrunde liegenden Daten voneinander abweichen können:

Redispatch – Datenverfügbarkeit: Dieser Layer stellt dar, für welche Netzbetreiber und ihre Versorgungsgebiete Daten zu Redispatch-Maßnahmen vorliegen.

Redispatch – Heatmap (sum_MWh): Dieser Layer erfasst die räumliche Verteilung und Intensität der durch Netzbetreiber durchgeführten Redispatch-Maßnahmen auf Basis der kumulierten Energiemengen. Die Daten liegen auf Gemeindeebene vor.

Redispatch – Umspannwerke (Gesamt): Dieser Layer weist die Redispatch-Maßnahmen den einzelnen Umspannwerken des Übertragungs- und Verteilnetzes zu. Umspannwerke fungieren als zentrale Netzknoten und ermöglichen die standortgenaue Identifikation von Engpass-Schwerpunkten.

Netzbetreiber	Netzebene	Datenverfügbarkeit
Avacon	Hochspannung	Veröffentlicht und getrackt
Westnetz	Hochspannung	Nicht veröffentlicht

Methodik: Verknüpfung der Redispatch-Meldungen je Umspannwerk mit den betroffenen EE-Anlagen sowie den räumlichen Daten der Umspannwerke.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

Stromnetzinfrastuktur

- Redispatch - Datenverfügbarkeit
- Redispatch nicht veröffentlicht
- Keine Maßnahmen ausgewiesen
- Redispatch veröffentlicht aber nicht getrackt
- Redispatch veröffentlicht und getrackt

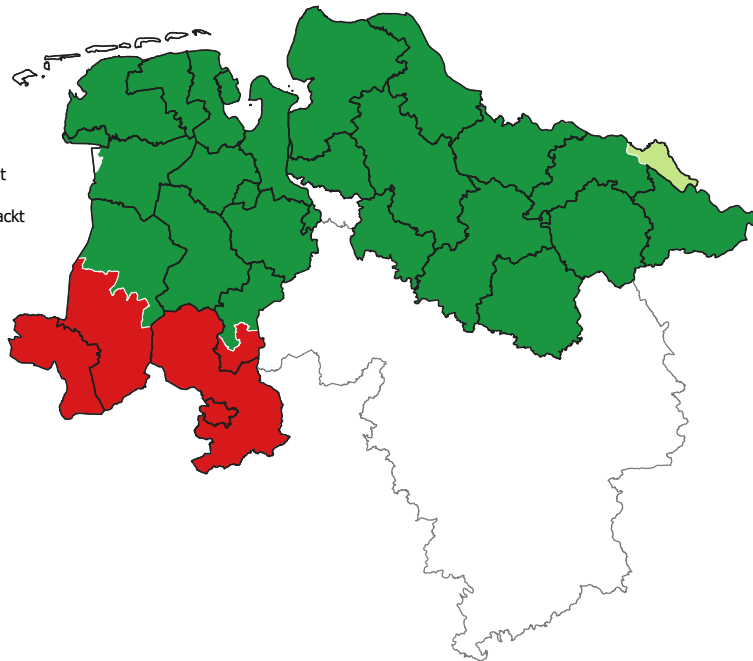
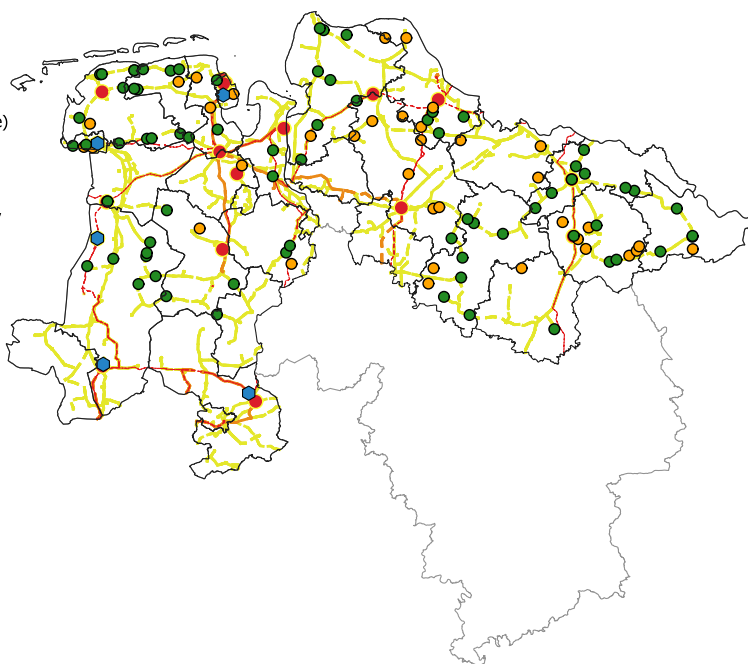


ABBILDUNG 10: REDISPATCH – DATENVERFÜGBARKEIT

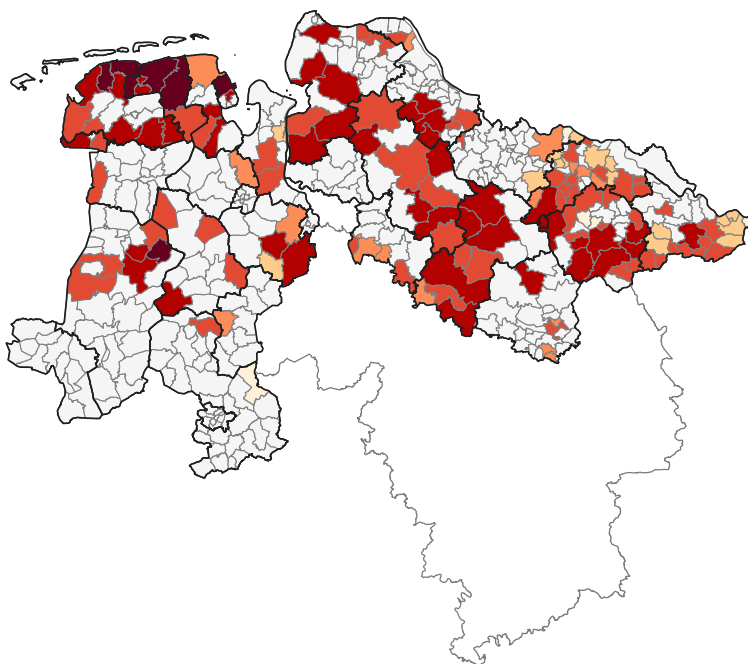
Ergänzend zu den Redispatch-Maßnahmen auf Verteilnetzebene wurden für die Übertragungsnetzebene alle Offshore-Netzverknüpfungspunkte im Untersuchungsraum als zusätzliche Standorte aufgenommen. An diesen Punkten wird der Strom aus den Offshore-Windparks in das Übertragungsnetz eingespeist. Da die Offshore-Kapazitäten im Untersuchungsraum in den kommenden Jahren erheblich ausgebaut werden, ist an diesen Standorten von einem strukturellen Stromüberschuss auszugehen. Sie sind daher für die Bewertung der Stromverfügbarkeit im Rahmen der H₂-Potenzialanalyse besonders relevant.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Netzinfrastruktur Strom
 - Konverterstationen (Offshore-Netzverknüpfungspunkte)
- Umspannwerke 110 kV - Redispatch
 - Validated
 - Calculated
- Umspannwerke 220 kV und 380 kV - Redispatch
- Stromnetz 380 kV
- Stromnetz 220 kV
- Stromnetz 110 kV

**ABBILDUNG 11: REDISPATCH – UMSPANNWERKE****Legende**

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Netzinfrastruktur Strom
- Redispatch - Heatmap [MWh]
 - Keine Daten
 - 0 - 10 MWh
 - 10 - 100 MWh
 - 100 - 1.000 MWh
 - 1.000 - 10.000 MWh
 - 10.000 - 100.000 MWh
 - > 100.000 MWh

**ABBILDUNG 12: REDISPATCH 2021-03/2026 (HEATMAP)****3.3. Netzausbaupläne bis 2028 (Verteilnetz)**

Die Netzausbaupläne der Verteilnetzbetreiber dokumentieren die bis 2028 geplanten Ausbaumaßnahmen im Hochspannungsnetz. Im Untersuchungsraum sind die Avacon und Westnetz für die Erstellung der Netzausbaupläne zuständig. Aufgrund der Ungenauigkeit, der von Westnetz bereitgestellten Daten im Netzausbauplan 2024, wird nur der Ausbauplan der Avacon berücksichtigt.

Die geplanten Maßnahmen umfassen unter anderem neue Leitungsprojekte, Umspannwerk-Erweiterungen und Kapazitätserhöhungen zur Aufnahme zusätzlicher erneuerbarer Erzeugungsleistung. Sie geben Aufschluss darüber, an welchen Stellen im Netz in den kommenden Jahren Engpässe strukturell behoben werden und wo damit eine verbesserte Netzintegration zu erwarten ist.

Hinweis: Die Netzausbaupläne werden 2026 aktualisiert, erfahrungsgemäß in Q3. Eine Aktualisierung der Datenbasis kann daher in Q4 2026 für die weiteren Projektphasen notwendig sein.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Netzinfrastruktur Strom
- Stromnetz 110kV
- Verteilnetzausbau - bis 2028

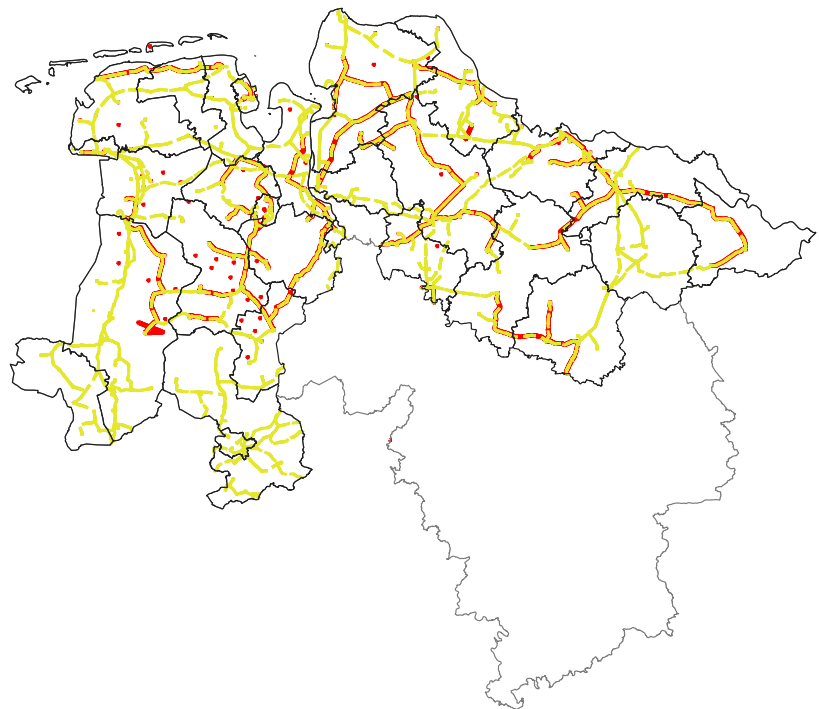


ABBILDUNG 13: NETZAUSBAUPLÄNE DER VERTEILNETZBETREIBER BIS 2028

3.4. Netzentwicklungspläne bis 2028 (Übertragungsnetz)

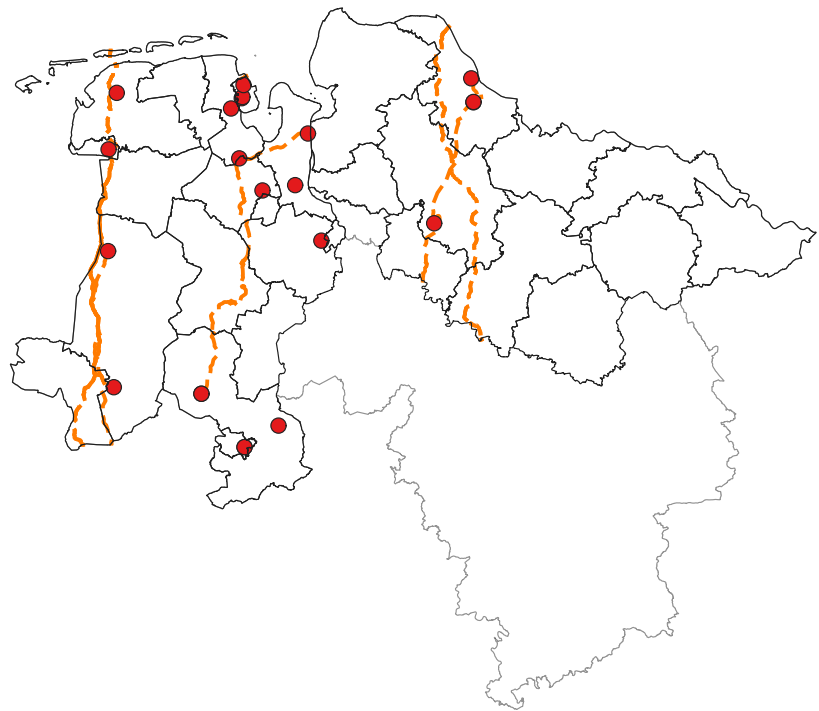
Der Netzentwicklungsplan (NEP) der Übertragungsnetzbetreiber bildet auch für den kurzfristigen Planungshorizont bis 2028 die Grundlage für die Bewertung der Netzintegrationsfähigkeit im Untersuchungsraum. Erfasst werden bereits genehmigte oder im Bau befindliche Vorhaben aus dem Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG), die innerhalb dieses Zeitraums in Betrieb genommen werden sollen. Zuständiger Übertragungsnetzbetreiber im gesamten Untersuchungsraum ist TenneT; im Südwesten ergänzt Amprion das Netzgebiet.

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Netzentwicklungsplan

-  Punkt-Maßnahmen
-  Trassen-Maßnahmen

**ABBILDUNG 14: NETZENTWICKLUNGSPLÄNE BIS 2028 DER ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER**

4. Netzinfrastuktur Erdgas und Wasserstoff

Dieses Kapitel dokumentiert die bestehende Gas- und Wasserstoffinfrastruktur im Untersuchungsraum. Erfasst wurden das Erdgasnetz, das Wasserstoff-Kernnetz einschließlich geplanter Anschlusspunkte (T-Stücke), bestehende Power-to-Gas-Anlagen sowie Wasserstofftankstellen. Aufgrund des besonderen Schutzbedarfs kritischer Infrastruktur werden Erdgasnetz und Wasserstoff-Kernnetz im Bericht korridorbezogen dargestellt; im ausgelieferten QGIS-Projekt erfolgt die Darstellung als hexagonales Raster. Detailliertere Daten können bei Bedarf bei Nefino angefragt werden.

4.1. Erdgasnetz

Das Erdgasnetz im Untersuchungsraum versorgt Industrie, Gewerbe und Haushalte und bildet zugleich die infrastrukturelle Grundlage für eine schrittweise Umrüstung auf Wasserstoff im Rahmen der Sektorkopplung.

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen
-  Erdgasnetz

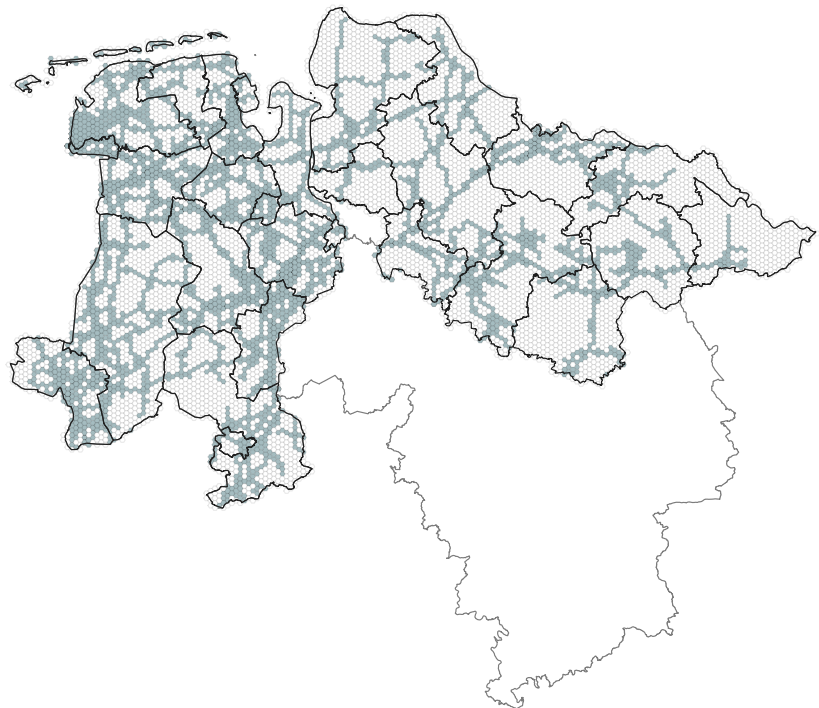


ABBILDUNG 15: ERDGASNETZ (RASTER)

4.2. Wasserstoff-Kernnetz und T-Stücke

Das Wasserstoff-Kernnetz ist das geplante nationale Wasserstoff-Fernleitungsnetz, das ab 2025 schrittweise in Betrieb genommen und bis 2032 fertiggestellt werden soll. Für einzelne Abschnitte besteht eine gesetzlich verankerte Flexibilisierungsoption, die eine Verschiebung der Inbetriebnahme bis 2037 ermöglicht, sofern der konkrete Bedarf sich erst zu einem späteren Zeitpunkt realisiert. Rund 60 Prozent des Netzes entstehen durch Umrüstung bestehender Erdgasleitungen, rund 40 Prozent durch Neubau.

Der Untersuchungsraum ist durch mehrere Kernnetztrassen erschlossen. Insbesondere die Häfen und Terminals an der Nordseeküste machen Niedersachsen zu einem potenziell bedeutsamen Standort für den Import von Wasserstoff und dessen Einspeisung ins Kernnetz, was die Region für die gesamte deutsche Wasserstoffversorgung strategisch relevant macht.

Die Datenlage zum Wasserstoff-Kernnetz ist abhängig vom Leitungstyp differenziert zu betrachten:

Umstellungsleitungen: Bestehende Erdgasleitungen, die auf Wasserstoff umgerüstet werden. Trassenverläufe sind über das Erdgasnetz erfasst; eine separate Planfeststellung ist nicht erforderlich, daher liegen keine eigenständigen Planunterlagen vor.

Neubauleitungen (genehmigt oder im Genehmigungsprozess): Trassenverläufe wurden den öffentlichen Planfeststellungsunterlagen entnommen.

Bisher nicht geplante Neubauleitungen: Zu Trassenverläufen liegen noch keine belastbaren Informationen vor. Die Darstellung erfolgt daher als Verbindungslinie zwischen den bekannten Knotenpunkten.

T-Stücke sind die vorgesehenen Anschlusspunkte an das Wasserstoff-Kernnetz und von zentraler Bedeutung für die Standortbewertung von Elektrolyseuren und Wasserstoff-Abnehmern. Ihre genaue Lage ist lageapproximiert erfasst und wird entsprechend dargestellt, da belastbare öffentliche Standortdaten noch nicht vollständig verfügbar sind.



4.3. Power-to-Gas-Anlagen

Power-to-Gas-Anlagen (PtG) erzeugen grünen Wasserstoff durch Elektrolyse und stellen das Bindeglied zwischen erneuerbarer Stromerzeugung und der Wasserstoffwirtschaft dar. Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die im Untersuchungsraum erfassten Anlagen, die sich in Betrieb oder im Bau befinden. Geplante Projekte werden in Teil B (Kapitel 9) dokumentiert.

Name	Standort	Status	Betreiber	Inst. Leistung
Clean hydrogen Coastline Emden	Emden	Im Bau	EWE	280 MW
Get H2 Nukleus	Lingen	In Betrieb	RWE	14 MW
Get H2	Lingen	Im Bau	RWE	300 MW
Lingen Green Hydrogen	Lingen	Im Bau	BP	100 MW
HY2GEN Atlantis	Werlte	Im Bau	HY2GEN	12 MW
PtL2025	Werlte	In Betrieb	Atmosfair	1 MW
Lhyfe	Brake	Im Bau	Lhyfe	10 MW
Grüner H2-Hub	Haren	In Betrieb	CEC Haren	2 MW
H2Move	Cuxhaven	In Betrieb	Turneo GmbH	2 MW
KRUH2	Krummhörn	In Betrieb	Open Grid Europe	1 MW

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

PtG-Anlagen
in Betrieb und im Bau
Elektrolyseleistung [MW]

- < 4
- 4 - 10
- 10 - 30
- 30 - 100
- > 100

T-Stücke Wasserstoffkernnetz

- T-Stück

Wasserstoff-Kernnetz

- in Betrieb
- im Planfeststellungsverfahren
- geplant

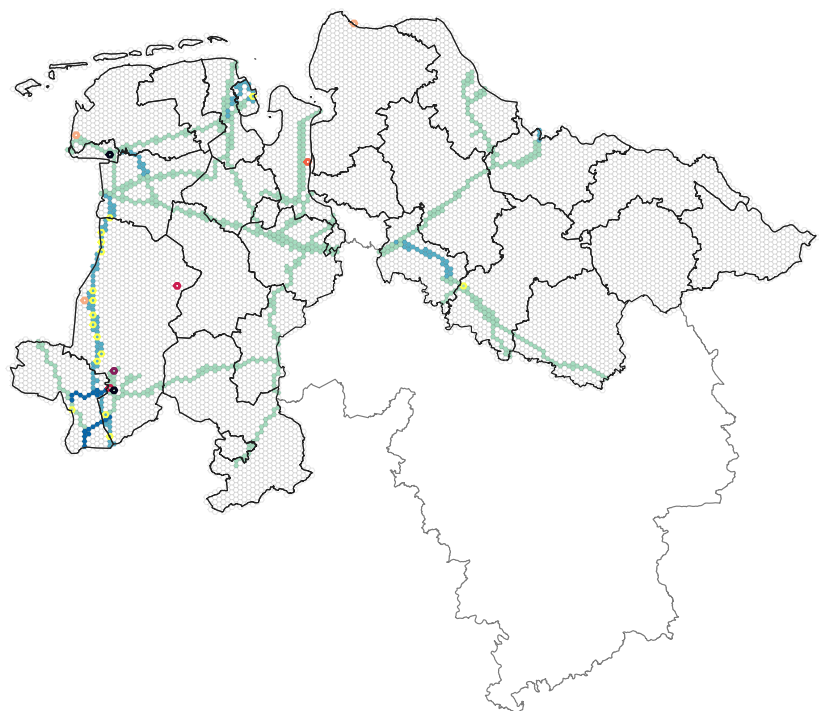


ABBILDUNG 16: WASSERSTOFF-INFRASTRUKTUR - KERNNETZ, PTG-Projekte & T-STÜCKE

5. Speicher und Flexibilität

Dieses Kapitel dokumentiert die Speicher- und Backup-Infrastruktur im Untersuchungsraum. Erfasst wurden Batteriespeicher, Kavernenspeicher, Erdöl- und Erdgaslagerstätten, der Druckluftspeicher Huntorf sowie Gaskraftwerke, Kohlekraftwerke und Netzersatzanlagen. Pumpspeicherkraftwerke sind im Untersuchungsraum topografisch bedingt nicht vorhanden. Die Speicherinfrastruktur ist für die Studie in mehrfacher Hinsicht relevant: als Flexibilitätsoption zur Integration erneuerbarer Energien, als potenzielle Standorte für Wasserstoffspeicherung sowie als Backup-Kapazität zur Versorgungssicherheit.

5.1. Batteriespeicher (BESS)

Batteriespeichersysteme (BESS) ermöglichen die kurzfristige Zwischenspeicherung von Strom und leisten einen Beitrag zur Netzstabilisierung und zur Integration fluktuierender erneuerbarer Energien. Im Marktstammdatenregister aufgeführte Batteriespeicher mit einer Bruttoleistung ab 1000 kW werden berücksichtigt.

Kennzahl	Wert
Anzahl Anlagen in Betrieb	15
Installierte Leistung in Betrieb	111 MW
Speicherkapazität in Betrieb	175 MWh
Anzahl Anlagen in Planung	46
Installierte Leistung in Planung	288 MW
Speicherkapazität in Planung	582 MWh

5.2. Kavernenspeicher Wasserstoff

Die Salzkavernen im Untersuchungsraum gehören zu den bedeutendsten Energiespeicherstandorten in Deutschland. Neben der bestehenden Nutzung für Erdgas sind mehrere Kavernen bereits für die Wasserstoffspeicherung vorgesehen oder werden entsprechend umgerüstet, was den Untersuchungsraum zu einem strategisch wichtigen Standort für die Wasserstoffwirtschaft macht. Weitere geplante Kavernenspeicher-Projekte werden in Kapitel 12 aufgeführt.

Name	Standort	Betreiber	Gasart	Status
H2Cast	Etzel	STORAG Etzel	Wasserstoff	Testbetrieb (seit Mai 2025); Reinigungsanlage IBN Frühjahr 2026
Clean Hydrogen Coastline	Huntorf	EWE Gasspeicher	Wasserstoff	Im Bau; kommerzieller Betrieb Ende 2027 geplant
Krummhörn H2	Krummhörn	Uniper Energy Storage	Wasserstoff	Pilottestbetrieb (seit August 2024)

5.3. Kavernenspeicher Erdgas und Erdöl

Kavernen- und Porenspeicher – Erdgas

Bestehende Erdgasspeicher erfüllen heute eine Schlüsselfunktion für die Versorgungssicherheit im deutschen Gasnetz (strategische Gasreserve). Durch die Umnutzung als Wasserstoffspeicher werden sie zu einem wichtigen Bestandteil der Energiewende.

Kavernenspeicher – Rohöl und Mineralölprodukte

Sie sind für die Energiewende nur bedingt relevant (strategische Ölreserve). Eine perspektivische Relevanz der Erdöl-Kavernen besteht insofern, dass eine Umnutzung als Wasserstoffspeicher möglich ist.

Erdöl- und Erdgaslagerstätten

Perspektivische Relevanz: Potenzielle Nutzung für geologische Speicherung (CO_2 , H_2).

5.4. Druckluftspeicher

Der Druckluftspeicher Huntorf ist eine der wenigen großtechnischen Anlagen dieser Art weltweit und damit ein technisch bedeutsamer Sonderstandort im Untersuchungsraum. Er ermöglicht die Speicherung großer Energiemengen durch Druckluftkompression in unterirdischen Kavernen und kann flexibel zur Netzstabilisierung eingesetzt werden.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Speicherinfrastruktur**
 - ◆ Kavernenspeicher - Wasserstoff (in Betrieb)
 - Batteriespeicher ab 1 MW (in Betrieb)
 - Batteriespeicher ab 1 MW (in Planung)
 - ▲ LNG-Terminal
 - Kavernen- und Porenspeicher - Erdgas und Erdöl
 - Kavernenspeicher Rohöl und Mineralölprodukte
 - ◆ Druckluftspeicher Huntorf
 - Erdöl- und Erdgaslagerstätten

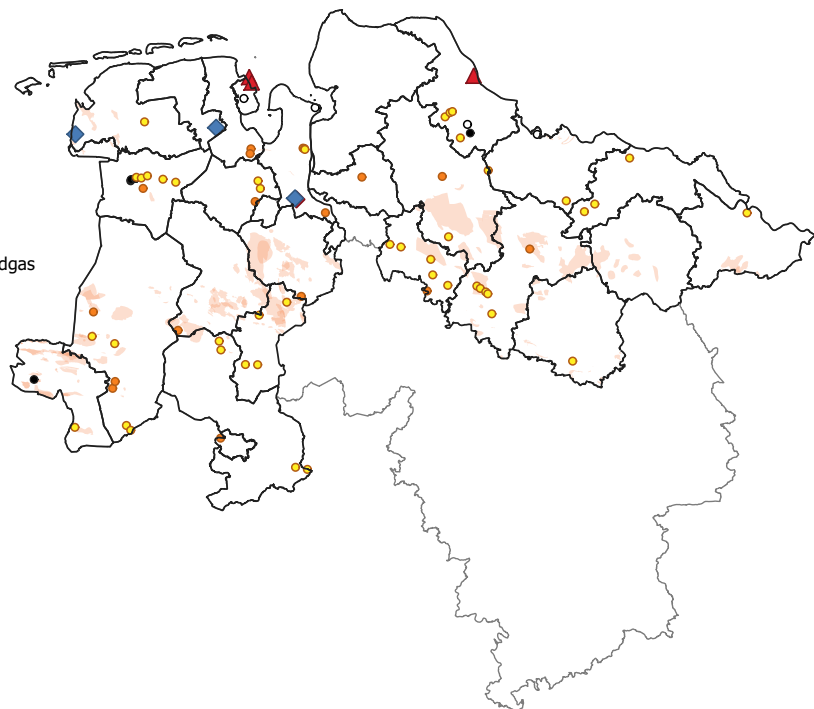


ABBILDUNG 17: SPEICHERINFRASTRUKTUR

5.5. Backup-Systeme und Großkraftwerke

Gaskraftwerke, Kohlekraftwerke und Netzersatzanlagen sichern die Stromversorgung bei Dunkelflaute-Situationen und Netzengpässen. Darüber hinaus sind Gaskraftwerksstandorte aufgrund ihrer bestehenden Erschließung, Netzanbindung und Wasserverfügbarkeit als potenzielle Standorte für H₂-ready-Kraftwerke oder Elektrolyseure von Interesse. Kohlekraftwerksstandorte verfügen über ausgebaute Infrastruktur und sind im Kontext des Kohleausstiegs für Nachnutzungskonzepte relevant.

Kennzahl	Wert
Gaskraftwerke > 10 MW – Anzahl Anlagen	27
Gaskraftwerke > 10 MW – Installierte Leistung	2736 MW
Kohlekraftwerke – Anzahl Anlagen	3
Kohlekraftwerke – Installierte Leistung	818 MW

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- ◆ Kohlekraftwerke
- ◆ Gaskraftwerke größer 10 MW
- Stillgelegte Kraftwerke
- Netzersatzanlagen größer 1 MW

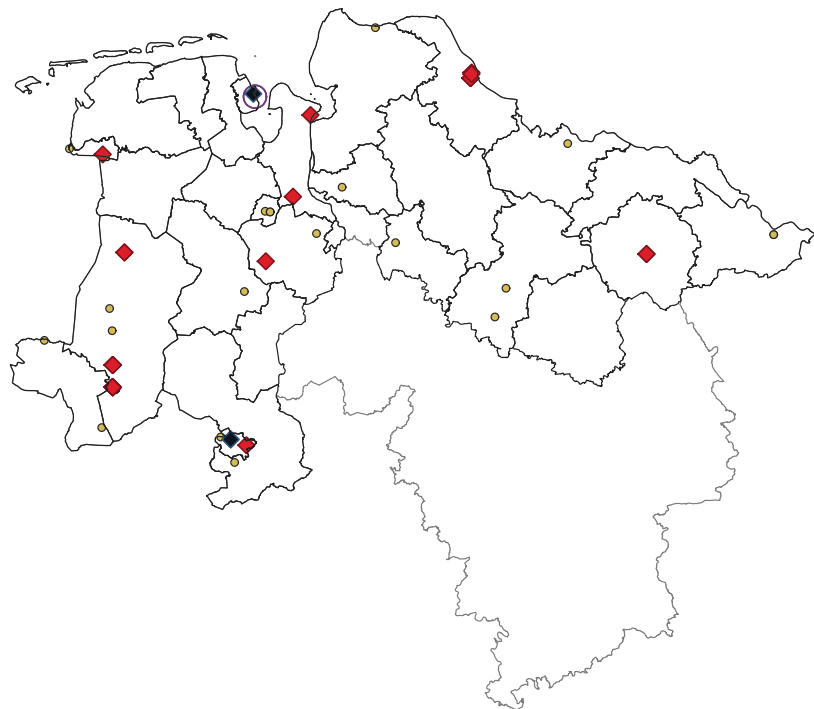


ABBILDUNG 18: BACKUP-SYSTEME UND GROßKRAFTWERKE

6. Wirtschaftsstruktur und Logistik

Dieses Kapitel dokumentiert die Wirtschaftsstruktur und Logistikinfrastruktur im Untersuchungsraum. Im Mittelpunkt stehen energieintensive Industriestandorte, Chemie- und Industrieparks, gewerbliche Abwärmepotenziale sowie Gewerbe- und Industrieflächen. Ergänzend wird die Logistik- und Verkehrsinfrastruktur als standortrelevanter Faktor für Industrieansiedlungen und den Energiewandel erfasst. Die Daten bilden die Grundlage für die spätere Identifikation von Wertschöpfungsketten und H₂-Nachfrageschwerpunkten in den Folgephasen.

6.1. Energieintensive Industriestandorte

Zur Erfassung energieintensiver Industriestandorte wurden drei komplementäre Register ausgewertet:

Emissionshandelspflichtige Anlagen (EU-ETS / DEHSt): Anlagen, die am europäischen Emissionshandel teilnehmen.

Stromintensive Betriebe mit begünstigter Abnahmestelle (BAFA): Betriebe mit besonders hohem Stromverbrauch, die aufgrund ihrer Stromkostenbelastung eine besondere Abgabenerleichterung erhalten.

Anlagen nach Industrie-Emissionsrichtlinie (IED): Industrieanlagen mit erheblichem Emissionspotenzial, die strengen Genehmigungsanforderungen unterliegen. Der IED-Datensatz umfasst im Untersuchungsraum insgesamt 1.668 Anlagen; nach Herausfilterung nicht relevanter Kategorien (u. a. Deponien, Geflügel- und Schweinehaltung, Abfallverwertung und -lagerung) verbleiben 275 energierelevante Anlagen in der Analyse.

Kennzahl	Wert
Emissionshandelspflichtige Anlagen (DEHSt)	95
CO ₂ -Emissionen 2023	7.209 Mt
Stromintensive Betriebe (BAFA)	166
Anlagen nach IED (gefiltert)	275

Chemie- und Industrieparks: Chemie- und Industrieparks stellen aufgrund ihrer Größe und infrastrukturellen Erschließung besonders bedeutsame Standorte dar. Sie werden in der Studie standortscharf ausgewiesen. Für die einzelnen Unternehmen innerhalb der Parks werden die oben beschriebenen Register (DEHSt, BAFA, IED) herangezogen.

Gewerbliche Abwärmepotenziale: Industrielle Prozesse erzeugen Abwärme, die für benachbarte Wärmeverbraucher – etwa Wohngebiete, Gewächshäuser oder Aquakulturen – nutzbar gemacht werden kann. Im Rahmen der Studie wurden gewerbliche Abwärmepotenziale auf Basis des Potenzialatlas Abwärme (PfA) koordinatenscharf erfasst. Die Daten ermöglichen eine räumliche Abschätzung von Sektorkopplungspotenzialen.

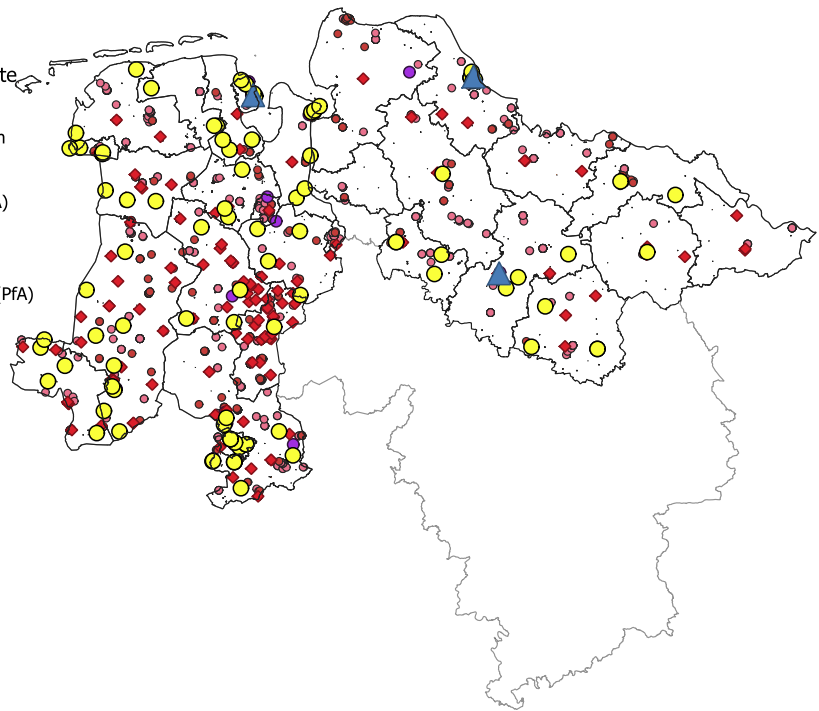
Wärmeabnehmer: Zusätzlich erfasst zu den oben aufgeführten Datensätzen wurden Gewächshäuser, Schwimmbäder und Wasserparks.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

Energieintensive Industriestandorte

- ▲ Chemie- und Industrieparks
- Emissionshandelspflichtige Anlagen (DEHST)
- ◆ Stromintensive Industrien mit begünstigter Abnahmestelle (BAFA)
- Industriestandorte (ETS EPRT)
- Anlagen nach der Industrie-Emissionsrichtlinie (IED)
- Gewerbliche Abwärmepotenziale (PFA)
- Wärmeabnehmer

**ABBILDUNG 19: ENERGIEINTENSIVE INDUSTRIESTANDORTE**

6.2. Geplante Industrieansiedlungen und Werkserweiterungen

Geplante Industrieansiedlungen und größere Werkserweiterungen mit Energiebezug wurden ausschließlich über das UVP-Portal erfasst. Dieses dokumentiert Projekte, die einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterliegen oder einen entsprechenden Vorprüfungsschritt durchlaufen haben. Der Fokus liegt auf energieintensiven Industrien. Biogasanlagen sowie Projekte ohne direkten Energiebezug wurden aus der Erfassung ausgeschlossen.

Aufgrund der alleinigen Stützung auf das UVP-Portal ist die Vollständigkeit der Erfassung eingeschränkt: Ansiedlungen und Erweiterungen unterhalb der UVP-Schwellenwerte sowie Projekte im frühen Planungsstadium sind nicht erfasst. Zudem wurden die Daten anhand grober Filterkriterien selektiert, was die Fehleranfälligkeit gegenüber den übrigen Datensätzen erhöht. Die Angaben sind daher mit entsprechender Vorsicht zu interpretieren und von regionalen Akteuren ggf. zu ergänzen.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Industrieansiedlungen und relevante Werkserweiterung (UVP-Portal)
- Industrieansiedlungen und relevante Werkserweiterung (Ergänzende Recherche)

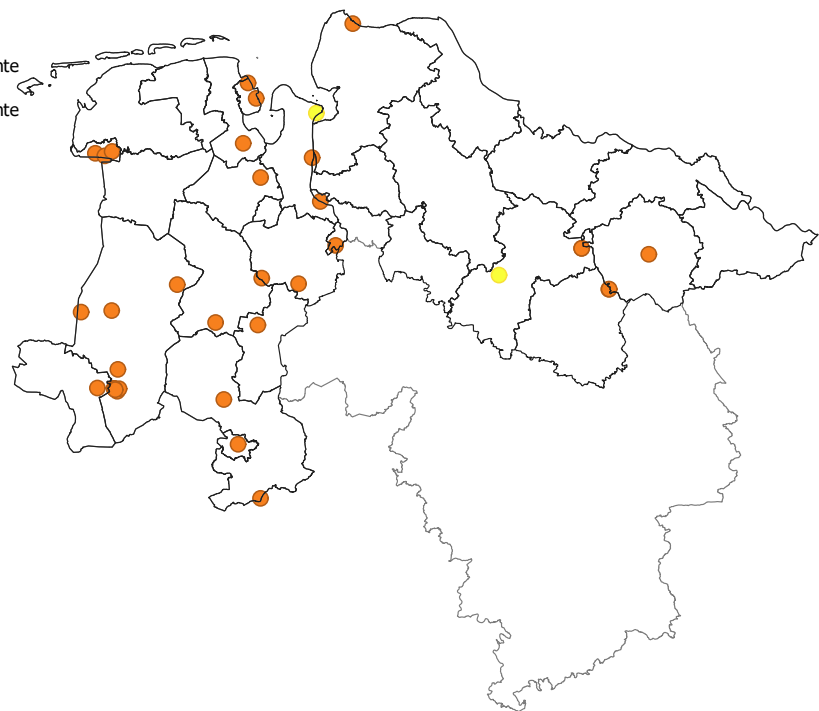


ABBILDUNG 20: GEPLANTE INDUSTRIEANSIEDLUNGEN UND WERKSERWEITERUNGEN

6.3. Gewerbe- und Industrieflächen

Methodik der Flächenerfassung

Die Erfassung unterscheidet drei Kategorien bestehender Gewerbe- und Industrieflächen:

1. Vorranggebiet Industrie und Gewerbe (RROP)
2. Abgeleitete Flächen aus RROP-Punktdaten in räumlicher Nähe von "VRG Sicherung und Entwicklung von Arbeitsstätten", "VRG Umschlagplatz", "VRG Anschlussgleis Gewerbe"
3. Gewerbeflächen aus Flächennutzungsplänen (ca. 80 % Abdeckung über den Untersuchungsraum)

Mehrere Planungsregionen befinden sich derzeit in der RROP-Neuaufstellung; in diesen Fällen wurden die jeweils gültigen Bestandspläne zugrunde gelegt. Eine Übersicht der je Planungsregion verwendeten Datengrundlagen und Kategorien findet sich in Anhang G.

Legende

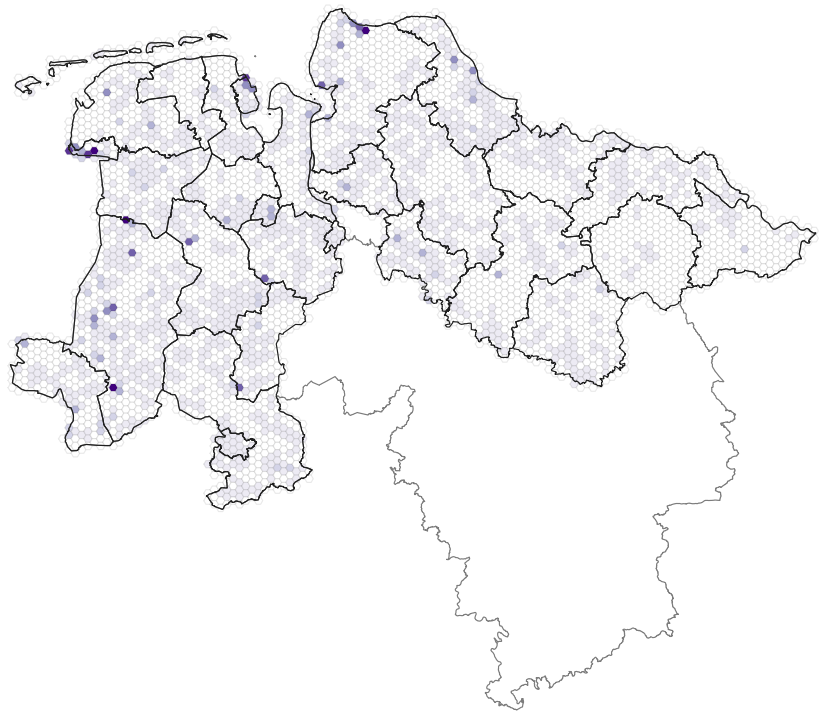
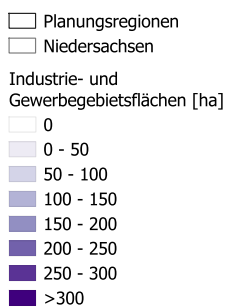


ABBILDUNG 21: INDUSTRIE- UND GWERBEFLÄCHEN (RASTER)

6.4. Verfügbare Gewerbe- und Industrieflächen

Die Erfassung verfügbarer Gewerbeflächen war ein zentraler Diskussionspunkt im Rahmen der Studie und wurde in mehreren Abstimmungsrunden mit regionalen Wirtschaftsförderern eingehend erörtert. Im Mittelpunkt standen dabei zwei Fragen: die geeignete Datengrundlage und die angemessene räumliche Darstellungstiefe.

Hinsichtlich der Darstellung bestand unter den Beteiligten Einigkeit, dass eine parzellenscharfe Veröffentlichung von Potenzialflächen zu unerwünschten Effekten führen kann – insbesondere zu Bodenwertsprüngen und Wettbewerbsverzerrungen zwischen den Landkreisen. Die Visualisierung erfolgt daher im hexagonalen Raster, das räumliche Schwerpunkte sichtbar macht, ohne konkrete Grundstücke auszuweisen.

Für die Datenerhebung wären Meldungen der Landkreise und Wirtschaftsförderungen der geeignetste Weg, um verfügbare Flächen verlässlich zu erfassen. Hierfür existieren in Teilen des Untersuchungsraums Gewerbeflächenportale (KOMIS, GEFIS); diese werden jedoch nicht flächendeckend genutzt, sodass eine direkte Abfrage erforderlich wäre. Die regionalen Wirtschaftsförderer haben die grundsätzliche Bereitschaft zur Mitwirkung signalisiert. Da eine umfangreiche Abfrage den Rahmen von Phase I übersteigt und ein abgestimmter Prozess zur Datenerhebung – insbesondere für Landkreise außerhalb des Net Zero Valley – noch erarbeitet werden muss, wird die systematische Erfassung verfügbarer Gewerbeflächen in Phase II durchgeführt.

Im Rahmen dieser Studie werden verfügbare Flächen daher ausschließlich auf Basis der RROP-Vorbehaltsgebiete für Industrie und Gewerbe ausgewiesen. Nur ein Teil der Planungsregionen weist entsprechende Gebiete bisher auf, weshalb die Daten an dieser Stelle ein unvollständiges Bild der verfügbaren Flächen der Region abbilden. Diese bilden den planungsrechtlichen Rahmen ab, erlauben jedoch keine Aussage über die tatsächliche Verfügbarkeit einzelner Flächen. Eine Übersicht der je Planungsregion verwendeten Kategorien findet sich in Anhang F.

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen
- Vorbehaltsgebiete
Industrie und Gewerbe [ha]
-  0
-  0 - 25
-  25 - 50
-  50 - 75
-  100 - 125
-  125 - 150



ABBILDUNG 22: VERFÜGBARE GEWERBEFLÄCHEN - VORBEHALTSGEBIETE INDUSTRIE UND GEWERBE

6.5. Logistikinfrastruktur

Die Logistikinfrastruktur wurde anhand eines GIS-gestützten Scoring-Ansatzes räumlich ausgewertet. Dabei wurden zehn Infrastrukturtypen – darunter NPort-Häfen, Güterverkehrszentren (GVZ), KV-Terminals, Handelshäfen und Logistik-Hubs – aus verschiedenen Datenquellen zusammengeführt und nach ihrer logistischen Bedeutung gewichtet. Jedem Typ wurde ein Scoringwert sowie ein typspezifischer Einflussradius zugewiesen; die gewichteten Geometrien wurden rasterisiert und aufsummiert. Die vollständige Scoring-Tabelle ist in Anhang E aufgeführt.

Güterverkehrszentrum (GVZ): Multimodaler Logistikstandort mit Verkehrsträgerverknüpfung und Ansiedlung logistikaffiner Unternehmen. Im Untersuchungsraum liegen folgende GVZ vor: Osnabrück, Emsland, Jade-Weser Wilhelmshaven, Emden, Coevorden-Emlichheim.

KV-Terminal (Kombinierter Verkehr): Umschlaganlage für intermodale Ladeeinheiten (Container, Wechselbrücken) zwischen Straße und Schiene.

Logistik-Hubs: Zentraler Knotenpunkt zur Bündelung und Distribution von Warenströmen in überregionalen Lieferketten (hier: mind. drei Logistikstandorte in räumlicher Nähe).

Folgende NPort-Häfen liegen im Untersuchungsraum vor: Wilhelmshaven, Cuxhaven, Brake, Stade, Emden.

Wasserstoff-Tankstellen: Versorgungsinfrastruktur für wasserstoffbetriebenen Schwerlastverkehr.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

Logistikinfrastruktur

- ◆ Häfen (Nports)
- ◆ Güterverkehrszentrum
- KV-Terminals (Kombinierter Verkehr)
- Handelshäfen und Terminal
- Logistik-Cluster - Schwerlastverkehr
- Wasserstofftankstellen
- Private Anschlussgleise - Industrie
- LKW-Schnellladepunkte (in Planung)
- Tankstellen

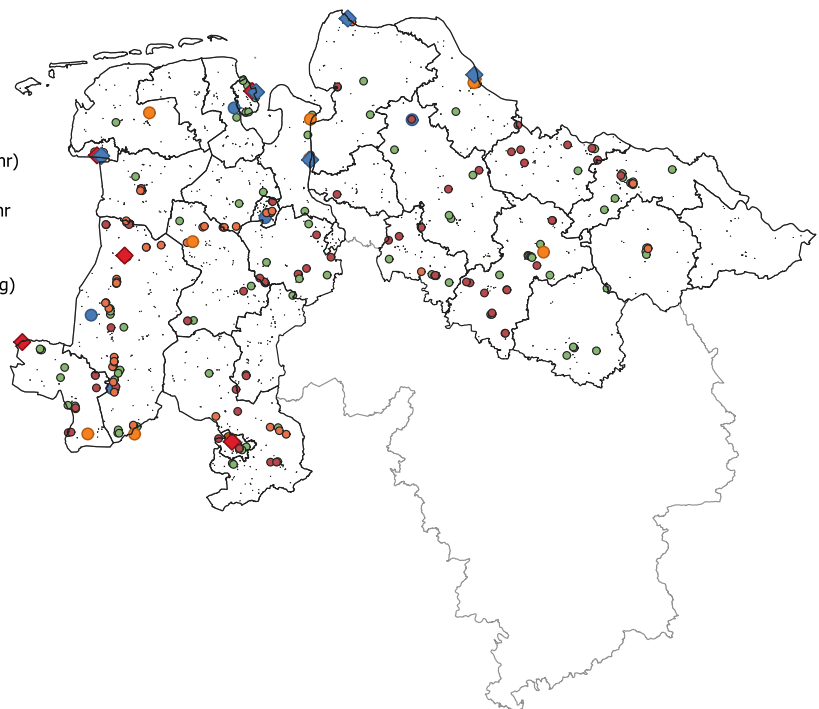
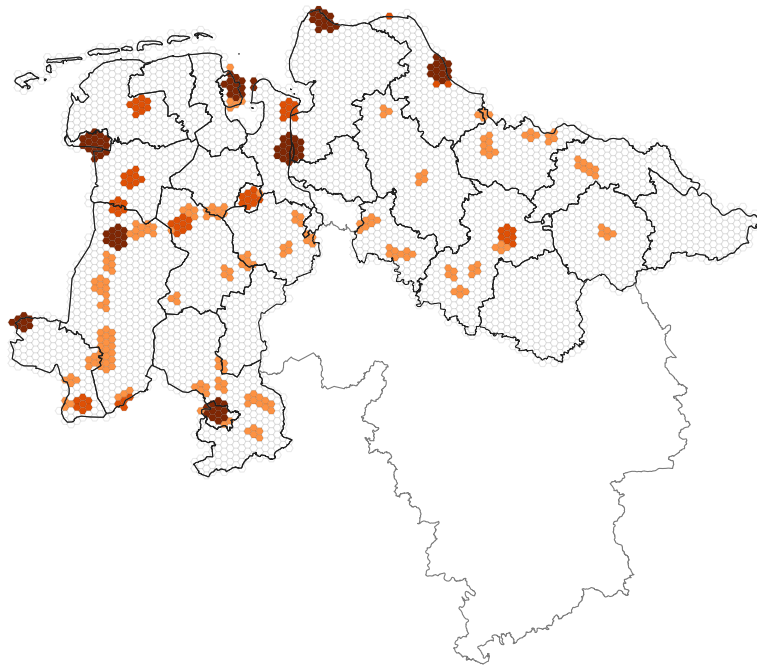


ABBILDUNG 23: LOGISTIK-INFRASTRUKTUR (STANDORTSCHARF)

Legende

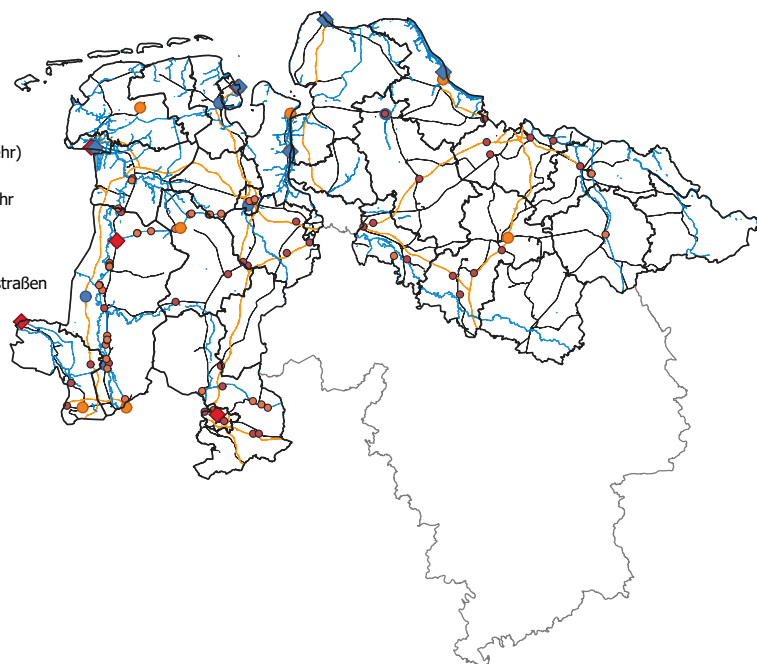
- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Logistik-Infrastruktur (Scoring)
 - 0
 - 3
 - 4
 - 5

**ABBILDUNG 24: LOGISTIK-INFRASTRUKTUR SCHWERPUNKTE(RASTER)****6.6. Verkehrsinfrastruktur**

Die Verkehrsinfrastruktur wurde als standortrelevanter Rahmen erfasst. Dokumentiert wurden Straßennetz, Schienennetz und Wasserstraßen. Die Abbildung zeigt die Verkehrsinfrastruktur in Kombination mit den Logistik-Datenpunkten (Häfen, GVZ, KV-Terminals), um Netz und Knotenpunkte in einem Gesamtbild darzustellen.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Logistikinfrastruktur
 - ◆ Häfen (Nports)
 - ◆ Güterverkehrszentrum
 - KV-Terminals (Kombinierter Verkehr)
 - Handelshäfen und Terminal
 - Logistik-Cluster - Schwerlastverkehr
 - Wasserstofftankstellen
- Verkehrsinfrastruktur
 - Fließgewässer und Bundeswasserstraßen
 - Bundesautobahnen
 - Schienenwege

**ABBILDUNG 25: VERKEHRS- UND LOGISTIKINFRASTRUKTUR**

7. Telekommunikationsinfrastruktur

Dieses Kapitel dokumentiert die digitale Infrastruktur im Untersuchungsraum. Erfasst wurden der Glasfaser-Backbone, Internetknoten (Internet Exchange Points) sowie Rechenzentren.

7.1. Glasfaser-Backbone

Der Glasfaser-Backbone bildet die überregionale Datenübertragungsinfrastruktur. Erfasst wurden öffentlich bekannte Leitungskorridore ausgewählter Netzbetreiber. Eine vollständige Erfassung aller Backbone-Trassen ist auf Basis öffentlich verfügbarer Daten nicht möglich. Die Darstellung erfolgt korridorbezogen.

7.2. Internetknoten

Internetknoten (Internet Exchange Points, IXP) sind zentrale Knotenpunkte für den Datenaustausch zwischen Netzbetreibern. Die folgenden Internetknoten wurden im Umfeld des Untersuchungsraums erfasst:

Standort	Name	Anzahl Netzwerke
Bremen	BREM-IX	6
Hamburg	DE-CIX Hamburg	170
Hamburg	MegaIX Hamburg	57
Wolfsburg	SON-IX	9
Hannover	SON-IX	unbekannt

7.3. Rechenzentren

Rechenzentren wurden koordinatenscharf erfasst und werden lageapproximiert dargestellt. Im Untersuchungsraum sind bisher nur kleinere Rechenzentren angesiedelt.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Telekommunikationsinfrastruktur
 - ◆ Internet-Knotenpunkte
 - Rechenzentrum
 - Glasfaser Backbone

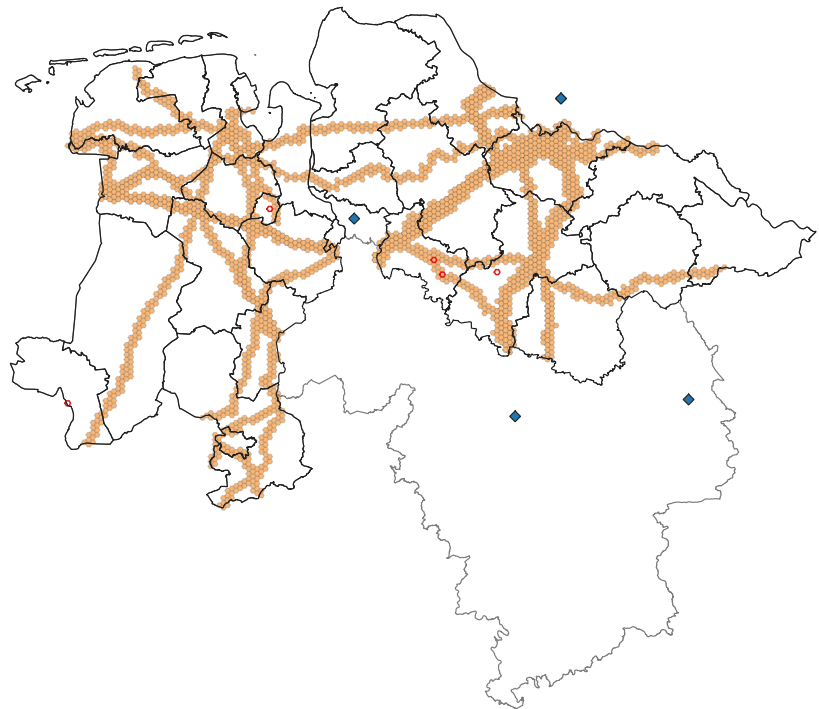


ABBILDUNG 26: TELEKOMMUNIKATIONSINFRASTRUKTUR

8. Bildungs- und Fachkräfteressourcen

Dieses Kapitel dokumentiert die Hochschul- und Forschungslandschaft im Untersuchungsraum mit Bezug zu den Themenfeldern der Energiewende. Erfasst wurden Universitäten, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, universitäre Forschungsinstitute sowie weitere energie- und technologierelevante Bildungseinrichtungen. Die Erfassung erfolgte durch eigene Recherche und ist thematisch auf die für die Studie relevanten Schwerpunkte fokussiert: Erneuerbare Energien, Wasserstoff, Batteriespeicher, Power-to-Gas, Windenergie und Bioenergie.

Die Daten werden standortscharf dargestellt. Im Rahmen der vorliegenden Phase I wurden lediglich größere Standorte erfasst. Eine weitere Analyse der Bildungs- und Fachkräfteressourcen sollte im weiteren Projektverlauf erfolgen, weil der Fokus an dieser Stelle nicht auf eine detaillierte Analyse gelegt werden konnte. Die Erfassung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; insbesondere kleinere und mittlere Ausbildungsstätten sowie berufliche Schulen mit energierelevantem Ausbildungsangebot sind in der vorliegenden Übersicht nicht systematisch berücksichtigt.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Forschungseinrichtungen, Ausbildungsstätten und Universitäten



ABBILDUNG 27: UNIVERSITÄTEN, AUSBILDUNGSSTÄTTEN UND FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

Einrichtung	Standort
3N Kompetenzzentrum Niedersachsen – Netzwerk Nachhaltige Rohstoffe und Bioökonomie e.V.	Landkreis Emsland
Bohrmeisterschule Celle	Landkreis Celle
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg – ForWind / Energie der Zukunft	Kreisfreie Stadt Oldenburg



DLR – Institut für Vernetzte Energiesysteme	Kreisfreie Stadt Oldenburg
Drilling Simulator Center (DSC) der TU Clausthal	Landkreis Celle
ForWind – Zentrum für Windenergieforschung, Oldenburg (Marie-Curie-Str.)	Kreisfreie Stadt Oldenburg
Fraunhofer IWES – Hauptstandort Bremerhaven	Kreisfreie Stadt Bremerhaven
Fraunhofer IWES – Standort Leer	Landkreis Leer
Hochschule Emden/Leer – Fachbereich Seefahrt und Maritime Wissenschaften	Landkreis Leer
Hochschule Emden/Leer – Fachbereich Technik (Labor Regenerative Energien)	Kreisfreie Stadt Emden
Hochschule Osnabrück – Energiesysteme / Prozesstechnik (Campus Lingen)	Landkreis Emsland
Hochschule Osnabrück – Geoinformatik (Campus Osnabrück)	Kreisfreie Stadt Osnabrück
Hochschule Osnabrück – Labor Energieversorgung (Campus Osnabrück)	Kreisfreie Stadt Osnabrück
INEP – Institut für nachhaltige Energieversorgung	Kreisfreie Stadt Oldenburg
Jade Hochschule – Campus Elsfleth	Landkreis Wesermarsch
Jade Hochschule – Campus Oldenburg	Kreisfreie Stadt Oldenburg
Jade Hochschule – Campus Wilhelmshaven (InEV / Energietechnik)	Kreisfreie Stadt Wilhelmshaven
Leuphana Universität Lüneburg – Forschungsschwerpunkt Nachhaltige Energie	Landkreis Lüneburg
NEXT ENERGY – EWE-Forschungszentrum (Vorgängerinstitut DLR VE)	Kreisfreie Stadt Oldenburg
OFFIS – Institut für Informatik, FuE-Bereich Energie	Kreisfreie Stadt Oldenburg
ostfalia hochschule für angewandte wissenschaften	Landkreis Uelzen
Universität Oldenburg – Energie- und Halbleiterforschung	Kreisfreie Stadt Oldenburg
Universität Vechta	Landkreis Vechta

Teil C: Geplante Entwicklungen – Projektpipeline

9. Erzeugungsinfrastruktur

Dieses Kapitel dokumentiert die Projektpipeline der Erzeugungsinfrastruktur im Untersuchungsraum für den Plan-Horizont 2033. Erfasst wurden Projekte und Planungen, die sich zum Zeitpunkt der Berichterstellung in Planung, Genehmigung oder Ankündigung befinden. Die Datenbasis stützt sich auf den Nefino Planstatus sowie das Nefino Planungsregister, das auf Basis von Nefino.LI News kontinuierlich aktualisiert wird. Datenquelle für Planungsregister-Einträge sind öffentlich zugängliche Planungsunterlagen, Bebauungspläne, kommunale Bekanntmachungen und offizielle Projektdatenbanken.

9.1. Planstatus Windenergie

Der Planstatus Windenergie bildet den aktuellen Stand der Flächenausweisung für Windenergie auf Ebene der Planungsregionen ab. Zentrale Kenngrößen sind die ausgewiesenen Vorranggebiete Windenergie (rechtsgültig und im Entwurf) sowie die Flächenbeitragswerte, die festlegen, welcher Anteil der Landesfläche je Planungsregion bis 2027 und 2032 für Windenergie ausgewiesen werden muss.

Die Vorranggebiete werden in zwei Kategorien unterschieden: rechtsgültig ausgewiesene Flächen aus bestehenden RROP sowie Flächen im Entwurfsstadium aus laufenden RROP-Neuaufstellungen. Da die Flächenkulisse im Entwurfsstadium im Rahmen der strategischen Umweltprüfung in der Regel noch reduziert wird, übersteigt der Flächenanteil im Entwurf den gesetzlich festgelegten Flächenbeitragswert typischerweise.

Hinweis zur Datenbasis: Die Auswertung basiert ausschließlich auf Vorranggebieten aus den Regionalen Raumordnungsprogrammen (RROP). Planungsregionen, die ihre Flächenziele über kommunale Sonderbauflächen in Flächennutzungsplänen (FNP) ansteuern – darunter Grafschaft Bentheim, Diepholz, Lüchow-Dannenberg und Cloppenburg – sind in der RROP-Analyse nicht vollständig abgebildet. Für Emsland und Rotenburg (Wümme) liegen Sonderbauflächen als Geodaten vor und sind in der Auswertung integriert. Der Flächenbeitragswert (FBW) bezeichnet den gesetzlich festgelegten Mindestanteil der Landesfläche, der je Planungsregion bis 2032 für Windenergie ausgewiesen werden muss. Die Spalte „FBW - ausgewiesen und anrechenbar“ weist den Anteil der rechtsgültig ausgewiesenen Flächen aus, der auf den Flächenbeitragswert angerechnet werden kann (Rotor-out-Methode, WEA außerhalb von VRG mit Rotorkreisfläche einbezogen). Negative Werte zeigen an, dass der Flächenbeitragswert bereits übertroffen wird.

Kennzahl	Wert
Anzahl VRG – rechtsgültig	771
Gesamtfläche VRG – rechtsgültig	2.9184 ha
Flächenanteil – rechtsgültig	0,96 %
Anzahl VRG – im Entwurf	1382
Gesamtfläche VRG – im Entwurf	63.209 ha
Flächenanteil – im Entwurf	2,07 %



Planungsregion	RROP-Jahr	RROP-Neuaufstellung	FBW 2032 (%)	FBW – ausgewiesene und anrechenbare Fläche (%)
Kreisfreie Stadt Emden	2021	nein	0,09	-4,54
Kreisfreie Stadt Oldenburg	2011	nein	0,86	0,86
Kreisfreie Stadt Osnabrück	–	nein	0,02	0,02
Kreisfreie Stadt Wilhelmshaven	1973	nein	0,20	-0,91
Landkreis Ammerland	2013	ja	1,29	0,88
Landkreis Aurich	2019	nein	1,20	-0,07
Landkreis Celle	2005	ja	0,21	0,21
Landkreis Cloppenburg	2005	ja	2,94	2,50
Landkreis Cuxhaven	–	ja	3,37	2,97
Landkreis Delmenhorst	2021	nein	0,03	0,03
Landkreis Emsland	2025	nein	3,07	-0,13
Landkreis Friesland	2020	nein	0,79	-0,23
Landkreis Grafschaft Bentheim	–	nein	1,28	1,28
Landkreis Harburg	2019	ja	3,16	2,98
Landkreis Heidekreis	–	ja	2,47	2,43
Landkreis Leer	2025	nein	1,26	0,79
Landkreis Lüchow-Dannenberg	2019	ja	2,89	2,57
Landkreis Lüneburg	2016	ja	4,00	3,36
Landkreis Oldenburg	–	ja	2,72	2,72
Landkreis Osnabrück	2025	nein	1,51	-0,69
Landkreis Osterholz	2011	ja	1,93	1,60
Landkreis Rotenburg (Wümme)	2020	ja	4,00	3,14
Landkreis Stade	2023	ja	3,67	1,82

Landkreis Uelzen	–	ja	4,00	3,95
Landkreis Vechta	2022	ja	1,56	0,58
Landkreis Verden	–	ja	2,83	2,72
Landkreis Wesermarsch	2020	nein	2,37	0,33
Landkreis Wittmund	2006	nein	1,90	-0,61

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Vorranggebiete Windenergie
- rechtsgültig [ha]

-  0
-  0 - 50
-  50 - 100
-  100 - 150
-  150 - 200
-  200 - 250
-  250 - 300

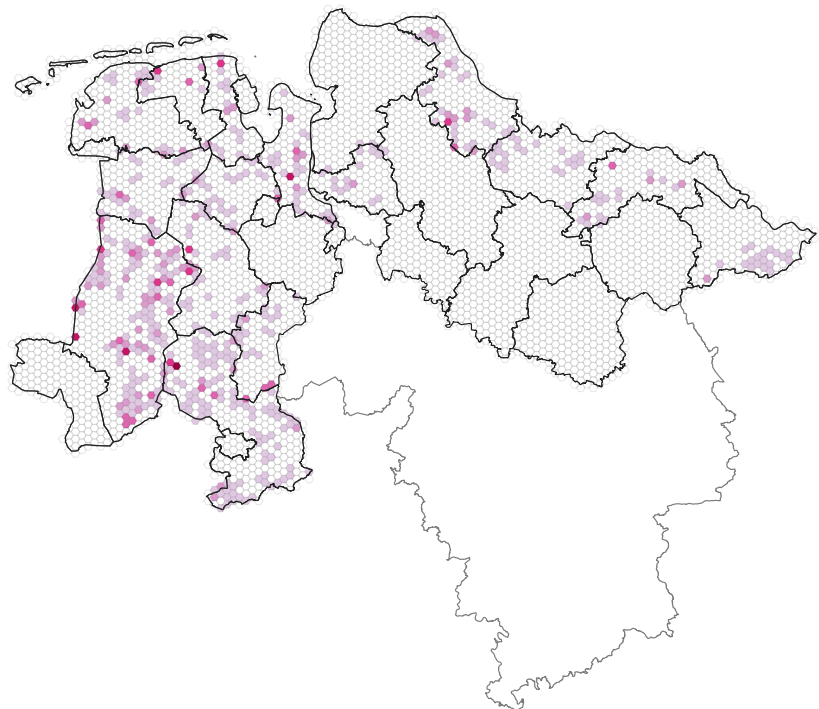
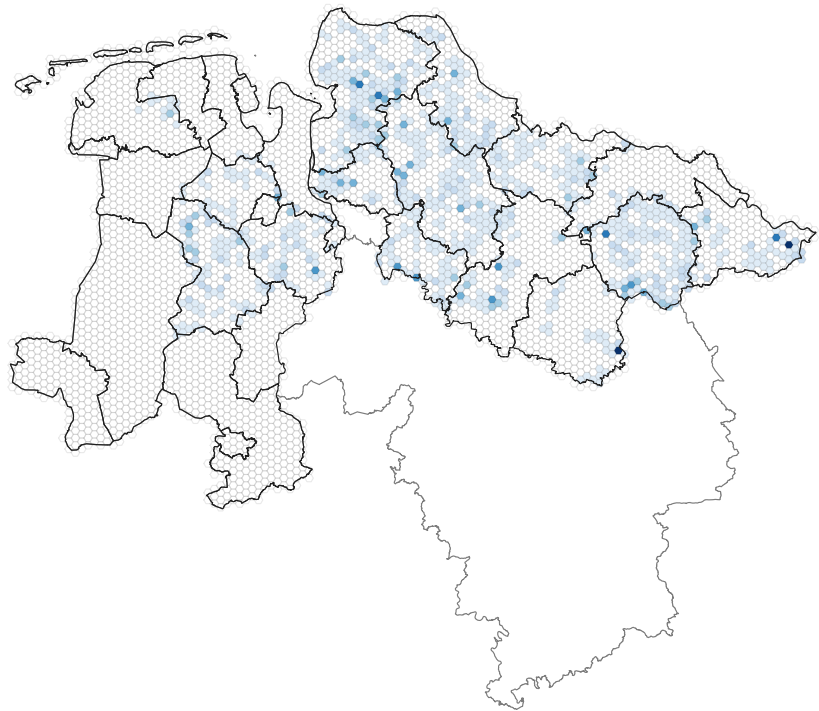


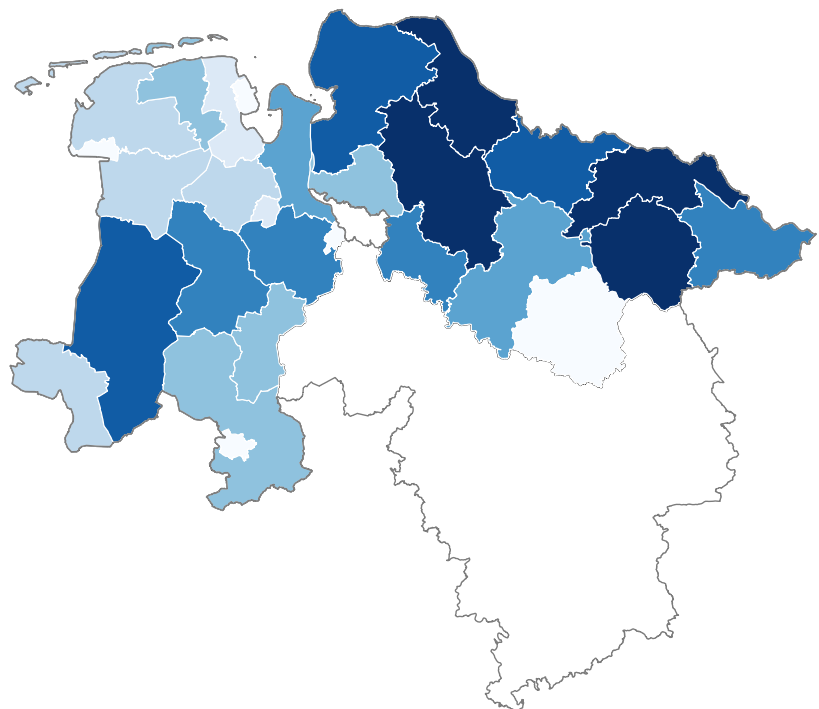
ABBILDUNG 28: VORRANGGEBIETE WINDENERGIE - RECHTSGÜLTIG (RASTER)

Legende

- Planungsregionen
 □ Niedersachsen
 Vorranggebiete Windenergie
 - im Entwurf [ha]
- | | |
|---|-----------|
| □ | 0 |
| □ | 0 - 50 |
| □ | 50 - 100 |
| □ | 100 - 150 |
| □ | 150 - 200 |
| □ | 200 - 250 |
| □ | 250 - 300 |
| □ | 350 - 400 |

**ABBILDUNG 29: VORRANGGEBIETE WINDENERGIE - IM ENTWURF (RASTER)****Legende**

- Planungsregionen
 □ Niedersachsen
 Flächenbeitragswert [%]
- | | |
|---|---------|
| □ | 0 - 0,5 |
| □ | 0,5 - 1 |
| □ | 1 - 1,5 |
| □ | 1,5 - 2 |
| □ | 2 - 2,5 |
| □ | 2,5 - 3 |
| □ | 3 - 3,5 |
| □ | 3,5 - 4 |

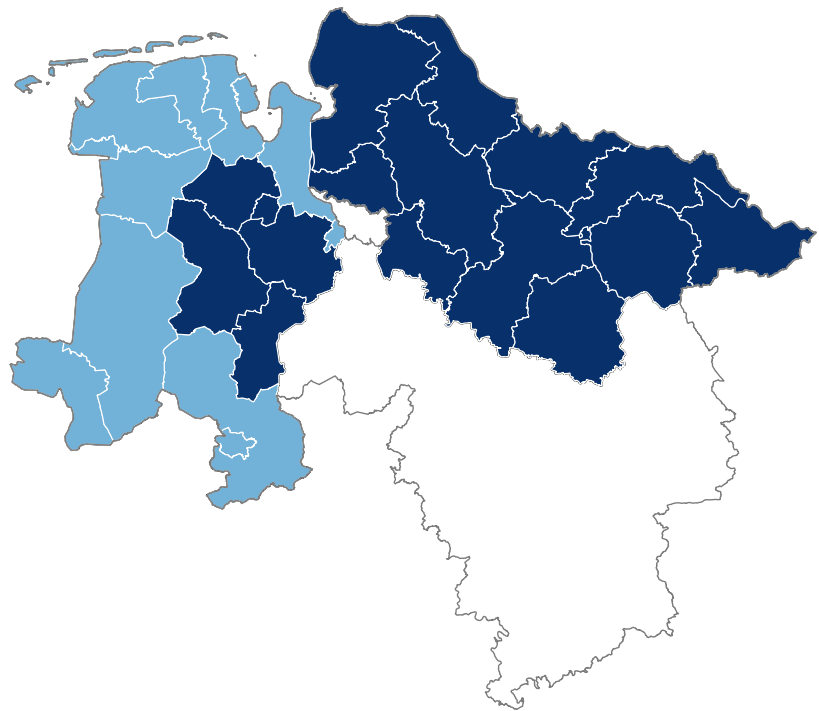
**ABBILDUNG 30: FLÄCHENBEITRAGSWERT WINDENERGIE [%]**

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Planstatus Wind
- aktuell in RROP-Neuaufstellung

-  ja
-  nein

**ABBILDUNG 31: PLANUNGSREGIONEN IN RROP-NEUAUFSTELLUNG**

9.2. Planungsregister Windenergie

Das Planungsregister Windenergie erfasst konkrete Windparkprojekte, die sich in Planung oder Genehmigung befinden. Die Daten umfassen Projektname, Entwickler, Nennleistung, Anlagenzahl, Anlagentyp, Planungsstand sowie Meilensteine. Die Projektpipeline gibt einen Überblick über das zu erwartende Zubauvolumen bis 2033. Für die Darstellung werden die Projekte auf Gemeindeebene aggregiert.

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen
- Projektregister Wind
- Anzahl geplanter Projekte
-  0
-  1 - 5
-  5 - 10
-  10 - 15
-  15 - 20
-  20 - 25

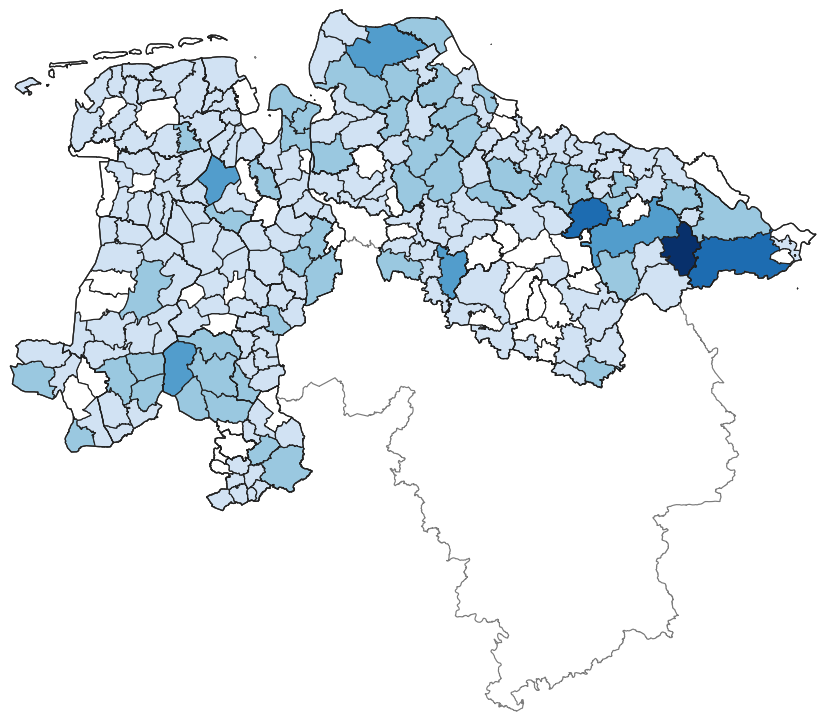


ABBILDUNG 32: PLANUNGSREGISTER WINDENERGIE

9.3. Planstatus Solarenergie

Der Planstatus Solarenergie dokumentiert kommunale Solarenergiekonzepte mit Flächenzielen sowie den Anteil der Gemeinden, für die ein Solarkonzept bekannt ist. Er gibt einen Überblick darüber, in welchen Teilen des Untersuchungsraums Kommunen aktiv Flächenziele für Freiflächen-PV festgelegt haben.

Legende

-  Niedersachsen
-  Planungsregionen
- Planstatus Solar
 -  ja
 -  nein

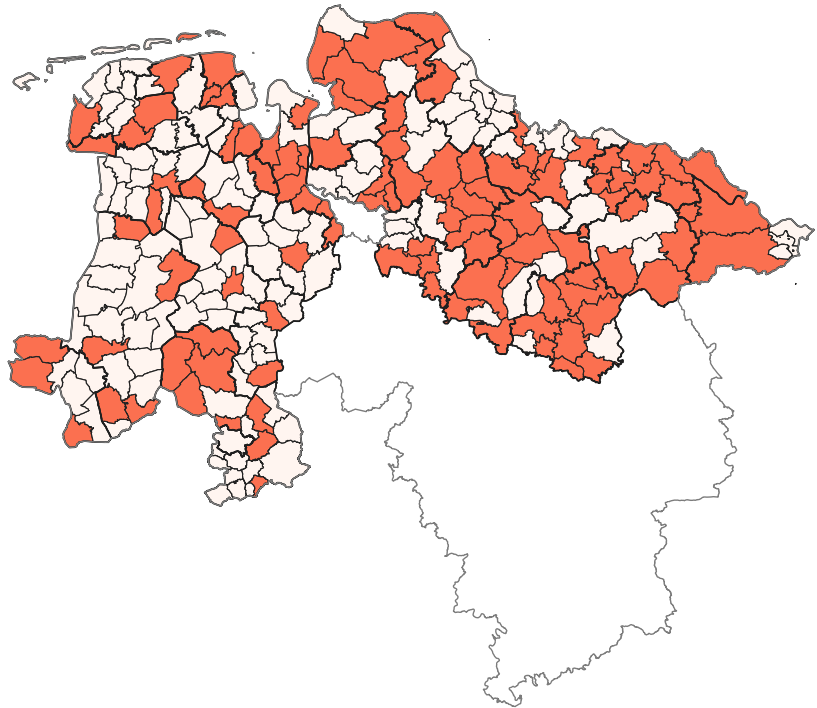


ABBILDUNG 33: PLANSTATUS SOLAR

9.4. Planungsregister Solarenergie

Das Planungsregister Solarenergie erfasst Freiflächen-PV-Projekte, die sich konkret in Planung befinden. Die Daten umfassen u.a. Projektname, Entwickler, Nennleistung, Fläche, Planungsstand.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Planungsregister Solar
- Anzahl geplanter Projekte
 - 0
 - 0 - 5
 - 5 - 10
 - 10 - 15
 - 15 - 20
 - 20 - 25

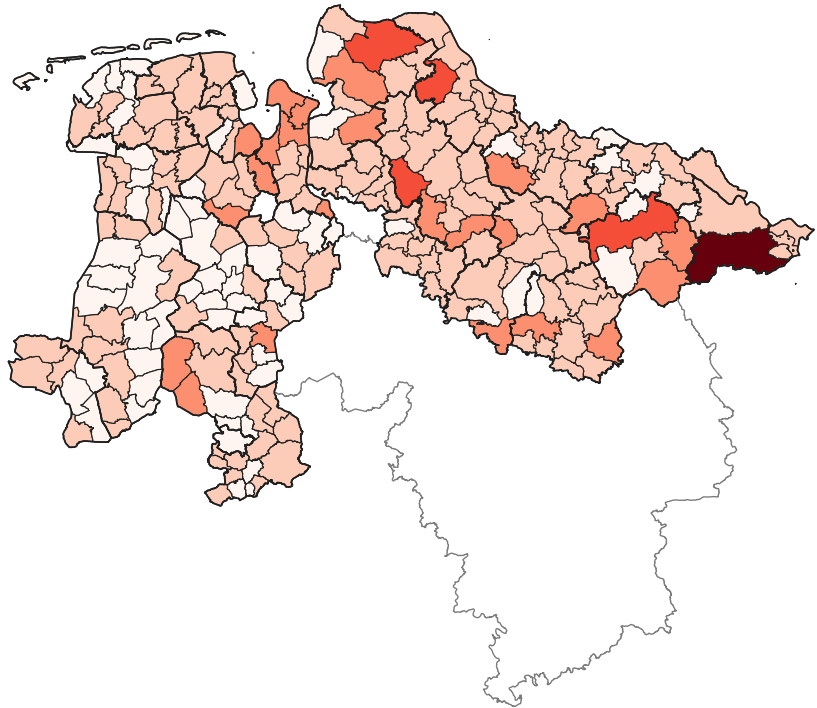


ABBILDUNG 34: PLANUNGSREGISTER SOLAR

10. Netzinfrastuktur Strom

Dieses Kapitel dokumentiert die geplanten Netzausbaumaßnahmen im Strombereich für den Plan-Horizont 2033. Erfasst wurden der Netzausbauplan der Verteilnetzbetreiber bis 2033 sowie der Netzentwicklungsplan der Übertragungsnetzbetreiber. Beide Datensätze werden korridorbezogen dargestellt. Der Hinweis zur geplanten Aktualisierung der Netzausbaupläne in Q3 2026 gilt auch für dieses Kapitel (vgl. Kapitel 3.3).

10.1. Netzausbauplan Verteilnetzbetreiber (bis 2033)

Die mittelfristigen Netzausbaumaßnahmen der Verteilnetzbetreiber Avacon und Westnetz bis 2033 umfassen geplante Leitungsprojekte, Umspannwerk-Erweiterungen und Kapazitätserhöhungen. Die Datenbasis und Erfassungsmethodik entspricht der in Kapitel 3.3 beschriebenen Vorgehensweise; hier werden die über 2028 hinausgehenden Maßnahmen bis 2033 ausgewiesen.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Netzinfrastuktur Strom
 - Stromnetz 110kV
 - Verteilnetzausbau - bis 2033

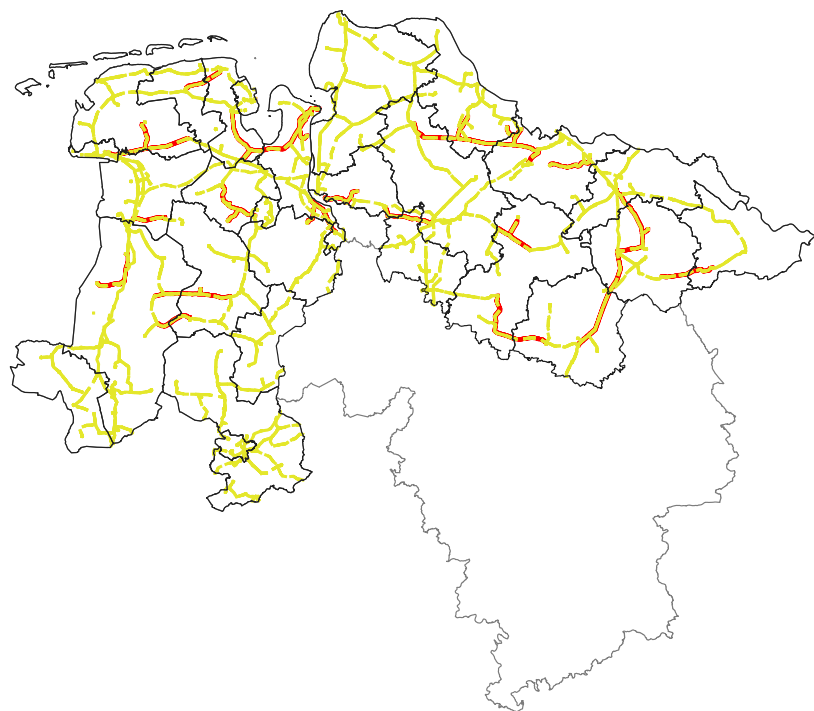


ABBILDUNG 35: NETZAUSBAUPLÄNE DER VERTEILNETZBETREIBER BIS 2033

10.2. Netzentwicklungsplan Übertragungsnetzbetreiber (bis 2033)

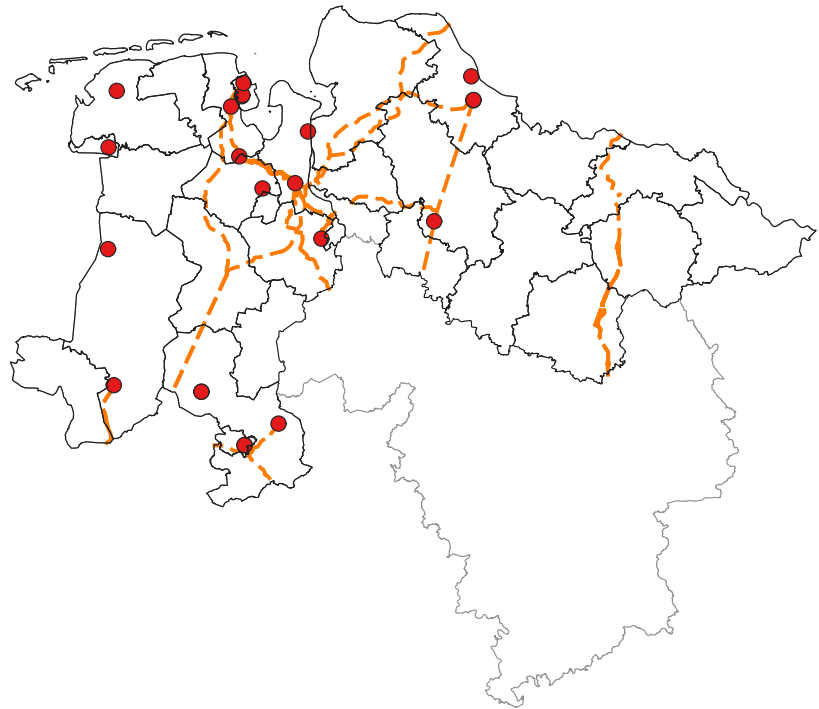
Der Netzentwicklungsplan (NEP) der Übertragungsnetzbetreiber legt die mittelfristigen Ausbauprojekte im deutschen Höchstspannungsnetz fest und bildet die zentrale Planungsgrundlage für den Netzausbau bis 2033. Im Untersuchungsraum sind insgesamt 17 Vorhaben erfasst, die sich in Wechselstromleitungen (AC, 380 kV) und Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungen (HGÜ, 320–525 kV) unterteilen. Die Daten wurden auf Grundlage der Vorhabenübersicht der Bundesnetzagentur erfasst und umfassen Trassenverlauf sowie Planungsstand der jeweiligen Abschnitte.

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Netzentwicklungsplan

-  Punkt-Maßnahmen
-  Trassen-Maßnahmen

**ABBILDUNG 36: NETZENTWICKLUNGSPLÄNE BIS 2033 DER ÜBERTRAGUNGSNETZBETREIBER**

11. Netzinfrasturktur Erdgas und Wasserstoff

Dieses Kapitel dokumentiert die geplanten Entwicklungen der Wasserstoffinfrastruktur für den Plan-Horizont 2033. Im Mittelpunkt stehen das Wasserstoff-Kernnetz im Planungsstand und das Planungsregister Wasserstoff mit geplanten Power-to-Gas-Projekten. Das Erdgasnetz weist für diesen Zeithorizont keinen eigenständigen Plan-Stand-Layer auf und wird daher nicht gesondert ausgewiesen.

11.1. Wasserstoff-Kernnetz (Planungsstand)

Das Wasserstoff-Kernnetz wird schrittweise bis 2032 in Betrieb genommen (mit Flexibilisierungsoption bis 2037 für einzelne Abschnitte). Die einzelnen Leitungsabschnitte liegen korridorbezogen mit vollständigen Attributen vor (Kategorie, Name, Betreiber sowie weitere Informationen aus dem Leitungsregister). Der aktuelle Ausbaustand wird über das Planungsregister Wasserstoff sowie öffentliche Planfeststellungsportale abgebildet, sodass zwischen bereits in Betrieb genommenen, genehmigten und noch in Planung befindlichen Abschnitten differenziert werden kann.

11.2. Planungsregister Wasserstoff

Das Planungsregister Wasserstoff erfasst geplante Power-to-Gas-Projekte, die sich zum Zeitpunkt der Berichterstellung in Planung oder Ankündigung befinden. Projekte, die bereits in Betrieb oder im Bau sind, werden in Kapitel 4.3 (Ist-Stand) ausgewiesen. Die Datenbasis stützt sich auf Nefino.LI News sowie öffentlich zugängliche Projektankündigungen. Für jedes Projekt werden – soweit verfügbar – Projektname, Entwickler, geplante Nennleistung, Planungsstand, Standortbeschreibung, Meilensteine sowie Angaben zu Abnahme-, Transport- und Wasserver-sorgungskonzept erfasst.

Name	Standort	Status	Betreiber	Inst. Leistung
Emden-e1	Emden	In Planung	Statkraft	10 MW
CHESS	Huntorf	In Planung	Uniper / EWE	30 MW
Wasserstoffpark Friesland	Sande	In Planung	Friesen Elektra	800 MW
Hanseatic Energy Hub	Stade	In Planung	Buss-Gruppe/ HAZWEI/ KE Holding	100 MW
Green Energy Hub Wilhelmshaven	Wilhelmshaven	In Planung	TES / EWE	500 MW
Green Wilhelmshaven	Wilhelmshaven	In Planung	Uniper	1000 MW
Netzbrücke 410	Wilhelmshaven	In Planung	Netzbrücke 410 Projekt GmbH	30 MW
Kaskade 501	Wilhelmshaven	In Planung	Stable Grid Group	-
VoltH2 Elektrolyse	Wilhelmshaven	In Planung	VoltH2	100 MW

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

PtG-Anlagen in Planung
Elektrolyseleistung [MW]

-  <10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 500
-  >500

T-Stücke Wasserstoffkernnetz

-  T-Stück

Wasserstoff-Kernnetz

-  in Betrieb
-  im Planfeststellungsverfahren
-  geplant

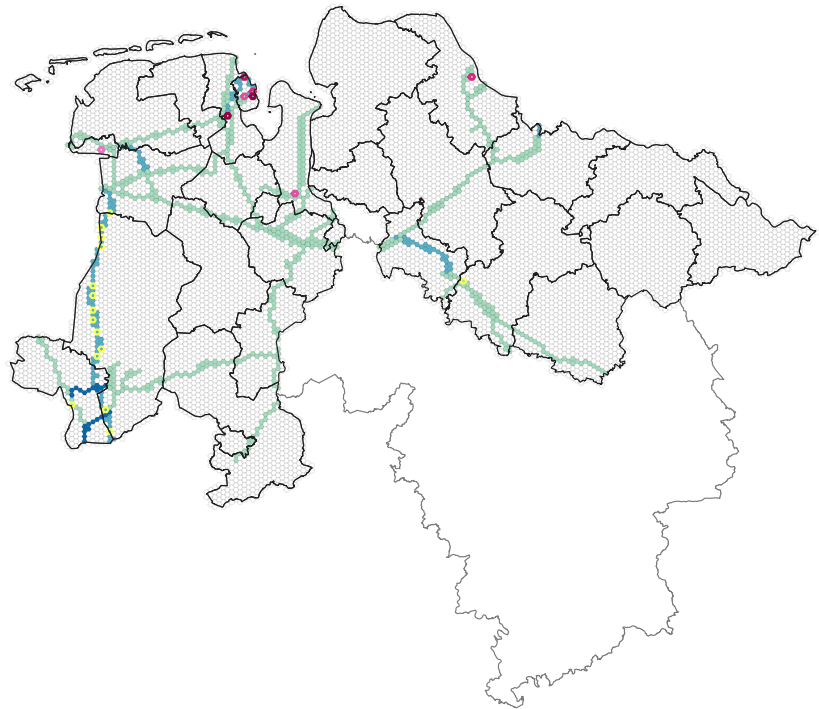


ABBILDUNG 37: WASSERSTOFF-INFRASTRUKTUR (GEPLANT) - KERNNETZ, PTG-PROJEKTE & T-STÜCKE

12. Speicher und Flexibilität

Dieses Kapitel dokumentiert die Projektpipeline für Batteriespeicher sowie den Planungsstand der Wasserstoff-Kavernenspeicher im Untersuchungsraum für den Plan-Horizont 2033.

12.1. Planungsregister Batteriespeicher (BESS)

Das Planungsregister Batteriespeicher erfasst BESS-Projekte, die sich in Planung oder Genehmigung befinden. Die Datenbasis stützt sich auf Nefino.LI News sowie öffentlich zugängliche Projektmeldungen. Für jedes Projekt werden – soweit verfügbar – Projektname, Entwickler, geplante Nennleistung, Speicherkapazität, Anschlusskonzept, Standortbeschreibung, Planungsstand sowie Meilensteine erfasst. Die Daten werden aggregiert auf Landkreisebene dargestellt. Es wurden 120 geplante Projekte identifiziert.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Planungsregister BESS
- Anzahl Projekte pro Landkreis
- 0
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20

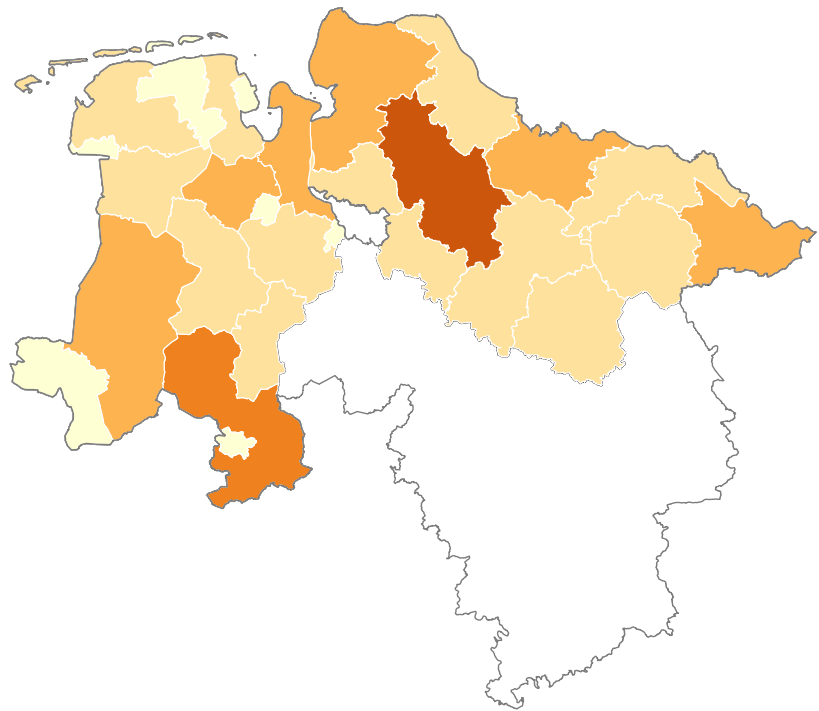


ABBILDUNG 38: PLANUNGSREGISTER BESS

12.2. Kavernenspeicher Wasserstoff

Fünf Kavernenspeicherprojekte für Wasserstoff im Untersuchungsraum befinden sich im Plan-Horizont 2033 in Planung oder Genehmigung und werden voraussichtlich bis 2033 in Betrieb gehen. Die Standorte Etzel (H2Cast), Huntorf (Clean Hydrogen Coastline) und Krummhörn (Krummhörn H2) sind bereits im Testbetrieb oder im Bau und werden in Kapitel 5.2 ausgewiesen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Planungsstand der Speicher.

Name	Standort	Betreiber	Gasart	Status
Astora H2	Jemgum	Astora (SEFE)	Wasserstoff	Planung; Baubeginn 2026 angestrebt, Betrieb Ende 2029 geplant
SaltHy	Harsefeld	Storengy Deutschland	Wasserstoff	Planung/Genehmigung; Baubeginn 2026, erste Kaverne IBN 2032
Blexen	Nordenham	Untertage-Speicher-Gesellschaft (USG)	Wasserstoff	Im Erkundungsgenehmigungsverfahren
Gorleben	Gorleben	-	Wasserstoff	Idee der Kommunen, Bergwerk umzunutzen
Wilhelms-haven	Wilhelms-haven	Nord-West Kavernengesellschaft	Wasserstoff	Planung zur sukzessiven Umrüstung bis 2034

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Kavernenspeicher - Wasserstoff (in Planung)



ABBILDUNG 39: WASSERSTOFFSPEICHER (GEPLANT)

13. Telekommunikationsinfrastruktur

Für den Plan-Horizont 2033 liegt im Bereich Telekommunikation ein Datensatz vor: der geplante Ausbaustand des Glasfaser-Backbones. Internetknoten weisen keinen eigenständigen Plan-Stand-Layer auf. Ein Planungsregister für geplante Rechenzentren befindet sich aktuell im Aufbau und wird voraussichtlich in Q3 2026 verfügbar sein; die entsprechenden Daten können für die Folgephasen der Studie bei Nefino angefragt werden.

13.1. Glasfaser-Backbone (Planungsstand)

Der geplante Ausbau des Glasfaser-Backbones wurde auf Basis von Betreiberdaten erfasst. Analog zum Ist-Stand (vgl. Kapitel 7.1) ist auch der Planungsstand nicht vollständig erfassbar, da nicht alle Betreiber ihre Ausbaupläne veröffentlichen. Die Darstellung erfolgt korridorbezogen.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- ◆ Internet-Knotenpunkte
- Rechenzentrum
- Glasfaser Backbone (in Planung, im Bau)

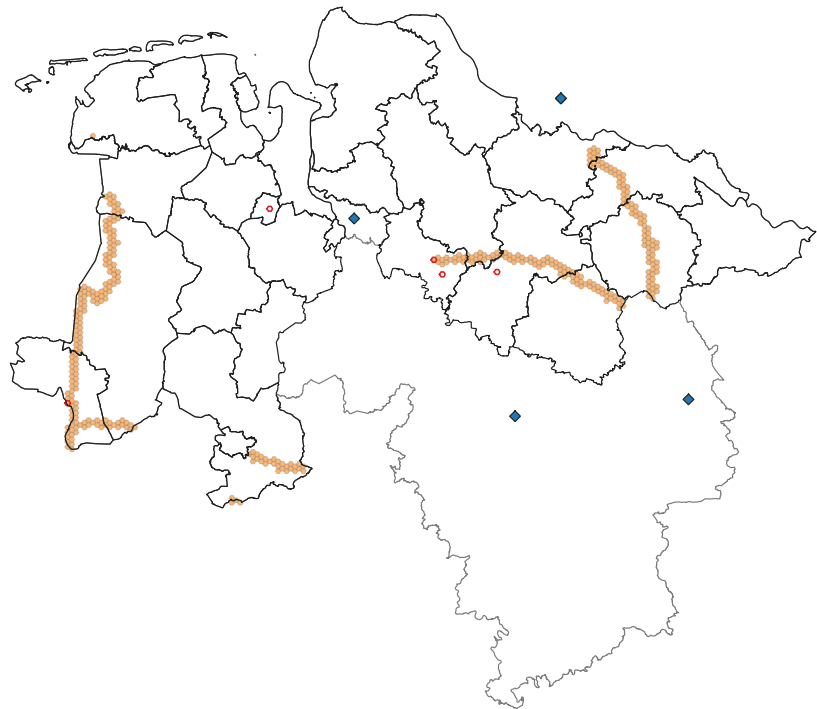


ABBILDUNG 40: TELEKOMMUNIKATIONSINFRASTRUKTUR (GEPLANT)

Teil D: Potenziale

14. Windenergiepotenziale

Dieses Kapitel dokumentiert die Windenergiepotenziale im Untersuchungsraum für den Zeithorizont 2040/2045. Ausgewiesen werden die verfügbaren Potenzialflächen, die installierbaren Nennleistungen sowie die jährlichen Energieerträge auf Basis einer einheitlichen Referenzanlage und standortspezifischer Windgeschwindigkeiten.

14.1. Datengrundlage und Methodik

Als Grundlage der Windenergiepotenzialanalyse dienen die Flächenpotenziale der landesweiten Flächenpotenzialanalyse für Windenergie an Land in Niedersachsen (WINNIEPOT, Fraunhofer IEE / Bosch & Partner 2023, im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz). Diese Studie bietet eine hochaufgelöste, landesweit homogene Datenbasis (25×25-m-Raster), die neben standardisierten Restriktionskriterien auch komplexe militärische Restriktionen – darunter Hubschraubertiefflugkorridore, Mindestradarführungshöhen sowie Circling-Verfahren militärischer Flugplätze – auf Basis behördlich abgestimmter Datensätze umfasst. Diese Datenlage ist im Rahmen der WWE-Studie nicht eigenständig reproduzierbar und rechtfertigt die Nutzung von WINNIEPOT als methodische Ausgangsbasis.

Die WINNIEPOT-Flächenpotenziale werden auf die Referenz-Windenergieanlage des Zieljahres 2040/2045 angepasst (angelehnt an H2-FEE, Lüers et al. 2023 – Transwind). Die Referenzanlage weist folgende technische Parameter auf:

Kennzahl	Wert
Nennleistung	10.000 kW
Rotordurchmesser	200 m
Nabenhöhe	160 m
Gesamthöhe	260 m

Die wesentlichen Anpassungen gegenüber WINNIEPOT betreffen die Siedlungsabstände zu Einzelwohngebäuden im Außenbereich (520 m statt 400 m) sowie die infrastrukturbezogenen Schutzabstände zu Verkehrswegen und Freileitungen, die dem größeren Rotordurchmesser der Referenzanlage angepasst werden. Kriterien ohne anlagengrößenabhängige Komponente – insbesondere Schutzgebiete, avifaunistische Konfliktbereiche und militärische Sonderrestriktionen – werden unverändert aus WINNIEPOT übernommen. Potenzialflächen kleiner als 5 ha werden aus der Analyse ausgeschlossen. Das vollständige Prämissengerüst der Potenzialanalyse ist in Anhang B dokumentiert.

14.2. Potenzialklassen

Die Potenzialflächen werden anhand der in WINNIEPOT ermittelten Konfliktrisikowerte (KRW) in zwei Klassen differenziert:

Erschließbares Potenzial (KRW 1+2): Realisierungswahrscheinlichkeit 80–100 %. Konservative Schätzung des tatsächlich nutzbaren Potenzials.

Technisches Potenzial (KRW 3): Zusätzliche Einbeziehung von Flächen mit KRW 3 (Realisierungswahrscheinlichkeit ca. 60 %). Flächen mit KRW 4 und 5 bleiben aufgrund der geringen Realisierungswahrscheinlichkeit (≤ 20 %) unberücksichtigt. Die Ausweisung beider Klassen ermöglicht eine Spannweite der Ergebnisse.

14.3. Anlagenanzahl und Energieertrag

Die Anlagenanzahl je Potenzialfläche wird auf Basis eines Layouts mit einem Mindestabstand von $3,25 \times \text{Rotordurchmesser}$ (= 650 m) zwischen den Windenergieanlagen berechnet. Dieser Wert bildet eine vertretbare Untergrenze für Onshore-Großanlagen und minimiert Abschattungsverluste.

Der Energieertrag wird anhand von Kapazitätsfaktoren ermittelt. Dazu wurde der Untersuchungsraum in ca. 100 Rasterzellen eingeteilt, denen jeweils ein standortspezifischer Kapazitätsfaktor auf Basis von Windgeschwindigkeitsdaten zugewiesen wird. Der jährliche Energieertrag ergibt sich aus Nennleistung, Anzahl der Volllaststunden (abgeleitet aus dem Kapazitätsfaktor) und der Anzahl der platzierbaren Anlagen.

14.4. Ergebnisse

Kennzahl	Erschließbar (KRW 1+2)	Technisch (KRW 3)
Potenzialfläche	109.230 ha (= 3,57 %)	35.725 ha (= 1,17 %)
Installierbare Leistung	46.500 MW	17.590 MW
Jahresenergieertrag	142.173 GWh	54.783 GWh

Eine weitergehende Differenzierung der Ergebnisse nach KRW 1, KRW 2 und KRW 3 ist möglich und kann bei Bedarf als gesonderter Datensatz bei Nefino angefragt werden.

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Flächenpotenziale Windenergie
Referenz-Windenergieanlage [ha]

-  0
-  0 - 100
-  100 - 200
-  200 - 300
-  300 - 400
-  400 - 500
-  500 - 600
-  > 600

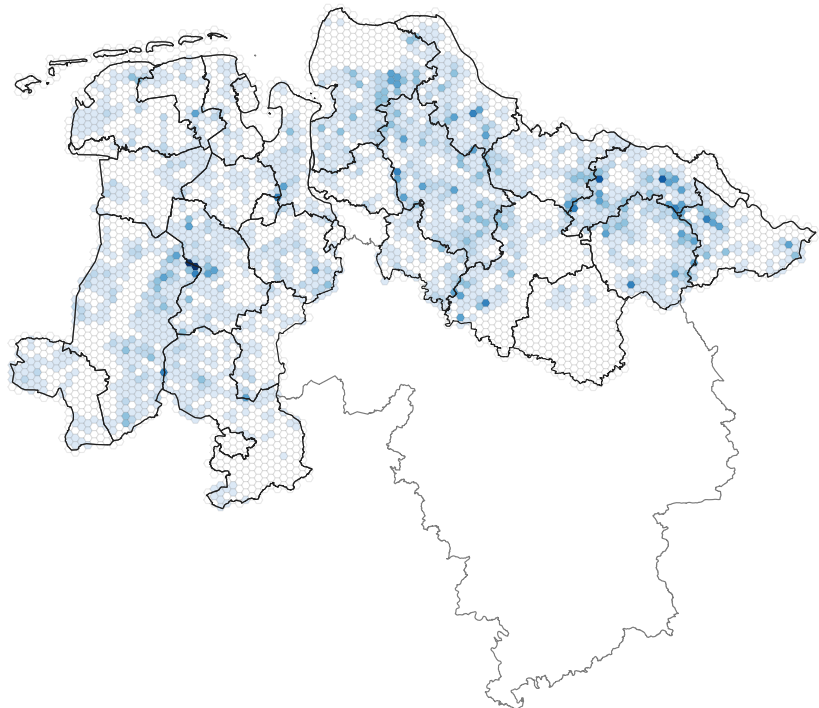


ABBILDUNG 41: FLÄCHENPOTENZIALE WINDENERGIE (RASTER)

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

Installierbare Leistung Windenergie
Referenz-Windenergieanlage [MW]

- 0
- 0 - 20
- 20 - 40
- 40 - 60
- 60 - 80
- 80 - 100
- 100 - 120
- 120 - 140
- 140 - 160

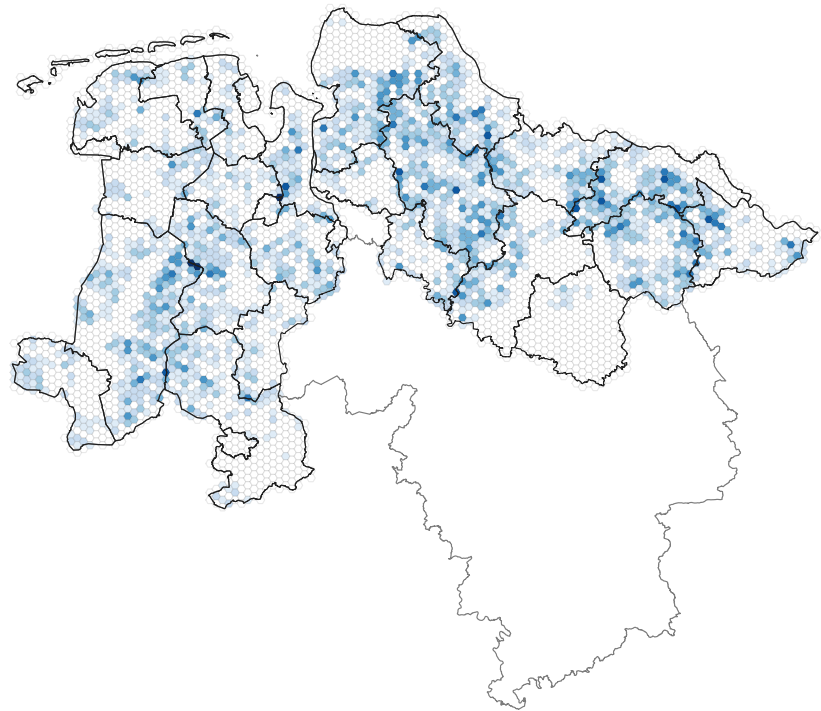


ABBILDUNG 42: INSTALLIERBARE LEISTUNG WINDENERGIE - REFERENZ-WINDENERGIEANLAGE (RAS-TER)

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

Energieertragspotenzial Windenergie
Referenz-Windenergieanlage [GWh]

- 0
- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 35
- 35 - 40
- 40 - 45
- 45 - 50

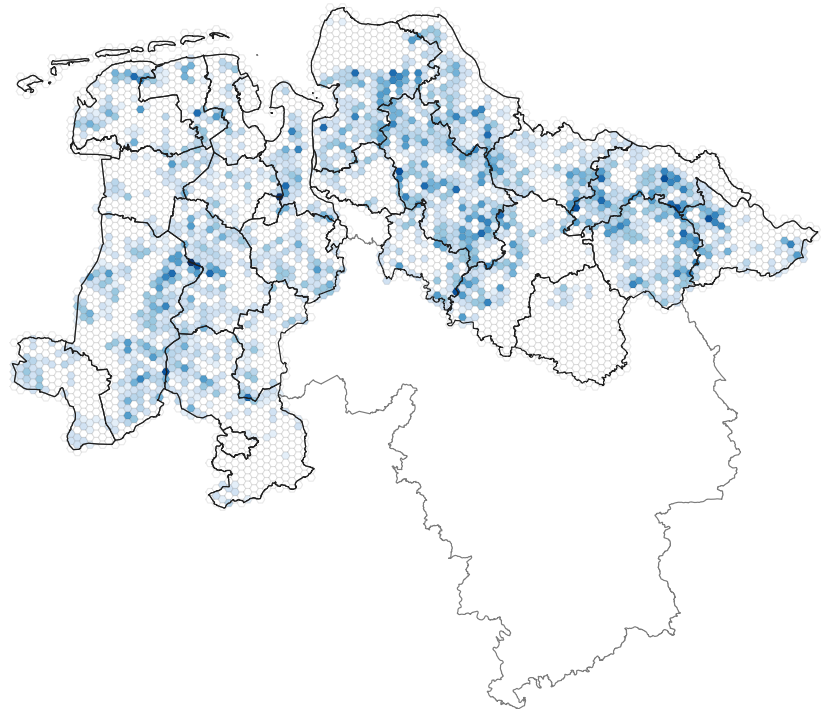


ABBILDUNG 43: ENERGIEERTRAGSPOTENZIAL WINDENERGIE REFERENZ-WINDENERGIEANLAGE (RAS-TER)

15. Repoweringpotenziale

Dieses Kapitel dokumentiert die Repoweringpotenziale für Windenergieanlagen im Untersuchungsraum. Repowering bezeichnet den Ersatz älterer Windenergieanlagen durch leistungstärkere Neuanlagen. Die Analyse identifiziert Bestandsanlagen, für die aufgrund ihrer räumlichen Nähe zu Windenergiepotenzialflächen ein Repowering grundsätzlich in Betracht kommt.

15.1. Methodik

Grundlage der Analyse bildet der Anlagenbestand aus dem Marktstammdatenregister (MaStR) der Bundesnetzagentur. Berücksichtigt wurden alle Windenergieanlagen an Land innerhalb des Untersuchungsraums.

Als Potenzialfläche gilt die Weißfläche, die nach Abzug harter Tabuzonen verbleibt. Als harte Tabuzonen gelten insbesondere ein Abstand von $2H$ ($= 520\text{ m}$) zur Wohnbebauung im Innenbereich sowie $2H$ zu Einzelwohngebäuden im Außenbereich. Das vollständige Prämissengerüst ist in Anhang B dokumentiert.

Eine Bestandsanlage gilt als repoweringfähig, wenn sich innerhalb von 520 m ($= 2H$) um den Altstandort eine Windenergiepotenzialfläche befindet. Die Analyse wurde auf Basis der Einzelanlagen durchgeführt. Es wurde nicht geprüft, inwiefern ausreichend Flächenpotenziale für das zeitgleiche Repowering mehrerer Anlagen zur Verfügung stehen. Aufgrund der geringeren Flächenrestriktionen ist im Regelfall davon auszugehen, dass der auch mehrere Anlagen eines Windparks repowert werden können. Das Ergebnis stellt eine Potenzialabschätzung dar und ersetzt keine standortbezogene Einzelgenehmigungsprüfung nach BImSchG.



15.2. Ergebnisse

Die folgende Tabelle weist die Anzahl der repoweringfähigen Bestandsanlagen sowie deren Anteil am Gesamtbestand aus. Die Altersstruktur der repoweringfähigen Anlagen (vgl. Kapitel 2.1) gibt Aufschluss darüber, in welchen Zeiträumen Repowering-Maßnahmen absehbar werden.

Kennzahl	Wert
Anzahl Bestandsanlagen gesamt	4620
Davon repoweringfähig	4318
Anteil repoweringfähiger Anlagen	93,5 %

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Repowering-fähige Windenergieanlagen
[% je Rasterzelle]

-  keine WEA vorhanden
-  0 - 10
-  10 - 20
-  20 - 30
-  30 - 40
-  40 - 50
-  50 - 60
-  60 - 70
-  70 - 80
-  80 - 90
-  90 - 100

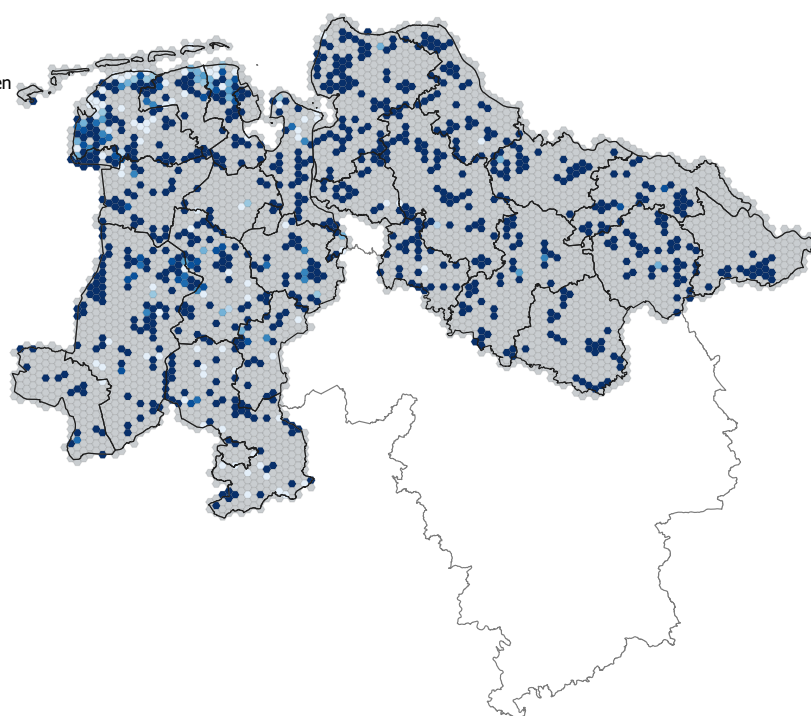


ABBILDUNG 44: REPOWERINGPOTENZIAL IN PROZENT (RASTER)

16. Solarenergiepotenziale

Dieses Kapitel dokumentiert die Freiflächen-PV-Potenziale im Untersuchungsraum für den Zeithorizont 2040/2045. Ausgewiesen werden die verfügbaren Potenzialflächen, die installierbare Leistung sowie der jährliche Energieertrag.

16.1. Datengrundlage und Methodik

Das Prämissengerüst der Freiflächen-PV-Potenzialanalyse orientiert sich an den einschlägigen Leitfäden für Niedersachsen, insbesondere der Arbeitshilfe zur Planung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sowie dem Niedersächsischen Klimaschutzprogramm (NKlimaG). Flächen mit einer Acker- und Grünlandzahl von ≥ 50 wurden nicht grundsätzlich ausgeschlossen, da dies dem Grundsatz der Raumordnung entspricht, der eine Abwägung im Einzelfall vorsieht. Das vollständige Prämissengerüst ist in Anhang C dokumentiert.

Aus der Gesamtheit der Potenzialflächen wurden abschließend alle Flächen innerhalb des EEG-Korridors – definiert als 500-m-Puffer entlang von Autobahnen und Schienenwegen – extrahiert und separat ausgewiesen. Für diese Flächen besteht eine erhöhte Realisierungswahrscheinlichkeit, da sie im Rahmen des EEG privilegiert sind. Potenzialflächen kleiner als 3 ha werden aus der Analyse ausgeschlossen.

16.2. Leistungsdichte und Energieertrag

Die installierbare Leistung wird auf Basis einer einheitlichen Leistungsdichte von 1 MW je Hektar Potenzialfläche berechnet. Der jährliche Energieertrag wird anhand von Kapazitätsfaktoren ermittelt, die auf Basis von Globalstrahlungsdaten standortspezifisch bestimmt werden.

16.3. Ergebnisse

Kennzahl	EEG-Korridor
Potenzialfläche	114.294 ha (=3,74 %)
Installierbare Leistung	114.294 MW
Jahresenergieertrag	108.395 GWh

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

Potenzialfläche FFPV innerhalb
des EEG-Korridors [ha]

- 0
- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 250
- 250 - 300
- 300 - 350
- 350 - 400
- > 400

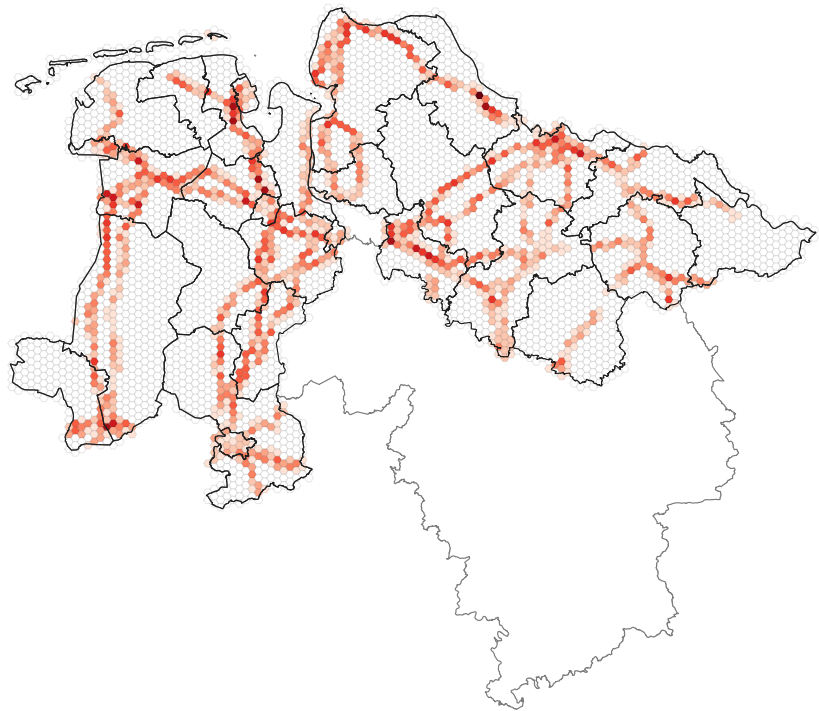


ABBILDUNG 45: FFPV-POTENZIAL INNERHALB DES EEG-KORRIDORS (RASTER)

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen

Energieertragspotenzial FFPV innerhalb
des EEG-Korridors [GWh]

- 0
- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 250
- 250 - 300
- 300 - 350
- > 350

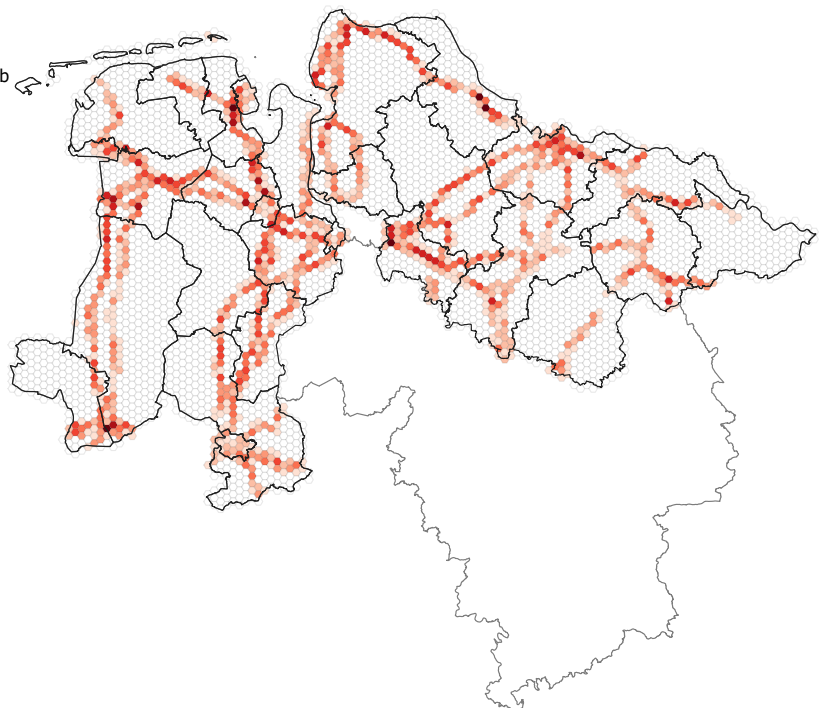


ABBILDUNG 46: ENERGIEERTRAGSPOTENZIAL FFPV INNERHALB DES EEG-KORRIDORS (RASTER)

17. Tiefengeothermiepoteziale

Im Untersuchungsraum bestehen mehrere bergrechtliche Erlaubnisfelder zur Aufsuchung von Tiefengeothermie (> 400 m Tiefe), für die das LBEG die Aufsuchungserlaubnis nach Bundesberggesetz (BBergG) erteilt hat. Der Inhaber verfügt damit über das exklusive Erkundungsrecht im jeweiligen Gebiet; technische Maßnahmen wie Bohrungen sind jedoch erst nach gesonderter Zulassung bergrechtlicher Betriebspläne zulässig. Räumliche Schwerpunkte liegen im östlichen Untersuchungsraum sowie vereinzelt im Nordwesten und im Raum Nienburg/Verden. Zum Vergleich sind die bereits im Ist-Stand erfassten Tiefengeothermieprojekte ergänzend eingeblendet.

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen
-  Tiefengeothermie-Projekte
- Tiefengeothermie - Erlaubnisfelder
 -  ja
 -  nein

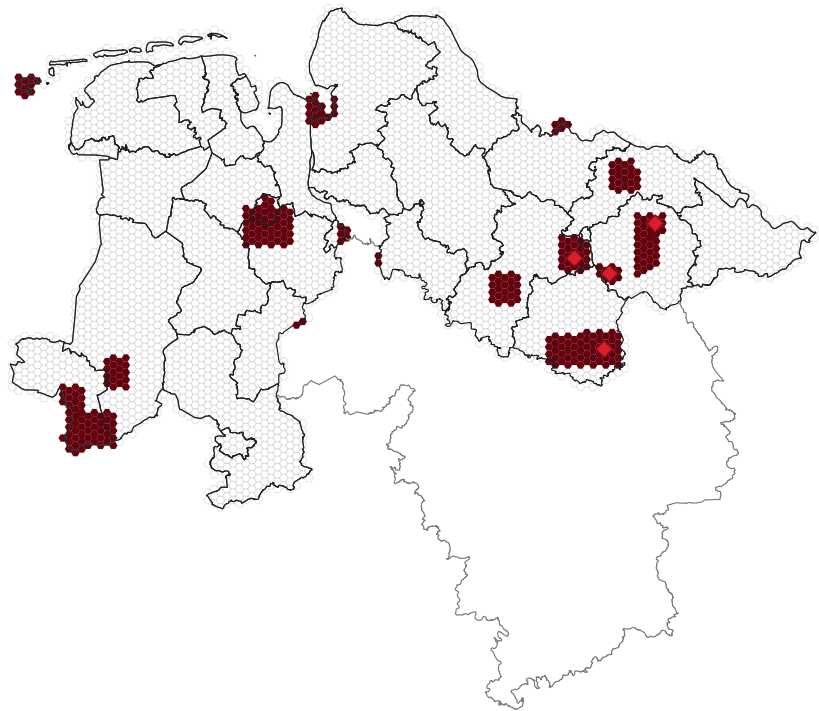


ABBILDUNG 47: TIEFENGEOOTHERMIEPOTENZIALE – ERLAUBNISFELDER

18. Wasserstoffpotenziale

Dieses Kapitel dokumentiert die Potenzialanalyse für Elektrolyseurstandorte im Untersuchungsraum. Die Analyse identifiziert geeignete Standorte für zwei Größenklassen: 10-MW-Elektrolyseure mit Anschluss an das 110-kV-Verteilnetz sowie 100-MW-Elektrolyseure mit Anschluss an das 220-/380-kV-Übertragungsnetz.

18.1. Methodik

Grundlage und Grenzen der Analyse

Die Kriterien, Schwellenwerte und Radien des Scoring-Modells wurden soweit möglich aus realen und konkret geplanten Elektrolyseurprojekten in Norddeutschland abgeleitet und plausibilisiert (u.a. GET H2 Lingen, Lhyfe Brake, EWE Emden, H2Move Cuxhaven). Das Modell liefert eine räumliche Erstbewertung auf Basis öffentlich verfügbarer Geodaten – es ersetzt keine standortspezifische Projektprüfung. Strom- und Wasserbezug, Flächenverfügbarkeit sowie Abnahmestruktur müssen für jeden Standort individuell bewertet werden.

Für die 100-MW-Klasse gilt darüber hinaus: Umspannwerke ohne Nähe zum Wasserstoff-Kernnetz oder großindustriellen Abnehmer sind für eine großskalige Elektrolyse strukturell ungeeignet. Ihre Umsetzbarkeit hängt von künftigen Netzausbaumaßnahmen ab.



ABBILDUNG 48: VORGEHEN WASSERSTOFF-POTENZIALANALYSE

Ausgangspunkt: Netzanschlusspunkte

Die Analyse ist netzpunkt-zentriert: Jedes Umspannwerk im Untersuchungsraum bildet einen potenziellen Standortmittelpunkt. In die Darstellung einbezogen sind ausschließlich Anlagen der Typen *distribution* (Verteilnetz-Umspannwerke), *transmission* (Übertragungsnetz-Übergabepunkte) und *substation* (ohne explizite Typzuordnung). Umspannwerke für Bahnstrom, Industrie- und Kraftwerksanschlüsse wurden ausgeschlossen, da sie keine öffentlichen Netzanschlusspunkte im Sinne der Analyse darstellen. Bei Bedarf lässt sich die Analyse jedoch auch auf weitere Umspannwerke ausweiten.

10-MW-Elektrolyseure werden an 110-kV-Umspannwerken verortet, 100-MW-Elektrolyseure an 220-/380-kV-Umspannwerken. Dieser Ansatz stellt sicher, dass der Netzanschluss als kritischer Kostenfaktor von Beginn an in die Standortbewertung integriert ist. Die Elektrolyseurgrößen von 10 MW und 100 MW sind als grobe Leistungsklassen zu verstehen. Die angesetzten Kriterien sind daher ebenso für einen 5 MW Elektrolyseur ohne immissionsschutzrechtliche Genehmigung oder eine Ausbaustufe von 100 MW auf 200 MW gültig.

Flächenverfügbarkeit als Ausschlusskriterium

Vorab wird geprüft, ob im definierten Radius um das Umspannwerk ausreichend zusammenhängende Potenzialfläche verfügbar ist. Umspannwerke, die diesen Schwellenwert nicht erfüllen, scheiden aus der weiteren Bewertung aus. Der geringere Suchradius bei 100 MW reflektiert die Praxis realer Großprojekte, bei denen die Anlage typischerweise in unmittelbarer UW-Nähe geplant wird.

Kennzahl	Wert
10 MW – Mindestfläche	1,5 ha (Radius 2.000 m)
100 MW – Mindestfläche	8 ha (Radius 1.000 m)

Scoring-Modell und Gewichtung

Für alle Umspannwerke werden Kriterien in drei Kategorien vollständig automatisiert über ein Modell ermittelt und als Attribut je Umspannwerk zugewiesen. Der Score je Umspannwerk ergibt sich als gewichtete Summe der normierten Kriterien und liegt zwischen 0 und 1. Die Gewichtung unterscheidet sich zwischen den Größenklassen und spiegelt die unterschiedlichen wirtschaftlichen und technischen Anforderungen wider. Für Höchstspannungs-Umspannwerke, welche einen Einspeisepunkt der Offshore-Windenergie darstellen, wird analog zu vorhandenen Redispatch-Maßnahmen ebenfalls ein Stromüberschuss angenommen.

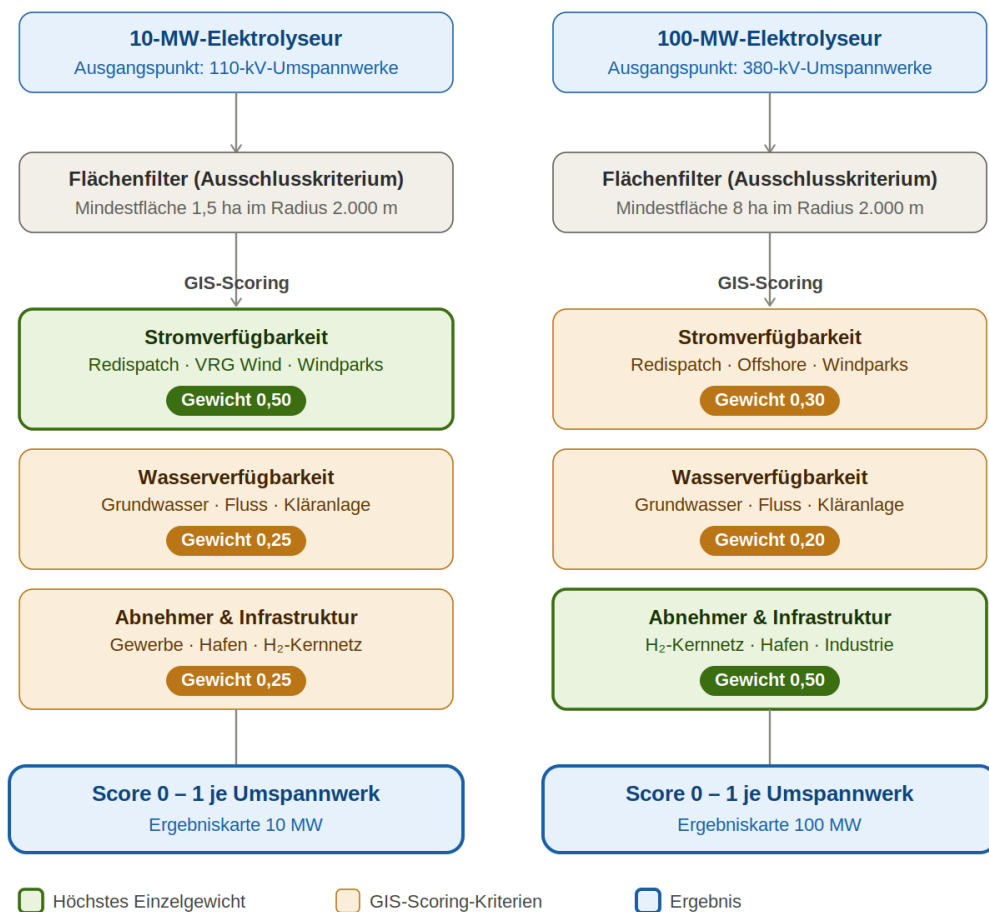


ABBILDUNG 49: METHODIK WASSERSTOFF-POTENZIALANALYSE



Kriterium	Radius (m)	Wert 10 MW	Score 10 MW	Wert 100 MW	Score 100 MW
Stromverfügbarkeit		Gewicht: 0,50		Gewicht: 0,30	
Redispatch-Maßnahmen 2021–heute	0 m	ja/nein	0,30	ja/nein	0,20
Freie VRG Wind im Entwurf	5.000 m	> 50 ha	0,10	> 300 ha	0,05
Windpark Bestand	5.000 m	> 20 MW	0,10	> 50 MW	0,05
Kraftwerk (stillgelegt / geplante Stilllegung)	3.000 m	–	–	ja/nein	0,05
Wasserverfügbarkeit		Gewicht: 0,25		Gewicht: 0,20	
Grundwasser	2.000 m	gering – mäßig genutzt (WSI 2050)	0,05	gering – mäßig genutzt (WSI 2050)	0,05
Fließgewässer	2.000 m	ja/nein	0,10	ja/nein	0,10
Kläranlagen	2.000 m	> 20.000 m³/a	0,10	> 200.000 m³/a	0,05
Abnehmer & Infrastruktur		Gewicht: 0,25		Gewicht: 0,50	
H ₂ -Kernnetz	2.500 m	ja/nein	0,05	ja/nein	0,30
Hafen	5.000 m	ja/nein	0,05	ja/nein	0,10
Industrie- und Gewerbegebiete	1.000 m	ja/nein	0,15	ja/nein	0,05

Unterschiede in der Gewichtung zwischen den Größenklassen

Für den 10-MW-Elektrolyseur dominiert die Stromverfügbarkeit mit einem Gewicht von 0,5, da diese Größenklasse primär auf die lokale Nutzung von Windstromüberschüssen ausgerichtet ist. Redispatch-Maßnahmen signalisieren strukturellen Netzüberschuss, freie Windvorranggebiete deuten auf künftige Einspeisung hin, Bestandwindparks ermöglichen direkte Stromlieferverträge (PPA). Abnehmer & Infrastruktur und Wasserverfügbarkeit werden gleichgewichtet (je 0,25). Das H₂-Kernnetz spielt als Absatzweg eine untergeordnete Rolle – bei 10 MW kommen neben lokalen Industrieabnehmern auch Mobilitätsanwendungen und Trailertransport als Vertriebswege in Betracht.

Für den 100-MW-Elektrolyseur dominiert die Kategorie Abnehmer & Infrastruktur mit 0,5. Das H₂-Kernnetz ist mit 0,3 das wichtigste Einzelkriterium im Modell, da bei dieser Leistungsgröße der gesicherte Absatz über das Kernnetz die entscheidende Voraussetzung für die Projektumsetzbarkeit darstellt. Stromverfügbarkeit erhält mit 0,30 ein niedrigeres Gewicht als bei 10 MW, bleibt aber ein relevanter Standortfaktor.

18.2. Ergebnisse

10-MW-Elektrolyseure

Die Standortbewertung für 10-MW-Elektrolyseure zeigt eine flächendeckende Verteilung im Untersuchungsraum. Während größere Elektrolyseure in der Regel in Kernnetznähe realisiert werden, zeigt sich, dass kleinere Elektrolyseure auch in kernnetzfernen Gebieten mit hoher Stromverfügbarkeit ein hohes Scoring erzielen können. Die Ergebnisse stellen eine Erstbewertung dar. Neben der tatsächlichen Stromverfügbarkeit ist die gesicherte Abnahme der dezentralen Wasserstoffproduktion der entscheidende Faktor für die Umsetzung eines konkreten Projektes.

Hinweis zur Datenqualität: Die Redispatch-Maßnahmen wurden standortgenau den Umspannwerken zugeordnet. In Regionen mit hohem Redispatch-Aufkommen konnten einzelnen Umspannwerken keine Maßnahmen zugeordnet werden, da viele Eingriffe an Einspeise-Umspannwerken anfallen, die im 110-kV-Layer nicht vollständig abgebildet sind. Einzelne Standorte in windstarken Regionen können dadurch im Scoring unterbewertet sein.

Hinweis zur Darstellung: Die Visualisierung zeigt alle Rasterzellen innerhalb eines Radius von 2.000 m um das jeweilige Umspannwerk, eingefärbt entsprechend dem Scoring-Wert des zugehörigen Umspannwerks. Die Größe der dargestellten Fläche spiegelt damit den Suchradius wider, nicht die tatsächliche Flächenverfügbarkeit am Standort. Umspannwerke mit größerem sichtbarem Cluster sind nicht zwingend flächenseitig besser geeignet als solche mit kleinerem Cluster.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Wasserstoffpotenziale 10 MW
- Scoring Umspannwerke
Hochspannung
- 0,0 - 0,0
- 0 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,3
- 0,3 - 0,4
- 0,4 - 0,5
- 0,5 - 0,6
- 0,6 - 0,7
- 0,7 - 0,8

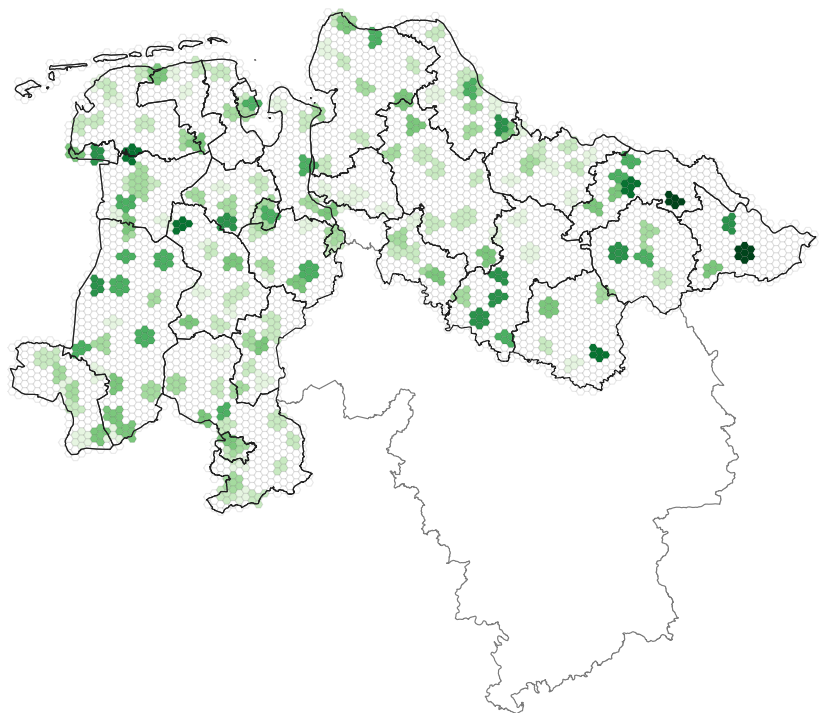


ABBILDUNG 50: WASSERSTOFFPOTENZIALE 10 MW ELEKTROLYSE AN HOCHSPANNUNGUMSPANNWERKEN

100-MW-Elektrolyseure

Die Standortbewertung für 100-MW-Elektrolyseure zeigt eine deutlich geringere Standortdichte, da nur 220-/380-kV-Umspannwerke als Ausgangspunkt dienen. Die höchsten Scores erzielen die Standorte Lingen, Emden, Wilhelmshaven, Stade und Diele. Diese Standorte vereinen die entscheidenden Kriterien dieser Größenklasse: Nähe zum Wasserstoff-Kernnetz, potenzielle Stromverfügbarkeit Offshore-Netzverknüpfung oder starke Windeinspeisung sowie Hafen- und Industrienähe als Abnahmeproxies. Umspannwerke ohne Kernnetzanbindung oder in großer Distanz zum geplanten Netz erzielen strukturell niedrige Scores und sind für eine großskalige Elektrolyse mit Netzeinspeisung strukturell ungeeignet.

Hinweis zur Darstellung: Die Visualisierung zeigt alle Rasterzellen innerhalb eines Radius von 1.000 m um das jeweilige Umspannwerk, eingefärbt entsprechend dem Scoring-Wert des zugehörigen Umspannwerks. Die Größe der dargestellten Fläche spiegelt damit den Suchradius wider, nicht die tatsächliche Flächenverfügbarkeit am Standort. Umspannwerke mit größerem sichtbarem Cluster sind nicht zwingend flächenseitig besser geeignet als solche mit kleinerem Cluster.

Legende

-  Planungsregionen
-  Niedersachsen

Wasserstoffpotenziale 100 MW
- Scoring Umspannwerke
Höchstspannung

-  0
-  0 - 0,1
-  0,1 - 0,2
-  0,2 - 0,3
-  0,3 - 0,4
-  0,4 - 0,5
-  0,5 - 0,6
-  0,6 - 0,7
-  0,7 - 0,75

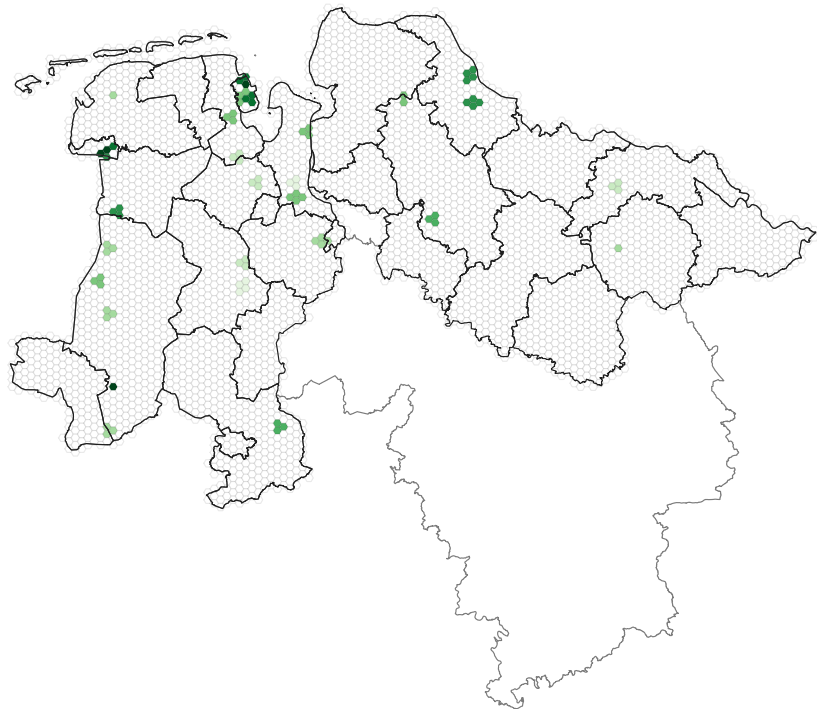


ABBILDUNG 51: WASSERSTOFFPOTENZIALE 100 MW ELEKTROLYSE AN HÖCHSTSPANNUNGS-UMSPANNWERKEN

19. Netzinfrasturktur Strom

Dieses Kapitel dokumentiert die langfristigen Netzausbaumaßnahmen im Stromnetz für den Zeithorizont 2040/2045. Die Datenbasis, Erfassungsmethodik und Darstellungslogik entsprechen der in den Kapiteln 3.3 und 10.1 beschriebenen Vorgehensweise; hier werden die über 2033 hinausgehenden Maßnahmen bis 2045 ausgewiesen.

Die Netzausbaupläne der Verteilnetzbetreiber bis 2045 umfassen geplante Leitungsprojekte und Kapazitätserweiterungen, die als Rahmenbedingung für die in Teil D ausgewiesenen Potenziale – insbesondere die Windenergie- und Wasserstoffpotenziale – relevant sind. Die Darstellung erfolgt korridorbezogen.

Hinweis: Die Netzausbaupläne werden 2026 aktualisiert, erfahrungsgemäß in Q3. Eine Aktualisierung der Datenbasis kann daher in Q4 2026 für die weiteren Projektphasen notwendig sein.

Die Netzentwicklungspläne der Übertragungsnetzbetreiber werden nicht dargestellt, da die bis 2045 geplanten Maßnahmen nur sehr grobe und ungenaue Trassenverläufe umfassen. Dadurch kann keine genaue Aussage über die Wirkung der Maßnahme in den einzelnen Regionen getroffen werden.

Legende

- Planungsregionen
- Niedersachsen
- Netzinfrasturktur Strom**
- Stromnetz 110kV
- Verteilnetzausbau - bis 2045

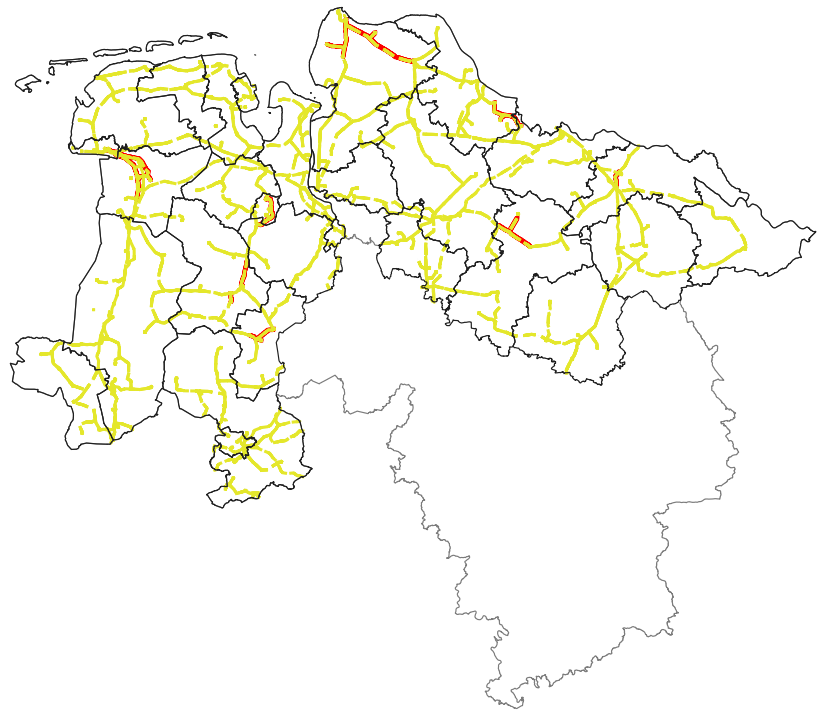


ABBILDUNG 52: NETZAUSBAUPLÄNE DER VERTEILNETZBETREIBER BIS 2045

20. Synthese & Ausblick auf Folgephasen

Die vorliegende Studie liefert eine systematische Bestandsaufnahme der Energieinfrastruktur, Wirtschaftsstruktur und Energiepotenziale in den Amtsbezirken Weser-Ems und Lüneburg. Sie verfolgt einen rein deskriptiven Ansatz: Die erhobenen Daten werden strukturiert, räumlich verortet und nach einheitlichen Methoden aufbereitet – eine Bewertung, Priorisierung oder Ableitung von Handlungsempfehlungen ist nicht Gegenstand dieser Phase.

Die Datenbasis ist für den überwiegenden Teil der Themenfelder solide. Einige Datensätze unterliegen jedoch strukturellen Einschränkungen, die bei der Nutzung der Ergebnisse zu berücksichtigen sind. Dies betrifft insbesondere verfügbare Gewerbeflächen, für die eine systematische Abfrage bei den Landkreisen erst in Phase II erfolgt, die geplanten Industrieansiedlungen aus dem UVP-Portal, die aufgrund grober Filterkriterien fehleranfälliger sind als andere Datensätze, einzelne Netzinfrastukturdaten, für die nicht für alle Netzbetreiber gleichermaßen belastbare Informationen vorliegen sowie eine detaillierte Analyse des Fachkräftepotenzials. Diese Einschränkungen sind in den jeweiligen Kapiteln dokumentiert und sollten bei der Weiterarbeit mit den Daten berücksichtigt werden.

Für die Folgephasen bildet diese Studie die methodische und räumliche Grundlage. Phase II (Wertschöpfungskettenanalyse) kann unmittelbar auf die GIS-Struktur und die Layerarchitektur aufbauen: Die Datensätze sind mit eindeutigen Identifikatoren versehen und so aufbereitet, dass eine Verknüpfung von Erzeugungs- und Verbrauchsstandorten, die Zuordnung zu Wertschöpfungsstufen und die Identifikation von Lücken in Wertschöpfungsketten möglich ist. Offene Datenlücken – insbesondere zu verfügbaren Gewerbeflächen und zur Fachkräfteverfügbarkeit – sollten prioritär in Phase II geschlossen werden, da sie für die Bewertung von Wertschöpfungspotenzialen zentral sind.

Das ausgelieferte QGIS-Projekt steht den Auftraggebern und regionalen Partnern als eigenständiges Arbeitsinstrument zur Verfügung. Es ermöglicht die bedarfsorientierte Kombination von Datensätzen für unterschiedliche Fragestellungen und Nutzergruppen und kann in den Folgephasen um Wertschöpfungsinformationen erweitert werden. Weitergehende Datensätze in höherer räumlicher Detailtiefe können bei Nefino angefragt werden.



Quellenverzeichnis

Bundesnetzagentur (laufend): Marktstammdatenregister (MaStR). Abgerufen unter: www.marktstammdatenregister.de

Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt (laufend): Anlagenregister nach dem Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG). Abgerufen unter: www.dehst.de

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) (laufend): Liste der stromintensiven Unternehmen mit besonderer Ausgleichsregelung. Abgerufen unter: www.bafa.de

Europäische Umweltagentur (EEA) / Umweltbundesamt (laufend): E-PRTR-Register (Industrie-Emissionsrichtlinie, IED). Abgerufen unter: www.thru.de

FNB Gas (laufend): Leitungsregisterkarte Wasserstoff-Kernnetz. Abgerufen unter: www.fnb-gas.de

Fraunhofer IEE / Bosch & Partner (2023): WINNIEPOT – Landesweite Flächenpotenzialanalyse für Windenergie an Land in Niedersachsen. Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz.

Globalsolaratlas (laufend): Globalstrahlungsdaten. World Bank Group / Solargis. Abgerufen unter: globalsolaratlas.info

LBEG – Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (laufend): Standortdaten Kavernenspeicher. Abgerufen unter: www.lbeg.niedersachsen.de

Lüers, S. et al. (2023): Transwind – Referenzanlage für die H2-FEE-Studie. Definition der Repoweringanlage. Fraunhofer IWES.

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML) (2022): Arbeitshilfe zur Planung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Niedersachsen. Hannover.

Niedersächsisches Klimaschutzgesetz (NKlimaG) vom 23. Mai 2023 (Nds. GVBl. 2023, S. 135).

PeeringDB (laufend): Internet Exchange Points. Abgerufen unter: www.peeringdb.com

Plinke, M., Berndmeyer, J. & Hack, J. Development of a GIS-based register of biogas plant sites in Lower Saxony, Germany: a foundation for identifying P2G potential. *Energ Sustain Soc* **15**, 7 (2025). <https://doi.org/10.1186/s13705-024-00505-9>

TenneT TSO GmbH / Amprion GmbH / TransnetBW GmbH / 50Hertz Transmission GmbH (laufend): Netzentwicklungsplan Strom. Abgerufen unter: www.netzentwicklungsplan.de

UVP-Verbund (laufend): UVP-Portal – Umweltverträglichkeitsprüfungen. Abgerufen unter: www.uvp-verbund.de

Nefino GmbH (2026): Nefino.LI News / Nefino.LI Geo / Nefino Planstatus / Nefino Planungsregister. Hannover. Abgerufen unter: www.nefino.li

Anhang

A Datenquellen und -grundlagen

Hinweis zur Datensatz-Tabelle

Die nachfolgende Tabelle „Datensätze“ gibt einen vollständigen Überblick über alle im Rahmen der WWE-Studie erhobenen und geplanten Datensätze. Sie ist entlang der drei Planungshorizonte (Ist-Stand 2028, Plan-Stand 2033, Potenziale 2045) sowie der thematischen Cluster der GIS-Layerarchitektur gegliedert.

Für jeden Datensatz werden der aktuelle Bearbeitungsstatus, die intern vorliegende Standortgenauigkeit sowie die Standortgenauigkeit für die öffentliche Datenbereitstellung ausgewiesen. Die verwendeten Kategorien zur Standortgenauigkeit sind auf der vorliegenden Tabelle „Erläuterung Standortgenauigkeit“ aufgeführt.

Erläuterung Standortgenauigkeit

Kategorie	Beschreibung	Anwendungsfall – Bsp.
koordinatenscharf	Punktgenaue Verortung eines Objekts anhand von Geokordinaten (z. B. WGS84 oder UTM)	WEA, einzelne PV-Anlage
adressscharf	Verortung auf Basis einer postalischen Adresse; Lagegenauigkeit auf Gebäude- oder Grundstücksebene	Einzelgebäude, Umspannwerk
standortscharf	Verortung bezieht sich auf einen definierten, räumlich abgegrenzten Standort oder ein Areal ohne zwingenden Katasterbezug	GVZ, Industriepark, Logistik-Hub
flurstückscharf	Verortung mit direktem Bezug zu einem oder mehreren amtlichen Flurstücken aus dem Liegenschaftskataster	Potenzialfläche mit Katasterbezug
gebietsscharf	Verortung als Fläche mit klar definierten Gebietsgrenzen, i. d. R. auf Basis amtlicher oder fachlicher Abgrenzungen	Erdölfelder, Geothermiefelder, Schutzgebiete
lageapproximiert	Verortung ist nur näherungsweise bekannt; Position wurde aus indirekten Quellen abgeleitet oder interpoliert	T-Stücke H2-Kernnetz
gemeindescharf	Verortung auf Ebene der Gemeindegebiete; keine weitere räumliche Differenzierung innerhalb der Gemeinde	Aggregierte Statistikdaten (Heatmap)
trassenscharf	Verortung als Linienelement entlang des tatsächlichen Verlaufs einer Infrastrukturleitung	Bestandsleitungen
korridorbezogen	Verortung als Flächenpuffer oder Korridor entlang einer geplanten oder möglichen Trasse; Lage noch nicht abschließend bestimmt	Planungstrassen

Tabelle – Datensätze und -quellen

Datensatz	Standort- genauigkeit	Daten- bereitstellung extern	Attribute	Datenquelle
Ist-Stand (2028)				
Erzeugungsanlagen				
Windenergieanlagen onshore	koordinaten- scharf	Raster	Nabenhöhe, Turbinentyp, Rotordurchmesser, Nennleistung, Inbetriebnahmedatum, + weitere MaStR	MaStR
Windenergieanlagen offshore	koordinaten- scharf	Raster	Nabenhöhe, Turbinentyp, Rotordurchmesser, Nennleistung, Inbetriebnahmedatum, + weitere MaStR	MaStR
Freiflächen-PV-Anlagen	koordinaten- scharf	Raster	Nennleistung, Inbetriebnahmedatum, Neigungswinkel, + weitere MaStR	MaStR
Dach-PV-Anlagen	gemeinde- scharf	Raster	Nennleistung, Inbetriebnahmedatum, Neigungswinkel, + weitere MaStR	MaStR
Solarthermieranlagen	–	–	–	MaStR
Biogasanlagen	koordinaten- scharf	Raster	Nennleistung, Inbetriebnahmedatum, + weitere MaStR	MaStR, BasisDLM, OSM
Geothermieranlagen	standortscharf	standortscharf	Nennleistung	MaStR, Geotis, LBEG
Wasserkraftanlagen	–	–	–	MaStR
Netzinfrastruktur – Strom				
Übertragungsnetze	trassenscharf	trassenscharf	Spannungsebene	OSM
Umspannwerke Hoch- und Höchstspannung	koordinaten- scharf	koordinaten- scharf	Spannungsebene	OSM
Redispatch-Maßnahmen	koordinaten- scharf (UW) und gemeindescharf	gemeindescharf (Heatmap)	Name UW, Abschaltung je Monat [h/MWh], Summe Abschaltung	VNB
Netzausbauplan bis 2028	korridorbezogen	korridorbezogen	Name, Netzbetreiber, Typ, Eingriff, Inbetriebnahme, Planungsgrund	NAP der VNB

Netzinfrastruktur – Erdgas				
Verteilnetze Gas	trassenscharf	Raster	Name, Betreiber	RROP, ROK
Netzinfrastruktur – Wasserstoff				
H ₂ -Kernnetz	korridorbezogen bis trassenscharf	korridorbezogen / Raster	Kategorie, Name, Betreiber, + weitere Leitungsregister	FNB Gas, LBEG
H ₂ -Verteilnetze	–	–	–	–
T-Stücke	lageapproximiert	Raster	–	Planungsregister Wasserstoff
PtG-Anlagen	koordinatenscharf	Raster	Name, Produkt, Leistung, Status	MaStR, Wasserstoffatlas, h2inframap, h2-digital
Telekommunikationsinfrastruktur				
Glasfaserleitungen – Ausbaustand	korridorbezogen	korridorbezogen / Raster	Betreiber	Betreiberdaten
Internetknoten (IXP)	koordinatenscharf	keine Bereitstellung	Name, Anzahl Netzwerke	PeeringDB
Rechenzentren	koordinatenscharf	Raster	Name, Betreiber, Netzwerke	PeeringDB, OSM, rechenzentren-datacenter
Speicherinfrastruktur				
BESS	koordinatenscharf	Raster / koordinatenscharf	Name, Leistung, Inbetriebnahme, Betreiber, + weitere MaStR	MaStR
Pumpspeicher	–	–	–	MaStR
Kavernenspeicher – Erdgas & Wasserstoff	standortscharf	standortscharf	Name, Betreiber, Kapazität [TWh], Speichertyp, Gasart	LBEG
Kavernenspeicher – Rohöl & Mineralölprodukte	standortscharf	standortscharf	Name, Betreiber, Speichertyp, Füllung	LBEG
Erdöl- und Erdgaslagerstätten	gebietsscharf	gebietsscharf	Name, Inhaber, Typ	LBEG
LNG-Terminal	standortscharf	standortscharf	Name	Betreiberseite
Druckluftspeicher	koordinatenscharf	koordinatenscharf	Name, Betreiber	MaStR

Backup-Systeme und Großkraftwerke				
Gaskraftwerke	koordinaten-scharf	koordinaten-scharf	Name, Leistung, Inbetriebnahme, Betreiber, + weitere MaStR	MaStR
Braun- und Steinkohlekraftwerke	koordinaten-scharf	koordinaten-scharf	Name, Leistung, Inbetriebnahme, Betreiber, + weitere MaStR	MaStR
Netzersatzanlagen	koordinaten-scharf	koordinaten-scharf	Name, Leistung, Inbetriebnahme, Betreiber, + weitere MaStR	MaStR
Wirtschaftsstruktur				
Emissionshandelspflichtige Anlagen (DEHSt)	koordinaten-scharf	koordinaten-scharf	Name, Betreiber, Typ, Emissionen 2005–2023, Zertifikate 2005–2023	DEHSt
Stromintensive Betriebe (BAFA)	koordinaten-scharf	koordinaten-scharf	Betreiber, Typ	BAFA
Anlagen nach Industrie-Emissionsrichtlinie (IED)	koordinaten-scharf	koordinaten-scharf	Name, Betreiber, Typ, Status	IED
Chemie- und Industrieparks	standortscharf	standortscharf	Name	VCI
Gewerbliche Abwärmepotenziale	koordinaten-scharf	koordinaten-scharf	Name, Betreiber, Thermische Leistung, Max. Output, Temperaturbereich, Verfügbarkeit	PfA
Wärmeabnehmer	standortscharf	standortscharf	Typ, Flächengröße	OSM
CO ₂ -Quellen	koordinaten-scharf	koordinaten-scharf	–	Biogasanlagen, DEHSt, ETS/EPTR
Erschlossene Gewerbeflächen mit Energieanschluss-Potenzial	flurstücks-scharf	Raster	Flächengröße, Verkehrsanbindung, Energieanschluss, Gasanschluss, Wasserverfügbarkeit	DEHSt/BAFA + FNP/BasisDLM/OSM
Verfügbare Gewerbeflächen	flurstücks-scharf	Raster	–	RROP, FNP, Landkreise (Phase II)
Konversionsflächen & Industriebrachen (Brownfield)	flurstücks-scharf	Raster	Bei IED (stillgelegt): s. IED	BasisDLM, IED, OSM
Logistikinfrastruktur				
Güterverkehrszentren	standortscharf	standortscharf / Raster	Name	gvz-org, elwis



KV-Terminals	standortscharf	standortscharf / Raster	Name	railway.tools, intermodal-map
Hafeninfrastruktur	standortscharf	standortscharf / Raster	Name, Betreiber, Art, Ware, Gewässer	BasisDLM, nports, gdz/bkg
Logistik-Hubs	standortscharf	standortscharf / Raster	–	Unternehmensdatenbank + Verkehrswege
Private Anschlussgleise	standortscharf	standortscharf	–	–
H ₂ -Tankstellen	koordinatenscharf	koordinatenscharf	Name, Betreiber	h2-map
Tankstellen	standortscharf	standortscharf	Betreiber	OSM
Verkehrsinfrastruktur – Straßen	trassenscharf	trassenscharf	Name, Fahrbahnbreite	BasisDLM
Verkehrsinfrastruktur – Schiene	trassenscharf	trassenscharf	Elektrifizierung [ja/nein]	BasisDLM
Verkehrsinfrastruktur – Fließgewässer 1. Ordnung	trassenscharf	trassenscharf	Name, Funktion	BasisDLM
Räumliche Grundlagen				
Siedlungsstruktur	gebietsscharf	keine Bereitstellung	–	BasisDLM
Schutzgebiete	gebietsscharf	keine Bereitstellung	in Abh. der Gebietskulisse	NLWKN
Sonstige Ausschlussflächen (Wind, PV)	gebietsscharf	keine Bereitstellung	in Abh. des Layers	BasisDLM, RROP, weitere
Bildungs- und Fachkräfteressourcen				
Hochschulen	adressscharf	standortscharf	Name, Typ	LGLN, efzn, MWK, Recherche
Forschungseinrichtungen	adressscharf	standortscharf	Name, Typ	Wasserstoffatlas, efzn, NZV, Recherche
Energieertragsberechnungen				
Windgeschwindigkeiten	gebietsscharf	keine Bereitstellung	Volllaststunden Referenzanlage	–

Sonneneinstrahlung	gebietsscharf	keine Bereitstel- lung	Einstrahlung [kWh/m²]	–
Plan-Stand (2033)				
Erzeugungsanlagen				
Planstatus Wind	landkreis-scharf	landkreis-scharf	Planungsregion, WEA Be- trieb/Planung, Regional- plandaten, Flächenziele, FBW, Anrechenbare Flä- che, + weitere	MaStR, Regi- onalpläne
Planstatus Solar	gemeinde- scharf	gemeinde- scharf	folgt in Kürze	MaStR, Kom- munale Pläne
Planungsregister Wind	gemeinde- scharf	gemeinde- scharf	Projektname, Entwickler, Nennleistung, Anlagen- zahl, Planungsstand, Mei- lensteine	Nefino.LI News
Planungsregister Solar	gemeinde- scharf	gemeinde- scharf	Projektname, Entwickler, Nennleistung, Fläche, Pla- nungsstand, Meilensteine	Nefino.LI News
VRG Windenergie (rechtsgültig und im Entwurf)	gebietsscharf	Raster	Kategorie, Plan, Status, Flächengröße	Regio- nalpläne
Speicherinfrastruktur				
Planungsregister BESS	gemeinde- scharf	gemeindescharf (Anzahl)	Projektname, Entwickler, Nennleistung, Speicherkapazität, Planungsstand, Meilensteine	Nefino.LI News
Kavernenspeicher Wasserstoff	standortscharf	standortscharf	–	–
Netzinfrastruktur – Strom				
Netzausbauplan Strom bis 2033	korridorbezogen	korridorbezogen	Name, Netzbetreiber, Typ, Eingriff, Inbetriebnahme, Planungsgrund	NAP der VNB
Netzinfrastruktur – Gas / Wasserstoff				
Wasserstoff-Kernnetz	korridorbezogen	Raster	Kategorie, Name, Betrei- ber, + weitere Leitungsre- gister	FNB Gas, LBEG
Geplante PtG-Projekte	lageapproxi- miert	Raster	Name, installierte Leistung, Betreiber	Nefino.LI News
Telekommunikationsinfrastruktur				
Glasfaserleitungen – Planstand	korridorbezogen	korridorbezogen	Betreiber	Betreiberda- ten, DB-

				Schienen- netz, 380-kV- Netz
Wirtschaftsstruktur				
Industrieansiedlungen mit Energie- bezug	standortscharf	standortscharf	–	UVP-Daten, KI-basierte Recherche
Logistikinfrastruktur				
Geplante Ausbauprojekte Auto- bahn	trassenscharf	trassenscharf	Name	VRG Auto- bahn LROP
Potenziale (2045)				
Erzeugungsanlagen				
Windenergie onshore – Potenzial- analyse	gebietsscharf	Raster	–	–
Windenergie onshore – Repowering-Potenziale	koordinaten- scharf	Raster	–	–
Freiflächen-PV – Potenzialanalyse	gebietsscharf	Raster	–	–
Geothermieranlagen – Potenziale (Erlaubnisfelder)	gebietsscharf	Raster	–	LBEG
Wasserstoff				
Wasserverfügbarkeit – Grundwas- ser	gebietsscharf	keine Bereitstel- lung	Name Wasserkörper, Ent- nahmen, Grundwasserneu- bildung, WSI	Institut für Umweltpla- nung LUH (H2-Wegwei- ser)
Wasserverfügbarkeit – Kläranla- gen	koordinaten- scharf	keine Bereitstel- lung	Name, Berichtsjahr, Aus- baugröße, Abwasser- menge [m³/a]	UBA
Wasserverfügbarkeit – Fließge- wässer	trassenscharf	keine Bereitstel- lung	Name, mittlere/minimale Durchflussrate	BasisDLM, NLWKN
H ₂ -Potenziale	standortscharf	Raster	–	–
Netzinfrastuktur				
Netzausbauplan Strom bis 2045	korridorbezogen	korridorbezogen	Name, Netzbetreiber, Typ, Eingriff, Inbetriebnahme, Planungsgrund	NAP der VNB

B Prämissengerüst Windpotenzialanalyse

Die Windpotenzialanalyse basiert auf der WINNIEPOT-Studie (Fraunhofer IEE / Bosch & Partner 2023). Das vollständige Prämissengerüst ist hier abrufbar: [Kriterienkatalog WINNIEPOT](#). Die nachfolgende Tabelle bildet eine Auswahl der für die WWE-Studie relevanten Tabuzonen ab.

Einzelne Pufferwerte wurden gegenüber WINNIEPOT angepasst, da die WWE-Studie eine abweichende Referenz-Windenergieanlage zugrunde legt (203 m Rotordurchmesser, 160 m Nabenhöhe, 261,5 m Gesamthöhe). Die angepassten Werte sind in der Tabelle ausgewiesen; die ursprünglichen WINNIEPOT-Werte sind jeweils in Klammern angegeben. Alle übrigen Prämissen wurden identisch aus WINNIEPOT übernommen.

Gebietskategorie	Weiche Tabuzone	Puffer WWE (WINNIEPOT) (m)
Siedlungsstruktur		
Einzelgehöfte und Einzelwohngebäude im Außenbereich	ja	520 (400)
Wochenendhaus-, Ferienhaus-, Campingplatzgebiete	ja	520 (400)
Schutzgebiete (Gewässer)		
Fließgewässer 1. Ordnung (inkl. Bundeswasserstraßen)	ja	150 (125)
Infrastruktur		
Verkehrswege		
– Bundesautobahnen	ja	140 (115)
– Bundesstraßen	ja	120 (95)
– Landesstraßen	ja	120 (95)
– Kreisstraßen	ja	120 (95)

C Prämissengerüst Solarpotenzialanalyse

Die nachfolgende Tabelle bildet die harten Tabuzonen der Freiflächen-PV-Potenzialanalyse ab. Einzelfall- und Gunstkriterien wurden im Prämissengerüst nicht abgebildet, da ihre Bewertung von lokalen Gegebenheiten abhängt und nicht flächendeckend automatisiert werden kann. Eine differenzierte Analyse auf Basis der Einzel- und Gunstkriterien sollte daher lokal und projektbezogen erfolgen.

Gebietskategorie	Tabuzone	Puffer (m)
Siedlungsstruktur		
Wohn- und Mischgebiete	ja	
Gebäude	ja	30
Wochenendhaus-, Ferienhaus- und Campingplatzgebiete	ja	
Gewerbe- und Industriegebiete	nein	
Sondergebiete		
– Kur- & Klinikgebiete	ja	
– Sonstige Sondergebiete	ja	
– Militärische und sonstige Sperrgebiete	ja	
Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen	ja	
Friedhöfe	ja	
Flächen mit aktiver Rohstoffgewinnung	ja	
Gewässer		
Gewässer 1. Ordnung (inkl. Bundeswasserstraßen)	ja	10
Stehende Gewässer > 1 ha	ja	10
Sonstige Gewässer	ja	
Schutzgebiete (Naturschutz)		
Naturschutzgebiete	ja	
NATURA 2000		
– FFH-Gebiete	ja	
– SPA-Gebiete (Vogelschutzgebiete)	ja	



Nationalparke	ja	
Nationale Naturmonumente	ja	
Biosphärenreservatsgebiete – Kernzone	ja	
Feuchtgebiete internationaler Bedeutung (RAMSAR)	ja	
Flächenhafte Naturdenkmale	ja	
Gesetzlich geschützte Biotope	ja	
Schutzgebiete (Landschaftsschutz)		
Gesetzlich geschützte Landschaftsbestandteile	ja	
Schutzgebiete (Wasserschutz)		
Trinkwasserschutzgebiet – 1. Ordnung	ja	
Heilquellenschutzgebiet – 1. Ordnung	ja	
Haupt-, Hochwasser- und Schutzdeiche	ja	50
Überschwemmungsgebiete (bestehend und vorläufig gesichert)	ja	
Luftfahrt		
Zivil genutzte Flugplätze		
– Verkehrsflughäfen und Sonderflughäfen	ja	
– Verkehrslandeplätze und Sonderlandeplätze	ja	
Segelflugplätze	ja	
Modellflugplätze	ja	
Fliegerhorste	ja	
Infrastruktur		
Verkehrswege		
– Bundesautobahnen	ja	Einzelfall* / 40
– Bundesstraßen	ja	20
– Landesstraßen	ja	20
– Kreisstraßen	ja	15



– Schienenverkehr	ja	15
Freileitungen		
– 110 kV	ja	30
– 220 kV	ja	15
– 380 kV	ja	15
Umspannwerke	ja	
Windenergieanlagen	ja	
Biogasanlagen	ja	
Wald		
Wald	ja	50
Gehölze	ja	
Topographie und Boden		
Hangneigungen > 16,7°	ja	

D Prämissengerüst Wasserstoffpotenzialanalyse



Gebietskategorie	Ausschluss Grundfläche	Puffer (m)
Siedlungsstruktur		
Wohn- und Mischgebiete im Innenbereich	ja	200
Einzelgehöfte und Einzelwohngebäude im Außenbereich	ja	200
Wochenendhaus-, Ferienhaus-, Campingplatzgebiete	ja	200
Gewerbe- und Industriegebiete	ja	
Sondergebiete		
– Kur- & Klinikgebiete	ja	200
– Sonstige Sondergebiete	ja	
Militärische und sonstige Sperrgebiete	ja	
Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen	ja	
Friedhöfe	ja	
Schutzgebiete (Gewässer)		
Fließgewässer 1. Ordnung (inkl. Bundeswasserstraßen)	ja	50
Stehende Gewässer > 1 ha	ja	50
Sonstige Gewässer	ja	
Trinkwasserschutzgebiete		
– Zone I	ja	
– Zone II	ja	
– Zone III und größer	nein	
Heilquellenschutzgebiete		
– Zone I	ja	
– Zone II	ja	



– Zone III und größer	nein	
Festgesetzte Überschwemmungsgebiete	ja	
Vorläufig gesicherte Überschwemmungsgebiete	ja	
Haupt-, Hochwasser- und Schutzdeiche	ja	50
Schutzgebiete (Natur und Avifauna)		
Naturschutzgebiete	ja	
Nationalpark	ja	
NATURA 2000		
– SPA-Gebiete (Vogelschutzgebiete)	ja	
– FFH-Gebiete	ja	
Naturdenkmale	ja	
Biosphärenreservatsgebiete		
– Kernzone	ja	
– Pflegezone	ja	
– Entwicklungszone	ja	
Gesetzlich geschützte Biotope	ja	
Schutzgebiete (Landschaft)		
Landschaftsschutzgebiete	nein	
Gesetzlich geschützte Landschaftsbestandteile > 1 ha	ja	
Luftfahrt		
Zivil genutzte Flugplätze		
– Verkehrsflughäfen und Sonderflughäfen	ja	
– Verkehrslandeplätze und Sonderlandeplätze	ja	
Fliegerhorste	ja	
Segelflugplätze	ja	
Modellflugplätze	ja	



Infrastruktur		
Verkehrswege		
– Bundesautobahnen	ja	40
– Bundesstraßen	ja	20
– Landesstraßen	ja	20
– Kreisstraßen	ja	20
– Schienenwege	ja	15
Freileitungen		
– 110 kV	ja	30
– 220 kV	ja	15
– 380 kV	ja	15
Umspannwerke	ja	
Wald		
Wald	ja	30
Landes- und Regionalplanung (LROP)		
Vorranggebiet Wald gem. LROP 2022	ja	
Vorranggebiet Biotopverbund gem. LROP 2022	ja	
Vorranggebiet Natura 2000	ja	
Vorranggebiet Rohstoffsicherung (außer Torf) gem. LROP 2022	ja	

E Scoring-Tabelle Logistikinfrastruktur



Typ	Art	Score	Puffer (m)	Begründung
NPort	–	5	5.000	Größte multimodale Drehscheibe der Region; höchste Umschlagskapazität und strategische Infrastrukturbedeutung
GVZ	–	5	4.000	Explizit geplanter Logistikhub mit hoher Vernetzungsdichte (Schiene, Straße, oft Wasser)
Handelshafen	Seehafen / See- und Binnenhafen	4	3.000	Bedeutende Wasserstraßenanbindung, mehrere Umschlagsarten, überregionaler Güterumschlag
KV-Terminal	–	4	3.000	Multimodalität Schiene/Straße; strukturell wichtig für überregionale Lieferketten
Handelshafen	Binnenhafen	3	2.000	Kleinere Binnenhäfen entlang von Kanälen; regionaler Güterumschlag
LNG-Terminal	–	3	2.000	Energielogistik mit punktueller Standortrelevanz; wenige Standorte im Untersuchungsraum
Terminal	–	3	2.000	Funktionsspezifischer Schüttgut-/Stückgutumschlag an Binnenwasserstraßen
Logistik-Cluster	–	3	1.500	Mind. 3 Logistikunternehmen je Standort; relevante Clusterbildung; potenziell interessant für H ₂ -Tankstelleninfrastruktur
Privates Anschlussgleis, Bauhafen, Sonderhafen und Handelshafen/Sonderhafen werden nicht im Scoring berücksichtigt (WSV-Betriebsinfrastruktur ohne kommerzielle Logistikfunktion bzw. kein Logistik-Knoten/Schwerpunkt).				

F Datengrundlagen Gewerbeflächen je Planungsregion

Planungsregion	Erschlossene Gewerbeflächen - RROP (FNP)	Verfügbare Gewerbeflächen - RROP
Kreisfreie Stadt Emden	FNP (Industrie- und Gewerbegebiete)	
Kreisfreie Stadt Oldenburg	FNP (Gewerbegebiete)	Zusätzliche Gewerbeflächen (FNP)
Kreisfreie Stadt Osnabrück	FNP (Gewerbegebiete)	
Kreisfreie Stadt Wilhelmshaven	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	
Landkreis Ammerland	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	
Landkreis Aurich	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	Vorbehaltsgebiet industrielle Anlagen und Gewerbe
Landkreis Celle	Anschlussgleis Industrie und Gewerbe	
Landkreis Cloppenburg	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe Anschlussgleis Industrie und Gewerbe	
Landkreis Cuxhaven	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe Vorranggebiet hafenorientierte wirtschaftliche Anlagen	
Landkreis Delmenhorst	FNP (Gewerbegebiete)	
Landkreis Emsland	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe Vorranggebiet hafenorientierte wirtschaftliche Anlagen	
Landkreis Friesland	Anschlussgleis Industrie und Gewerbe	
Landkreis Grafschaft Bentheim	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	
Landkreis Harburg	Vorranggebiet Umschlagplatz	
Landkreis Heidekreis	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	
Landkreis Leer	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe Vorranggebiet hafenorientierte wirtschaftliche Anlagen	
Landkreis Lüchow-Dannenberg	Anschlussgleis Industrie und Gewerbe	
Landkreis Lüneburg	Standort für die Sicherung und Entwicklung von Arbeitsstätten	Vorbehaltsgebiet industrielle Anlagen und Gewerbe

Landkreis Oldenburg	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe Standort für die Sicherung und Entwicklung von Arbeitsstätten	
Landkreis Osnabrück	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	
Landkreis Osterholz	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	
Landkreis Rotenburg (Wümme)	Standort für die Sicherung und Entwicklung von Arbeitsstätten	
Landkreis Stade	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	Vorbehaltsgebiet industrielle Anlagen und Gewerbe
Landkreis Uelzen	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	
Landkreis Vechta	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe Standort für die Sicherung und Entwicklung von Arbeitsstätten	
Landkreis Verden	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe	
Landkreis Wesermarsch	Vorranggebiet industrielle Anlagen und Gewerbe Vorranggebiet hafenorientierte wirtschaftliche Anlagen Anschlussgleis Industrie und Gewerbe	Vorbehaltsgebiet industrielle Anlagen und Gewerbe
Landkreis Wittmund	Anschlussgleis Industrie und Gewerbe	

G QGIS-Projektdokumentation

Das QGIS-Projekt ist ein eigenständiger Liefergegenstand dieser Studie und wird gemeinsam mit dem Abschlussbericht ausgeliefert. Es enthält alle in der Studie aufbereiteten Geodatenätze in einer einheitlichen Layerarchitektur und ermöglicht die visuelle Exploration und Kombination der Daten ohne tiefere GIS-Kenntnisse.

Installation und Systemvoraussetzungen

QGIS ist eine freie und quelloffene GIS-Software, die für Windows, macOS und Linux verfügbar ist. Für die Nutzung des WWE-Projektpakets wird QGIS in der Version 3.34 LTR (Long Term Release) oder neuer empfohlen. Die Software kann kostenfrei unter www.qgis.org heruntergeladen werden. Nach der Installation sind keine weiteren Plugins oder Erweiterungen erforderlich.

Systemanforderungen: Windows 10/11, macOS 12 oder neuer, oder eine aktuelle Linux-Distribution; mindestens 8 GB RAM und 5 GB freier Speicherplatz werden empfohlen.

Aufbau des QGIS-Projekts

Das Projektpaket besteht aus einer QGIS-Projektdatei (.qgz) sowie den zugehörigen Geodatenätzen im GeoPackage-Format (.gpkg). Alle Datenpfade sind relativ zur Projektdatei gespeichert; das gesamte Paket muss daher als Ordner abgelegt werden, ohne die interne Verzeichnisstruktur zu verändern.

Die Layerarchitektur folgt der Berichtsstruktur und gliedert sich entlang der drei Zeithorizonte sowie der thematischen Cluster. Layer sind in Gruppen organisiert, die den Kapiteln des Abschlussberichts entsprechen. Jede Gruppe kann über das Kontrollkästchen links neben dem Gruppennamen ein- und ausgeblendet werden.

Die Datensätze werden in der Regel als hexagonales Raster dargestellt. Einzelne Datensätze sind zusätzlich standortscharf verfügbar. Ausgewählte Datensätze – insbesondere Strom-, Gas- und Wasserstoffnetze – werden aus Gründen des Schutzes kritischer Infrastruktur ausschließlich als Raster bereitgestellt.

Arbeiten mit den Layern

Um das Projekt zu öffnen, wird die .qgz-Datei per Doppelklick in QGIS geladen. Die Layer werden im Bedienfeld Layer auf der linken Seite angezeigt. Einzelne Layer können durch Klick auf das Kontrollkästchen neben dem Layernamen aktiviert oder deaktiviert werden.

Mit dem Werkzeug Objekte abfragen können Attribute einzelner Objekte durch Klick auf die Karte abgerufen werden. Die vollständige Attributtabelle eines Layers öffnet sich über Rechtsklick auf den Layer und Attributtabelle. Über den Eintrag Kartenausschnitt auf Layer zoomen (Rechtsklick auf Layer) wird der Kartenausschnitt auf den jeweiligen Datensatz ausgerichtet.

1. MENÜLEISTE
Zugriff auf alle Funktionen von QGIS

2. WERKZEUGLEISTE (Auszug)
Häufig genutzte Werkzeuge

3. BROWSER
Zugriff auf Dateisystem, Datenbanken, Webdienste etc.

4. LAYER-PANEL
Zeigt alle Layer des Projekts an.

- Häkchen = sichtbar / unsichtbar
- Reihenfolge = Zeichnungsreihenfolge
- Rechtsklick für weitere Optionen (Stil, Export, Eigenschaften ...)

5. KARTENFENSTER
Zentrale Arbeitsfläche. Hier wird die Karte dargestellt und navigiert.

6. STATUSLEISTE
Zeigt wichtige Informationen zur aktuellen Ansicht.

WAS IST NOCH WICHTIG?

- ZOOM-WERKZEUGE**
Zum Vergrößern, Verkleinern
Hier auf den gesamten Layer zoomen.
- VOLLSTÄNDIGE AUSDEHNUNG**
Zeigt die gesamte Karte / alle Layer in der Ansicht.
- MESSEN**
Distanzen oder Flächen in der Karte messen.
- DRUCK / LAYOUT**
Karten für den Export oder Druck vorbereiten.
- PROJEKT SPEICHERN**
Regelmäßig speichern, um Änderungen zu sichern.

NÜTZLICH ZU WISSEN

- Die Layer sind bereits vorbereitet.
- Änderungen an Daten sind in der Regel nicht notwendig.
- Für Fragen zum Projekt wenden Sie sich an den Projektverantwortlichen.

TIPPS FÜR ANWENDER (fachfremd)

- SICHTBARKEIT STEUERN**
Über die Häkchen im Layer-Panel können Layer ein- oder ausgeblendet werden.
- INFORMATIONEN ABFRAGEN**
Mit dem Info-Werkzeug (I) auf ein Objekt klicken, um Details aus der Attributtabelle zu erhalten.
- LAYER AUSWÄHLEN**
Mit dem Pfeil-Werkzeug einen Layer oder Objekte auswählen, z. B. für gezielte Abfragen.
- KARTE NAVIGIEREN**
Mit der Hand die Karte verschieben und mit dem Mausrad zoomen.
- HILFE & UNTERSTÜTZUNG**
Über „Hilfe“ in der Menüleiste oder F1 erhalten Sie weitere Informationen und Anleitungen.

Datenbezug für Folgephasen

Das ausgelieferte QGIS-Projekt enthält die für den Abschlussbericht aufbereiteten Datensätze in der vereinbarten Darstellungstiefe. Weitergehende Datensätze für die Folgephasen können bei Nefino angefragt werden.



Ihr Ansprechpartner
Jonas Berndmeyer

jonas.berndmeyer@nefino.de
+49 511 546885-51



E-Mail: sales@nefino.de
Tel.: +49 511 546885-00

Nefino GmbH
Andreaestr. 2a
30159 Hannover
Germany
www.nefino.de