

Roadmap Gas 2050

Entwicklung von Netzstrukturen für erneuerbare Gase

Deliverable D 2.2

Sylvana Zöllner, Carla Brauer, Jens Hüttenrauch
DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH

Herausgeber

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.

Technisch-wissenschaftlicher Verein

Josef-Wirmer-Straße 1-3

53123 Bonn

T +49 228 91885

F +49 228 9188990

info@dvwg.de

www.dvgw.de

Roadmap Gas 2050

Entwicklung von Netzstrukturen für erneuerbare Gase

Deliverable 2.2

Juni 2022

DVGW-Förderkennzeichen G 201824

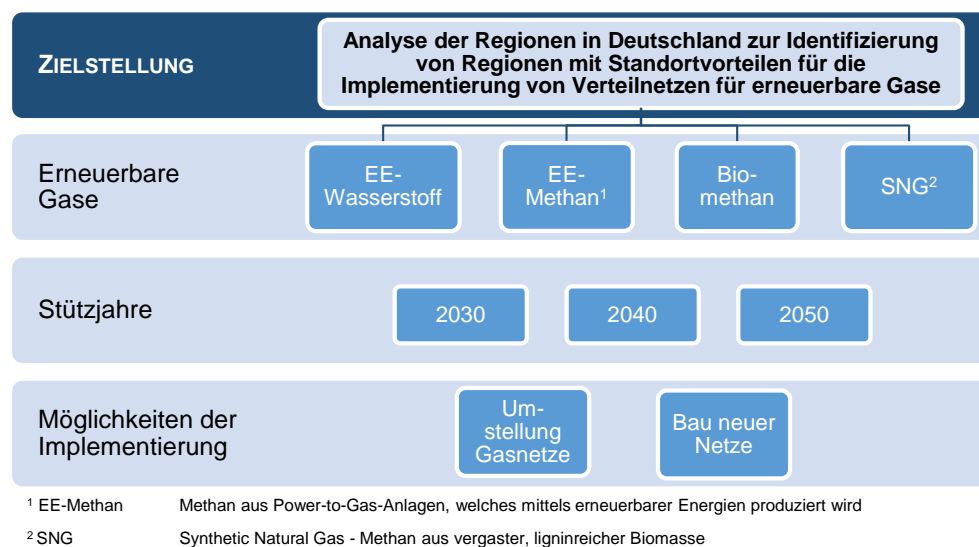
Zusammenfassung

Der anthropogene Klimawandel erfordert die Eindämmung der globalen Temperaturerwärmung unter 2°C, im besten Fall auf 1,5°C, gegenüber dem vorindustriellen Wert, um die Risiken des Klimawandels zu begrenzen. Hierbei stellt, neben zunehmender Energieeffizienz, die Umstellung von fossilen auf klimaneutrale Energieträger in allen Sektoren des Energiesystems eine wichtige Maßnahme zur Zielerreichung dar.

In der Gasversorgung dienen erneuerbare Gase der Erreichung der Klimaziele. Kurz-, mittel- und langfristig kann die Nutzung der Potenziale von klimaneutralen Gasen wie Biomethan und SNG (Methan aus vergaster, ligninreicher Biomasse) zur Dekarbonisierung der Gasversorgung beitragen. Zum anderen bietet Power-to-Gas mittel- bis langfristig die Möglichkeit, große Mengen an erneuerbarem Strom durch Umwandlung in EE-Wasserstoff oder EE-Methan in die Gasnetze zu integrieren, zu speichern und die Energie aus Erneuerbaren Energien bedarfsgerecht sektorenübergreifend zur Verfügung zu stellen.

Welche Regionen in Deutschland bieten Standortvorteile für die Implementierung von Verteilnetzen für erneuerbare Gase?

Im Rahmen dieses Projekts werden Regionen herausgearbeitet, die u.a. aufgrund der Struktur und Potenziale ihrer Gasnachfrage und -verfügbarkeit diese Standortvorteile aufweisen – im Folgenden als „Region(en) mit Standortvorteilen“ (kurz: Regionen für EE-Gase) bezeichnet.



Zielstellung: Identifizierung von regionalen Standortvorteilen für erneuerbare Gase

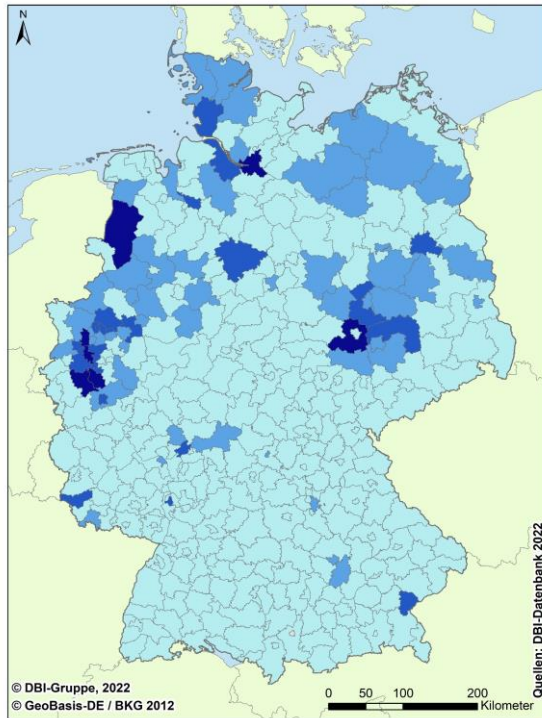
Die Identifizierung der Regionen mit Standortvorteilen basiert auf einer regional aufgelösten (stadt-/landkreisscharfen) Nachfrage- und Verfügbarkeitsanalyse für jedes erneuerbare Gas (EE-Wasserstoff, EE-Methan, Biomethan und SNG), wobei die Verfügbarkeit neben der Erzeugung auch die Infrastruktur beinhaltet. Der Fokus liegt bei den Betrachtungen auf regionaler Verteilnetzebene, um regionale Standortvorteile zu identifizieren. Zum Ausgleich von Energie und der Gewährleistung der Versorgungssicherheit sollte die Anbindung der Verteilnetze an vorgelagerte Netze, bis hin zu den Fernleitungsnetzen, erfolgen. Die Basis der Untersuchungen bilden öffentlich-verfügbare Daten sowie vorliegende Projektergebnisse des DVGW-Projekts Roadmap Gas 2050.

Deutschlandweit gibt es große Potenziale zur Implementierung von Verteilnetzen für erneuerbare Gase, welche im Folgenden dargestellt sind.

EE-Wasserstoff kann einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der Energieversorgung leisten. Deutschlandweit gibt es eine Vielzahl an Stadt- und Landkreisen, die Standortvorteile für die Implementierung von Verteilnetzen für EE-Wasserstoff bieten, diese Regionen werden hier als „Regionen für EE-Wasserstoff“ bezeichnet. Die Umstellung oder der Neubau von reinen EE-Wasserstoffnetzen kann, in Abhängigkeit der jeweiligen Gegebenheiten, für Verteilnetze auf der gesamten Netzgebietsebene oder Teilnetzebene erfolgen.

Besonders relevante Regionen befinden sich im Betrachtungsjahr 2030, aufgrund des hohen Anteils an der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und der Nutzung von auftretenden Überschussstrommengen für die Erzeugung von EE-Wasserstoff im Nordwesten und Norden von Deutschland. 2040 nimmt der Anteil relevanter Regionen von 20 % auf 50 % und bis 2050 auf 70 % zu. Vor allem in der Mitte und im Süden von Deutschland (v.a. Hessen sowie Rheinland-Pfalz, Saarland und Teile von Baden-Württemberg und Bayern) steigt ggü. 2030 deutschlandweit der Anteil der für die Umstellung von Verteilnetzen auf EE-Wasserstoff oder Neubau von EE-Wasserstoffnetzen zu priorisierenden Stadt-/Landkreise. Neben dem geplanten Ausbau des öffentlichen Wasserstoffnetzes, ist das u.a. auf die steigende Nachfrage nach EE-Wasserstoff zurückzuführen. 2050 weisen 30 % der Regionen ein niedriges Potenzial für die Implementierung von Verteilnetzen für EE-Wasserstoff auf. Durch z.B. Anbindung an vorgelagerte Infrastrukturen, können diese Regionen auch mit Wasserstoff versorgt werden und bei vorliegender Nachfrage nach EE-Wasserstoff für die Implementierung von Verteilnetzen für EE-Wasserstoff in Frage kommen. Ein niedriges Potenzial ist kein Ausschluss für die Implementierung von Wasserstoffnetzen, sondern ein Indiz dafür, dass die Standortvorteile für die Implementierung von Verteilnetzen für EE-Wasserstoff nach jetzigem Stand für die jeweiligen Betrachtungsjahre in anderen Regionen höher sind.

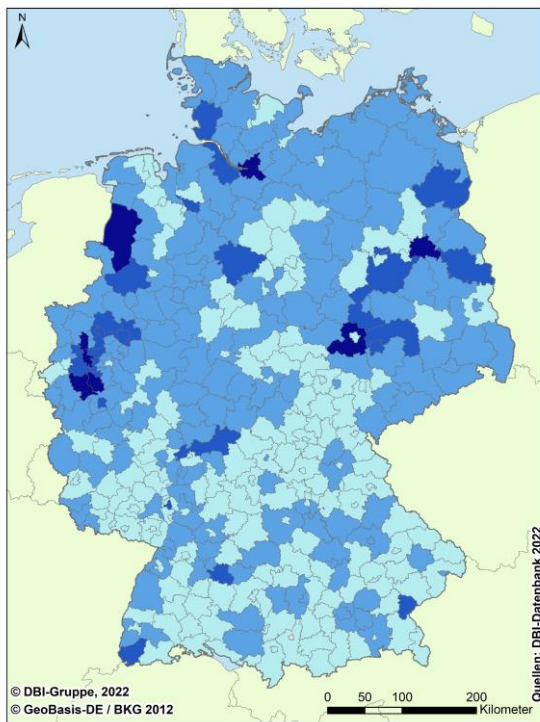
Neben der Umstellung der Verteilnetze auf EE-Wasserstoff oder dem Neubau von EE-Wasserstoffnetzen ist grundsätzlich auch eine Zumischung von EE-Wasserstoff unter Beachtung der technischen Grenzen (brenntechnische Kenndaten, Infrastruktur, Anwendungstechnik) und den Kundenanforderungen (sensible Kunden) aktuell bis 10 Vol.-% Wasserstoff und zukünftig bis 20 Vol.-% Wasserstoff (geplant ab 2030 - Untersuchung dazu laufen bereits als EU- und DVGW-Forschungsprojekte) in das bestehende Gasnetz der Verteilnetzebene möglich. Die Umstellung von Gasnetzen auf EE-Wasserstoff oder der Neubau von EE-Wasserstoffnetzen kann für Verteilnetze auf der gesamten Netzgebietsebene oder Teilnetzebene erfolgen. Durch Einzelprüfung ist zu ermitteln, welches die geeignetere Variante in der jeweiligen Region ist. Vor allem beim Neubau von EE-Wasserstoffnetzen ist zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit die Anbindung der Verteilnetze an vorgelagerte Netze, bis hin zu den Fernleitungsnetzen, zu beachten.



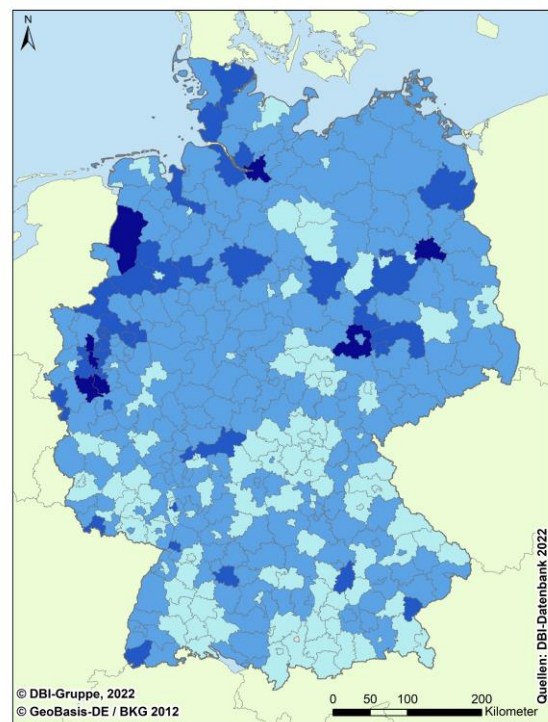
Regionen mit Standortvorteilen für EE-Wasserstoff

- Kein Potenzial
- Niedriges Potenzial
- Mittleres Potenzial
- Hohes Potenzial
- Sehr hohes Potenzial

2030



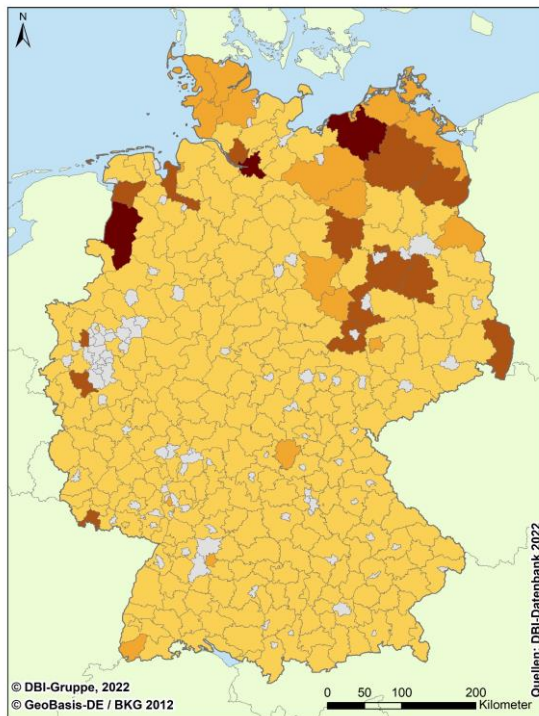
2040



2050

Regionen mit Standortvorteilen für EE-Wasserstoff – 2030, 2040 und 2050

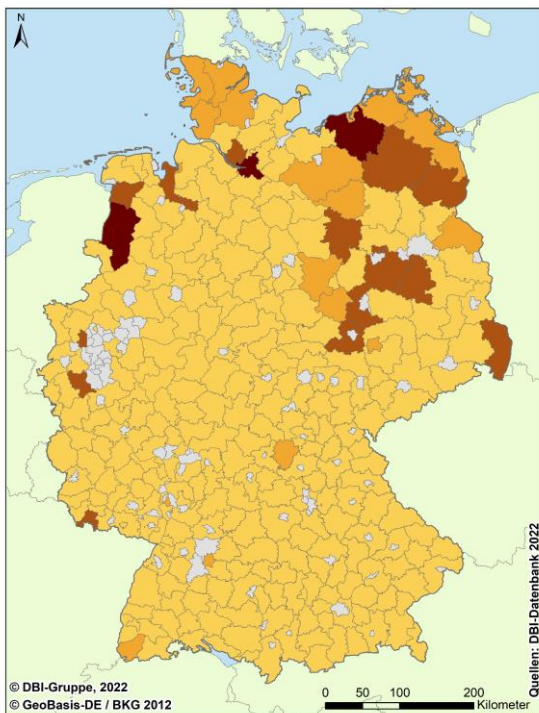
Auch **EE-Methan** aus Power-to-Gas-Anlagen kann einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der Energieversorgung leisten. In der Auswertung wird Kohlenstoffdioxid aus biogenen Quellen für die Betrachtung der Methanisierung herangezogen. Bei der zukünftigen Nutzung der SNG-Potenziale, kann das bei der Aufbereitung abgeschiedene Kohlenstoffdioxid ebenfalls aufgefangen und für die Methanisierung genutzt werden.



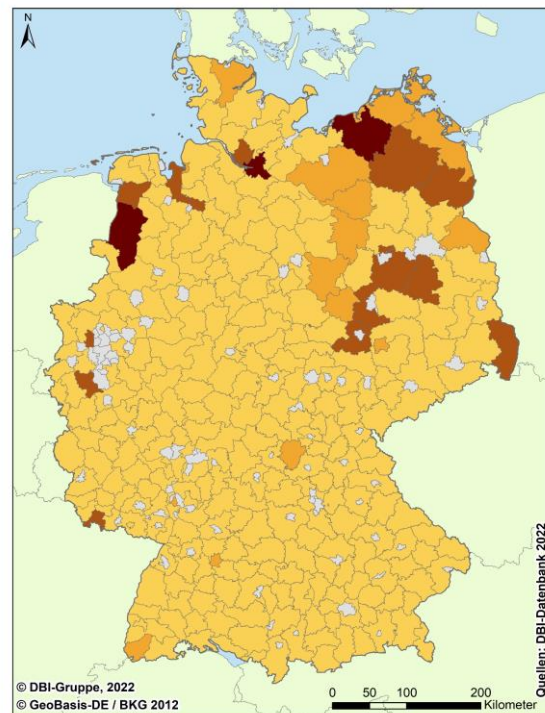
Regionen mit Standortvorteilen für EE-Methan

- Kein Potenzial
- Niedriges Potenzial
- Mittleres Potenzial
- Hohes Potenzial
- Sehr hohes Potenzial

2030



2040



2050

Regionen mit Standortvorteilen für EE-Methan – 2030, 2040 und 2050

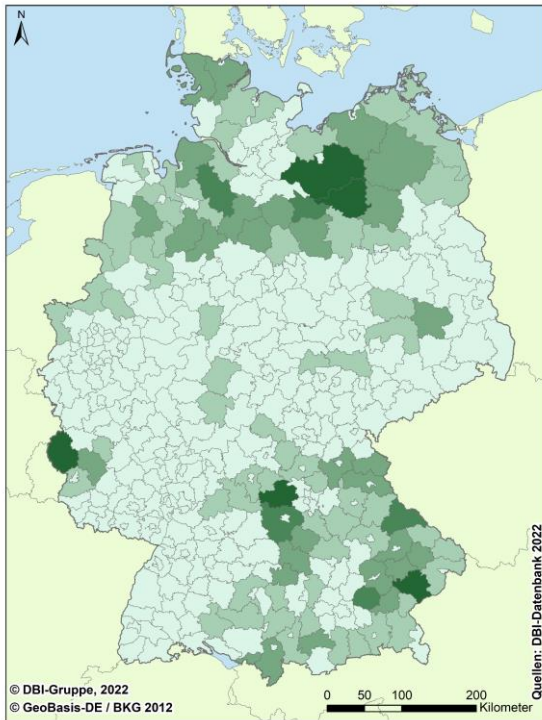
EE-Methan kann als Austauschgas zur kompletten oder anteiligen Deckung der Gasnachfrage in die Gasnetze eingespeist werden. Der Anteil an geeigneten Regionen mit Standortvorteilen für die Implementierung des Betriebs von Verteilnetzen mit EE-Methan liegt in allen Betrachtungsjahren bei ca. 9 %, diese Regionen werden auch „Regionen für EE-Methan“ genannt. Die relevanten Regionen befinden sich vor allem im Norden und Osten von Deutschland. Die Umstellung des Betriebs auf EE-Methan oder, wenn kein Gasnetz vorhanden ist, der Neubau von Gasnetzen, kann auf der gesamten Netzgebietsebene oder Teilnetzebene erfolgen. Zu Ermittlung der geeigneteren Variante ist eine Einzelprüfung erforderlich. Vor allem bei Neubau von Gasnetzen ist die Gewährleistung der Versorgungssicherheit durch Anbindung der Verteilnetze an vorgelagerte Netze, bis hin zu den Fernleitungsnetzen sicherzustellen.

Die Verfügbarkeit von **Biomethan** und deren Einspeisung leistet durch die mögliche anteilige oder vollständige Umstellung des Betriebs der Verteilnetze mit Biomethan einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der Energieversorgung, weshalb in jeder Region, in der Biomethaneinspeisungen sinnvoll möglich sind, Biomethan als Austauschgas eingesetzt werden sollte.

Die berücksichtigte Verfügbarkeit von Biomethan umfasst die Biomethaneinspeisung (Biogasanlagen, die Biogas aufbereiten und heute und in Zukunft ins Gasnetz einspeisen), das Potenzial der Vor-Ort-Verstromung, welches zukünftig für die Einspeisung ins Gasnetz genutzt werden kann (auslaufende EEG-Förderung führt zu veränderten Nutzungskonzepten von Biogasanlagen) und das ungenutzte Potenzial aus vergärbaren Rest- und Abfallstoffen sowie Energiepflanzen. Die Berücksichtigung der drei Verfügbarkeiten weisen damit das maximal verfügbare Potenzial zur Biomethaneinspeisung auf. In der Realität wird das Potenzial vermutlich eher darunter liegen, da vor allem Biogasanlagen mit Vor-Ort-Verstromung mit einer Leistung kleiner als 250 m³/h nur teilweise, z.B. durch Zusammenschluss von Biogasanlagen, ökonomisch sinnvoll auf Biomethaneinspeisung umgestellt werden können.

Es gibt nur wenige Stadt-/Landkreise, in dem die komplette Deckung der Gasnachfrage mit Biomethan unter Auswertung des maximal verfügbaren Potenzials möglich ist. Bis 2050 ist in 20 % der Stadt-/Landkreise von Deutschland ein Potenzial im mittleren bis sehr hohen Bereich für den anteiligen oder vollständigen Betrieb von Verteilnetzen mit Biomethan vorhanden. Diese Regionen werden „Regionen für Biomethan“ genannt. Auch in den Stadt-/Landkreisen mit niedrigem Potenzial sollten Biomethaneinspeisungen zur anteiligen Deckung der Gasnachfrage umgesetzt werden, insofern diese energiesystemtechnisch sinnvoll möglich sind.

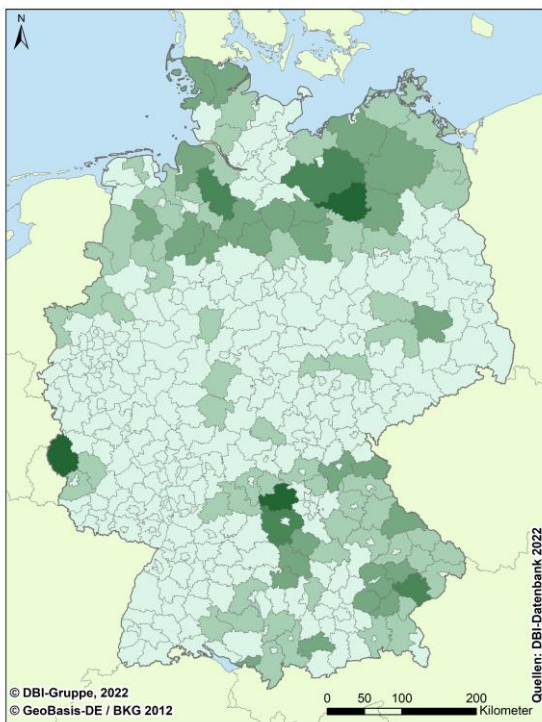
Der vollständige oder anteilige Betrieb von Verteilnetzen mit Biomethan oder, wenn kein Gasnetz vorhanden ist, der Neubau von Gasnetzen, kann auf der gesamten Netzgebietsebene oder Teilnetzebene erfolgen. Durch Einzelprüfung ist die geeignete Variante zu ermitteln. In jedem Fall sollte sowohl die Versorgungssicherheit als auch die großflächigere Verteilung des Gases, z.B. bei Überdeckung der Gasnachfrage in der Region durch sehr hohe Potenziale, durch Anbindung der Verteilnetze an vorgelagerte Netze bis hin zur den Fernleitungsnetzen, gewährleistet werden.



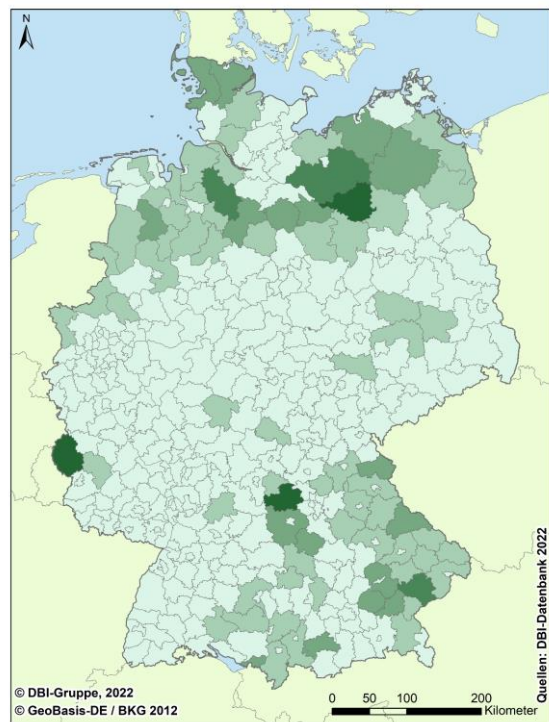
2030

Deckung der Gasnachfrage durch Biomethan

- Geringe Deckung (Niedriges Potenzial)
- Mittlere Deckung (Mittleres Potenzial)
- Hohe Deckung (Hohes Potenzial)
- Sehr hohe Deckung (Sehr hohes Potenzial)
- Überdeckung (Sehr hohes Potenzial)



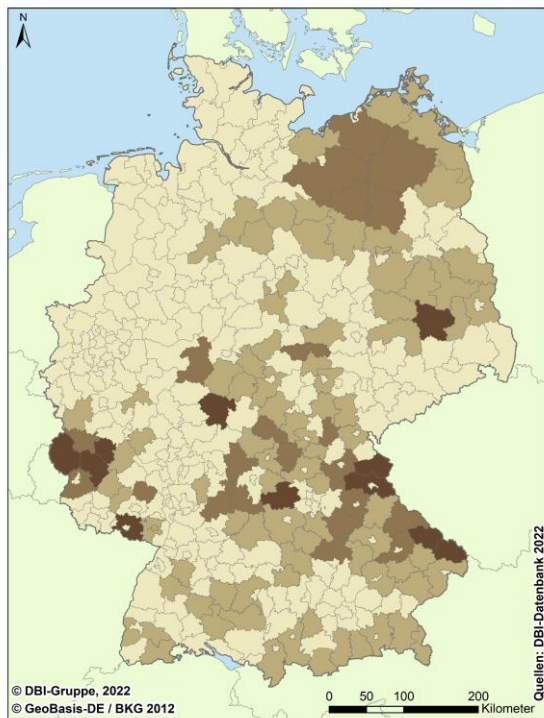
2040



2050

Deckung der Gasnachfrage durch Biomethan (Regionen für Biomethan) – 2030, 2040 und 2050

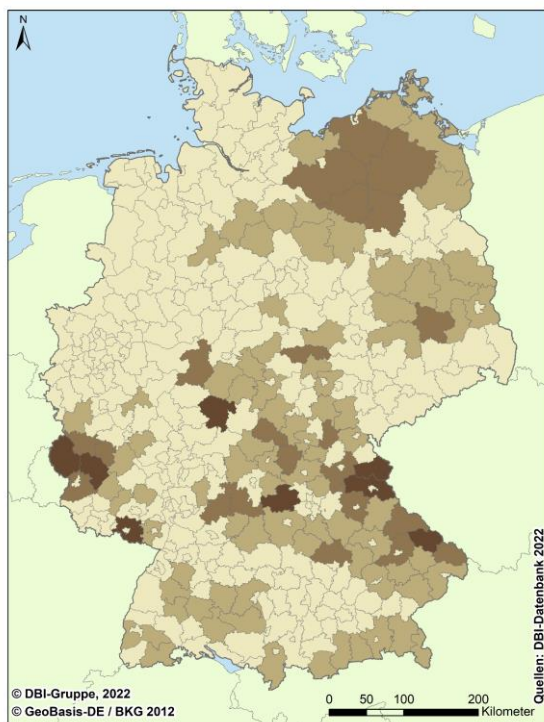
Methan aus vergaster, ligninreicher Biomasse (SNG) kann einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung der Energieversorgung leisten, weshalb in jeder Region, in der eine SNG-Einspeisung sinnvoll möglich ist, diese umgesetzt werden sollte. Es gibt in den Betrachtungsjahren 2030 und 2040 Stadt-/Landkreise, in denen die komplette Versorgung eines Stadt-/Landkreises mit SNG bilanziell möglich ist.



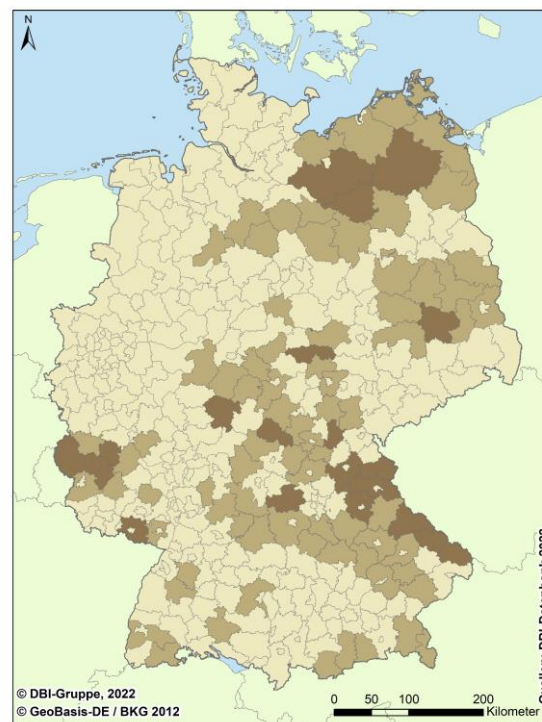
Deckung der Gasnachfrage durch SNG

- Geringe Deckung (Niedriges Potenzial)
- Mittlere Deckung (Mittleres Potenzial)
- Hohe Deckung (Hohes Potenzial)
- Sehr hohe Deckung (Sehr hohes Potenzial)

2030



2040



2050

Deckung der Gasnachfrage mit SNG (Regionen für SNG) – 2030, 2040 und 2050

Darüber hinaus gibt es, neben der generellen Möglichkeit der Zumischung (Austauschgas), eine Vielzahl an Stadt-/Landkreisen, in denen eine anteilige oder vollständige Umstellung des Betriebs der Verteilnetze auf SNG oder, wenn kein Gasnetz vorhanden ist, der Neubau von Gasnetzen, erfolgen kann. Durch Einzelprüfung ist zu ermitteln, ob eine Umstellung auf der gesamten Netzgebietsebene oder Teilnetzebene erfolgen sollte und die Versorgungssicherheit und die großflächigere Verteilung von SNG, z.B. bei Überdeckung der Gasnachfrage in der Region durch sehr hohe Potenziale, durch die Anbindung der Verteilnetze an vorgelagerte Netze bis hin zu den Fernleitungsnetzen, gewährleistet wird. Die relevanten Regionen zur Implementierung von SNG-Netzen befinden sich vor allem im Nord-Osten, Osten, Süd-Osten und Süd-Westen von Deutschland und machen bis 2050 ca. 25 % der Stadt-/Landkreise in Deutschland aus.

Deutschlandweit sind in allen Stadt-/Landkreisen Potenziale zur Bereitstellung von klimaneutralen Gasen vorhanden. Die Nutzung dieser Potenziale kann durch Umstellung der Gasnetze/des Gasbezugs oder den Neubau von Gasnetzen, wenn kein Gasnetz vorhanden ist, sowie durch Zumischung erfolgen. Zur Gewährleistung der ganzjährigen Versorgungssicherheit, als auch die großflächigere Verteilung des Gases, z.B. bei Überdeckung der Gasnachfrage in der Region durch sehr hohe Potenziale, ist die Anbindung der Verteilnetze an vorgelagerte Netze, Fernleitungsnetze und deren Zugang zu Gasspeichern und Gasimporten zu berücksichtigen.

Die Umstellung auf **EE-Wasserstoffnetze** bietet sich, aufgrund der geplanten Infrastrukturen und bei Nutzung der Potenziale, vor allem in folgenden Bundesländern an:

2030

- Berlin
- Brandenburg (in weiten Teilen)
- Bremen
- Hamburg
- Mecklenburg-Vorpommern (in weiten Teilen)
- Niedersachsen (zum Teil)
- Nordrhein-Westfalen (in weiten Teilen)
- Saarland (in weiten Teilen)
- Sachsen (zum Teil)
- Sachsen-Anhalt (in weiten Teilen)
- Schleswig-Holstein (in weiten Teilen)

2050

- Baden-Württemberg (zum Teil)
- Bayern (zum Teil)
- Berlin
- Brandenburg (fast vollständig)
- Bremen
- Hamburg
- Hessen (fast vollständig)
- Mecklenburg-Vorpommern
- Niedersachsen (in weiten Teilen)
- Nordrhein-Westfalen (fast vollständig)
- Rheinland-Pfalz (zum Teil)
- Saarland (fast vollständig)
- Sachsen (fast vollständig)
- Sachsen-Anhalt (fast vollständig)
- Schleswig-Holstein (fast vollständig)
- Thüringen (zum Teil)

Für EE-Wasserstoffnetze ergibt sich von 2030 bis 2050 eine Erhöhung der Anzahl an Regionen und Bundesländern, die für die Umstellung auf EE-Wasserstoffnetze geeignet sind.

Das Potenzial der Regionen mit Standortvorteilen für die Implementierung des Betriebs von Verteilnetzen mit verschiedenen Methangasen sinkt 2050 gegenüber 2030 leicht ab und es gibt eine teilweise Verschiebung von Stadt-/Landkreisen mit hohem und sehr hohem Potenzial hin zu einem mittleren Potenzial.

Der gesamtheitliche Weiterbetrieb der **Gasnetze mit Methan** (EE-Methan, Biomethan und SNG) sollte, bei Nutzung der großen, vorhandenen Potenziale, vor allem in folgenden Bundesländern erfolgen:

2030

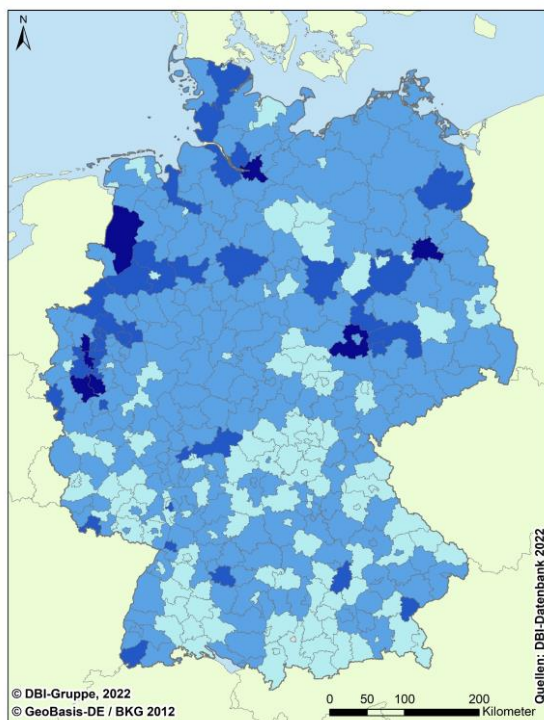
- Baden-Württemberg
- Bayern
- Hessen
- Niedersachsen (zum Teil)
- Rheinland-Pfalz
- Sachsen (zum Teil)
- Thüringen

2050

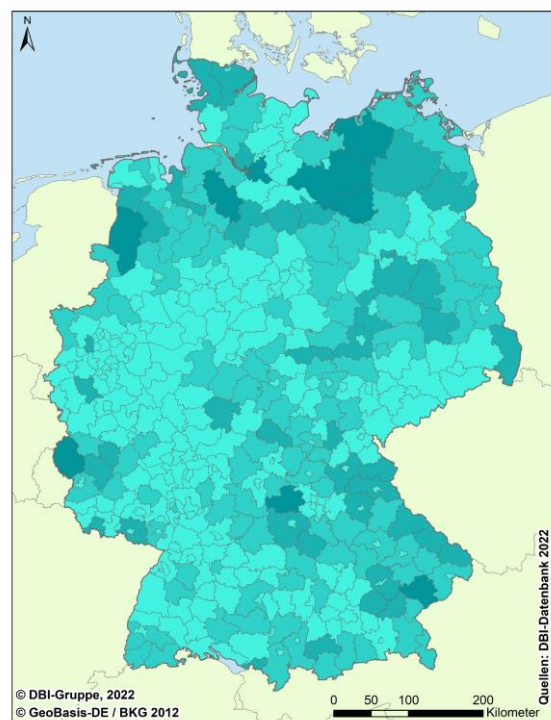
- Baden-Württemberg (zum Teil)
- Bayern (zum Teil)
- Rheinland-Pfalz (zum Teil)
- Thüringen (zum Teil)

2050

Regionen für EE-Wasserstoff



Regionen für EE-Methan*



* Methan aus erneuerbaren Quellen: EE-Methan, Biomethan und SNG (Methan aus ligninreicher Biomasse)

Regionen mit Standortvorteilen für EE-Gase - 2050

Eine Einbindung von EE-Methan in das Energieversorgungssystem sollte mit einer möglichen direkten Nutzung von EE-Wasserstoff hinsichtlich ökologischer, ökonomischer und energie-systemrelevanter Aspekte abgeglichen werden. Daneben sind aber auch Kriterien, wie die Transformationsgeschwindigkeit auf dem Weg hin zum Wasserstoffsystem oder lokale Verfügbarkeiten und Nachfrage von Wasserstoff, zu berücksichtigen.

Regionen die besonders große Potenziale für EE-Wasserstoff und EE-Methan aufweisen, sollten detailliert untersucht werden, um eine zeitnahe Nutzung der Potenziale zu ermöglichen und die Dekarbonisierung der Energie- und Gasversorgung voranzutreiben. Zudem sollte in allen Regionen, in denen Einspeisungen von Biomethan und Methan aus ligninreicher Biomasse (SNG) sinnvoll möglich sind, deren Einspeisung als Austauschgas erfolgen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielstellung.....	1
2	Methodik	2
2.1	Generelle Methodik	2
2.2	Multikriterielle Entscheidungsanalyse (MCDA)	3
2.2.1	Generelles Vorgehen MCDA	3
2.2.2	Überblick MCDA-Methoden.....	5
2.2.3	Gesamte Methode: Nutzwertanalyse.....	6
2.3	Eingangsdaten der Kriterien	9
2.3.1	Wasserstoffnachfrage: Industrie und Verkehr.....	9
2.3.2	Gasanschlusskapazität Gaskraftwerke.....	13
2.3.3	Gasnachfrage: Haushalte und GHD	14
2.3.4	Wasserstoffnetz (Öffentliche Gasversorgung)	17
2.3.5	Wasserstoffnetz (Industrie)	21
2.3.6	Power-to-Gas-Anlagen (Kommerziell)	22
2.3.7	Power-to-Gas-Anlagen (Forschung).....	24
2.3.8	Wasserstoffeinspeisepotenzial aus Power-to-Gas-Anlagen	26
2.3.9	Industrielle Wasserstoffquellen.....	28
2.3.10	Kohlenstoffdioxidquellen (Biogen)	29
2.3.11	Kohlenstoffdioxidquellen (Fossil)	31
2.3.12	Gasnachfrage	31
2.3.13	Biogasnutzung: Biomethaneinspeisung.....	33
2.3.14	Biogasnutzung: Vor-Ort-Verstromung	35
2.3.15	Biogasnutzung: Ungenutztes Potenzial	37
2.3.16	SNG-Einspeisung.....	39
2.4	Gesamte Methodik	41
2.4.1	EE-Wasserstoff	41
2.4.2	EE-Methan	44
2.4.3	Biomethan.....	47
2.4.4	SNG (Methan aus vergaster, ligninreicher Biomasse)	48
3	Ergebnisse	50
3.1	Regionen für EE-Wasserstoff	50
3.2	Regionen für EE-Methan.....	56
3.3	Regionen für Biomethan.....	61
3.4	Regionen für SNG (Methan aus vergaster, ligninreicher Biomasse)	63
3.5	Gesamtergebnis: Regionen für EE-Gase	65
3.6	Implementierung EE-Gase	72
4	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	73
5	Abbildungsverzeichnis.....	74
6	Tabellenverzeichnis.....	76
7	Glossar.....	77
8	Abkürzungsverzeichnis	79
9	Literaturverzeichnis	80

Anhang.....	85
1: Datenabgleich DVGW-Leitplankenszenario EE-Gas+H2	85
2: Überblick Regionen für EE-Wasserstoff	86
3: Überblick Regionen für EE-Methan.....	95
4: Überblick Regionen für Biomethan.....	104
5: Überblick Regionen für SNG	113
6: Überblick Regionen für EE-Gase 2030	123
7: Überblick Regionen für EE-Gase 2040	132
8: Überblick Regionen für EE-Gase 2050	141