

Motivation und zentrale Fragestellung

Mittel- bis langfristig muss Deutschland aus fossilen Energieträgern aussteigen. Dies besagt das Ziel der Klimaneutralität. Es ist davon auszugehen, dass gasförmige Energieträger wie Wasserstoff und Biomethan auch künftig eine Rolle spielen werden. Als Ersatz für Erdgas, das derzeit noch dominierend ist, werden sie jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die damit einhergehende Transformation der Gasinfrastruktur (beispielsweise die Umrüstung auf Wasserstoff) resultiert nichtsdestotrotz in einer Reduktion der Methan-Transportkapazitäten, was die flächendeckende Versorgung potenziell beeinträchtigt. In Anbetracht dessen ergibt sich die zentrale Fragestellung, welche Rolle Biomethan zukünftig sowohl regional als auch überregional einnehmen kann und sollte. Dabei ist nicht nur die technische Umsetzbarkeit von Relevanz, sondern auch der zielgerichtete Einsatz begrenzter Ressourcen in konkurrierenden Sektoren wie Wärme, Industrie und BECCS. Zur Analyse wird das am Fraunhofer ISE entwickelte Energiesystemmodell REMod verwendet [1, 2, 3]. Es berücksichtigt regionale Potenziale und zukünftige Nachfrageentwicklungen – insbesondere durch gesetzliche Vorgaben wie die GEG-Grüngasquoten im Gebäudesektor – und ermöglicht eine räumlich differenzierte Betrachtung von Versorgung und Exportpotenzialen.

Methodische Vorgehensweise

1. Regionale Potenzialanalyse von Biomethan

Zunächst wird das technisch verfügbare Biomethan-Potenzial auf Ebene der deutschen Landkreise ermittelt. Zu diesem Zweck werden umfangreiche nationale Datenquellen ausgewertet, u.a.:

- Landwirtschaftliche Statistiken
- Abfalldaten
- Reststoffverfügbarkeiten

2. Analyse der zukünftigen Methan-Transportinfrastruktur

Im zweiten Schritt erfolgt eine Untersuchung der Entwicklung der Methan-Transportkapazitäten unter Berücksichtigung des sich wandelnden Gasnetzes. Die Grundlage bilden folgende Aspekte:

- Netzentwicklungspläne Gas
- Nationale Wasserstoff-Roadmaps
- Interviews mit Gasnetzbetreibern
- Die Analyse fokussiert sich auf den Zeitraum 2032–2045 – eine zentrale Phase infrastruktureller Umstellungen. Auch relevante rechtliche Rahmenbedingungen auf EU- und Bundesebene fließen ein. Dabei werden regionale Transportmöglichkeiten mit der künftigen Methan-Nachfrage, insbesondere durch GEG-Vorgaben zur Gebäudewärme, verknüpft.

3. Modellgestützte Systemanalyse mit REMod

Abschließend werden die Auswirkungen der regionalen Biomethanverfügbarkeit auf das Gesamtsystem mit dem Energiesystemmodell REMod untersucht. REMod bildet sektorübergreifend Angebot und Nachfrage ab und demonstriert somit:

- Nutzungskonflikte zwischen Wärme, Industrie und BECCS
- Regionale Engpässe und Verdrängungseffekte
- Ausgleichsmechanismen und Allokationsstrategien
- Auf dieser Basis werden Handlungsoptionen für eine effiziente, klimafreundliche und sozial verträgliche Nutzung von Biomethan abgeleitet.

Ergebnisse

Analyse der technischen Biomethan-Potenziale auf Landkreisebene

In Deutschland ergibt sich ein technisches Potential von insgesamt 104,8 TWh Biomethan [4, 5, 6, 7, 8]. Ein erheblicher Anteil dieser Ressourcen wird jedoch bereits heute stofflich oder energetisch genutzt. Insbesondere industrielle Reststoffe sowie Teile der Siedlungsabfälle und landwirtschaftlichen Nebenprodukte sind in bestehenden Nutzungswegen eingebunden. Daher ist für die zukünftige energetische Nutzung von Biomethan insbesondere das mobilisierbare technische Potenzial relevant – jenes Potenzial, das unter Berücksichtigung bereits bestehender Nutzungen noch zusätzlich erschlossen werden kann. Dieses liegt bei 57 TWh pro Jahr und bildet die Grundlage der nachfolgenden Analysen. Abbildung 1 stellt das mobilisierbare Biomethanpotential auf Landkreisebene dar. Es zeigen sich lokale Unterschiede zwischen den Regionen. So sind in den westlichen Landkreisen Niedersachsens hohe Potentiale vorhanden, während diese beispielsweise in Rheinland-Pfalz deutlich geringer sind. In Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Bayern gibt es wiederum einige Landkreise mit vglw. hohen Potenzialen. Das Energiesystemmodell REMod fasst die 16 Bundesländer in 10 verschiedenen Regionen zusammen. Abbildung 2 veranschaulicht die mobilisierbaren technischen Potentiale für Biomethan dieser zehn Regionen. Die Analyse ergibt, dass Bayern und Niedersachsen hinsichtlich der absoluten Mengen das höchste Potenzial aufweisen. Die Regionen von Rheinland-Pfalz, dem Saarland sowie Hessen, Brandenburg, Berlin, Thüringen und Sachsen-Anhalt weisen demgegenüber die niedrigsten Mengen auf.

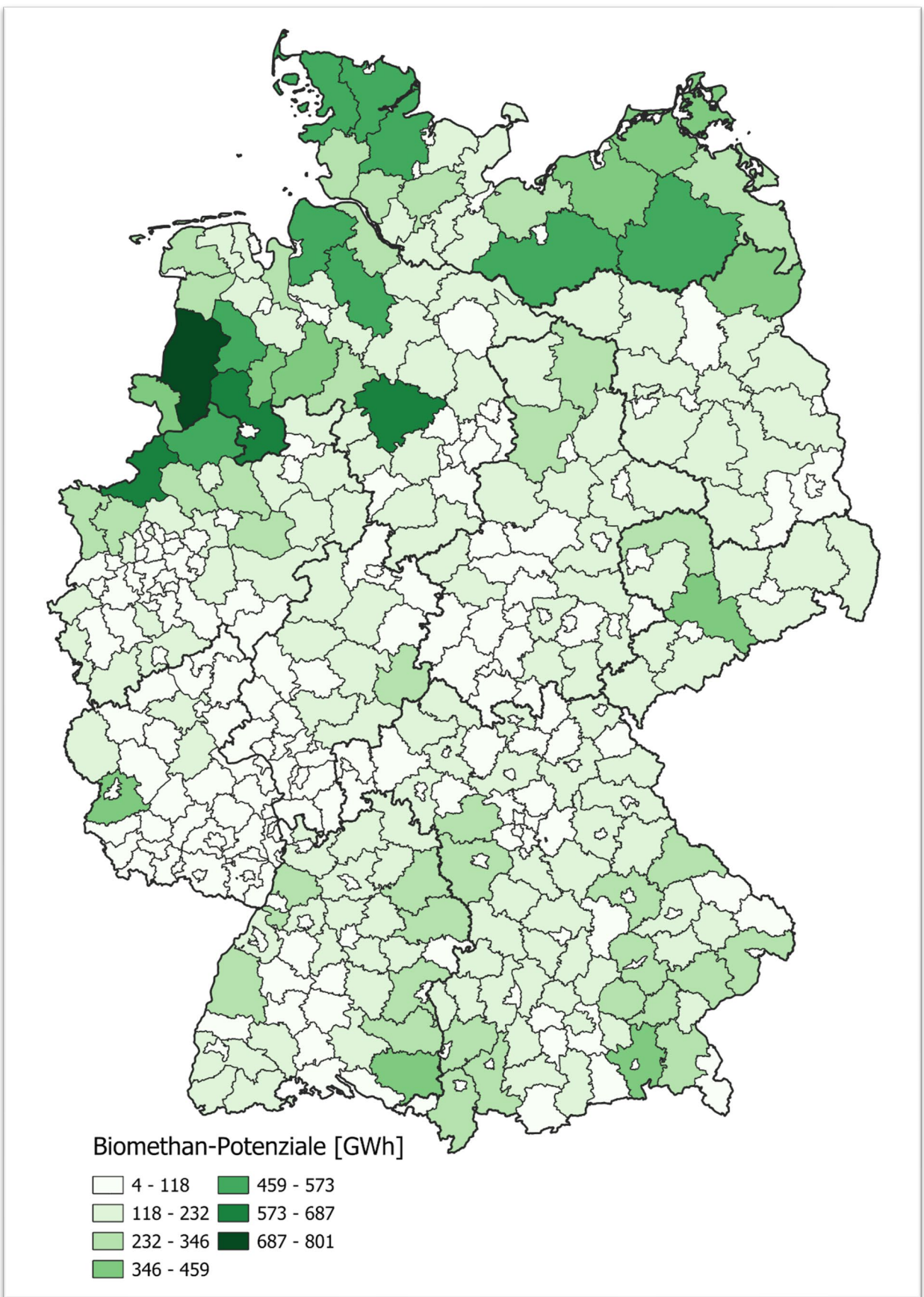


Abbildung 1: Mobilisierbare technische Biomethanpotentiale auf Landkreisebene nach [4-8]

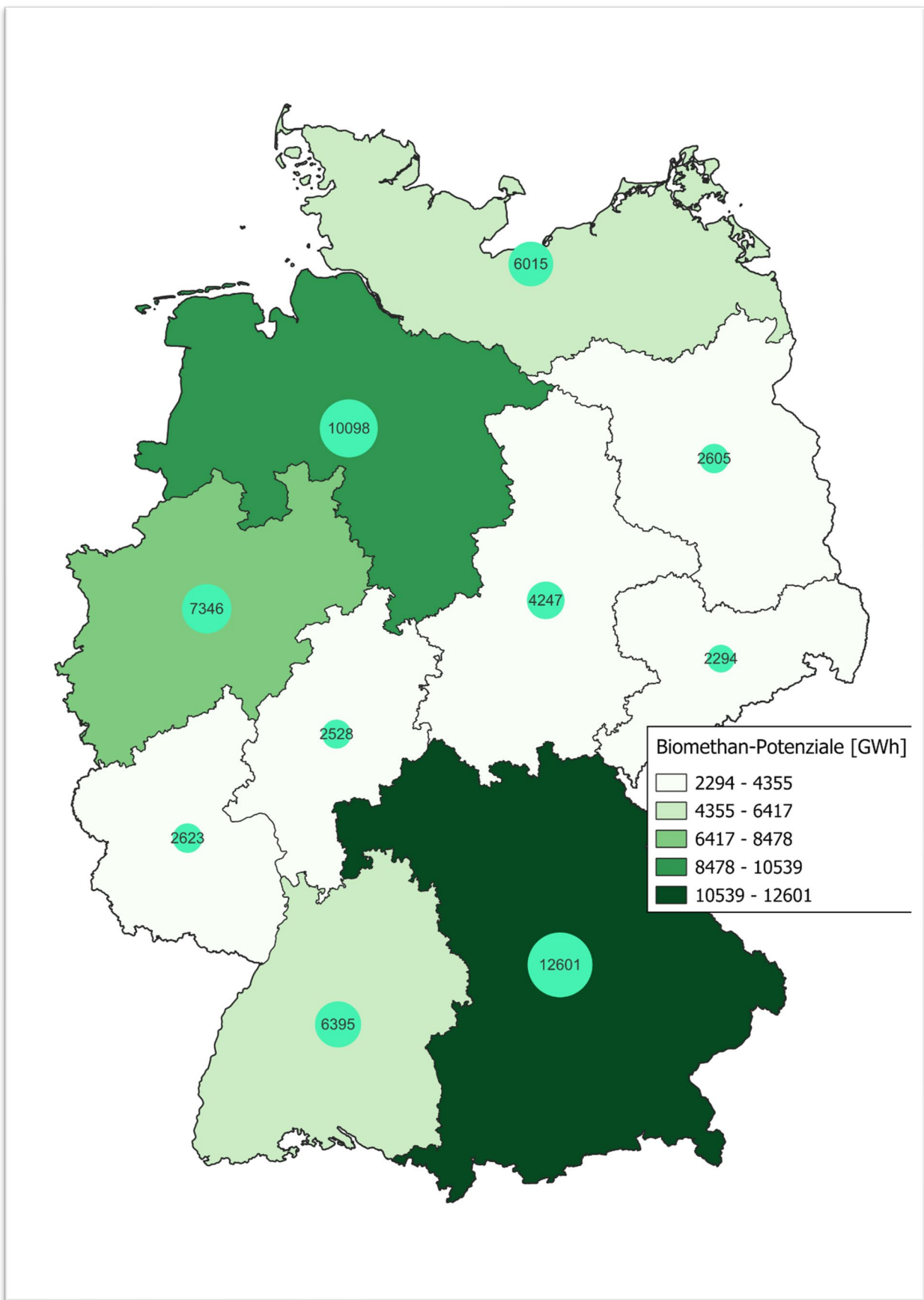


Abbildung 2: Mobilisierbare technische Biomethanpotentiale für die REMod-Regionen nach [4-8]¹

Analyse der zu erwartenden Entwicklung von Methan-Transportkapazitäten

In Deutschland gibt es eine engmaschige Gasnetzinfrastruktur mit einer Länge von insgesamt rund 610.000 km, wovon circa 42.000 km das Fernleitungsnetz sind [9, 10]. Infolge der Transformation hin zu klimaneutralen Energieträgern steht dieses Netz vor tiefgreifenden Veränderungen. Eine zentrale Herausforderung besteht in der realistischen Abschätzung der verbleibenden Transportkapazität für Methan in einem zunehmend auf Wasserstoff umgerüsteten System. Im Rahmen der vorliegenden Analyse wurden die Pläne der Gasnetzinfrastruktur (Netzentwicklungspläne Gas [9], Projekt SCIGRID [11]) mit den REMod-Regionen in einem GIS-Projekt verschnitten, um die heutigen Übertragungskapazitäten von Methan zu quantifizieren. Es zeigen sich deutliche regionale Unterschiede: Die tägliche Übertragung von Methan zwischen Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen beläuft sich auf 404 m³ Methan, während sie zwischen Sachsen-Anhalt und Hessen lediglich 28 m³ beträgt. In Anbetracht der regionalen Allokation von Biomethan gewinnen derartige Engpässe zunehmend an Relevanz. Zukünftige Entwicklungen sind in hohem Maße von regulatorischen Vorgaben abhängig. Gemäß dem Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) in § 28q dürfen Umrüstungen auf Wasserstoff das bestehende Transportvolumen für Methan nicht beeinträchtigen [12]. Ab dem Jahr 2025 wird ein gemeinsamer Netzentwicklungsplan für Gas und Wasserstoff eingeführt. Gleichzeitig ermöglicht die neue europäische Gasbinnenmarkttrichtlinie erstmals explizit die (Teil-)Stilllegung fossiler Infrastrukturen. Für die sektorübergreifende Modellierung mit REMod sind insbesondere die Exportfähigkeit von Biomethan aus potenziellen Regionen und die Importbedarfe in verbrauchsstarken Gebieten mit geringer Eigenerzeugung von entscheidender Relevanz. Die nachfolgende Tabelle präsentiert die gegenwärtig ermittelten Transportkapazitäten zwischen den REMod-Regionen:

Tabelle 1: Tägliche Transportkapazitäten von Methan zwischen den REMod-Regionen¹

Regionen	m³/d	Regionen	m³/d
BE_BB ST_TH	326	NI_HB NW	404
BE_BB SN	229	NI_HB ST_TH	182
BE_BB SH_HH_MV	233	NI_HB SH_HH_MV	208
BW BY	34	NW HE	120
HE BW	35	NW RP_SL	111
HE BY	275	RP_SL BW	49
HE RP_SL	228	ST_TH SN	210
SH_HH_MV NI_HB	180	ST_TH HE	28

Analyse der Auswirkungen der Verfügbarkeit von Biomethan-Potenzialen auf das Energiesystem mit Hilfe des Energiesystemmodells REMod

Abbildung 3 illustriert die regionale Bereitstellung und Nutzung gasförmiger Energieträger im Jahr 2045. Demnach wird kein Bundesland imstande sein, seinen Gasbedarf vollständig durch Biomethan decken zu können. Es konnte festgestellt werden, dass die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Bayern, Baden-Württemberg und Sachsen ein hohes Potenzial aufweisen. Demgegenüber bestehen in Hessen sowie in Rheinland-Pfalz und dem Saarland signifikante Defizite. Die in Abbildung 4 dargestellte Gesamtbilanz von Methan für Deutschland 2045 verdeutlicht die zuvor getroffenen Aussagen. Der Gasbedarf wird zu rund 64% durch Biomethan gedeckt, der Rest wird durch synthetisches Methan gedeckt, das zum Teil importiert (16,3%) und zum Teil durch inländische Power-to-Gas-Erzeugung bereitgestellt wird (13,7%). Im Gebäudesektor werden 2045 Wärmepumpen eine dominierende Rolle einnehmen. Dennoch sind im Bestand rund 20 Prozent gas-, öl- oder biomassebasierte Heizsysteme vorhanden.

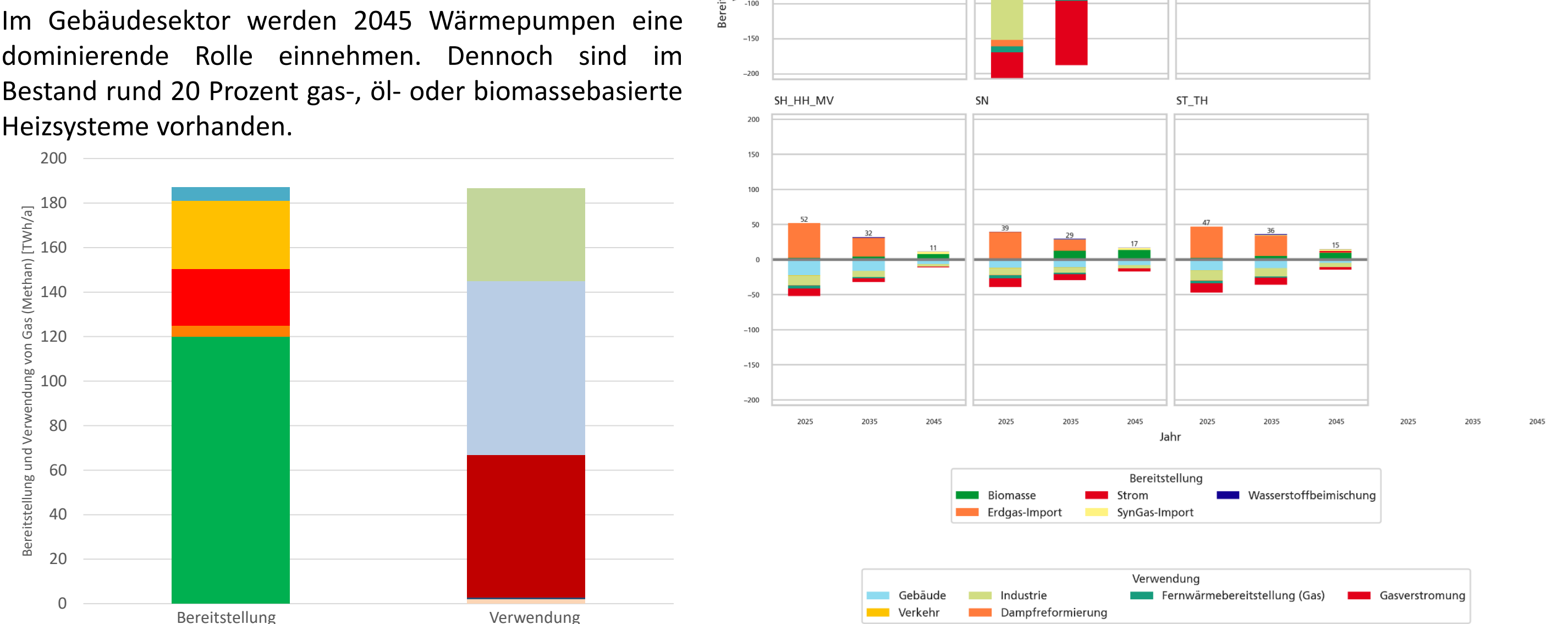


Abbildung 3: Versorgung und Verwendung von Gasen bis 2045 in den REMod-Regionen¹

Abbildung 4: Bereitstellung und Verwendung von Gas (Methan) im Jahr 2045 [TWh/a]

Grüngasquoten für neue Gaskessel gemäß GEG und deren Auswirkungen auf die Gasversorgung

Gemäß §71 Abs.9 GEG sind neu installierte Gaskessel, für die keine kommunale Wärmeplanung vorliegt, ab dem 01.01.2024 verpflichtet, stufenweise steigende Anteile an erneuerbaren Gasen (Grüngasen) zu nutzen [13]. Die entsprechenden Anteile sind wie folgt festgelegt: 15% ab 2029, 30% ab 2035 und 60% ab 2040.

Mittels des REMod-Modells wurden die daraus resultierenden Grüngasbedarfe für die zehn REMod-Regionen quantifiziert und werden in Abbildung 5 dargestellt. Für das Jahr 2040 wird ein Bedarf von insgesamt rund 20 TWh/a prognostiziert, wobei die höchsten Werte in Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen zu erwarten sind. Das technisch mobilisierbare Biomethanpotential beläuft sich auf 57 TWh/a, während die aktuelle Produktion lediglich 10 TWh/a beträgt. Um die GEG-Erfüllung zu gewährleisten, wäre eine Steigerung der Produktion um mindestens das Doppelte erforderlich.

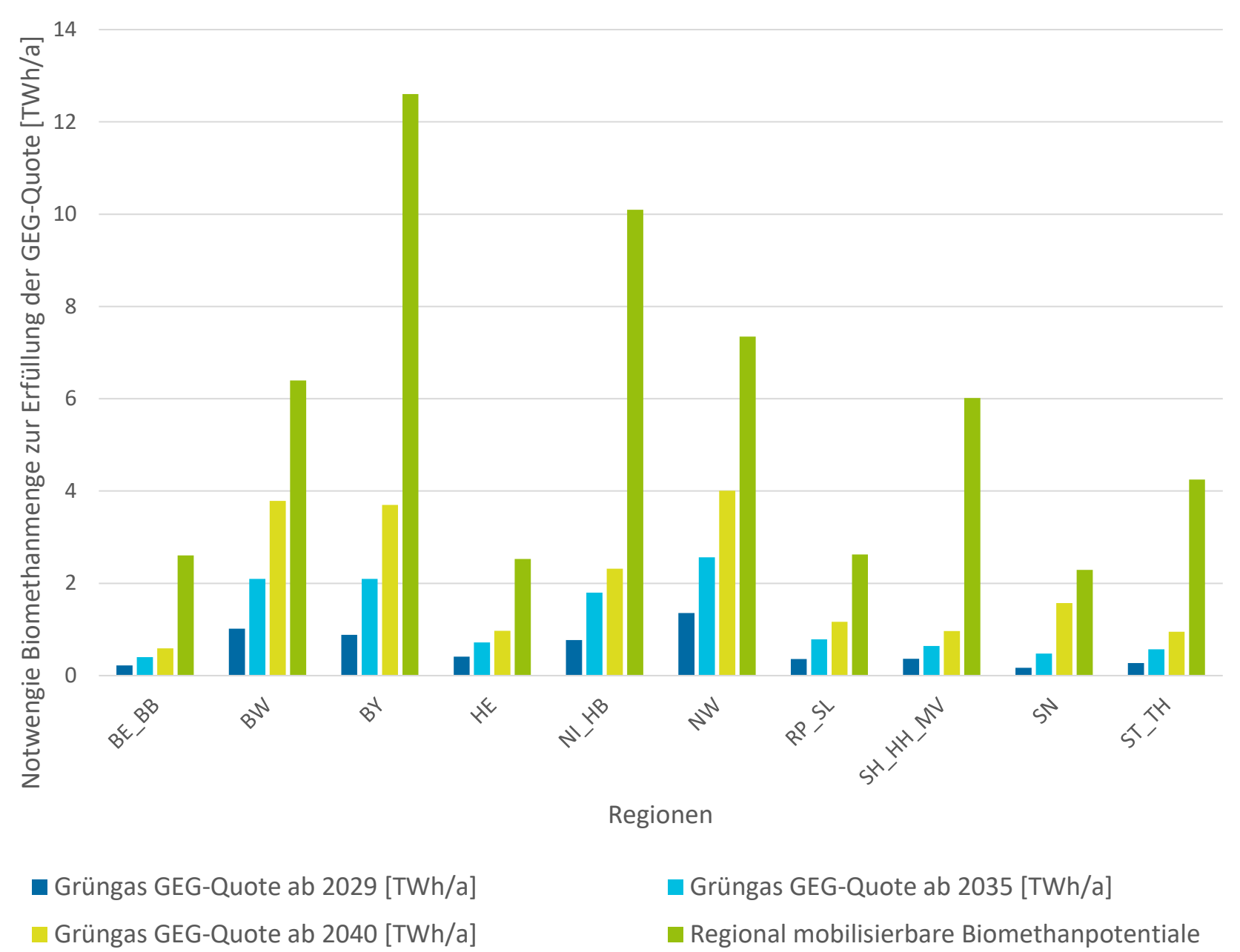


Abbildung 5: Prognostizierte Grüngasquoten zur Erfüllung des GEG §71 Absatz 9 und regionale mobilisierbare Biomethanpotentiale (eigene Darstellung auf Basis von der REMod-Modellierung und [14, 15]¹

Schlussfolgerungen

- Methan bleibt relevant:** Auch im Jahr 2045 deckt Methan rund 22 % des Energiebedarfs – vorwiegend durch Biomethan und ergänzt durch synthetisches Methan.
- Regionale Unterschiede:** Die Biomethanverfügbarkeit variiert stark zwischen den Regionen. Kein Bundesland kann seinen Bedarf allein decken – Importe bleiben notwendig.
- Transportinfrastruktur unter Druck:** Die Methan-Transportkapazität ist regional sehr ungleich und wird durch die Wasserstoffumstellung perspektivisch weiter eingeschränkt.
- Priorisierung ist nötig:** Die Biomasse-Potenziale reichen nicht aus, um alle Sektoren (Wärme, Industrie, BECCS) gleichzeitig zu versorgen.
- Nationale Biomassestrategie erforderlich:** Ein koordiniertes Vorgehen ist entscheidend, um Zielkonflikte zu vermeiden und Biomethan gezielt dort einzusetzen, wo es am meisten bewirkt – etwa in schwer elektrifizierbaren Anwendungen.

Literaturverzeichnis

- [1] Henning, Hans-Martin; Palzer, Andreas (2014): A comprehensive model for the German electricity and heat sector in a future energy system with a dominant contribution from renewable energy technologies—Part I: Methodology. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews (vol 30), S. 1003–1018. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032113006710?via=ihub>.
- [2] Thelen, Connor; Nolte, Benjamin; Jürgens, Patrick; Müller, Paul; Senkpiel, Charlotte; Kost, Christoph (2024): Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess. Hg. v. Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE). Online verfügbar unter https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/ISE_WegezuKlimaneutralEnergiesystem_Final.pdf.
- [3] Sterchele, Philip (2019): Analysis of Technology Options to Balance Power Generation from Variable Renewable Energy. Case Study for the German Energy System with the Sector Coupling Model REMod: Shaker Verlag GmbH. Online verfügbar unter <https://www.shaker.de/de/site/content/shop/index.asp?lang=de&ID=88&ISBN=978-3-8440-6946-4>.
- [4] Naegeli de Torres, F.; Kalcher, J.; Karas, T.; Sittaro, F.; Cyfka, K.-F. (2024): Biogene Abfälle und Reststoffe in Deutschland: technisches Biomassepotenzial auf Landkreisebene in Deutschland 2015–2020 (1.0) [Data set]. Online verfügbar unter <https://zenodo.org/records/10562074>.
- [5] Kalcher, J.; Naegeli de Torres, F.; Gareis, E.; Cyfka, K.-F.; Brosowski, A. (2022): Dashboard biogene Rohstoffe in Deutschland. Online verfügbar unter https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00077764.
- [6] Krause, T.; Pohl, M.; Klemm, M.; Wirth, B.; Gröngöft, A.; Müller-Langer, F. et al. (2020): Nationales Monitoring biogener Reststoffe, Nebenprodukte und Abfälle in Deutschland Teil 2: Rohstoffeigenschaften und Konversionsfaktoren. Online verfügbar unter https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00065551.
- [7] Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hg.) (2020): Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung und Zahl der Tiere - Stichtag - regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte. Online verfügbar unter <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online?operation=abrufabelle&level=de&levelid=1744026313920&auswahloperation=abrufabelle&auspraeung=AuswahlAuswahlverzeichnis-ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&code=41341-03-02-4&auswahltext=&wertabruf=Abreadcrumb>.
- [8] Statistische Bundesamt (Hg.) (2024): Zensus 2022: Regionale Tabelle Bevölkerung. Online verfügbar unter https://www.zensus2022.de/static/Zensus_Veroeffentlichung/Regionaltabelle_Bevölkerung.xlsx.
- [9] Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e. V. (Hg.) (2024): Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032. Berlin. Online verfügbar unter https://fnb-gas.de/wp-content/uploads/2024/03/2024_03_20_NEP-2022_Gas_FINAL_DE.pdf, zuletzt geprüft am 19.11.2024.
- [10] bei der Wieden, Maitz, Braungardt, Sibylle; Bürger, Veit; Hesse, Tilman; Loschke, Carmen; Stobbe, Marc et al. (2024): Connecting reality with climate goals: Case studies of gas distribution system planning and regulation. Country Report Germany. Hg. v. Öko-Institut e.V. und Regulatory Assistance Project. Freiburg. Online verfügbar unter https://www.raponline.org/wp-content/uploads/2024/10/Countryreport_Germany.pdf, zuletzt geprüft am 19.11.2024.
- [11] Medjroubi, Wided; Pluta, Adam; Dietrich, Jan; Dasenbrock, Jan; Tetens, Hendrik-Pieter; Sandoval, Javier (2021): SciGRID_gas - offenes Referenzmodell Europäischer Gastransportnetze für wissenschaftliche Untersuchungen zur Sektorkopplung. Institut für Vernetzte Energiesysteme. Online verfügbar unter <https://www.enegieforschung.de/de/aktuelles/projekte/2022/scigrd-gas>.
- [12] Deutscher Bundestag (2025): Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG). EnWG. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/BJNR197010005.html.
- [13] Deutscher Bundestag (2023): Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* (Gebäudeenergiegesetz - GEG). GEG. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/ggeg/index.html#BNR172810020BJNE00010228>.
- [14] Bundesverband der deutschen Heizungsindustrie (BDH) (Hg.) (2025): Absatzentwicklung Deutschland 2024. Online verfügbar unter https://www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Pressemitteilungen/Absatzentwicklung_Waermemärkte_Deutschland_2024.pdf.
- [15] Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW) (Hg.) (2025): Stand der KWP nach Bundesländern. Online verfügbar unter <https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/status-quo-der-kwp#c1322>.

„Biomethan ist knapp, systemrelevant und muss gezielt eingesetzt werden – sektorübergreifend, regional abgestimmt und strategisch gesteuert.“

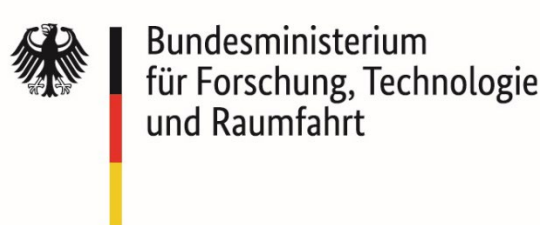
Marc Stobbe¹, Benjamin Köhler¹, Christoph Heinemann¹, Susanne Krieger¹, Hannah Nolte², Dr. Christoph Kost²

¹Öko-Institut e.V., Merzhauser Straße 173, 79117 Freiburg
²Fraunhofer ISE, Heidenhofstr. 2, 79110 Freiburg

Kontakt:
m.stobbe@oeko.de
Merzhauser Str. 173
79100 Freiburg

Danksagung:
Das diesem Beitrag zugrunde liegende Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 03SFK5F0-2 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Gefördert durch:



¹BE_BB: Berlin und Brandenburg; BW: Baden-Württemberg; BY: Bayern; HE: Hessen; NI_HB: Niedersachsen und Bremen; NW: Nordrhein-Westfalen; RP_SL: Rheinland-Pfalz und Saarland; SH_HH_MV: Schleswig-Holstein, Hamburg und Mecklenburg-Vorpommern; SN: Sachsen; ST_TH: Sachsen-Anhalt und Thüringen.