

## POSITIONSPAPIER

### Strategie zur Transformation der Gasverteilnetze

Berlin, 02.03.2021

Der Verband kommunaler Unternehmen (VKU) vertritt rund 1.500 Stadtwerke und kommunalwirtschaftliche Unternehmen in den Bereichen Energie, Wasser/Abwasser, Abfallwirtschaft sowie Telekommunikation. Mit mehr als 275.000 Beschäftigten wurden 2018 Umsatzerlöse von rund 119 Milliarden Euro erwirtschaftet und mehr als 12 Milliarden Euro investiert. Im Endkundensegment haben die VKU-Mitgliedsunternehmen große Marktanteile in zentralen Ver- und Entsorgungsbereichen: Strom 62 Prozent, Erdgas 67 Prozent, Trinkwasser 90 Prozent, Wärme 74 Prozent, Abwasser 44 Prozent. Sie entsorgen jeden Tag 31.500 Tonnen Abfall und tragen durch getrennte Sammlung entscheidend dazu bei, dass Deutschland mit 67 Prozent die höchste Recyclingquote in der Europäischen Union hat. Immer mehr kommunale Unternehmen engagieren sich im Breitbandausbau. 190 Unternehmen investieren pro Jahr über 450 Mio. EUR. Sie steigern jährlich ihre Investitionen um rund 30 Prozent. Beim Breitbandausbau setzen 93 Prozent der Unternehmen auf Glasfaser bis mindestens ins Gebäude.

Verband kommunaler Unternehmen e.V. · Invalidenstraße 91 · 10115 Berlin  
Fon +49 30 58580-0 · Fax +49 30 58580-100 · [info@vku.de](mailto:info@vku.de) · [www.vku.de](http://www.vku.de)

# Strategie zur Transformation der Gasverteilnetze

## Inhalt

Management Summary.....	3
VKU-Positionen.....	9
Rolle von Gasverteilnetzbetreibern beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft.....	12
I. Ideale Ausgangssituation: technische Kompatibilität mit EE-Gasen.....	12
II. Verteilnetze fit machen für Wasserstoffbeimischungen u. reinen Wasserstoff..	12
III. Transformationspotentiale nutzen – Lock-In-Effekt vermeiden.....	14
IV. Finanzierung der Infrastruktur-Ertüchtigung.....	14
V. Klimaneutral erzeugte Gase im Wärmemarkt.....	15
VI. Dezentrale Wasserstofferzeugung und Einspeisung in die Verteilnetzebene.....	18
Fazit.....	20
Anlage 1 - Dossier Gase.....	21
Anlage 2: Überblick der Gasspezifikation auf europäischer Ebene.....	22

## Management Summary

Zweifelsohne haben sich Deutschland und die EU ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt: Bis 2050 sollen keine Netto-Treibhausgasemissionen mehr freigesetzt werden.

Die Umsetzung der Wasserstoffstrategien sollte zeitlich und inhaltlich in verschiedenen, aber stets aufeinander abgestimmten, Dimensionen erfolgen:

- **Unmittelbare** Förderung konkreter Einzelprojekte/Piloten und ihrer netzstrukturellen Einbindung;
- **Zeitnahe** Erarbeitung des technischen/regulatorischen/wirtschaftlichen Rahmens und Integration in die bestehenden Energieversorgungsstrukturen;
- **Mittelfristig** koordinierte Infrastrukturplanung im Detail unter zwingender Beteiligung der VNB. Hierzu existieren sehr leistungsfähige Beispiele, wie das Projekt H2vorOrt mit der Beteiligung von über 30 VNB (über 50 % der Gasnetze in Deutschland) zusammen mit dem DVGW.

Deutschland will die Klimaschutzvorgaben mit der Energiewende effizient erfüllen. Die deutsche Gaswirtschaft unterstützt diese Zielstellung und steht bereit, diesen Weg engagiert über alle Sektoren hinweg zu begleiten und erforderliche Umsetzungsschritte einer vollständigen Dekarbonisierung einzuleiten. Denn nur mit gasförmigen Energieträgern wird die Energie- und Klimawende gelingen. Die Schlüssel für den Erfolg sind im Wesentlichen die folgenden Faktoren:

- **Kompatibilität des Gasnetzes mit erneuerbaren Energien:** Die bestehende Gasinfrastruktur bietet schon heute beste Voraussetzungen **CO<sub>2</sub>-freie und CO<sub>2</sub>-neutrale gasförmige** – kurz **klimaneutrale Gase** wie Wasserstoff, synthetisches Erdgas und Biomethan über ein äußerst leistungsfähiges, sicheres und effizientes Transport- und Verteilungssystem zu leiten. Versorgungssicherheit und Versorgungszuverlässigkeit bleiben somit auch zukünftig erhalten.
- **Verteilnetze schon jetzt fit machen für mehr Wasserstoffbeimischungen und reinen Wasserstoff:** Die Dekarbonisierung über die Gasverteilnetze muss von jetzt an zielgerichtet mittels der notwendigen politischen Impulse getragen und verfolgt werden, um die klassischen Gasanwendungsbereiche zuverlässig mit zunehmend **erneuerbaren Gasen** zu versorgen.

Die Netzbetreiber unterstützen diesen Weg, u. a. schon heute durch Ausgestaltung und stetige Weiterentwicklung der technischen Regelsetzungen und im Rahmen von Pilotprojekten. Der Ersatz von Erdgas durch **klimaneutrale Gase** sollte möglichst in zwei Phasen ablaufen:

- möglichst zeitnah sollte eine höhere Beimischung von 20 bis zu 30 % H<sub>2</sub> im Gasverteilnetz erfolgen
- ab ca. 2030 wird eine sukzessive Umstellung auf reine H<sub>2</sub>-Netze und Netze mit klimaneutralen Gasen beginnen, um vor allem Industriekunden, KWK-Anlagen und ausgesuchte Quartiere umzustellen.

- **Auswirkungen auf die Gaskunden**

Durch die höhere Beimischung von 20 bis max. 30 % H<sub>2</sub> wird für die überwiegende Anzahl von Kunden im Gebäudestand – rund 95 % - die Möglichkeit geschaffen, einen Beitrag zur Dekarbonisierung ihres Wärmebedarfs zu leisten, ohne technisch aufwändige Umstellungsprozesse – vergleichbar der aktuellen L-H-Gasumstellung – auszulösen. Bis zu diesen Schwellenwerten ist nach Einschätzung der Experten keine aufwändige Anpassung der Haustechnik notwendig. In einem aktuellen Pilotprojekt von Avacon wird in einem Abschnitt des Gasnetzes im Bereich Fläming im Herbst 2021 dem Erdgas erstmals bis zu 20 Prozent Wasserstoff beigemischt, bislang lag der Beimischwert bei knapp 10 Prozent. Das Projekt ist Vorbild für den zukünftigen Einsatz von Wasserstoff in Gasverteilnetzen und wird vom Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) technisch-wissenschaftlich unterstützt.<sup>1</sup>

Für den Bereich des Mittelstandes, also den **mittelgroßen bis großen Gewerbe- und Industrieunternehmen**, bietet die Versorgung mit dekarbonisierten Gasen die entscheidende Voraussetzung, die zum Teil selbst gesteckten Klimaziele zu erreichen. Die technische Möglichkeit und **Verfügbarkeit von Wasserstoff oder anderen dekarbonisierten Gasen wird somit ein wichtiger Standortfaktor** für die Unternehmen und damit ein zentraler Faktor für Kommunen und ihre Stadtwerke bei der regionalen Standortpolitik. Das lokale Dekarbonisierungspotential wird zum Standortfaktor für den Mittelstand. Auch zeigt sich die zentrale Rolle der (Gas-)Verteilnetze für eine erfolgreiche Energiewende: der absolute Löwenanteil der Energieabnahme von 468 TWh geht an die dort angeschlossenen rund 1.600.000 Industrie- und Gewerbekunden. Zum Vergleich: die Jahresabnahme der an die Ferngasnetze angeschlossenen 530 Marktlokationen betrug 187 TWh im Jahr 2019.<sup>2</sup>

- **Eichrechtliche Vorschriften modernisieren**

Die zukünftige Beimischung von Wasserstoff stellt die Netzbetreiber/Messstellenbetreiber Gas vor große Herausforderungen bei der Ermittlung des Energiegehaltes des Mischgases am Ausspeisepunkt. Auf Grund des deutlich geringeren Brennwertes von Wasserstoff von rund 4 kWh/Nm<sup>3</sup> müssen Anpassungen im technischen Regelwerk erfolgen. So betont die BNetzA in ihrem Bericht zur zukünftigen Regulierung von Wasserstoffnetzen im Juli 2020, dass „Die

---

<sup>1</sup> [Wasserstoff im Gasnetz \(avacon-netz.de\)](http://Wasserstoff-im-Gasnetz(avacon-netz.de))

<sup>2</sup> Monitoringbericht der Bundesnetzagentur (BNetzA) 2020, S. 330

Messeinrichtungen, insbesondere die Prozessgaschromatographen, ...vollständig ersetzt werden [müssten], da sie derzeit nicht in der Lage bzw. dafür zugelassen sind, Wasserstoff zu messen. Dies ist für eine korrekte Abrechnung eichrechtlich allerdings zwingend nötig.“ Die ermittelten Energieinhalte stellen für alle weiteren Messwertverwender der Wertschöpfungskette die Abrechnungsgrundlage dar. Mit den heutigen eichrechtlichen Vorschriften ist eine Endkundenbelieferung von dezentral eingespeistem Wasserstoff in ein Erdgasverteilnetz nicht möglich, da je nach Lastflüssen die Wasserstoffanteile an jedem Ausspeisepunkt unterschiedlich und schwankend sind. Hier müssen neue Regularien entwickelt werden, wie die Netzbetreiber von Gasverteilnetzen und Gas-MSB die dezentrale H<sub>2</sub>-Einspeisung steuern können, um die Brennwertschwankungen in Grenzen zu halten und eichrechtlich korrekte Messwerte zu liefern. Ein gutes Beispiel für die Modernisierung der eichrechtlichen Vorgaben kann dabei die Herangehensweise in Österreich sein, die nur einen bundesweit einheitlichen Mindestabrechnungsbrennwert vorschreibt.

- **Kommunale Keimzellen sind bereits heute am Start:** Es wird partiell schon deutlich früher reine H<sub>2</sub>-Netze geben. Gerade auf kommunaler Ebene sind diese "Keimzellen" in der Vorbereitung. Diese wachsen sukzessive im Gegenstromprinzip – Ferngasnetzbetreiber (TNB) und Verteilnetzbetreiber (VNB) - zusammen. Die H<sub>2</sub>-Durchdringung hängt neben dem klaren Auftaktsignal der Politik elementar von der zügigen und hinreichenden Bereitstellung des H<sub>2</sub> ab, und damit der Abkehr der derzeitigen Sicht, primär die Großindustrie und damit die Transportnetze an den entstehenden H<sub>2</sub>-Markt partizipieren zu lassen. Nicht zuletzt schaffen dezentrale Ansätze auch die Grundlage für Wertschöpfung und damit Arbeitsplätze in den Regionen vor Ort. Der häusliche Wärmemarkt ist allein schon aufgrund seiner Größe einer der Schlüssel der Energiewende, und ohne klimaneutrale Gase werden sich die CO<sub>2</sub>-Ziele nicht erreichen lassen. Die Dekarbonisierung der Gasverteilnetze muss von jetzt an zielgerichtet verfolgt werden, um die klassischen Gasanwendungsbereiche zuverlässig mit zunehmend erneuerbaren Gasen zu versorgen. Nach Erhebungen der Bundesnetzagentur waren 2019<sup>3</sup> in Deutschland **530 industrielle und gewerbliche Letztverbraucher direkt ans Fernleitungsnetz** angeschlossen, die **187 TWh Erdgas** bezogen. Das absolute Gros der Letztverbraucher, nämlich **1.600.000 Industrie- und Gewerbekunden plus 19.000.000 Haushalte, werden über das Gasverteilnetz versorgt und beziehen 755 TWh Gas**. Insgesamt wurden somit rund 940 TWh Erdgas im Jahr 2019 in Deutschland verbraucht und 700 TWh Erdgas durchgeleitet und an Nachbarländer übergeben. Diese Zahlen belegen eindrücklich die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Gasinfrastruktur: im Jahr 2019 wurden in Summe rund 1.640 TWh Energie durch das Erdgasnetz in Deutschland transportiert, im Stromsektor beträgt der

---

<sup>3</sup> Monitoringbericht der BNetzA 2020, S. 330

Stromverbrauch in diesem Jahr mit rund 600 TWh etwas mehr als ein Drittel der im Gasnetz transportierten Energie.<sup>4</sup>

- **Finanzierung der Infrastruktur-Ertüchtigung:** Gasnetze sind in Deutschland fast flächendeckend vorhanden. Die Kosten für die Weiterentwicklung der Infrastruktur sollen die nutzenden Kunden – die Gaskunden (H<sub>2</sub>, erneuerbare Gase und Erdgas) tragen, um prohibitiv hohe Netzkosten zu vermeiden. Dabei profitieren alle Kundengruppen: Die reinen Wasserstoffkunden zu Beginn, weil die Netzentgelte nicht prohibitiv hoch sind; mittel- bis langfristig dann die heutigen Erdgaskunden, denn wenn es nicht gelingt, Erdgas zunehmend zu substituieren, werden die Netzentgelte auch im Gas steigen. Zudem sollten auch die Erdgaskunden ihren Beitrag zur Dekarbonisierung der Energiewirtschaft leisten; im Strom werden die Kosten der Energiewende bereits über die EEG-Umlage auf alle Stromkunden verteilt.
- **Gasnetze in Deutschland bieten eine hervorragende und zuverlässige Versorgungsabdeckung.** Damit kann der Wasserstofftransport zum Endkunden zu marktfähigen Netzentgelten gewährleistet und ein Hochlauf der H<sub>2</sub>-Nutzung unterstützt werden. Aufgrund der anfänglichen Beimischung von Wasserstoff in die Verteilnetze wird es zumindest für die Verteilnetze keine andere pragmatisch umsetzbare Lösung geben, um einem Hochlauf mit Skaleneffekten CO<sub>2</sub>-neutraler Gase zu erreichen. Über den Kapazitätsbestellmechanismus ist sichergestellt, dass die Verteilnetzbetreiber auch nur die Kosten des vorgelagerten Netzes übernehmen, die sie verursachen.
- **Investitionsanreize und Planungssicherheit für VNB:** Netzbetreiber müssen Investitionsanreize und Planungssicherheit haben, um Stranded Investments in H<sub>2</sub>-Netze bzw. die Herstellung der H<sub>2</sub>-Readiness sowie der technischen Transformation bestehender Netze zu vermeiden.  
Das finanziell relevanteste Stranded Investment würde dabei eine nicht erfolgte Umstellung der Netze auf Wasserstoff aufgrund falscher politischer Weichenstellung beim Regulierungsrahmen darstellen. Neben dem Verfall noch nicht abgeschriebener Investitionen wären negative Auswirkungen auf den Betrieb der bestehenden Netze zu erwarten, die aus der fehlenden Investitionssicherheit in die Netze resultieren.
- **Klimaneutral erzeugte Gase im Wärmemarkt:** Ohne Gase geht es nicht. Wasserstoff, Biomethan und SNG werden einen wichtigen Beitrag zur Wärmewende leisten. Ein wesentlicher Vorteil ist die grundsätzliche Eignung und wirtschaftliche Anpassungsfähigkeit der Netze für die klimaneutralen Gase und die damit verbundene Schnelligkeit und Reaktionsfähigkeit des Verteilnetzes.  
Die vermeintliche Vollelektrifizierung des Wärmemarktes stößt vielerorts zudem aufgrund fundamentaler technischer Rahmenbedingungen - wie Verdichtung in

---

<sup>4</sup> Monitoringbericht der BNetzA 2020, S. 30

Ballungsräumen und der langsamen Sanierungsquote im Gebäudebestand - an ihre Grenzen. Die intelligente Sektorenkopplung kann in kürzester Zeit zu einem Gesamtoptimum aller Beteiligten führen. Wasserstoff, synthetisches Erdgas und Biomethan sind somit zentrale Bausteine bei der Umsetzung der Wärmewende, da sie eine klimaneutrale Wärmeversorgung, auch bei möglicherweise anhaltend niedrigen Gebäudesanierungsraten, ermöglichen.

- **Wasserstoff bringt Zeitvorteil und sozialverträgliche Wärmewende:** Der zeitliche und finanzielle Aufwand für die Sicherstellung von H<sub>2</sub>-Readiness auf dieser Netzebene ist wesentlich geringer als der für eine weitgehende Elektrifizierung des Wärmemarktes. Durch den zusätzlichen Einsatz von klimaneutralen Gasen, wie Biomethan oder synthetischem Erdgas, ließe sich der Wärmesektor vollständig dekarbonisieren, ohne substantiellen Austauschbedarf beim Endkunden auszulösen. Nicht zuletzt würden bei der Elektrifizierung des Wärmemarktes bereits bestehende Restriktionen und Engpässe in den Stromnetzen noch verschärft: Auf Stromverteilnetzebene betrifft dies die Elektrifizierung von hochverdichteten Ballungsräumen – dort ist kaum Platz für neue Stromtrassen - und die Untertunnelung von Großstädten für neue Stromkabel stellt ebenfalls keine praktikable Lösung dar. Auf der ÜNB-Ebene würden die bestehenden Engpässe auf der Höchstspannungsebene durch den zusätzlichen Leistungsbedarf noch zusätzlich verschärft.
- **Dezentrale Wasserstoffherzeugung und Einspeisung in die Verteilnetze:** Dezentrale Anlagen zur H<sub>2</sub>-Produktion sind erforderlich, damit ausreichende H<sub>2</sub>-Mengen für eine erfolgreiche Dekarbonisierung in einer angemessenen Hochlaufkurve hergestellt werden können. Dadurch wird auch sichergestellt, dass in den Kommunen Kompetenz und Wertschöpfung für dieses Zukunftsfeld aufgebaut werden können. Eine ansteigende Quote an klimaneutralen Gasen als Händlerverpflichtung für den Wärmemarkt schafft Investitionssicherheit und kann einen angebotsseitigen Markthochlauf in der notwendigen Größenordnung erzeugen. Die Quote sollte über alle klimaneutralen Gase mittels einer THG-Minderungseigenschaft bilanziell ausgestaltet werden. So können Netzabschnitte optimiert auf 20 % oder 100 % H<sub>2</sub> umgestellt werden.
- **Die geschickte Gestaltung der Sektorenkopplung** bei der Produktion und Nutzung vor Ort ist der Schlüssel für effiziente Energiesysteme. H<sub>2</sub> ist hierfür das dringend benötigte Bindeglied. Kommunale Unternehmen sind erfahren in langjähriger Anwendung von verschiedenen Formen der Sektorenkopplung wie Kraft-Wärme-Kopplung und energetischer Abfallverwertung. Sie können daher zukünftig für Wasserstoff und weitere „Produkte“ der Elektrolyse, wie den Sauerstoff oder Flexibilität im Stromnetz, Anwendungen in Kläranlagen, Verteil- und Wärmenetzen bieten.
- **Integrierte Planung**  
Eine Möglichkeit besteht darin, den bislang separat erstellten Netzentwicklungsplänen

der Gas- und Stromnetzbetreiber (FNB und ÜNB-Ebene) einen sog. Systementwicklungsplan voranzustellen, in dem die politischen Setzungen in verschiedenen Szenarien modelliert und diskutiert werden können. Damit würde für die politische Ebene eine Entscheidungsgrundlage geschaffen, die es ermöglichen könnte, faktenbasierte Entscheidungen für die weitere Infrastrukturplanung zu treffen. Im Übrigen wird dazu auf die laufenden Arbeiten der dena III-Studie verwiesen. Auf lokaler Ebene bieten kommunale Energienutzungspläne (Spezialform: kommunale Wärmepläne) die Möglichkeit, die Entwicklung verschiedener Infrastrukturen zu planen und aufeinander abzustimmen. Bei der Erstellung müssen alle Akteure vor Ort einbezogen werden und Entscheidungen auf übergeordneter Ebene (Netzentwicklungspläne, Systementwicklungsplan) Berücksichtigung finden. Um eine Verzahnung über mehrere Ebene zu ermöglichen, ist u. a. die Festlegung einheitlicher Planungsstandards und einer einheitlichen Datengrundlage erforderlich.

- **Saisonale Speicherbarkeit:** Mit Hilfe von H<sub>2</sub> ist ein saisonaler Ausgleich zwischen der Erzeugung erneuerbarer Energie und dem Energiebedarf möglich. Zu diesem Zweck können auch die bereits im Gasfernleitungsnetz vorhandenen Speicher genutzt werden.

***Grüner Wasserstoff ist der Energieträger der Zukunft***“ so Bundeswirtschaftsminister Altmaier. Die Bundesregierung hat erkannt, dass der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft wesentlich für das Erreichen der klimapolitischen Ziele ist. Die bereits bestehende und gut funktionierende Gasinfrastruktur ist dafür das entscheidende Schlüsselement.



## VKU-Positionen

### I. Ideale Ausgangssituation: technische Kompatibilität mit EE-Gasen

- Eine höhere Beimischung von Wasserstoff ins Gasnetz von 20 % und mehr ist als Zwischenschritt für die Transformation der Gasnetze sinnvoll und technisch vielerorts zuverlässig umsetzbar.
- Dies erfordert Anpassungen des Energiewirtschaftsrechts, des Regulierungsrahmens, des technischen Regelwerks sowie Anpassungen in Elementen der Infrastruktur und der Gasgeräte in der Haustechnik.
- Diese müssen im Einklang zeitnah, gründlich und unter Berücksichtigung kommunalwirtschaftlicher Interessen erfolgen!

### II. Verteilnetze fit machen für Wasserstoffbeimischungen und reinen Wasserstoff

#### ab jetzt:

- Beimischung von 20 bis zu lokal 30 % im Gasverteilnetz
- aus regionalen/lokalen H<sub>2</sub>-Erzeugungsanlagen, oder
- aus am Netzkopplungspunkt von Fernleitungsnetzbetreibern bereitgestellten Mengen, sofern diese bereits auf (100 %) H<sub>2</sub> umgestellt sind

#### ab ca. 2040:

- Transport von 100 % H<sub>2</sub> ins Gasverteilnetz, sofern alle FNB auf H<sub>2</sub> umgestellt sind (H<sub>2</sub>-Backbone ist in Betrieb)
- Umstellung von einzelnen Leitungen im Verteilnetz geschieht schon deutlich früher

### Der Ersatz von Erdgas durch Wasserstoff in den Netzen soll in 2 Phasen ablaufen<sup>5</sup>

- In unterschiedlichen sektionierten Netzgebietsabschnitten müssen verschiedene klimaneutrale Gase zum Einsatz kommen können, um den spezifischen Bedarf der Kommunen vor Ort an Einspeisern und Abnehmern möglichst zielgerichtet abbilden zu können. Hierbei sind Angebot und Netzstruktur zu berücksichtigen.

<sup>5</sup> Die Notwendigkeit stabiler Beimischungsverhältnisse muss hier beachtet werden

- Der Aufbau einer parallelen Wasserstoffinfrastruktur und der gleichzeitige Rückbau der bestehenden Erdgasinfrastruktur an einer Stelle wären volkswirtschaftlich ineffizient und würden durch den zusätzlichen Zeit- und Investitionsbedarf den Markthochlauf von Wasserstoff und letztendlich die Etablierung eines Wasserstoffmarktes gefährden. Dies ist insbesondere bei der Ausgestaltung des zukünftigen Regulierungsrahmens für Wasserstoffnetze zu beachten.

#### IV. Finanzierung der Infrastruktur-Ertüchtigung:

- Die Kosten für die Infrastruktur werden gemeinsam von den Wasserstoff- und Erdgaskunden getragen. Eine breite Kostenträgerschaft löst positive Effekte auf Investitionsanreize aus und trägt dazu bei, dass H<sub>2</sub>-Produkte durch Skaleneffekte bezahlbar werden, und sich etablieren. Reine H<sub>2</sub>-Entgelte wären hingegen anfangs prohibitiv hoch und würden den Markthochlauf von H<sub>2</sub> gefährden. Um den Markthochlauf sicherzustellen, sollten die Kosten auf Kunden der heutigen Erdgasnetze umgelegt werden, die dann auch von der H<sub>2</sub>-Beimischung profitieren. Diese Kostenwälzung erscheint zumindest ab der systemischen Ausprägung einer H<sub>2</sub>-Wirtschaft – voraussichtlich ab 2025 – sinnvoll und notwendig. Spätestens ab dann sollte eine solidarisierte Finanzierung über Kostenträgerschaft durch (Erd-) Gaskunden erfolgen.
- Eine Aufbaufinanzierung sollte durch den Bund aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung des BEHG, die im Wärmemarkt erhoben wird, für Investitionen in wasserstoffrelevante Anlagen und Netze unterstützend übernommen werden.
- Netzbetreiber benötigen Investitionsanreize (insbesondere regulatorische Kostenanerkennung) und Planungssicherheit, um die Transformation der bestehenden Gasnetze als Grundlage für die künftige Wasserstoffwirtschaft sicherstellen zu können und um Stranded Investments in H<sub>2</sub>-Netze bzw. die Herstellung der H<sub>2</sub>-Readiness bestehender Netze zu vermeiden. Der Transformationsprozess bei der Umstellung der Netze auf Wasserstoff ist durch die entsprechenden regulatorischen Rahmenbedingungen wie z. B. eine Anpassung der Nutzungsdauern zu unterstützen. Die weitgehende Übernahme bestehender und bewährter Regelungen für Gasnetze ist hierbei schnell umsetzbar und führt neben Planungs- auch zu mehr Rechtssicherheit.

#### **V. Klimaneutral erzeugte Gase im Wärmemarkt:**

- Für eine erfolgreiche Wärmewende braucht es eine technologieoffene Mehrfachstrategie und keine „one fits all“-Lösung. Die Säulen heißen Energieeffizienz (im Verbrauch durch z. B. Dämmung, aber auch bei der Erzeugung mit KWK), Verwendung erneuerbarer Energien (Überschüsse aus Sommerlastspitzen für Dunkelflauten nutzen durch Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff), Umstellung der Gasversorgung auf klimaneutrale Gase und Nutzung unvermeidbarer Abwärme.
- Das KWKG muss novelliert und die angekündigte Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (ehem. „Basisprogramm Wärmenetzinfrastruktur“) schnellstmöglich auch hinsichtlich des Einsatzes von Wasserstoff umgesetzt werden. Entscheidend dabei ist, dass der zukünftige Regulierungsrahmen für Gasnetze die Umrüstung der Infrastruktur auf Wasserstoff – nach Abzug des Anteils der Bundesförderung - durch eine Wälzung der Umstellungskosten auf alle Netznutzer ermöglicht.
- Die Anerkennung von erneuerbaren und dekarbonisierten Brennstoffen im Gebäudesektor muss im Gebäudeenergiegesetz (GEG) erfolgen und die Brennstoffzelle muss als Schlüsseltechnologie für die Wasserstoffanwendung im Gebäudebereich gefördert werden.

## **Rolle von Gasverteilnetzbetreibern beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft**

### **I. Ideale Ausgangssituation: technische Kompatibilität mit EE-Gasen**

**Erneuerbare Gase** (synthetisches Methan und Wasserstoff sowie Biomethan) sind weitestgehend kompatibel mit dem bestehenden Gastransport- und Verteilungssystem. Diese Gase können – bei Vorliegen entsprechender Verträge zwischen den Marktteilnehmern im Bereich der Erzeugung, des Lieferanten und des Transportes bzw. der Speicherung - ohne umfassende Umstellungsmaßnahmen in der Gasinfrastruktur transportiert, gespeichert und verteilt werden. **Synthetisches Methan und Biomethan** können sofort als Austauschgas vollständig ins Netz eingespeist und in den Gasanwendungen wie herkömmliches Erdgas verwendet werden. Auch eine Anwendung in sonstigen Infrastrukturen (wie der Speicherung in Untergrundspeichern oder als Netzpuffer) ist möglich. Insofern ist die Option der Beimischung und auch die Umrüstung von bestehenden Erdgasleitungen zu reinen Wasserstoffleitungen unter volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten vorzuziehen; die Nutzung bereits bestehender Infrastruktur ist immer günstiger und gesellschaftlich eher akzeptiert als eine vollständig neue Infrastruktur aufzubauen; das gilt auch für Endanwendungen; insofern ist die komplette Infrastruktur für die Nutzung von synthetischen Gasen usw. schon vorhanden und kann mit einigen Anpassungen leicht weiter genutzt werden.

Für das Beimischen von **Wasserstoff** liegt der gesetzlich zulässige Anteil derzeit bei bis zu 10 % Volumenprozenten. Der DVGW hat in den letzten Jahren Forschungsprojekte zu H<sub>2</sub>-Einspeisemöglichkeiten und H<sub>2</sub>-Verträglichkeit für Materialien und Gasgeräte des Bestandsnetzes durchgeführt. Erste Studien bestätigten eine Wasserstoffverträglichkeit von bis zu 10 %, weitere DVGW-Forschungsvorhaben zeigen schon jetzt eine mögliche Einspeisekonzentration von mindestens 20 %. Konkret ist dies von der jeweiligen Struktur der angeschlossenen sensiblen Kunden abhängig. Nach Einschätzung von VKU-Mitgliedern kann eine Beimischung von bis zu 30 % Wasserstoff ohne wesentliche technische Änderung der Netzinfrastruktur erfolgen. Diese erfordere auch keine Verpflichtungen, die vergleichbar mit Neuabnahmen sind.

### **II. Verteilnetze fit machen für Wasserstoffbeimischungen und reinen Wasserstoff**

Die **Dekarbonisierung über die Gasverteilnetze** muss - aktuell beginnend - zielgerichtet verfolgt und dabei auch der Wärmemarkt in den politischen Fokus genommen werden, um die klassischen Gasanwendungsbereiche zuverlässig mit zunehmend **erneuerbaren Gasen** zu versorgen.

Schließlich sind beispielsweise in **Deutschland** nur **rund 600 industrielle und gewerbliche Letztverbraucher an das Fernleitungsnetz** angeschlossen. Das absolute Gros der Letztverbraucher, nämlich **rund 1,8 Mio. Industrie- und Gewerbekunden plus rund 13 Mio. Haushaltskunden werden über das Gasverteilnetz** versorgt. Es macht keinen Sinn und ist in vielen Fällen netztechnisch gar nicht möglich, nur Teile bestimmter Branchen in Abhängigkeit von ihrer Anschlusssituation an die Versorgungsnetze mit Wasserstoff zu versorgen. Es ist effizienter, bei Vorliegen der entsprechenden Nachfrage alle Anschlussnutzer unabhängig von der Anschlusssituation an der Versorgungsleitung auf Wasserstoff umzustellen.

Der Weg der Verteilnetze, fit für Wasserstoffbeimischungen oder künftig reinen Wasserstoff zu werden, muss deshalb auch jetzt beginnend ermöglicht und langfristig gesichert werden. Hierbei können insbesondere **regionale Cluster** einen effizienten Anschluss der Nutzer sicherstellen. Ohne Wasserstoff in den Verteilnetzen ist eine umfassende Dekarbonisierung der Industrie und des Gewerbes sowie des Wärmesektors nicht möglich.

Der VKU hat bereits in der Beantwortung der **Branchenabfrage durch die BNetzA** am 03.03.2020 zur zukünftigen Regulierung von Wasserstoff ein mögliches Szenario entwickelt. Vor dem Hintergrund der sich **parallel entwickelnden Strukturen** geht der VKU aktuell von dem folgenden **Stufenszenario** aus:

- **bis 2030:**
  - vermehrt Einspeisung von H<sub>2</sub> ins Gasnetz, Anteil in Summe voraussichtlich zwischen 10 und 20 % H<sub>2</sub>, bezogen auf Gesamtdeutschland
  - zeitnahe Umstellung ausgewählter Transport- und Verteilnetzleitungen im Rahmen von Pilotprojekten auf 100 % H<sub>2</sub>, Beginn paralleler H<sub>2</sub>-Netzbaus
  - Verteilnetze: Mix aus reinen Wasserstoffnetzen (v.a. bei VNB mit regionalem Transportcharakter) und Erdgasnetzen mit Wasserstoff-Beimischungsquote von 20 - 30 % in Abhängigkeit der Möglichkeiten bei den bestehenden Kunden zur Dekarbonisierung des Wärmemarkts
- **bis 2040:**
  - weitere Einspeisung von H<sub>2</sub> und Entwicklung einzelner H<sub>2</sub>-Netze, Anteil in Summe bis zu 50 % H<sub>2</sub>, bezogen auf Gesamtdeutschland
  - Umstellung weiterer Transportleitungen auf 100 % H<sub>2</sub> sowie Neubau einzelner Wasserstoffleitungen
  - H<sub>2</sub>-Beimischung: max. 30 % in bestehende VNB-Netze in Abhängigkeit der Möglichkeiten bei den bestehenden Kunden, Umstellung auf 100 %-Wasserstoff überall, wo ausreichend H<sub>2</sub> zur Verfügung steht

- **bis 2050:**

- Komplette Dekarbonisierung der Gasnetze mit klimaneutralen Gasen
- Vollständiges und flächendeckendes H<sub>2</sub>-Transportnetz in ganz Europa
- Paralleler H<sub>2</sub>-Netzausbau oder Umwidmung
- Ein räumlicher Parallelbetrieb von Erdgas- und Wasserstoffnetzen („zwei Leitungen in einer Straße“) ist für Verteilnetze nur in seltenen Ausnahmefällen aufgrund der hohen Netzkosten pro Meter Leitungslänge und pro transportierter Energiemenge wirtschaftlich darstellbar. Verteilnetze werden daher je nach Verfügbarkeit und örtlicher Situation mit H<sub>2</sub>, Biomethan, SNG oder einem Gemisch von klimaneutralen Gasen betrieben.

In der Abbildung auf S. 7 wird der **Transformationspfad hin zu 100 % klimaneutralen Gasen in den Verteilnetzen** beschrieben. Dabei ist für das Verständnis des Prozesses wichtig, dass der Übergang von **Phase 1 (20 % Beimischung)** auf **Phase 2 (sukzessive Umstellung auf reine H<sub>2</sub>-Netze)** nicht sprunghaft ablaufen soll. Die harte Trennung zwischen diesen Phasen dient nur der Verdeutlichung und soll keinen abrupten Wechsel symbolisieren.

### **III. Transformationspotentiale nutzen – Lock-In-Effekt vermeiden**

Die vorgeschlagene Transformationsstrategie u. a. über die anfänglich höhere Beimischungsquote führt kurzfristig zu einem hohen Dekarbonisierungseffekt im Wärmemarkt. Langfristig wird der Transformationspfad der Gasverteilnetze einen Innovationsdruck auch im Bereich der angeschlossenen Haustechnik erzeugen und damit den Effekt weiter verstärken. Investitionen in Gasverteilnetzinfrasturktur verhindern damit aktiv einen „Lock-In-Effekt“ und das Festhalten an bestehenden Strukturen im Wärmemarkt. Dies gilt besonders angesichts der niedrigen Sanierungsraten im Gebäudebestand und der zumindest in der Fläche unzureichenden Verfügbarkeit alternativer Energieträger.

### **IV. Finanzierung der Infrastruktur-Ertüchtigung**

Derzeit sind die absoluten Kosten für die Transformation der Wasserstoffinfrastruktur noch nicht belastbar zu beziffern. Die Kosten für die Transformation der Erdgasnetze hin zu Wasserstoff-Netzen sind jedoch deutlich geringer, als der Aufbau einer weiteren parallelen Gas-Infrastruktur.

#### **Zu den Fernleitungsnetzen:**

Das BMWi plant rund 800 Mio. Euro Fördergelder aus dem im Juni 2020 verabschiedeten „Konjunktur- und Zukunftspaket“ für den Aufbau der H<sub>2</sub>-Infrastruktur ein. Gemäß

Grüingasvariante des NEP Gas 2020 - 2030 kostet der Aufbau des H<sub>2</sub>-Startnetzes (auf Fernleitungsnetzebene) 600 Mio. Euro.

#### **Zu den Verteilnetzen:**

Der VKU verweist auf folgende Publikationen:

- a) Einer Studie des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) zufolge<sup>6</sup> könnten die Power-to-Gas-Anlagen im Jahr 2030 eine Gesamtleistung von rund 40 Gigawatt erreichen und 640 Millionen Euro an stromseitigen Ausbaukosten der Verteilnetze einsparen. Die Einspeisung von synthetischem Methan (SNG) könnte knapp 1.280 Millionen Euro jährlich erwirtschaften. Die direkte Einspeisung von Wasserstoff würde jährliche Erlöse von 116 Millionen Euro generieren und die Netzausbaukosten um über 430 Millionen Euro reduzieren.
- b) Die Kanzlei Becker Büttner Held hat ein Gutachten<sup>7</sup> erstellt, in dem in einer überschlägigen Rechnung ermittelt wird, dass ohne eine Erhöhung der Netzentgelte bis 2050 kumuliert bis zu 16 Mrd. Euro in die Umwidmung und den Ausbau der Gasverteilnetze zum Wasserstofftransport investiert werden könnten. Dies entspricht einem jährlichen Finanzierungsrahmen von rund 0,5 Mrd. Euro. Der Erdgasabsatz geht perspektivisch zurück, aber bis 2050 wird auf klimaneutrale Gase umgestellt. Daher muss der Umbau der bestehenden Gasinfrastruktur kurzfristig angegangen werden, um die bestehende Erdgasinfrastruktur zu einer EE-Gasinfrastruktur weiterzuentwickeln und damit den Weg in eine dekarbonisierte Welt zu ebnen.

#### **V. Klimaneutral erzeugte Gase im Wärmemarkt**

Im **Wärmemarkt werden gasförmige Energieträger auch nach 2030/2040 benötigt** (so auch die Bundesregierung in ihrer Nationalen Wasserstoffstrategie). Wasserstoff und weitere klimaneutrale Gase sind notwendig, um die neuen Ziele der EU für 2030 im Wärmesektor überhaupt zu erfüllen. Klar ist aber auch, dass besonders bis 2030 grüner Wasserstoff nur ein begrenzt verfügbarer Energieträger ist.

Die Einschätzung, dass die H<sub>2</sub>-Mengen auf absehbare Zeit gering sein werden und daher nicht der Bedarf aller Sektoren abgedeckt werden kann, führt letztlich zu der in der Bundes- und Landespolitik verbreiteten Priorisierung zugunsten von (Schwer-)Industrie, Chemie und Schwerlastverkehr. Nicht nur der Wärmesektor wäre demnach derjenige, für

---

<sup>6</sup><https://www.dvgw.de/der-dvgw/aktuelles/presse/presseinformationen/dvgw-presseinformation-vom-27062019-power-to-gas-potenzial-in-verteilnetzen>

<sup>7</sup> „Eckpunkte der Regulierung deutscher Wasserstoffnetze im Kontext einer Anpassung des europarechtlichen Rahmens und ihre Finanzierung durch Integration in den rechtlichen Rahmen der Gasnetzregulierung“, BBH 2020

den nicht mehr ausreichend H<sub>2</sub> zur Verfügung stehen könnte, sondern auch für viele Industrie- und Gewerbekunden, welche aus dem Verteilnetz versorgt werden.

Die Politik ist daher gefordert, den Markthochlauf von H<sub>2</sub> noch stärker zu forcieren sowie insbesondere den notwendigen zusätzlichen Ausbau der erneuerbaren Energien voranzutreiben und gezielt Energiepartnerschaften für den Import größerer Mengen H<sub>2</sub> einzugehen. Flankiert werden sollte dieses Konzept durch ein ambitioniertes öffentliches Ausbauziel der Politik für klimaneutrale Gase bis zum Jahr 2030.

### **Clevere Anwendungsfälle für H<sub>2</sub> in der Wärme:**

Der **Quartiersansatz**, der bereits heute von vielen Stadtwerken praktiziert wird, bietet erhebliche Potentiale für Synergieeffekte durch Sektorenkopplung. Stadtwerke als Partner vor Ort können ihr Know-how einbringen, z. B. in Konzepten mit Wasserstoff als Quartierspeicher oder in Verbindung mit Brennstoffzellen, hybriden Wärmepumpen oder Wasserstoff-KWK, wenn sich dafür eine wirtschaftliche Grundlage bietet. Insbesondere die Brennstoffzelle ist Dreh- und Angelpunkt im Endkundenbereich. Bei reinen Wasserstoffnetzen ist dies die zentrale Technologie, deren Markthochlauf jetzt gefördert werden muss.

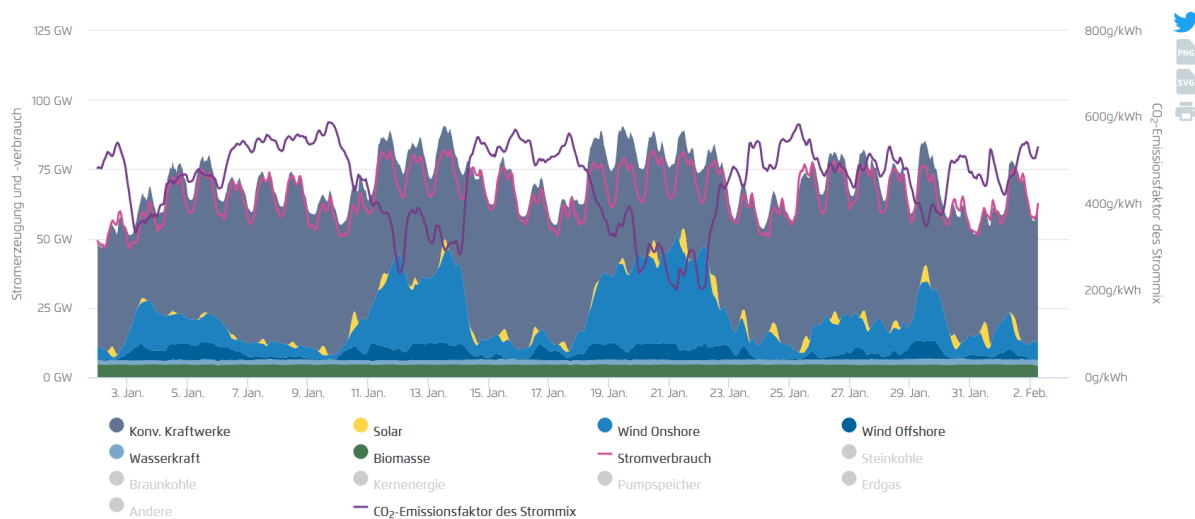
Auch im **Bestand** spielt Wasserstoff eine wichtige Rolle: Mit der heutigen Sanierungsrate von etwa 1 % pro Jahr werden bis 2050 nur etwa 30 % der Gebäude saniert sein. 70 % der heutigen Bestandsgebäude werden hingegen im Jahr 2050 genau wie heute mit Wärme versorgt werden. Auch wenn die Sanierungsrate – wie von der Politik gewünscht – deutlich steigt, so sind im Jahr 2050 ein großer Teil der Gebäude weiterhin unsaniert. Diese Gebäude können nur dann „Paris-kompatibel“ werden, wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen des genutzten Energieträgers über die Zeit sinken. Daher ist der Einsatz von **klimaneutralen Gasen** im Wärmesektor – neben weiteren Maßnahmen zur Gebäudedämmung und Heizungssanierung – unabdingbar.

Ein wesentlicher Vorteil ist die **Schnelligkeit der Transformation und Reaktionsfähigkeit** beim Abruf der Leistung in den Verteilnetzen: Der zeitliche Aufwand für die Herstellung von H<sub>2</sub>-Readiness auf dieser Netzebene ist wesentlich geringer als der für eine weitgehende Elektrifizierung des Wärmemarktes. Um beispielsweise den Wärmebedarf für Frankfurt/Main elektrisch bereitzustellen, wären der Bau von mehreren neuen Hochspannungstrassen und damit ein Vielfaches der heutigen Gesamtanschlussleistung erforderlich. Wobei dann begleitend die essenzielle Frage der Speicherung und – folgend - der Bereitstellung nur allein der elektrischen Wärmeleistung – parallel zur notwendigen Leistung der Elektromobilität - im Winter während einer bundesweiten Dunkelflaute nach dem Abschalten der Kernkraftwerke und der Kohlekraftwerke vollkommen ungeklärt ist.



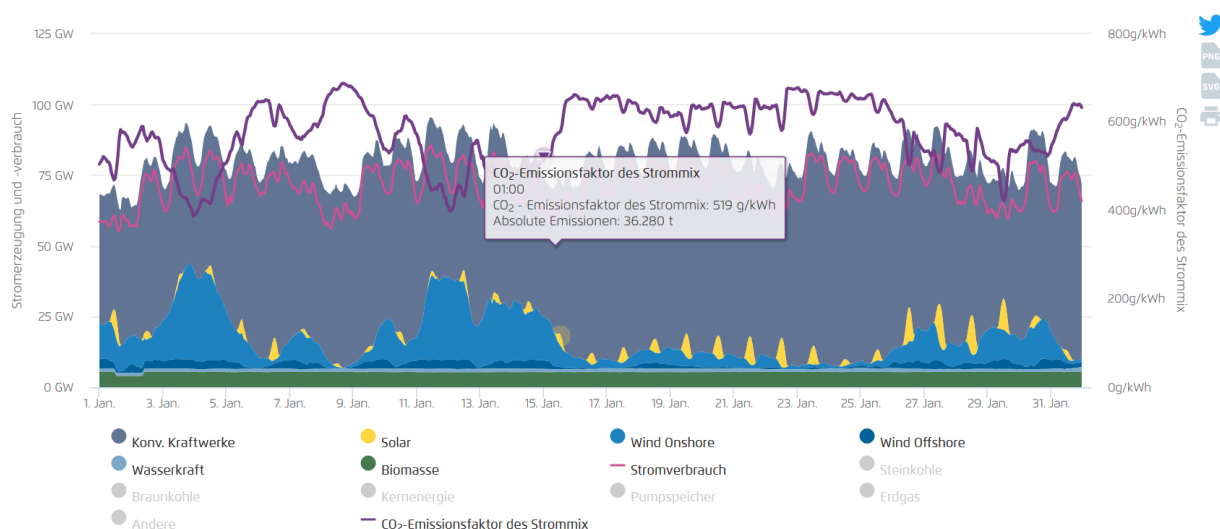
Das **Agorameter von Januar 2021** zeigt beeindruckend welche Unterdeckungen gerade im Winter auftreten können. Die Erzeugungswerte von 02.01.2021 und 09.01.2021 sind auf die niedrigen Verbrauchswerte vom Wochenende gefallen, 5 Tage später wäre der Verbrauch 15 GW höher ausgefallen und das offene Delta dementsprechend größer.

### Stromerzeugung und Stromverbrauch



Agora Energiewende; Stand: 02.02.2021, 07:46

Im Januar 2017 dauerte die Dunkelflaute länger, wodurch auch unter der Woche die Stromerzeugung fast ausschließlich konventionell erfolgen musste.



Agora Energiewende; Stand: 02.02.2021, 08:01

Wenn nur die Hälfte aller heute gasversorgten Wohnungen durch 5 kW Wärmepumpen beheizt werden würden, käme bei kalten Temperaturen noch eine Leistung von 47 GW hinzu. Der Verlauf von 2017 zeigt, dass mit Lastmanagement diese Zeitdauer nicht zu überbrücken ist.

Durch den (sukzessiven) Wechsel der **Brennstoffe in den Gasnetzen hin zu klimaneutralen Gasen** und den **schrittweisen Austausch der Wärmeerzeuger in den Wärmenetzen** können die angeschlossenen Kunden mit immer CO<sub>2</sub>-ärmeren Brennstoffen bzw. mit immer CO<sub>2</sub>-ärmerer Wärme versorgt werden, ohne dass dafür ein aufwändiger Trassenausbau erforderlich wäre, für den im Zweifel die gesellschaftliche Akzeptanz fehlt.

## **VI. Dezentrale Wasserstoffherzeugung und Einspeisung in die Verteilnetzebene**

Die zitierte Studie des DVGW<sup>8</sup> für den deutschen Markt (s. auch S. 14) weist insgesamt ein **Installationspotenzial von bis zu rund 40 GW Elektrolyseleistung auf Verteilnetzebene** auf. Hierdurch könnten unter der Annahme von durchschnittlich 3.500 Jahresvolllaststunden **140 TWh Wasserstoff** erzeugt werden. Dies entspricht rund **14 Prozent des heutigen Erdgasverbrauchs** in Deutschland.

Bei der weiteren Ausgestaltung der Wasserstoffherzeugung auf Verteilnetzebene sollten auch Fragen der Netz- und Systemdienlichkeit beachtet werden.

Die **Ebene der kleinen, dezentralen Anlagen** muss einbezogen werden, damit ausreichende H<sub>2</sub>-Mengen für eine **erfolgreiche Dekarbonisierung** hergestellt werden können. Um einen vollständig wettbewerbsfähigen und liquiden Markt zu erreichen, darf als Quelle für den benötigten Wasserstoff nicht ausschließlich die Produktion im Gigawatt-Maßstab mit zugehöriger Übertragungsinfrastruktur gesehen werden, sondern auch die lokale H<sub>2</sub>-Erzeugung im kleineren Stil.

Zudem können **lokale Lösungen zeitnah** die Grundlage bei Wasserstoffnutzungen, wie sicher zu beliefernden Tankstellen, schaffen. Diese würden aus Transportleitungen und internationaler Wasserstoffgewinnung erst in vielen Jahren versorgt werden. Ein Wasserstoff-LKW wird mit kommunalen Projekten sehr schnell vom Hof fahren können, Wasserstoffbeimischung ist im Gasverteilnetz gut umzusetzen, so dass auch, wo nötig, mit

---

<sup>8</sup> DVGW: Potenzialstudie von Power-to-Gas-Anlagen in deutschen Verteilungsnetzen, 2019.

den Kunden deren Anlagen Schritt für Schritt weiter zu entwickeln sind. **Ein entscheidender Vorteil lokaler Lösungen liegt in deren schnellerer Umsetzbarkeit.**

Hinsichtlich der **Konkurrenz von nationaler H<sub>2</sub>-Produktion und H<sub>2</sub>-Importen** ist darauf hinzuweisen, dass die H<sub>2</sub>-Transportkosten die möglichen H<sub>2</sub>-Produktionsvorteile des Auslands erheblich reduzieren. Das Forschungszentrum Jülich kommt zu dem Ergebnis, dass die inländische Wasserstoffproduktion zum Teil selbst im weltweiten Vergleich wettbewerbsfähig ist.

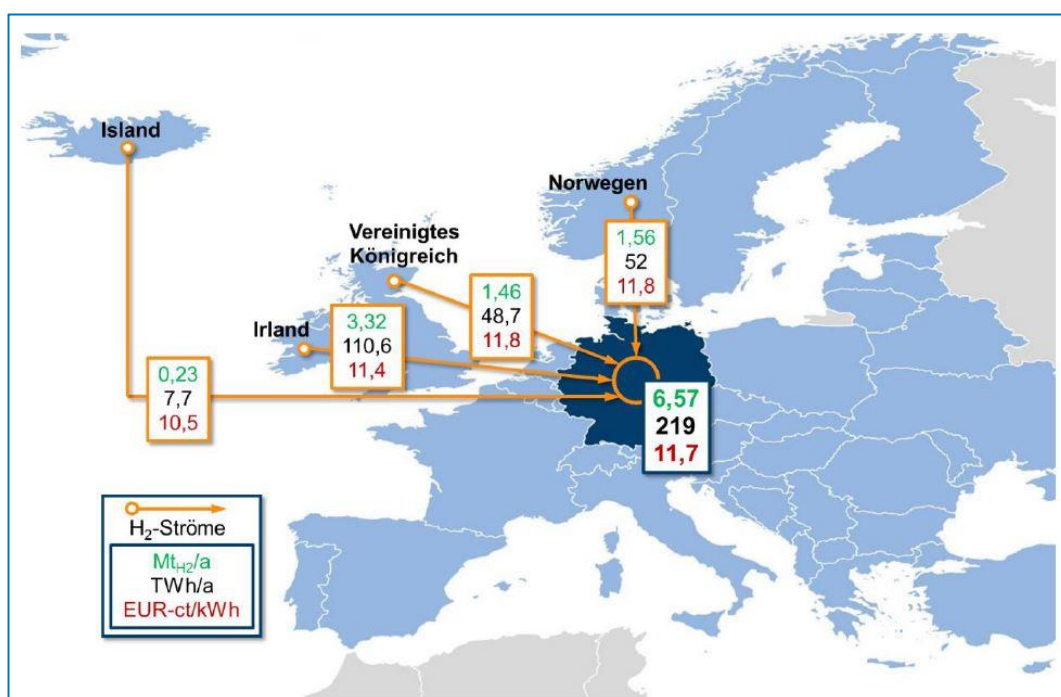


Abbildung 1: Detailansicht der Importströme nach Deutschland unter Berücksichtigung der Importmengen und -kosten, Quelle: Forschungszentrum Jülich, *WEGE FÜR DIE ENERGIEWENDE Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050*, S. 41

In der Abbildung 1 sind allerdings mögliche Regionen in Pipelinedistanz, wie bspw. Südeuropa und der Mittlere Osten nicht enthalten. Vor dem Hintergrund, dass in Deutschland zukünftig für die vollständige Dekarbonisierung der Volkswirtschaft bis 2050 deutlich mehr Wasserstoff benötigt wird, als im Land erzeugt werden kann, sind zusätzliche Lieferoptionen nur hilfreich.

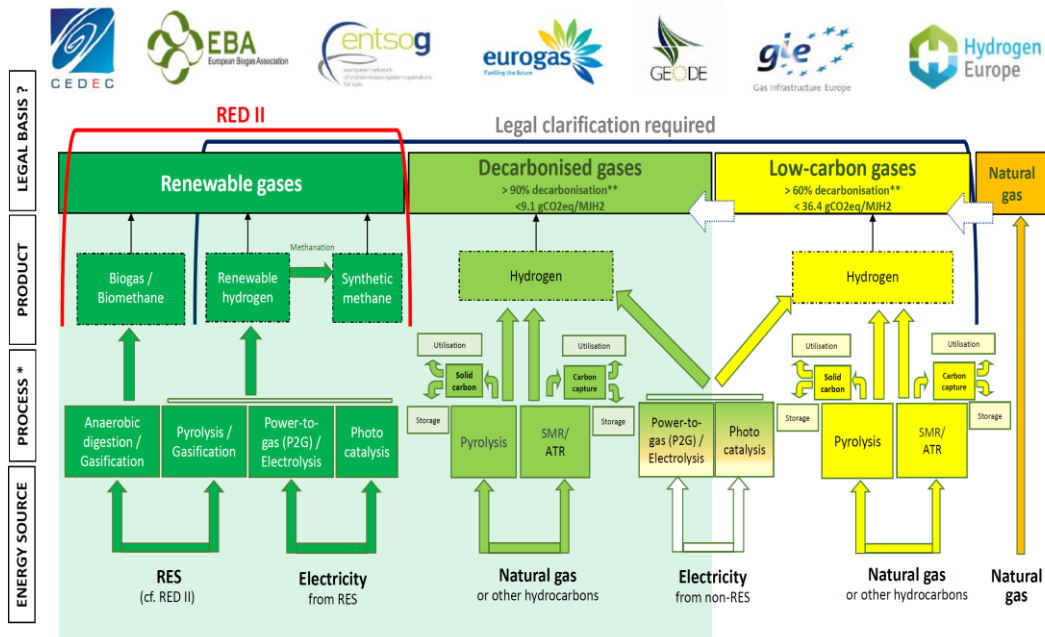
## Fazit

- **Kommunale Unternehmen** sind in langjähriger Anwendung von verschiedenen **Formen der Sektorenkopplung wie Kraft-Wärme-Kopplung und energetischer Abfallverwertung erfahren**. Sie können daher zukünftig für Wasserstoff und weitere „Produkte“ der Elektrolyse wie den Sauerstoff oder Flexibilität im Stromnetz, Anwendungen in Kläranlagen, Verteil- und Wärmenetzen bieten.
- Die **vorhandene Gasinfrastruktur leistet einen wichtigen Beitrag zur Energiewende**, deckt sehr große Teile Deutschlands in der Fläche bereits heute ab, womit der vollständige Ersatz von herkömmlichem Erdgas durch **klimaneutrale Gase** unter den genannten technischen Rahmenbedingungen im Betrachtungszeitraum gut und zügig möglich ist.
- **Eine erfolgreiche Dekarbonisierung des Energiesektors kann es daher nur unter Nutzung der Stärken der bestehenden Gasinfrastruktur geben.**

## Anlage 1 - Dossier Gase

<b>Biogas</b>	entsteht bei der Vergärung von Biomasse in Biogasanlagen	<b>CO2-frei</b>
<b>Biomethan</b>	auf Erdgas-Qualität aufbereitetes Biogas (getrocknet, entschwefelt, Abtrennung von Kohlenstoffdioxid)	CO2-frei
<b>Grüner Wasserstoff</b>	wird per Elektrolyse auf Basis von EE-Strom hergestellt	CO2-frei
<b>Grauer Wasserstoff</b>	entsteht durch die Dampfreformierung von Erdgas	erzeugt CO2-Emissionen
<b>Blauer Wasserstoff</b>	das bei der Wasserstofferzeugung produzierte CO2 ist mit einem CO2-Abscheidungs- und -Speicherungsverfahren gekoppelt	CO2-neutral
<b>Türkiser Wasserstoff</b>	entsteht durch Methanpyrolyse (thermische Spaltung von Methan), anstelle von CO2 entsteht so fester Kohlenstoff	CO2-neutral, Bedingung: EE-Wärmeversorgung des Hochtemperaturreaktors und dauerhafte Bindung des Kohlenstoffs
<b>Synthetisches Methan (SNG)</b>	methanisierter Wasserstoff	ggf. CO2-frei (je nach „Farbe“ des Wasserstoffs und der Quelle des Kohlenstoffs im Methan) perspektivisch CO2-negativ, sofern vorhandenes CO2 aus der Atmosphäre gewonnen / dauerhaft gebunden wird

## Anlage 2: Überblick der Gasspezifikation auf europäischer Ebene



Disclaimer:  
 \* This overview is based on existing processes and known technologies and evidently does not preclude any other existing process or new technological developments.  
 \*\* The GHG reduction is calculated on the BAT 91 gCO<sub>2</sub>/MJH<sub>2</sub> derived from CertiHy and could be replaced by a comparable threshold pending confirmation of the methodological basis for CertiHy.