

# Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung des Straßenschwerverkehrs

Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus



## **Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung des Straßenschwerverkehrs**

### **- Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus**

Erarbeitet im Rahmen des Projektes „Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in den Bereichen Mobilität und Logistik in der Innovationsregion (h2-well Markthub)“ von der Bauhaus-Universität Weimar

Weimar, Februar 2026

Digital verfügbar in der „H2Thek – Wasserstoff in der Region!“ unter  
<https://edih.digital/mod/page/view.php?id=2270>

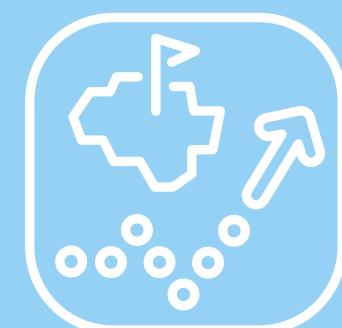


## ENTWICKLUNG DES WASSERSTOFFMARKTHOCHLAUFS

Die Transformation des Energiesystems hin zur Klimaneutralität stellt die EU sowie Deutschland vor tiefgreifende strukturelle Herausforderungen. Die ambitionierten Treibhausgasreduktionsziele **bis 2045** erfordern eine umfassende **Dekarbonisierung** aller Sektoren. Neben der direkten Elektrifizierung auf Basis erneuerbarer Energien wird dabei zunehmend deutlich, dass zusätzliche klimaschonenden, molekulare Energieträger benötigt werden, um die **Energieversorgung langfristig CO<sub>2</sub>-emissionsfrei, sicher, flexibel und resilient** zu gestalten. **Grüner Wasserstoff** ist in diesem Kontext ein **zentraler Baustein** der Energiewende, da er als vielseitig einsetzbares Molekül mehrere Aufgaben gleichzeitig erfüllen kann: Er ist **speicherbar, transportfähig, sektorenkoppelnd** und ermöglicht die Bereitstellung **hoher Temperaturen** sowie **chemischer Grundstoffe**, die in bestimmten Industrieprozessen nicht durch elektrische Lösungen ersetzt werden können [1]. Wasserstoff weist eine hohe gravimetrische Energiedichte auf und kann über bestehende oder angepasste Infrastrukturen wie Teile des Erdgasnetzes transportiert werden – hierzu wurde der deutsche Teil des europäischen

Wasserstoffkernnetzes (EU Hydrogen Backbone) im Oktober 2024 genehmigt und befindet sich seitdem in der Umsetzung [2]. Diese Eigenschaften und Transportmöglichkeiten machen Wasserstoff besonders **attraktiv für Industrieprozesse**, die sehr hohe Mengen an molekularen Energieträgern benötigen – entweder um hohe Prozesstemperaturen zu erzeugen oder um Wasserstoff als Grundstoff einzusetzen, etwa in der **Stahl- oder Zementproduktion**. Auch im Wärmebereich kann Wasserstoff in spezifischen Anwendungsfällen eine Rolle spielen, z. B. in der kommunalen Wärmeversorgung zur Nutzung bestehender gasbasierter Wärmenetze. Im Mobilitätssektor ist Wasserstoff ebenfalls relevant, vor allem im **Straßenschwerverkehr, wie ÖPNV, Entsorgungs-, Bau - und Transportlogistik** - Bereiche, in denen Batterietechnologien Einschränkungen hinsichtlich Reichweite, Ladezeit oder Infrastrukturausbau aufweisen. Wasserstoff wird zudem vermutlich auch für die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen für den **Flug- und Schiffsverkehr** verwendet werden.

In der Energiesystemperspektive unterstützt grüner Wasserstoff zudem die Integration **erneuerbarer Stromerzeugung**, da er „Überschussstrom“ durch Elektrolyse in **speicherbare Moleküle** überführen kann. Diese **saisonale Speicherkapazität** wird mit zunehmendem Ausbau von Wind- und Solarenergie immer wichtiger und trägt zur **Versorgungssicherheit** in wind- und sonnenarmen (Jahres-)Zeiten bei. Trotz dieser Potenziale steht der Wasserstoffmarkt Anfang der 2020er Jahre vor einem **klassischen Henne-Ei-Problem**. Der Aufbau einer verlässlichen und wirtschaftlich tragfähigen Wertschöpfungskette erfordert simultane **Fortschritte auf mehreren Ebenen**: Die **Erzeugungskapazitäten** müssen ausgebaut und finanziert werden, während gleichzeitig **Transport- und Verteilinfrastrukturen** geschaffen



werden müssen. Anwender in Industrie, Mobilität und Wärmeversorgung benötigen **Planungssicherheit** hinsichtlich **Preis, Verfügbarkeit und regulatorischen Rahmenbedingungen**, um eigene Investitionen tätigen und absichern zu können. **Fehlende Skalierung** führt heute zu hohen spezifischen Kosten, was wiederum die Nachfrage bremst und damit den Investitionsdruck auf Produzentenseite reduziert. Hinzu kommen **Unsicherheiten** in der Preisbildung und neue

regulatorischen Einordnungen wie die Zertifizierung von Herkunft und Treibhausgasbilanz des eingesetzten Wasserstoffs (RFNBO-Kriterien). Obwohl der Bedarf perspektivisch stark steigen soll, ist **grüner Wasserstoff derzeit kaum vorhanden**. Aktuell wird Wasserstoff **fast ausschließlich aus Erdgas hergestellt** und ist damit grauer Wasserstoff, der erhebliche CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht [3]. Klimaneutraler, grüner Wasserstoff lässt sich zwar durch Elektrolyse mit erneuerbarem Strom produzieren, doch die in Deutschland vorhandene **Elektrolysekapazität liegt mit etwa 185 Megawatt bei nur rund 2 % des bis 2030 angestrebten Ziels von 10 Gigawatt** [4]. Selbst die anvisierten 10 Gigawatt werden nur einen Teil des Bedarfs decken können, weshalb neben der heimischen Produktion zukünftig **Importe** entscheidend sind. Neben grünem Wasserstoff gelten auch **blaue und türkise Varianten** als mögliche CO<sub>2</sub>-arme Übergangslösungen, sind aber noch kaum verfügbar und teils umstritten. Insgesamt zeigt sich ein deutliches **Missverhältnis zwischen dem politisch gesetzten Anspruch und der bislang realisierten Produktion**. Nach einem anfänglichen Hype um Wasserstoff zu Beginn der 2020er Jahre entsteht in den Jahren 2024 und 2025 ein realistischeres Bild der technischen, planerischen

und wirtschaftlichen Voraussetzungen der Wasserstoffwertschöpfung. Gleichzeitig hat sich der Diskurs entscheidend verschoben: **Es geht längst nicht mehr um die Frage, ob Wasserstoff ein relevanter Bestandteil des zukünftigen Energiesystems sein wird, sondern vielmehr darum, wie** der Hochlauf effizient, sektorenübergreifend und marktkompatibel gestaltet werden kann. Erfolgsfaktoren liegen unter anderem in der Transformation industrieller Kernprozesse, im **Ausbau erneuerbarer Energien**, in der Ausgestaltung regulatorischer Mechanismen sowie in der **Koordination konsistenter regionaler, nationaler und europäischer Strategien**.

Der vorliegende **Leitfaden bündelt die Knergebnisse des Projekts h2-well Markthub im Bereich des Straßenschwerverkehrs**. Damit soll er Orientierung für Akteure aus Politik, Verwaltung und Infrastrukturplanung bieten, die an einer nachhaltigen Verkehrsplanung und der Umsetzung eines emissionsfreien Verkehrs arbeiten. Wie der Markthochlauf in zentralen weiteren Sektoren gestaltet werden kann (Industrie, Wärme oder in der Abwasserreinigung), wird in einem weiteren Leitfaden des Konsortiums erläutert (veröffentlicht online in der [H2Thek](#)).

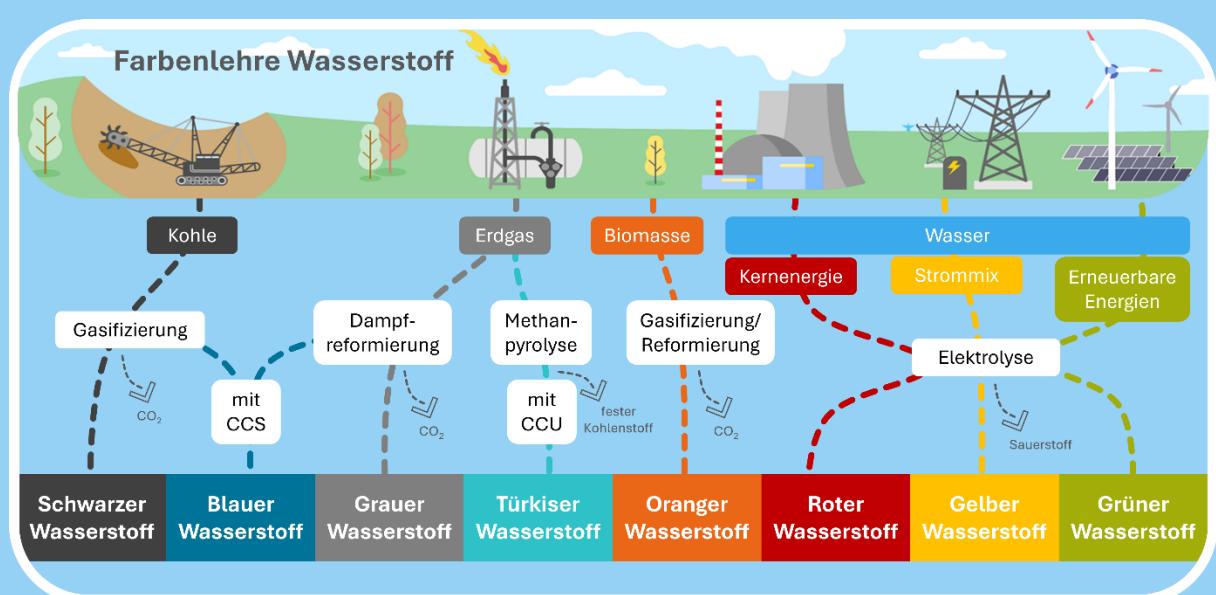


Abbildung 1: Herstellungsvarianten von Wasserstoff. Inhaltliche Quellen [5, 6], Illustration [6].  
Grafik: Teichmann (2025)

## RECHTLICHER RAHMEN

### EU-EBENE

#### Europäisches Klimagesetz (2021)

50% THG-Reduktion im dt. Verkehr (2005-2030)

#### EU-Richtlinie über saubere Fahrzeuge (CVD, 2019)

Mindestquoten für die Beschaffung von Fahrzeugen im öffentlichen Sektor:  
Lkw ab 2026 – mind. 15 % sauber  
ÖPNV ab 2026: 65 % sauber, davon 50 % emissionsfrei

#### Verordnung über die Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR, 2023)

Regelt den Ausbau der Ladeinfrastruktur und die Anzahl an Wasserstofftankstellen am EU-weiten Straßennetz (TEN-T)

#### Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED III, 2023)

Quoten für EEG im Fahrzeugkraftstoff  
2030: Anteil von 29 % EE am Endenergiebedarf und mind. 1% RFNBOS (z.B. H<sub>2</sub>)

### BUNDESEBENE

#### Klimaschutzgesetz 2021 (KSG)

Reduktion der THG-Emissionen und Erreichung der Klimaneutralität im Jahr 2045;  
48 % THG-Reduktion im Verkehr (1990-2030)

#### Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz (2021)

Mindestquoten für die Beschaffung von Fahrzeugen im öffentlichen Sektor:  
Lkw ab 2026 – mind. 15 % sauber  
ÖPNV ab 2026: 65 % sauber, davon 50 % emissionsfrei

#### Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (2021)

Reduktion des Endenergiebedarfs/tkm im Verkehr um 15 - 20% (2005-2030)

### LANDESEBENE

#### Thüringer Klimagesetz (2018)

Klimaneutralität in der 2. Hälfte des 21. Jh.; 60 - 70 % THG-Reduktion (1990-2030)

#### Thüringer Wasserstoffstrategie (2021)

Schwerlastfahrzeuge, Busse und Züge sind drei priorisierte Anwendungsfelder für Wasserstoff in der Mobilität



## EINSATZOPTIONEN

Die EU-Verordnung AFIR, 2023 schreibt die Schaffung einer Wasserstofftankinfrastruktur im 200-km-Abstand auf dem TEN-V-Kernnetz sowie an städtischen Knoten bis Ende 2030 vor, denn: Wasserstoffantriebe gelten als eine vielversprechende Technologie für den Straßenschwerverkehr. Sie ermöglichen einen **lokal vollständig treibhausgasfreien Betrieb** bei gleichzeitiger Unabhängigkeit vom Stromnetz und gelten im Sinne der Clean Vehicles Directive (EU) als emissionsfrei.



Grundsätzlich kann Wasserstoff im Fahrzeug auf drei Wegen genutzt werden. Zum einen lässt er sich als Kraftstoff direkt in einem **H<sub>2</sub>-Verbrennungsmotor** einsetzen, der ähnlich wie ein Erdgas- oder Dieselmotor funktioniert, jedoch emissionsfrei ist. Hier liegt der Technologiereifegrade (TRL) bei 6-8 von 9, d. h. die Technologie befindet sich bereits am Ende der experimentellen Entwicklung und befindet sich kurz vor dem Markteintritt. Zum anderen kann Wasserstoff in einer **Brennstoffzelle** genutzt werden, die bereits die Endstufe des TRL erreicht hat (TRL 7-9) und ein marktfähiges und serienreifes Produkt darstellt. Dabei reagiert **Wasserstoff mit Sauerstoff** aus der Umgebungsluft und es wird elektrische Energie frei; gespeichert wird er zuvor in Hochdrucktanks bei **350 bis 700 bar**. In der elektrochemischen Reaktion entstehen Elektrizität, Wärme und Wasserdampf, wobei der erzeugte Strom einen **Elektromotor** antreibt. [7]

Zudem kann **Wasserstoff als Rohstoff für synthetische Dieselkraftstoffe**, sogenannte **E-Fuels**, verwendet werden. E-Fuels sind chemisch nahezu identisch mit konventionellen Dieselkraftstoffen, bestehen jedoch nicht aus fossilen Rohstoffen, sondern aus **Elektrolyse-Wasserstoff** und z.B. aus biogenem oder aus der Luft gewonnenem **CO<sub>2</sub>**. Mithilfe der **Fischer-Tropsch-Synthese** wird aus diesen beiden Molekülen ein Kohlenwasserstoffgemisch synthetisiert, das ebenso wie Diesel in einem **Verbrennungsmotor** verbrannt werden kann. Dieses Prinzip wird **Power-to-Liquid** (Strom-zu-Flüssigkraftstoff) genannt und kann dort zum Einsatz kommen, wo Elektrifizierung und direkte Wasserstoffanwendung (noch) nicht möglich sind, eine **Defossilisierung** jedoch benötigt wird. [8]

Im Vergleich zu batterieelektrischen Antrieben, die durch Fahrzeuggewicht, Ladezeiten und Ladeinfrastruktur limitiert sein können, bieten sowohl die Brennstoffzelle als auch der H<sub>2</sub>-Verbrennungsmotor vor allem im **Schwerlastbetrieb Vorteile**. Typische Einsatzfelder sind daher **Langstrecken-Lkw, Reisebusse und Sonderfahrzeuge** wie Bau- oder Entsorgungsfahrzeuge. Auch

im **öffentlichen Nahverkehr** kann Wasserstoff dienlich sein, abhängig von Infrastruktur, Depotgröße und Umlaufplanung. In Deutschland befinden sich **2025 bereits rund 500 Brennstoffzellenbusse im regulären ÖV-Betrieb**, was das Potenzial dieser Antriebstechnologie unterstreicht. [9, 10] Hinsichtlich des **Endenergiebedarfs** sind Brennstoffzellenfahrzeuge (BZ) **energiesparender** als

konventionelle **Diesel-Fahrzeuge** mit Verbrennungs-motoren. So benötigt ein **BZ-Lkw** für eine Verkehrleistung von 100 Tonnen-kilometern (tkm) lediglich 47 kWh, ein Diesel-Lkw hingegen 96 kWh und damit mehr als die doppelte Energiemenge. Der **batterieelektrische Lkw** ist mit 33 kWh/100 tkm hingegen am **energieeffizientesten**. [7]

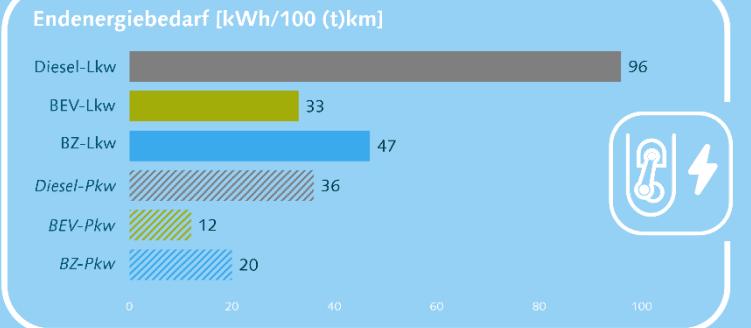


Abbildung 2: Endenergiebedarf bezogen auf eine Verkehrsleitung von 100 tkm bzw. Pkm. Inhaltliche Quelle [7], Grafik: Hilde Teichmann (2025)

## VOR- UND NACHTEILE

- + lokal 100% THG-emissionsfrei
- + witterungs-, temperaturunabhängiger und geräuscharmer Betrieb
- + kurze **Tankzeiten** (10 - 15 min)
- + lange **Reichweiten** (350 - 1.000 km)
- + gewichtsmäßig ähnliche **Zuladungen** wie bei herkömmlichen Fahrzeugen möglich
- + **Abwärmenutzung** für Fahrgastrraumheizung
- + **effizienter** als die Nutzung der konventionellen Verbrennertechnologie mit E-Fuels
- + **Unabhängigkeit** von Stromnetzausbau und Ladeinfrastruktur
- + Wenig Änderungen im **Betriebsablauf** nötig
- aktuell noch hoher **Wasserstoffpreis**: Grenzkosten für grünen Wasserstoff lagen im Q4/2025 zwischen 3 und 8 EUR/kg H<sub>2</sub> [11]
- Verfügbarkeit & Lieferkette erst im Aufbau
- hohe **Investitionen** für Fahrzeuge, neue Infrastruktur und Betriebsgelände-anpassungen
- **Fahrzeugmarkt** noch ausbaufähig
- **Tankstelleninfrastruktur** noch ausbaufähig
- **Förderfähigkeit** schwankend - abhängig von der politischen Priorisierung

## EINSCHÄTZUNGEN DER BRANCHE

**44 % der befragten Verkehrsunternehmen** in der ÖV-Branche bewerten Wasserstoff als **ehrer wichtig bis sehr wichtig** und sehen ihn als notwendigen Baustein für einen klimaneutralen Personenverkehr. Dies geht aus einer Studie der Bauhaus-Universität Weimar hervor, welche im Rahmen des Forschungsprojekts »h2-well Markthub« im Frühjahr 2025 mit bundesweit 143 Unternehmen durchgeführt wurde. Befragt wurden hierbei 99 mittlere und große Verkehrsunternehmen sowie 44 Logistikunternehmen zu ihren Plänen und Sichtweisen in Bezug auf die Umstellung ihrer Fuhrparks auf alternative Antriebe. Gleichzeitig sehen **29 %** der Verkehrsunternehmen Wasserstoff im **ÖPNV nicht als sinnvolle Option**, da sie den Energieträger in anderen Sektoren als dringender benötigt betrachten. 18 % der Unternehmen sind unsicher und geben an, zu wenig Kenntnisse über Wasserstoffantriebe zu besitzen. Im **Güterverkehr** ist das Meinungsbild klarer: **62 % der Transportunternehmen** halten Wasserstoff für **ehrer wichtig bis sehr wichtig**. 24 % sehen hingegen keinen geeigneten Einsatzbereich, sofern der Energieträger anderweitig dringlicher gebraucht wird. 14 % sind unsicher aufgrund zu geringer Fachkenntnisse. [9]



## ERWARTETE KRAFTSTOFFNUTZUNG 2045 der Unternehmen nach eigener Angabe

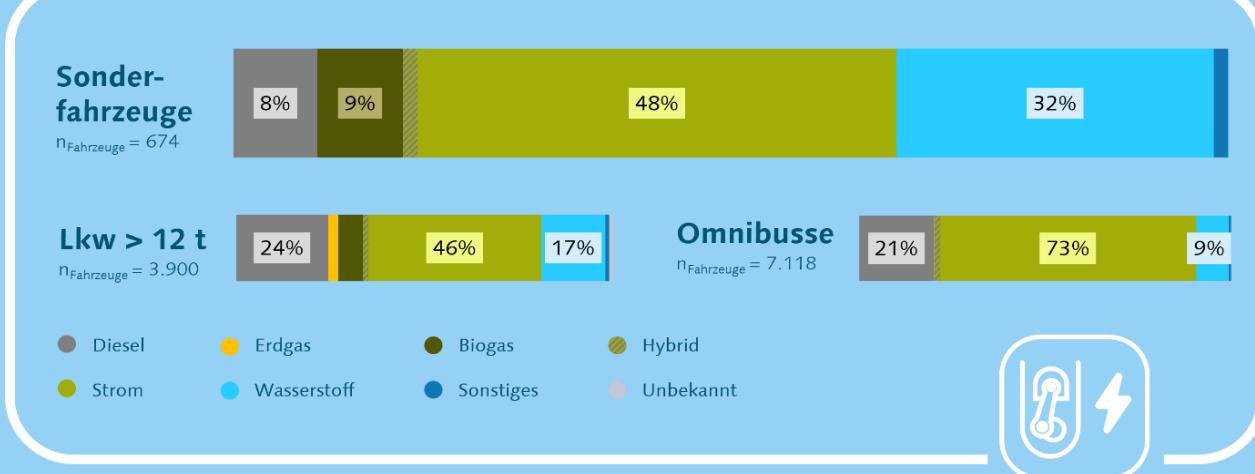


Abbildung 3: Erwartete Kraftstoffnutzung nach Fahrzeugkategorie 2045, Ergebnis der bundesweiten Umfrage "Antriebswende im Schwerverkehr", Grafik: Hilde Teichmann (2025)

Insgesamt zeigen die Ergebnisse der Befragung: Die **Branche erkennt das Potenzial von Wasserstoff**, doch der Informationsstand sowie sektorale und fördertechnische Rahmenbedingungen prägen die Bewertung deutlich. Grundsätzlich werden Wasserstoffantriebe bei Langstrecken sowie bei schweren Nutz- und Sonderfahrzeugen als zukunftsträchtig eingeschätzt. Die Unternehmen erwarten, dass **im Jahr 2045 ca. 30 % der Sonderfahrzeuge** mit Wasserstoff betrieben werden – Ähnliches gilt für die Reisebusse. Im **Omnibusbereich** sowie bei **Lkw über 12 t** wird ein Anteil von ca. **10 bis 20 % an wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen** erwartet. [9]

## POTENZIELLER WASSERSTOFFBEDARF DES THÜRINGER VERKEHRS 2045

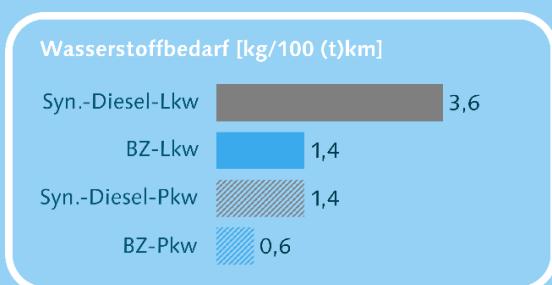


Abbildung 4: Wasserstoffbedarfe im Vergleich. Ein BZ-Lkw hat derzeit einen durchschnittlichen Verbrauch von 1,4 kg H<sub>2</sub> für eine Verkehrsleistung von 100 tkm. Bei der Verwendung von synthetischen Kraftstoffen (E-Fuels) steigt der Verbrauch auf 3,6 kg H<sub>2</sub>/100 tkm. [7]

Die Umfrage „Antriebswende im Schwerverkehr“ zeigt, dass der Straßenschwerverkehr nach heutiger Einschätzung zukünftig einen Wasserstoffbedarf haben wird. [9] Um den **potenziellen Wasserstoffbedarf des Straßenschwerverkehrs in Thüringen im Jahr 2045** in absoluten Zahlen einschätzen zu können, wurde dieser auf Basis **zweier Szenarien** exemplarisch berechnet. Dabei wurde ein **Dekarbonisierungsszenario** als Maximalszenario angenommen, das ausschließlich emissionsfreie Energieträger i. S. d. SaubFahrzeugBeschG berücksichtigt. Synthetische Kraftstoffe werden dabei nicht berücksichtigt. Das **Maximalszenario** basiert auf einem Dekarbonisierungsszenario, welches annimmt, dass 50 % der Kraftomnibusse sowie schweren Nutzfahrzeuge und Sonderfahrzeuge mit Wasserstoff betrieben werden, ebenso wie alle Sattelzugmaschinen  $\geq 40$  t. Das **Minimalszenario** basiert auf den oben genannten Umfrageergebnissen (Wasserstoff wird eingesetzt in 10 % der Kraftomnibusse, 17 % der Lkw > 12 t sowie in 32 % der schweren Sonderfahrzeuge  $\geq 40$  t).

Basierend auf den Berechnungen der beiden Szenarien wird der Straßenverkehr in Thüringen einen **Wasserstoffbedarf in der Größenordnung von 0,6 – 1,7 TWh/a** haben. Das entspricht ca. **18.200 t – 51.500 t H<sub>2</sub>** pro Jahr. Die dafür notwendige Primärenergie in Form von Strom aus erneuerbaren Energiequellen beläuft sich auf in etwa 1,1 - 3,2 TWh und ist in Abbildung 5 dargestellt. Im Verhältnis zum benötigten Wasserstoffbedarf des Stahlwerks Thüringen ist der Wasserstoffbedarf für die Anwendungen im Straßenschwerverkehr mengenmäßig vergleichbar. Der Straßengütertransport hat hierbei den größten Anteil am mobilitätsbedingten Wasserstoffbedarf. Der **Wasserstoffbedarf für**

**Kraftomnibusse (ÖPNV- und Reisebusverkehr)** wird auf Basis der Szenarien **lediglich zwischen 0,01 - 0,06 TWh** geschätzt. Weiterhin wird in der Abbildung 5 ein Vergleich zur Bruttostromerzeugung in Thüringen aus Erneuerbaren Energien (Solarenergie, Windenergie und Wasserkraft) gezogen, die sich im Jahr 2022 auf 5,4 TWh belief [12] und deren Potenzial sich mit Hilfe des Photovoltaik- und Windflächenrechners der Agora Think Tanks gGmbH auf bei über 30 TWh/a schätzen lässt.

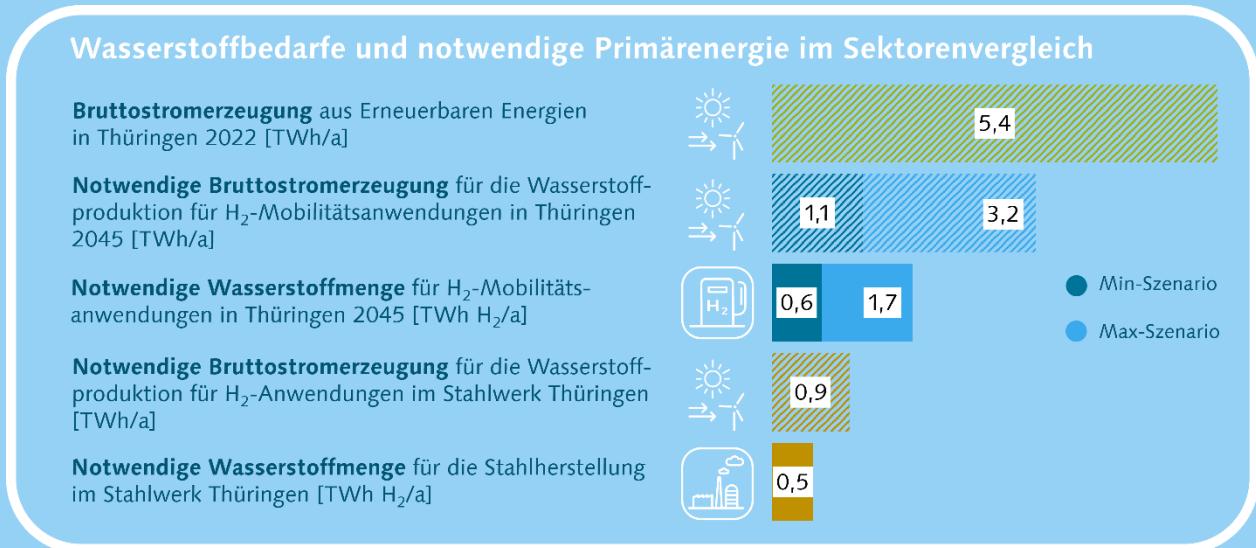


Abbildung 5: Potenzieller Wasserstoffbedarf des Straßenverkehrs in Thüringen 2045 sowie Einordnung der Mengenverhältnisse im Sektorenvergleich. Grafik: Hilde Teichmann (2025)

## HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Antriebswende im Verkehrssektor schreitet voran, jedoch nicht ohne Hindernisse. Vor allem **hohe Investitionskosten in Fahrzeuge und Betriebsinfrastruktur**, eine noch **lückenhafte öffentliche Infrastruktur, unzureichende Verfügbarkeit** von grünem Wasserstoff und Fahrzeugen sowie eine **unklare und wenig langfristige Förderlandschaft** zählen zu den größten Hemmnissen. Damit die Transformation gelingen kann, brauchen Unternehmen verlässliche Rahmenbedingungen, praktikable **digitale Prozesse** und gezielte **Unterstützung seitens Politik und Verwaltung**. Die folgenden Handlungsempfehlungen zeigen auf, welche Maßnahmen auf Landesebene in Thüringen und darüber hinaus auf Bundesebene und EU-Ebene notwendig sind, um die Antriebswende und Wasserstoffnutzung im Verkehrssektor zu beschleunigen und die wirtschaftliche **Wettbewerbsfähigkeit** Deutschlands und auch Thüringens zu sichern und zu stärken.

### Politische & regulatorische Maßnahmen

- 👉 **Thüringenweite H<sub>2</sub>-Strategie aktualisieren** und als verbindliches Arbeitsinstrument als Teil der RIS-Strategie in den RIS-Feldern „Nachhaltige und intelligente Mobilität und Logistik“ sowie „Nachhaltige Energie und Ressourcenverwendung“ ausgestalten
- 👉 **Dekarbonisierungsstrategien für den ÖPNV** auch in den **Nahverkehrsplänen** der Kreise und Kommunen verpflichtend berücksichtigen.
- 👉 **Kurz-, mittel und langfristig verbindliche Vorgaben zur Antriebswende** für alle Verkehrsträger formulieren.
- 👉 **Klare und praxisnahe Umsetzung** der europäischen Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED III) in das Bundesmissionsschutzgesetz (**BlmSchG**) und ihre Verordnung (**BlmSchV**).
- 👉 **CO<sub>2</sub>-abhängige Mautsysteme** weiterführen - emissionsfreie Fahrzeuge mittelfristig entlasten.

## Finanzielle Anreize & Förderprogramme

-  **Regionale Akteure** im gesamten Prozess von Planung bis Anwendung umfassend unterstützen (ThEGA als Service- und Weiterbildungsstelle weiter ausbauen)
-  **Förderprogramme für grünen Wasserstoff** im Schwerverkehr aufstellen – Infrastruktur und Fahrzeugbeschaffung (hierbei Pfadabhängigkeiten im öffentlichen Nahverkehr berücksichtigen - Wasserstoffeinsatz von Fall-zu-Fall prüfen)
-  **(Differenzkosten)förderung für saubere Fahrzeuge** im kommunalen Einsatz i. S. d. SaubFahrzeugBeschG einführen -> hierbei Förderfähigkeit von Investitionskosten (CAPEX) sowie Betriebskosten (OPEX) z. B. für Energiekosten oder Weiterbildungen
-  **Abschluss langfristiger Verträge** zw. Produzenten und Abnehmern (Supply and Purchase Agreements) unterstützen, um Investitionssicherheit und „Bankability“ zu erhöhen
-  **KFZ-Steuererleichterungen** für emissionsfreie Nutzfahrzeuge mittelfristig sichern.
-  **CO<sub>2</sub>-Preis** als steuerndes Instrument konsequent und ambitioniert nutzen.
-  **Netzentgelte** für den Transport von Wasserstoff **anfangs gering halten**

## Infrastruktur & Technik

-  **Tankstellen mittelfristig** über ein Verteilnetz **an das H<sub>2</sub>-Kernnetz anbinden**, um H<sub>2</sub>-Transportkosten und Emissionen zu senken
-  **Sektorenkopplung** bei der Wasserstoffherstellung stärken und Verkehrssektor als lokalen Abnehmer mitdenken
-  **Regionalität** in der Ausschreibung und Beschaffung als Leistungskriterium einführen (Kurze Transportwege, Verfügbarkeit und Resilienz)
-  **Bauzeiten und Genehmigungen** für H<sub>2</sub>-Infrastruktur beschleunigen, priorisieren und praktikable digitale Verwaltungsprozesse einführen.
-  **EU-weite Standards** für Tankstellen, Speicher und Lieferketten sowie den Herkunfts-nachweis von Wasserstoff schaffen (lieferantenunabhängige Kompatibilität).

## Wissen & Umsetzung

-  **Regionale Netzwerkstrukturen und Wissensaustausch** fördern -> Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie (ThAWI) als Multiplikator stärken
-  **Verpflichtende Weiterbildung für Personal in Genehmigungsbehörden** sowie Weiterbildungsmöglichkeiten für Mitarbeitende der Landes- und Kommunalverwaltung schaffen (z.B. Aufnahme in Jahresfortbildungsprogramme der Ministerien)
-  **Klare Umstiegspfade und Flottenstrategien** (z. B. für ÖPNV, Logistik) entwickeln und **Best-Practices** aufbereiten und verbreiten z. B. durch die ThEGA und ThAWI.
-  **Praxisnahe Schulungsprogramme** für Personal aus Fahrbetrieb, Werkstatt und Fuhrparkmanagement etablieren (Vorschlag: gemeinsam mit Fahrzeug- und Komponentenherstellern)
-  **Niedrigschwellige Informations- und Dialogangebote** schaffen und etablierte Formate nutzen (z. B bundesweite Veranstaltungen wie die „WOCHE DES WASSER-STOFFS“ aktiv landesweit unterstützen und koordinieren z. B. durch die ThAWI)
-  **Wasserstoffgrundlagenwissen** bereits in den Schulen vermitteln und in die **Lehrpläne** aufnehmen.

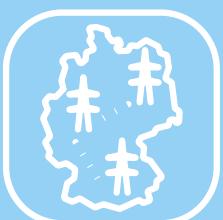
Insgesamt ergeben sich für Thüringen und darüber hinaus wertvolle Mehrwerte einer regionalen Wasserstoffwirtschaft:



- Von grünen Wasserstoffkonzepten **profitiert die regionale Wirtschaft und Industrie mittel- und langfristig** (produktions- sowie anwenderseitig)



- Regionale Wasserstoffkonzepte sind ein **zentraler Schlüssel zur Erreichung von Klimaneutralitätszielen**



- Regionale Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff kann einen entscheidenden Beitrag zur **Versorgungssicherheit, Resilienz und Netzstabilität** liefern



- Durch regionale Produktion können sich **wertvolle Sektorenkopplungseffekte** entfalten, die über die Dekarbonisierung hinausgehen z.B. **O2-Nutzung oder grüne Kohlenstoffproduktion**, etc.



- Bei der Nutzung hoher H2-Mengen ist der **Import von grünem Wasserstoff wichtig** und sinnvoll für die regionale Wirtschaft. Der Anschluss an das H2-Kernnetz ist hierbei ein großer Standortvorteil, den es mittel- bis langfristig für die H2-Tankinfrastruktur zu nutzen gilt.

# Abkürzungsverzeichnis

<b>BEV</b>	engl. <i>Battery-Electric Vehicle</i> ; dt. <i>Batterieelektrisches Fahrzeug</i>
<b>BlmSchG</b>	<i>Bundesmissionsschutzgesetz</i>
<b>BlmSchV</b>	<i>Bundesmissionsschutzverordnung</i>
<b>BZ</b>	<i>Brennstoffzelle</i>
<b>CAPEX</b>	engl. <i>capital expenditures</i> ; dt. <i>Investitionsausgaben</i>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<i>Summenformel für Kohlenstoffdioxid o.a. Kohlendioxid</i>
<b>EE</b>	<i>Erneuerbare Energien</i>
<b>EU</b>	<i>Europäische Union</i>
<b>FCEV</b>	engl. <i>Fuel-Cell-Electric-Vehicle</i> ; dt. <i>Brennstoffzellenfahrzeug</i>
<b>H<sub>2</sub></b>	<i>Summenformel für Wasserstoff</i>
<b>i. S. d</b>	<i>im Sinne des</i>
<b>OPEX</b>	engl. <i>operational expenditures</i> ; dt. <i>Betriebsausgaben, Betriebskosten</i>
<b>ÖPNV</b>	<i>Öffentlicher Personennahverkehr</i>
<b>PEM</b>	engl. <i>Proton-Exchange-Membrane</i> oder <i>Polymer-Elektrolyt-Membrane</i> ; dt. <i>Protonen-Austausch-Membran</i> oder <i>Polymer-Elektrolyt-Membran</i> – hier verwendet für die <i>PEM-Elektrolyse-Technologie</i>
<b>PtX</b>	engl. <i>Power-to-X</i> ; dt. <i>Strom-zu-X</i> wobei X symbolisch für andere Energieträger z.B. in Form von Wärme, Flüssigkeiten oder Gasen steht
<b>RFNBO</b>	engl. <i>Renewable Fuels of Non-Biological Origin</i> ; dt. <i>Erneuerbare Kraftstoffe nicht-biogenen Ursprungs: synthetischer, flüssiger oder gasförmiger Kraftstoff, der mit Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt wird, z. B. grüner Wasserstoff oder Wasserstoff-derivate</i>
<b>RED III</b>	engl. <i>Renewable Energy Directive</i> ; dt. <i>Erneuerbare-Energien-Richtlinie (EU)</i>
<b>RIS</b>	<i>Regionale-Innovationsstrategie des Freistaats Thüringen</i>
<b>SaubFahr-zeugBeschG</b>	<i>Saubere-Fahrzeuge-Beschaffungs-Gesetz</i>
<b>ThAWI</b>	<i>Thüringer Allianz für Wasserstoff in der Industrie; Netzwerk der Thüringer Wasserstoffwirtschaft geleitet durch die ThEGA</i>
<b>ThEGA</b>	<i>Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur; landeseigene Energieagentur des Freistaats Thüringen, die Kommunen, Unternehmen und weitere Akteure zu Energieeffizienz, erneuerbaren Energien und Klimaschutz berät, Projekte koordiniert und Netzwerkarbeit leistet</i>
<b>Tkm</b>	<i>Tonnenkilometer (Einheit für die Verkehrsleistung)</i>
<b>TRL</b>	Engl. <i>Technology Readiness Level</i> ; dt. <i>Technologiereifegrad (1-9, wobei 9 das Maximum ist)</i>
<b>TWh</b>	<i>Terawattstunde; Maßeinheit für die Energiemenge (1 TWh entspricht ca. dem jährlichen Strombedarf von rund 250.000 durchschnittlichen Haushalten)</i>

# Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Herstellungsvarianten von Wasserstoff. Inhaltliche Quellen [5, 6], Illustration [6]. Grafik: Teichmann (2025)</i>	2
<i>Abbildung 2: Endenergiebedarf bezogen auf eine Verkehrsleitung von 100 tkm bzw. Pkm. Inhaltliche Quelle [7], Grafik: Hilde Teichmann (2025)</i>	4
<i>Abbildung 3: Erwartete Kraftstoffnutzung nach Fahrzeugkategorie 2045, Ergebnis der bundesweiten Umfrage "Antriebswende im Schwerverkehr", Grafik: Hilde Teichmann (2025)</i>	5
<i>Abbildung 4: Wasserstoffbedarfe im Vergleich. [7]</i>	5
<i>Abbildung 5: Potenzieller Wasserstoffbedarf des Straßenverkehrs in Thüringen 2045 sowie Einordnung der Mengenverhältnisse im Sektorenvergleich. Grafik: Hilde Teichmann (2025)</i>	6

# Quellen

[1] **DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (2019):** WASSERSTOFF Schlüssel für das Gelingen der Energiewende in allen Sektoren. Bonn. Online verfügbar unter: <https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/wasserstoff-schlüssel-energiewende-sektoren-dvgw-factsheet.pdf>. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

[2] **Bundesnetzagentur (2024): Wasserstoff-Kernnetz.** Online verfügbar unter: <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Wasserstoff/Kernnetz/start.html#:~:text=Der%20Antrag%20wurde%20von%20der,auf%20Umstellungen%20bestehender%20Erdgasleitungen%20basieren>. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

[3] **Brüggemann, Anke (2024):** Hochlauf der grünen Wasserstoffwirtschaft – wo steht Deutschland? KfW Research Nr. 475. Online verfügbar unter: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-2024/Fokus-Nr.-475-November-2024-Wasserstoff.pdf#:~:text=Im%20vergangenen%20Jahr%20wurden%20rund%2042%20TWh,wurde%20durch%20die%20Elektrolyse%20von%20Wasser%20hergestellt>. Zuletzt aufgerufen am: 19.12.2025.

[4] **Deutsche Energie-Agentur (2025):** Elektrolysekapazitäten in Deutschland Stand und Ausblick, Stand Oktober 2025. Online verfügbar unter: <https://www.dena.de/DATEN3090>. Zuletzt aufgerufen am: 19.12.2025.

[5] **HySON Institut (2022):** H2Facts – Teil 1, Wasserstofferzeugungsarten und Nebenprodukte. Online verfügbar unter: <https://www.h2well.de/neuigkeiten-leseansicht/h2facts-teil-1.html>. Zuletzt aufgerufen am: 22.12.2025.

[6] **Wurbs, Sven/ Stöcker, Philipp/ Gierds, Jörn/ Stemmler, Christoph/ Fischedick, Manfred/ Henning, Hans-Martin/ Matthies, Ellen/ Pittel, Karen/Renn, Jürgen/ Sauer, Dirk Uwe/ Spiecker genannt Döhmann, Indra (2024):** Wasserstoff – Welche Bedeutung hat er im Energiesystem der Zukunft? (Kurz erklärt!). Online verfügbar unter: [https://doi.org/10.48669/esys\\_2024-1](https://doi.org/10.48669/esys_2024-1). Zuletzt aufgerufen am: 22.12.2025.

[7] **Eitze et. al (2024):** Wasserstoff-Kompass – Handlungsoptionen für die Wasserstoffwirtschaft. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <https://www.wasserstoff-kompass.de/news-media/dokumente/langzeitspeicherung-von-wasserstoff-1>. Zuletzt aufgerufen am: 02.12.2025. Seiten 418-423.

[8] **eFuel Alliance e.V. (2025):** Was sind eFuels?. Berlin. Online verfügbar unter: <https://www.efuel-alliance.eu/de/efuels/was-sind-efuels>. Zuletzt aufgerufen am: 02.12.2025.

[9] **Teichmann, Hilde; Plank-Wiedenbeck, Uwe (2025):** Antriebswende im Schwerverkehr - Bundesweite Umfrage zu Kraftomnibusen und Straßennutzfahrzeugen in Deutschland 2025. Weimar. Online verfügbar unter: [https://www.db-thueringen.de/receive/dbt\\_mods\\_00068257](https://www.db-thueringen.de/receive/dbt_mods_00068257). Zuletzt aufgerufen am: 02.12.2025.

[10] **NOW GmbH (2025):** Brennstoffzellenbus-Cluster (BZBC) – Atlas. Online verfügbar unter: <https://www.now-gmbh.de/netzwerkfinder/brennstoffzellenbus-cluster/>. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

[11] **E-Bridge Consulting GmbH (2025):** Hydex & HydexPLUS – Kostenindizes für Wasserstoff. Online verfügbar unter: <https://e-bridge.de/kompetenzen/wasserstoff/h2index/>. Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

[12] **Thüringer Landesamt für Statistik (2025):** Energiebilanz Thüringen 2022. Online verfügbar unter: [https://statistik.thueringen.de/datenbank/Dateienlink/ENERGIEBILANZ\\_2022.PDF](https://statistik.thueringen.de/datenbank/Dateienlink/ENERGIEBILANZ_2022.PDF). Zuletzt aufgerufen am 22.12.2025.

# Impressum

## Grüner Wasserstoff als Schlüssel zur Dekarbonisierung des Straßenschwerverkehrs - Ergebnisse und Empfehlungen für Thüringen und darüber hinaus

Erarbeitet im Rahmen des Projektes „Wissenschaftlich-strategische Begleitung und Förderung der Marktdiffusion von Wasserstofftechnologien in der Innovationsregion (h2-well Markthub)“ gefördert vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt im Zeitraum 03/2023 - 12/2025

### Autorinnen und Autoren

M. Sc. Hilde Marie Teichmann, Prof. Dr.-Ing. Uwe Plank-Wiedenbeck

**Bauhaus-Universität  
Weimar**

Gefördert durch:



Veröffentlichung  
Weimar | 02/2026

„H2Thek – Wasserstoff in der Region!“  
<https://edih.digital/course/view.php?id=58>



**wir!** Wandel durch  
Innovation  
in der Region

**h2well**  
Markthub