

H₂-Mobilität & Förderrichtlinien Gutachten für Schleswig-Holstein

Executive Summary

Im Rahmen der Wasserstoffstrategie des Landes Schleswig-Holstein (SH) untersucht das Gutachten „Wasserstoffmobilität und Förderrichtlinien Schleswig-Holstein“ den Hochlauf von mit Wasserstoff (H₂) betriebenen Fahrzeugen und den damit zusammenhängenden Aufbau einer landesweiten Versorgungsinfrastruktur.

Das Parallelgutachten „Wasserstoffherzeugung und -märkte Schleswig-Holstein“ zeigt Möglichkeiten zur Deckung des entstehenden Wasserstoffbedarfs und beleuchtet die Entwicklung eines Wasserstoffmarkts in SH.

Nach aktuellen Schätzungen liegt der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch in SH im Jahr 2020 bei etwa 46 %. Bis 2025 soll der Anteil auf 64 % ansteigen¹. Hierzu sind insbesondere Anstrengungen im Verkehrsbereich erforderlich, der mit einem Anteil erneuerbarer Energien von etwa 11 % (2018) weit hinter den anderen Sektoren liegt². In der überarbeiteten Renewable Energy Directive (RED II) hat die Europäische Kommission für den Verkehrssektor ein Ziel von mindestens 14 % erneuerbare Energien im Jahr 2030 festgelegt.

Nach dem deutschen Klimaschutzplan 2030 sollen bis 2030 CO₂-Einsparungen im Verkehr von 40–42 % ggü. 1990 erreicht werden. Bisher wurde eine Minderung von etwa 33 % erreicht.

Darüber hinaus zielen die Clean Vehicle Directive (CVD), die Fuel Quality Directive (FQD) und die EU-Verordnungen zur Minderung von Flottengrenzwerten (2019/631 & 1242) sowie unterstützend die Alternative Fuels Infrastructure Directive (AFID) auf die Einführung alternativer Treibstoffe und Antriebssysteme im Verkehrssektor ab.

Mit Blick auf die steigenden Nachhaltigkeitsanforderungen stellt sich die Frage, welche emissionsarmen Antriebssysteme bzw. Treibstoffe sich in Zukunft durchsetzen werden.

Nutzung von Wasserstoff als Energieträger in der Mobilität

Die Vorteile der Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb (engl. Fuel Cell Electric Vehicle; kurz FCEV) gegenüber den rein batterieelektrischen Fahrzeugen (engl. Battery Electric Vehicle; kurz BEV) kommen besonders bei höheren Nutzlast- und Reichweitenanforderungen, sowie den beiden Anforderungen, nahezu gleichbleibende Flexibilität und Betankungszeiten im Vergleich zu konventionellen Antrieben mit Verbrennungsmotoren zu gewährleisten, zur Geltung. Dies gilt, in Abhängigkeit vom Anwendungsfall, insbesondere für Busse, LKW, Abfallsammelfahrzeuge und Züge, aber auch für PKW mit größeren Reichweiten.

¹vgl. Bericht „Erneuerbare Energien in Zahlen für Schleswig-Holstein“, 2019

²Eigene Berechnung basierend auf der Energiebilanz 2018 des Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein

Eine anwendungsbezogene Betrachtung zeigt besonders im Bereich der Nutzfahrzeuge relevante Vorteile der FCEV.

Auch im Bereich der küstennahen Schifffahrt, der Binnenschifffahrt und des Fährverkehrs sowie im regionalen Flugverkehr ist der Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff interessant. Konkrete Pilotprojekte im Bereich der Schifffahrt laufen bereits. So gibt es z. B. eine interessante Entwicklung im Bereich der Umrüstung von Versorgungsschiffen auf einen Brennstoffzellenantrieb in Cuxhaven.

In Norddeutschland gibt es auch im Bereich der Schifffahrt vielversprechende Pilotprojekte.

Dagegen sind bei steigenden Reichweiten, wie es der überregionale Flugverkehr erfordert, synthetische Kraftstoffe oder sogenannte E-Fuels aufgrund der erforderlichen hohen volumetrischen Energiedichten eine vielversprechende Alternative.

Wirtschaftlichkeit von Wasserstoff im Vergleich zu fossilen Kraftstoffen

Der aktuelle brutto Handelspreis für Wasserstoff an der Tankstelle liegt bei ca. 9,50 €/kg. Um konkurrenzfähige Treibstoffkosten zu erreichen, muss der Wasserstoffbezugspreis für private PKW unter 11,70 €/kg (brutto) liegen, was somit aktuell schon erfüllt ist.

Die Wirtschaftlichkeit in Bezug auf den Kraftstoff ist für Wasserstoff-PKW bereits gegeben.

Auf Basis der aktuellen Abschätzung im Gutachten, müsste der Preis für Wasserstoff für schwere Nutzfahrzeuge (SNF) unter 4,80 €/kg (brutto) liegen, um konkurrenzfähig zu sein. Der Einschätzung liegt allerdings eine Momentaufnahme zugrunde, die dieselbasierte SNF als hocheffizient betrachtet und derzeitige Wasserstoff-SNF mit einem Verbrauch von 8 kg H₂ pro 100 km Reichweite als eher ineffizient annimmt. Im Rahmen der ersten Pilotprojekte ist genau zu beobachten, wo sich

der Verbrauch von Wasserstoff-SNF in naher Zukunft hinbewegt.

Dennoch lässt sich hieraus schon ableiten, dass besonders im Bereich der SNF eine CO₂ Bepreisung notwendig sein wird, um die notwendige Transformation anzustoßen.

Wirtschaftlichkeit von Brennstoffzellenfahrzeugen über die Dauer der Nutzung

Bei der gesamtheitlichen Betrachtung der Haltungskosten eines Fahrzeugs (engl. Total Cost of Ownership; TCO) wird die erwartete Entwicklung der CO₂-Kosten sowie eine Verringerung der Investitions- und Betriebskosten in den kommenden Jahren bis 2050 berücksichtigt. Diese Analyse ist vom reinen Vergleich der Treibstoffkosten zu differenzieren, bei der für FC-PKW bereits die Kostenparität gegeben ist.

Unter den absehbaren Bedingungen kann für FC-PKW die TCO-Parität zu Diesel-PKW etwa im Jahr 2030 erreicht werden, für FC-Busse sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge wird die TCO-Parität zum Dieselantrieb etwa im Jahr 2038 erreicht.

Die Wirtschaftlichkeit mit Blick auf den TCO ist weder für PKW noch Nutzfahrzeuge aktuell gegeben, wird sich aber bis 2038 einstellen.

Das zeitnahe Eintreten der TCO-Parität im PKW-Bereich ist für die private Nutzung nicht alleinig das entscheidende Kriterium. Hinsichtlich der Nutzerakzeptanz der FCEV im Individualverkehr spielen vielmehr die am Markt verfügbaren Modelle, die aktuell noch hohen Kaufpreise und die flächendeckende Tankstellenversorgung eine große Rolle. Hierauf wird explizit in einem der folgenden Kapitel eingegangen.

Für FC-Busse sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge wird zeitnah auf reiner TCO Basis keine flächendeckende Transformation zu FC-Fahrzeugen stattfinden. Hierfür wird eine Vielzahl von Maßnahmen notwendig sein, um die TCO-Aufwände in den Bereich der derzeit dominierenden Technologien zu rücken. Dies sind u. a. eine signifikante Reduzierung der

Treibstoffkosten, des Verbrauchs, der Anschaffungskosten und auf der anderen Seite eine Erhöhung der CO₂-Abgaben auf Treibstoffe sowie weitere umweltpolitische Maßnahmen, wie z. B. Fahreinschränkungen in Städten. Weitere mögliche Maßnahmen sind eine Reduktion der TCO Kosten z. B. durch Subventionierung der Fahrzeuge oder der Kraftstoffe.

Rahmenbedingungen für den Hochlauf und Szenarienauswahl im Gutachten

Der Hochlauf der Wasserstoffmobilität wird sich zunächst nicht allein kostengetrieben einstellen. Vielmehr bieten wasserstoffbasierte Antriebe langfristig einen guten Kompromiss aus Komfort, Flexibilität, Effizienz, Nachhaltigkeit und stetig sinkenden Systemkosten und stellen damit eine Antwort auf die Herausforderungen der Verkehrswende dar. Neben den Zielen der CO₂-Emissionsminderung sprechen auch weiche Faktoren, welche Auswirkungen auf die Lebensqualität und Gesundheit von Bürgern haben, wie z. B. Luftreinhaltung und Reduktion der Lärmemissionen in Städten, für den Umstieg auf elektrische Fahrzeuge.

Innerhalb der EU wurden verschiedene Verordnungen und Richtlinien (Flottengrenzwerte, Clean Vehicle Directive, RED II) zum Umstieg auf emissionsfreie Fahrzeuge und Treibstoffe erlassen. Die Detailumsetzung der Richtlinien obliegt vornehmlich den Mitgliedsstaaten. Ein kurz- und mittelfristiger Markthochlauf alternativer Antriebe wird nur durch einen politischen Konsens, den Willen zur Umsetzung der EU-Vorgaben und entsprechende fördernde Maßnahmen erfolgen.

Im Gutachten werden drei Szenarien betrachtet, die eine konservative, eine erwartete (Basisszenario) und eine progressive Entwicklung von H₂-Technologien abbilden. Die tatsächliche Entwicklung hängt stark von technischen (technischer Fortschritt), wirtschaftlichen (Technologiekosten, H₂-Erzeugungskosten) und regulatorischen Einflüssen (CO₂-Preis, Quoten) ab. Zudem beeinflusst die Entwicklung alternativer CO₂-

neutraler Technologien die Nachfrage nach Wasserstofffahrzeugen.

Beschreibung Basisszenario

Das Basisszenario zeigt die Entwicklung des Wasserstoffbedarfs im Verkehrssektor bei Eintreten der derzeit diskutierten und zu erwartenden Rahmenbedingungen. So wird z. B. von einer strengen Umsetzung der Clean Vehicle Directive (CVD) und einem Anstieg des CO₂-Preises auf 60 €/t bis 2026 laut Klimaschutzprogramm ausgegangen.

Im Jahr 2025 hat der Verkehrssektor in SH einen potenziellen Jahresbedarf von etwa 0,2 TWh H₂, welcher bis zum Jahr 2030 auf 0,5 TWh H₂ ansteigt. Davon werden ca. 50 % durch schwere Nutzfahrzeuge und jeweils ca. 15 % durch Schienenverkehr, Busse und PKW verbraucht.

Im Jahr 2025 benötigt der Verkehrssektor 0,2 TWh H₂. Dieser Bedarf steigt bis 2030 auf 0,5 TWh H₂.

Im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und bei kommunalen Betrieben besteht durch die CVD ein besonderer Handlungsdruck zur Umstellung auf emissionsfreie Fahrzeuge. Zudem weisen gerade kommunale Fahrzeuge, z. B. ÖPNV-Busse oder Abfallsammelfahrzeuge, sehr gut planbare Fahrstrecken auf, was die Umstellung auf den Betrieb mit Wasserstoff erleichtert. Eine entsprechende H₂-Infrastruktur für Nutzfahrzeuge würde planbar hoch ausgelastet und der Aufbau wirtschaftlich besser darstellbar.

Deshalb generieren bis zum Jahr 2030 insbesondere Busse sowie kommunale schwere Nutzfahrzeuge (SNF), wie z. B. Abfallsammelfahrzeuge, in Flotten neben LKW und Sattelzugmaschinen das größte H₂-Nachfragepotenzial. Aufgrund der hohen Fahrleistungen der Nutzfahrzeuge entsteht auch bei einer geringen Anzahl an Fahrzeugen ein signifikanter Wasserstoffbedarf und damit einhergehendes CO₂-Minderungspotenzial.

Bis 2030 generieren Busse sowie kommunale schwere Nutzfahrzeuge den größten Bedarf an H₂.

Die H₂-Bedarfszentren für den Zeitraum bis 2030 liegen in SH insbesondere auf Betriebshöfen der Busbetreiber sowie in der Nähe von Logistikzentren und der Verkehrsachsen A1 und A7.

Ab 2030 treiben zunehmend PKW und verstärkt private SNF die Wasserstoffnachfrage im Verkehrssektor.

Förderung & Unterstützung des Hochlaufs

Über die Vorgaben der CVD hinaus könnten insbesondere Busse und kommunale Fahrzeug-Flotten von der regionalen Politik gefördert und gefordert werden. Neben der Dekarbonisierung der Flotten wird hierdurch mehr Sichtbarkeit für die Technologie in der Öffentlichkeit erreicht. Eine öffentliche Beschaffung kann zudem Marktimpulse setzen, die sich auf die Entwicklung von Fahrzeugkosten und somit den Absatz im privaten Sektor auswirkt.

Für die Akzeptanz von FCEV im Individualverkehr sowie im straßengebundenen Transportsektor ist der Aufbau einer möglichst flächendeckenden Tankinfrastruktur essenziell und Voraussetzung für das Eintreten des Hochlaufs. Hierfür wären insbesondere Investitionszuschüsse hilfreich.

Einer der wichtigsten Stützpfiler eines Hochlaufs ist der sichtbare Ausbau der Tankinfrastruktur.

Eine wasserstoffspezifische Förderung besteht in SH bislang nicht. Dennoch ist in SH die Förderung von Infrastrukturen bereits in einzelnen Bereichen möglich: Im Rahmen des Landesprogramms Wirtschaft (LPW) fördert SH insbesondere den Aufbau umweltgerechter Wirtschafts- und Infrastrukturen zum Zwecke einer höheren Klimafreundlichkeit und Energieeffizienz. Bereits in der jetzigen Förderperiode ist daher in bestimmten Bereichen die Förderung von Wasserstoffvorhaben unter bestehenden Förderrichtlinien möglich. Es bestehen allerdings Förderlücken auf

verschiedenen Ebenen der Wertschöpfungskette. Handlungsbedarf besteht hier insbesondere hinsichtlich des Ausbaus und Betriebs einer H₂-Tankstelleninfrastruktur. Die Erstellung einer wasserstoffspezifischen Förderrichtlinie für die künftige Förderperiode ist daher empfehlenswert.

Im Rahmen der im „European Green Deal“ aufgestellten kurz- und mittelfristigen Ziele für Wasserstoff besteht eine Möglichkeit, die EU-Rechtskonformität einzelner Förderprogramme auch ohne langwierige Notifizierungs- und Genehmigungsverfahren nach dem EU-Beihilfenrecht zu entwickeln, z. B. unter Beachtung der etablierten Kriterien zu Dienstleistungen im allgemeinen wirtschaftlichen Interesse (DAWI). Das kommende europäische Klimagesetz und insbesondere der jüngst vom Europäischen Rat verabschiedete Aufbauplan werden für die H₂-Mobilitätsstrategie des Landes zu bewerten sein.

Die H₂-Nutzung im Verkehrssektor kann zielgerichtet durch gesetzgeberische Maßnahmen weiter gefördert werden. Beispiele hierfür sind die Ausweitung der bestehenden gesetzlichen Regelungen zur Anrechenbarkeit der THG-Minderungsquote für Unternehmen, die Otto- und Dieselmotoren in Verkehr bringen, sowie eine Anhebung der Quote zur graduellen Steigerung des Anteils fortschrittlicher Kraftstoffe. Beide Maßnahmen dienen letztlich auch der Implementierung der RED II, die ambitioniert umgesetzt werden sollte.

Internationale Best-Practices zur Entwicklung des FCEV-Absatzmarktes

Die Anzahl der zugelassenen FCEV in Deutschland lag Ende 2018 bei knapp 500 Stück. In den Jahren 2019 und 2020 wurden ca. 500 weitere FCEV zugelassen. In den Vereinigten Staaten, hauptsächlich in Kalifornien, waren im Jahr 2018 bereits etwa 6.000 FCEV zugelassen.

Ende 2020 werden in Deutschland ca. 1.000 FCEV zugelassen sein. In Kalifornien waren es 2018 bereits 6.000 Fahrzeuge.

Der Bundesstaat Kalifornien hat große Fortschritte bei der Erhöhung der Anteile von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben mit der Einführung des ZEV (engl. Zero Emission Vehicle) – Programms vorzuweisen. Das Programm ist als „Verpflichtung der Industrie“ zu verstehen, da nach der erlassenen Verordnung Autohersteller verpflichtet werden Elektrofahrzeuge (BEV & FCEV) anzubieten. Zudem werden die Verkaufszahlen von FCEV prozentual an die Verkaufszahlen herkömmlicher Fahrzeuge mit Verbrenner gekoppelt.

Japan fördert FCEV im Zuge eines größeren nationalen H₂-Programms, welches unter der Prämisse „Starke Subventionierung“ läuft. Das Land bezuschusst den Kauf von FCEV um die Preisdifferenz zu herkömmlichen Verbrennern. Hierbei werden FCEV, insbesondere PKW mit bis zu ca. 17.000 € staatlich gefördert. Zudem treibt der japanische Staat zusammen mit einem Industriekonsortium stark den Aufbau einer nationalen H₂-Infrastruktur voran.

Die Erfahrungen der aufgeführten Länder sollten bei der Entwicklung von stützenden Maßnahmen in Deutschland herangezogen werden.

Angebotssituation FCEV

Vorreiter auf dem Gebiet der FCEV sind aktuell die asiatischen Hersteller Toyota und Hyundai. So fertigt Toyota seit 2014 den Mirai in Serie und hat 2019 die Marke von 10.000, für die bis dahin produzierten Fahrzeuge, durchbrochen. Die zweite Generation des Mirai soll ab 2020 auf den Markt kommen und die Produktionskapazität auf 30.000 Stück pro Jahr erhöht werden. Der Toyota Mirai kostet derzeit um die 76.000 €, der Hyundai Nexo um die 77.000 €. Deutsche Automobilhersteller haben derzeit keine (Serien-) FC-PKW im Portfolio. Es ist jedoch zu erwarten, dass eine Ergänzung des derzeit rein batterieelektrischen Portfolios stattfindet, so planen einige wichtige Hersteller, wie BMW und Audi eine Serienfertigung von FCEV.

Das aktuell noch geringe Angebot an FCEV wird in den nächsten 10 Jahren signifikant steigen.

Zudem ist es wichtig, die Preise der FCEV am Markt unter Berücksichtigung der aktuell stattfindenden Industrialisierung und Vorbereitung einer Massenfertigung einzuordnen. Das Ziel aller Hersteller ist es, in den kommenden 10 Jahren Preise im Bereich der aktuellen Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor zu erreichen. Technologisch steht dieser Entwicklung wie auch bei den Batteriefahrzeugen in Zukunft nichts im Wege, da es hier maßgeblich um die Umstellung einer manufakturähnlichen Produktion auf eine moderne Serienproduktion geht.

Im Rahmen großer Fortschritte in der Industrialisierung der Produktion wird von stark sinkenden Preisen für FCEV ausgegangen.

FC-Busse sind in Kleinserie schon am europäischen Markt verfügbar, dennoch spielen auch hier das eingeschränkte Angebot und die Lieferbarkeit eine stark limitierende Rolle. Nachdem deutsche Nahverkehrsunternehmen den Einsatz von FC-Bussen in den vergangenen Jahren im Rahmen von Pilotprojekten immer wieder getestet haben (z. B. die Hamburger Hochbahn in 2014), leiten nun die ersten Betreiber die Teilumstellung ihrer Flotten ein. So hat die Regionalverkehr Köln GmbH in diesem Jahr insgesamt 37 Wasserstoffbusse des belgischen Herstellers Van Hool und des polnischen Herstellers Solaris in ihre Flotte integriert.

Das derzeit eingeschränkte Angebot an FC-Bussen steht einem erhöhten Interesse am Einsatz H₂-basierter Antriebe im ÖPNV entgegen.

Während im Bereich der leichten Nutzfahrzeuge bereits erste Serienmodelle verfügbar sind (z. B. der Kangoo Z.E. Hydrogen von Renault), befinden sich mit Brennstoffzellen angetriebene schwere LKW derzeit noch in der Pilotphase.

Auch im Bereich der FC-LKW scheinen Toyota und Hyundai der europäischen Konkurrenz einen Schritt voraus zu sein. So plant Hyundai gemeinsam mit dem Konsortium

H₂ Mobility Schweiz den Aufbau einer wasserstoffbasierten Logistikinfrastruktur mit einer Lieferung von 1600 LKW des angekündigten Modells H₂ Xcient bis 2025. Im selben Zeitraum sollen bis zu 4000 FC-LKW an verschiedene Firmen in China geliefert werden.

Allerdings haben inzwischen einige Hersteller, darunter Daimler und Nikola Motors, den Start der Produktion von FC-LKW in Europa für den Zeitraum ab 2025 angekündigt. Kommunale Nutzfahrzeuge sollen bereits ab 2021 von FAUN in Serie produziert werden.

Aufgrund der aktuell geringen Verfügbarkeit von FCEV-Serienfahrzeugen wird auch die Übergangslösung einer nachträglichen Umrüstung von Fahrzeugen untersucht, insbesondere für FC-Busse, FC-LKW und Nutzfahrzeuge. Diese Initiativen werden zum Teil durch den akuten Bedarf der Umstellung von Unternehmens- und kommunalen Flotten getrieben, für die eine Umrüstung von Fahrzeugen schnell zu sichtbaren Ergebnissen führen kann.

Einfluss der COVID-19-Krise auf die Marktdurchdringung von FCEV

Aufgrund der allgemeinen Konsumschwäche hat die COVID-19-Pandemie das Potenzial, die Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland nachhaltig zu verlangsamen, da besonders die Automobilindustrie derzeit enorme Kosten für eine Transformation hin zur Elektromobilität stemmen muss, gleichzeitig aber die Umsätze einbrechen.

Dem entgegen steht, dass aus hygienischen Gründen Nutzer öffentlicher Verkehrsmittel vermutlich vermehrt auf Privatfahrzeuge zurückgreifen bzw. umsteigen.

Durch das Corona-Konjunkturprogramm werden die Zulassungszahlen alternativer Fahrzeuge stark steigen.

Zudem unterstützt die deutsche Bundesregierung weiterhin ambitioniert die Ziele der emissionsfreien Mobilität. Dabei spielt das Corona-Konjunkturprogramm eine wesentliche Rolle für die Förderung von

batterieelektrischen und Brennstoffzellen-Fahrzeugen für Privatkäufer. Im Zuge der starken politischen Unterstützung könnten die kumulierten Zulassungszahlen die präpandemischen Vorhersagen sogar übersteigen.

Bedarfsorientierte Mobilitätsplanung der Wasserstoffinfrastruktur in SH

Die Verfügbarkeit von Betankungsmöglichkeiten ist einer der wichtigsten Faktoren bei der Anschaffung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben und beeinflusst damit auch maßgeblich den Hochlauf von FCEV. Das Gutachten zeigt einen Vorschlag einer Tankstelleninfrastruktur für SH, die bedarfsorientiert, unter der Prämisse eine flächendeckende Versorgung zu gewährleisten, geplant wurde.

Um die H₂-Versorgung von PKW sowie von Bussen und Nutzfahrzeugen zu gewährleisten, werden sowohl Tankstellen mit 350 bar als auch mit 700 bar Tanksystemen benötigt. Im bereits skizzierten Basisszenario garantieren der Aufbau von 29 öffentlichen H₂-Tankstellen mittlerer Größe, 18 öffentlichen Tankstellen kleinerer Größe, drei nicht öffentlich zugänglichen Tankstellen auf Busbetriebshöfen und einer Zugtankstelle die flächendeckende Versorgung bis 2030 in SH.

Ein zusätzlicher Aufbau von bis zu 50 neuen Wasserstofftankstellen sichert den errechneten Wasserstoffbedarf bis zum Jahr 2030 im Basisszenario.

Durch den Aufbau einer gemeinsamen Tankstelleninfrastruktur für den Individualverkehr und öffentliche bzw. private Flotten, können erhebliche Synergieeffekte und Kostenreduktionspotenziale genutzt werden.

Schleswig-Holstein ist Teil des STRING-Korridors, der die Regionen Hamburg über Kopenhagen, Göteborg bis hin zu Oslo verbindet. Gemeinsam wird an der nachhaltigen Entwicklung der Regionen und Städte gearbeitet. Hierunter fällt auch die Minderung der Emissionen durch Personen- und Güterverkehr im Korridor, wofür die Abdeckung mit Wasserstofftankstellen geplant

ist. Die öffentlichen Tankstellenstandorte Handewitt und Lübeck eignen sich zur Abdeckung des STRING-Korridors in SH.

Ein aktuell typisches Betreiberkonzept zum erfolgreichen Bau und Betrieb einer Wasserstofftankstelle besteht aus der Schaffung einer sicheren Abnahmemenge, z. B. durch vertragliche Bindung von Flottenbetreibern. Zusätzlich werden durch die Integration in die Infrastruktur der Initiative H2Mobility weitere, nicht planbare Abnahmemengen generiert.

Ein wichtiges Ziel muss die Schaffung von Planungssicherheit für potenzielle Infrastrukturinvestoren sein.

Hinsichtlich der Versorgung von Tankstellen mit Wasserstoff kann im Rahmen des Gutachtens keine generelle Aussage getroffen werden, ob eine zentrale oder dezentrale Erzeugung von Wasserstoff vorzuziehen ist. Hierbei kommt es stark auf die Lage der Tankstelle, auf die Nähe zu einer bereits vorhandenen Produktion von Wasserstoff und auf das eigentliche Betreibermodell an.

Wirtschaftlichkeitsberechnung für den Betrieb einer bundeslandweiten Tankstelleninfrastruktur

Die Investitionskosten von H₂-Tankstellen liegen für die heute übliche Größe „S“ (300 kg H₂/Tag) je nach Druckniveau bei bis zu 2,3 Mio. € und für die Größe „M“ (500 kg H₂/Tag) bei ca. 3 Mio. € (für 350 & 700 bar). Mit einer steigenden Anzahl realisierter Tankstellen ist bis 2030 mit einer Reduktion auf 1,7 Mio. € für eine 350 & 700 bar Tankstelle der Größe „S“ und 2,1 Mio. € für eine Tankstelle der Größe „M“ zu rechnen.

Unter den in dieser Studie angenommenen Rahmendaten und einer Auslastung von 80 % besteht für eine Tankstelle der Größe „S“ eine jährliche Finanzierungslücke in Höhe von 215.000 €. Für eine Tankstelle der Größe „M“ beträgt die Finanzierungslücke 224.000 €. Auch eine vollständige Auslastung der Tankstellen gewährleistet auf Basis der

angestellten Abschätzung noch keine Wirtschaftlichkeit.

Daher könnten für den Betrieb von H₂-Tankstellen Förderungen z. B. in Form von Investitionszuschüssen notwendig sein. Auch ein Förderzuschuss für Betrieb und Instandhaltung könnte den Aufbau einer H₂-Tankstelleninfrastruktur beschleunigen.

Die geschätzten Gesamtinvestitionen in eine bedarfsorientierte Infrastruktur in SH belaufen sich auf ungefähr 114,5 Mio.€ bis 2030.

Genehmigung von H₂-Tankstellen

Die Genehmigung von H₂-Tankstellen ist innerhalb des bestehenden Rechtsrahmens möglich. Die Identifikation und Anwendung der relevanten Normen sind jedoch komplex und in der Anwendung teils unklar. Zur Ermittlung des zutreffenden Genehmigungsverfahrens ist eine dreistufige Vorprüfung erforderlich, der neben dem Bau-, Arbeitsschutz- bzw. Produktsicherheitsrecht auch das Immissionsschutz- und Fachplanungsrecht zugrunde liegt.

Ein zügiger, flächendeckender Aufbau von H₂-Tankstelleninfrastruktur erfordert einfache und kurze Genehmigungsverfahren. Rechtliche Unklarheiten und Unsicherheiten in der Genehmigungspraxis führen zu (über-)langen Bearbeitungszeiten und sollten beseitigt werden zwecks Optimierung der Verfahrensdauer sowohl durch regulatorische Klarstellungen als auch durch die Bereitstellung von Hilfestellungen, wie z. B. Leitlinien, Anwendungshilfen und die Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle (Task Force) für Genehmigungsfragen.

Handlungsempfehlungen

Viele der für die Durchsetzung der Wasserstofftechnologie relevanten Rahmenbedingungen entziehen sich der direkten Einflussnahme der Landesregierung. Dennoch kann durch lokale Unterstützung die Integration von Wasserstoffantrieben in den Verkehrssektor beschleunigt werden.

Absatzmärkte sichern:

- CO₂-Flottengrenzwerte sukzessiv reduzieren und Überschreitungen sanktionieren
- Mindestquoten an klimafreundlichen Fahrzeugen für kommunale Flotten einführen
- Orientierung an erfolgreichen nationalen und internationalen Markteingriffsmodellen
- Nachfrage nach H₂-Nutzfahrzeugflotten durch die öffentliche Hand schaffen und als Vorbild agieren

Finanziell unterstützen:

- Mit grünen Finanzierungsinstrumenten Investitionshürden und -risiken mindern
- Investitions- bzw. Wartungs- und Instandhaltungszuschüsse für Wasserstofftankstellen realisieren
- Kooperationsmodelle stärken und Akteure zusammenbringen, um Herausforderungen gemeinsam anzugehen

Externe Kosten internalisieren:

- CO₂-Bepreisung fossiler Kraftstoffe weiterentwickeln

Grundlage schaffen:

- Mit bis zu 20 öffentlichen Wasserstofftankstellen bis 2025 die potenziellen landesweiten Bedarfe decken
- Bis zum Jahr 2030 sollten bis zu 50 H₂-Tankstellen neu aufgebaut werden

- Dekarbonisierung des überregionalen Verkehrs durch Ausbau des STRING-Korridors mit Tankstelleninfrastruktur
- Erfahrungen und Expertise durch weitere Demonstrationsprojekte im Bereich alternativer Antriebe bzw. Treibstoffe für den Schiffs- und Zugverkehr gewinnen
- Politische Benachteiligung einzelner klimafreundlicher Technologien vermeiden und Technologieoffenheit anstreben

Vorteile nutzen:

- Lokale Wertschöpfung im Bereich der erneuerbaren Energien nutzen und die gesamte Wertschöpfungskette damit stärken
- Mit bestehender Infrastruktur zum Drehkreuz für Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe werden
- Marketingmaßnahmen ausbauen, um den vorteilhaften Standort SH auszubauen

Politik & Regulierung:

- Verlässliche Signale senden z. B. über eine vorausschauende Wasserstoff-Strategie
- EU-Vorgaben (z. B. RED II, CVD) ambitioniert in nationales Recht umsetzen
- Einen progressiv steigenden CO₂-Preis, über die aktuellen Planungen im Klimaschutzprogramm der Bundesregierung hinaus, anstreben
- Ziele für den flächendeckenden Ausbau von H₂-Infrastruktur festlegen
- Spielräume des Beihilfenrechts nutzen, um den Infrastrukturaufbau zu stützen
- Genehmigungen für H₂-Infrastrukturen vereinfachen und eine zentrale Anlaufstelle für Genehmigungsfragen einrichten.

Dieses Gutachten wurde erstellt durch:



umlaut energy GmbH
Am Kraftversorgungsturm 3
D-52070

Thomas Nauhauser
Felix Schimek
Marvin Heimann



EMCEL GmbH
Brüsseler Straße 85
D-520672 Köln

Marcel Corneille
Johannes Kuhn
Bjarne Heidelberg



Becker Büttner Held
Rechtsanwälte
Wirtschaftsprüfer
Steuerberater PartGmbH
Kaiser-Wilhelm-Straße 93
20355 Hamburg

Thomas Schmeding
Jan-Hendrik vom Wege
Dr. Dörte Fouquet



ETC Energy Transition
Consulting GmbH
Sperberweg 2
52076 Aachen

Dr. Martin Robinius
Dr. Bastian Gillessen

Im Auftrag des

Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Arbeit, Technologie und Tourismus

über das

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung

des Landes Schleswig-Holstein.

Dezember 2020