

2019

# Konzept zur Nutzung von Wasserstoff in Cuxhaven und im Elbe-Weser-Raum



Hydrogentle

Agentur für Wirtschaftsförderung  
 **Landkreis Cuxhaven**  
*Aktiv für die Wirtschaft!*

Hydrogentle GmbH

17.6.2019

## Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage .....	3
2. Ziel .....	4
3. Produktion .....	5
4. Verteilung/Speicherung .....	6
5. Nutzung .....	8
5.1. Landstromversorgung von Schiffen.....	9
5.2. Notstromversorgung .....	11
5.3. Schiffe für den Tourismus.....	11
5.4. Wasserstoff für die industrielle Anwendung.....	12
5.5. Abwärmenutzung .....	13
5.6. Kläranlage .....	13
5.7. Wasserstofftankstelle Cuxhaven .....	14
5.8. Öffentlicher Nahverkehr, Versorgungsbetriebe, Logistik.....	17
6. Akteure und Aktivitäten in Cuxhaven.....	21
6.1. Akteure .....	21
6.2. Aktivitäten .....	22
7. Zeitschiene .....	23

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schematische Darstellung einer grünen Wasserstoffinfrastruktur .....	4
Abb. 2: Wasserstoffpotenziale für den Cuxhavener Hafen.....	9
Abb. 3: Typische Auslegung Landstromversorgung für Kreuzfahrtschiffe .....	10
Abb. 4: Landstromversorgung mittels Brennstoffzelle .....	10
Abb. 5: Übersicht geplanter Autohof Cuxhaven .....	14
Abb. 6: BLUEPOWER Müllfahrzeug von FAUN .....	18
Abb. 7: Kehrmaschine von FAUN .....	18
Abb. 8: Brennstoffzellen-Bus A330 von van Hool .....	19
Abb. 9: Brennstoffzellen-Bus Urbino 12 Hydrogen von SOLARIS.....	19
Abb. 10: Brennstoffzellen-Frontstapler RX 60 von STILL.....	20
Abb. 11: Brennstoffzellen-Stapler von Linde.....	20

## 1. Ausgangslage

Alle Länder der Welt haben sich 2015 in Paris in einer gemeinsamen Erklärung dazu bekannt die weltweite Erderwärmung langfristig auf deutlich unter zwei Grad zu begrenzen. Auf Druck einer Staaten-Gruppe, die akut vom Versinken durch den ansteigenden Meeresspiegel bedroht ist, wurde die Absicht in die Erklärung aufgenommen, dass Anstrengungen zu unternehmen sind die zu einer Begrenzung des Temperaturanstiegs auf sogar nur 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau führen. Ein Vorsatz, keine Verpflichtung. Dennoch, diese Erklärung leitet in ihrer Entschiedenheit das Ende der Ära der fossilen Energieträger (Dekarbonisierung) ein. Um das zu erreichen muss auf allen Ebenen (staatlich, regional und kommunal) wirksame Anstrengungen unternommen werden.

Seit einiger Zeit nimmt die Diskussion um Wasserstoff deutlich an Fahrt auf. Etliche Projekte aus den Bereichen Produktion, Logistik und Speicherung sowie Transport/Mobilität sind umgesetzt, kommen zur Umsetzung oder werden in absehbarer Zeit realisiert. So ist bei H+R Ölwerke Schindler in Hamburg bereits eine 5 MW Elektrolyse in Betrieb genommen worden und im Rheinland wird Shell 2019 eine 10 MW Elektrolyse in einer Raffinerie errichten. Die Städte Köln und Wuppertal haben die Beschaffung von Brennstoffzellenbussen für ihren Nahverkehr beschlossen. Insbesondere erfahren Projekte und Produkte, die das Thema Wasserstoff für jeden nutz- und erlebbar machen besondere Aufmerksamkeit, so wie das vor allem im Mobilitätssektor der Fall ist. So hat Mitte September 2018 der erste wasserstoffbetriebene Zug Deutschlands zwischen Buxtehude und Cuxhaven seinen Betrieb aufgenommen. Dieselbetriebene Züge auf Strecken ohne Elektrifizierung können nun durch eine umweltfreundliche Alternative ersetzt werden. Auch in Hessen werden ab Ende 2022 Brennstoffzellenzüge von Alstom auf nicht elektrifizierten Mittelgebirgsstrecken im Taunus im Einsatz sein. Aber auch bei der individuellen Mobilität gibt es erste Angebote aus Serienproduktion, wie die Fuel Cell-Modelle von Hyundai (Nexo) und Toyota (Mirai) beweisen. Einhergehend hiermit geht auch der Ausbau des Tankstellennetzes voran. Ende 2018 waren 60 Tankstellen in Deutschland in Betrieb. Damit besitzt Deutschland aktuell weltweit das zweitgrößte Wasserstofftankstellennetz, nur übertroffen von Japan mit 96 Tankstellen. Zum Vergleich: es gibt in Deutschland laut ADAC 14.118 Tankstellen an denen Benzin, Diesel, Erdgas oder Autogas angeboten werden. Zu beachten ist bei dem Vergleich allerdings, dass auf den Tankstellen generell mehrere Tanksäulen stehen, an denen jeweils mehrere unterschiedliche Kraftstoffsorten getankt werden können. Die Zahl der Tankpunkte pro Kraftstoffsorte und Tankstelle ist somit noch weitaus höher.

Für einen vollständigen Übergang von einer auf fossilen Brennstoffen basierenden Wirtschaft hin zu CO<sub>2</sub>-freien Energieträgern müssen jedoch noch weitere, größere und ambitioniertere Schritte gegangen werden. Cuxhaven hat sich hierzu entschlossen. Eine am 5. September 2018 unterzeichnete gemeinsame Erklärung aller Cuxhavener Verbände bekräftigt diesen Willen erneuerbare Energien und moderne Technologien einzusetzen, für eine saubere Umwelt. Diese Initiative ist auch im Zusammenhang mit der großen Bedeutung des Tourismus für Cuxhaven und Niedersachsen zu sehen. So wurde im Januar 2016 die Spezifische Handlungsstrategie 2020 – Stadt und Landkreis Cuxhaven vorgestellt. Auch hierin spielt die nachhaltige Entwicklung eine wichtige Rolle. Die Förderung eines CO<sub>2</sub>-freien Verkehrs und die Erhöhung der umweltfreundlichen Mobilität für Urlaubsgäste sind hierin explizit als Handlungsansätze genannt.

Für eine vollständige Umsetzung der Energiewende, muss sowohl eine Optimierung als auch eine Verzahnung der Energienutzung in den drei energiewirtschaftlichen Sektoren Strom, Wärme und Verkehr vorangetrieben werden, um das übergeordnete Ziel der Dekarbonisierung erreichen zu

können. Wasserstoff kann hierbei seine Stärke als Energieträger ausspielen, um Elektrizität zu erzeugen, Wärme bereitzustellen und Mobilität umweltverträglicher zu gestalten. Technologien, wie Power to Heat, Power to Gas oder die Brennstoffzelle schaffen Synergien zwischen den Sektoren. Die Sektorkopplung ist somit der Schlüssel zu einer vollständigen Energiewende.

Dabei spielt es erstmal keine Rolle wie der Wasserstoff erzeugt wurde. Stellt man allerdings Wasserstoff aus erneuerbaren Energien her, kann dieser als klimaneutraler Energiespeicher fungieren. Die so gespeicherte Energie kann bei Bedarf genutzt werden. Auf diese Weise wird ein Ausgleich geschaffen zwischen den starken Schwankungen auf der Produktionsseite und der relativen Konstanz auf der Verbrauchsseite. So wird Solar- und Windstrom grundlastfähig und die Energie kann zur richtigen Zeit am richtigen Ort eingesetzt werden. Verwendet man zur Wasserstoffherstellung auch noch das Verfahren der Elektrolyse von Wasser kann grüner Strom grün bleiben.

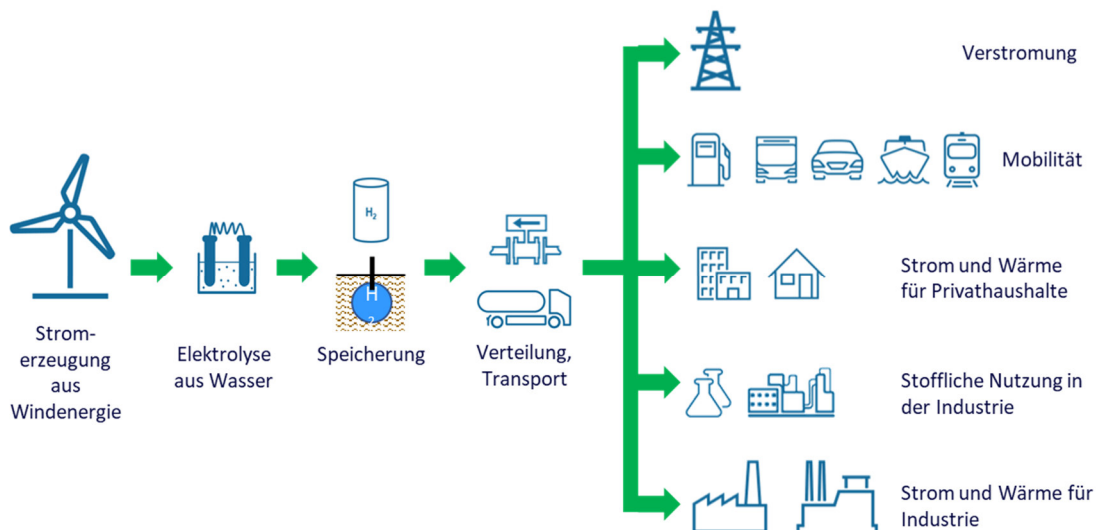


Abb. 1: Schematische Darstellung einer grünen Wasserstoffinfrastruktur

Das vorliegende Konzept zeigt Anwendungsmöglichkeiten von Wasserstoff auf, die sich heute oder in der Zukunft umsetzen lassen. Cuxhaven ist dabei nicht nur geografischer Ausgangs- und Mittelpunkt eines Aufbaus einer weiterreichenden Wasserstoffwirtschaft. Der Elbe-Weser-Raum ist als angrenzender Wirtschaftsraum und Standort für die Energieerzeugung berücksichtigt.

## 2. Ziel

Ausgehend von veränderten Rahmenbedingungen bezüglich der Nutzung von fossilen Energieträgern (u.a. Fahrverbote, verbindliche Reduktion der Treibhausgase, Vereinbarung zur Eindämmung der Erderwärmung) und der damit verbundenen Dringlichkeit neuer regenerativer Energiekonzepte sowie der aktuellen Tourismusstrategie (*Regionales Tourismuskonzept 2020* im Rahmen der *Spezifischen Handlungsstrategie 2020*), bildet dieses Konzept den Start für einen in mehreren Phasen unterteilten Prozess an dessen Ende ein *Masterplan Wasserstoff Cuxhaven* stehen wird. Die erste Phase war nicht

öffentlich und diene im Wesentlichen zur Schaffung von Grundlagen für die zweite Phase. Hierauf aufbauend steht Phase zwei für die Identifizierung von Akteuren und Aktivitäten. Es sollen Rahmenbedingungen geschaffen und aktuelle Initiativen vorgestellt werden, um ein verbindendes Miteinander von Akteuren aufzubauen. Gemeinsam sollen in Phase drei konkrete Projekte zur Umsetzung kommen, die neue Geschäftsfelder und Wertschöpfungsketten für Cuxhaven hervorbringen.

Am Ende steht ein *Masterplan Wasserstoff Cuxhaven*, der unter Federführung und in Abstimmung mit der Stadt Cuxhaven (Agentur für Wirtschaftsförderung) erstellt wird. Der Masterplan beschreibt detaillierter einzelne Maßnahmen und Projekte der Wasserstoffnutzung. Ebenso werden weitere Aspekte, wie Arbeitsmarkteffekte oder die Inanspruchnahme von Förderprogrammen beschrieben.

Der Masterplan zeigt Wege auf, wie eine wirtschaftliche Nutzung von Wasserstoff in Cuxhaven umgesetzt werden kann. Damit können, nach der Offshore-Windindustrie, weitere wirtschaftliche Impulse gesetzt werden. Als dynamischer und zukunftsorientierter Standort bietet Cuxhaven gute Voraussetzungen, um eine bedeutende Rolle in Norddeutschland im Zukunftsmarkt Wasserstoff einzunehmen.

### 3. Produktion

Davon ausgehend, dass Wasserstoff bei der „Verbrennung“ lokal keine Emissionen verursacht, und somit CO<sub>2</sub>-frei ist, sollte konsequenterweise der Strom zur Herstellung von Wasserstoff auch aus CO<sub>2</sub>-freien Quellen stammen. Auf diese Weise erhält man grünen Wasserstoff. Daher legen wir bei der Betrachtung zugrunde, dass der benötigte Strom aus Onshore-Windenergieanlagen (WEA) kommt. Insbesondere für Betreiber von Windenergieanlagen, die ab 2021 nicht mehr nach EEG gefördert werden, ergeben sich hier neue Marktchancen.

Aber auch mit Offshore-Windenergieanlagen können, mit dem seit 1. Januar 2019 geltenden Wind-auf-See-Gesetz, neue Geschäftsfelder erschlossen werden. Der Bau eines Offshore-Windparks ohne Netzanbindung ist nun möglich. Der so erzeugte Strom kann eigens für den Betrieb einer Elektrolyse genutzt und große Mengen Wasserstoff hergestellt werden, da im Vergleich zu Onshore-Windenergieanlagen etwa doppelt so viele Volllaststunden zur Verfügung stehen.

Da für den Bau eines Offshore-Windparks mehrere Jahre für Planung, Genehmigung und Installation nötig sind, ist dies eher eine mittelfristige Option. Bei der Nutzung von Onshore-Wind sieht es dagegen ganz anders aus. In den letzten 20 Jahren gab es einen starken Ausbau der Windenergie an Land. Bedingt durch die guten Windbedingungen wurden insbesondere in Norddeutschland viele Windenergieanlagen aufgestellt, auch im Raum Cuxhaven und im Elbe-Weser-Raum. In Deutschland fallen bis Ende 2025 rund 15.000 WEA aus der Förderung raus, etwa 32% (ca. 4.800 WEA) davon stehen in Niedersachsen. Im Großraum Cuxhaven stehen über 350 WEA, etliche davon erreichen bereits Ende 2020 ihre Höchstfördergrenze von 20 Jahren. Diese Anlagen können zur Stromlieferung für die Wasserstoffherzeugung genutzt werden. Der direkte Strombezug aus der WEA führt zu Kostenvorteilen. Es muss nur eine reduzierte EEG-Umlage bezahlt werden. Stromsteuer, Netzentgelte und Konzessionsabgaben fallen gar nicht an. Auch aus technischer Sicht steht dem nichts entgegen, können sie doch durchaus noch weitere 5 oder 10 Jahre laufen. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass Wind nicht permanent weht und somit nicht immer zur Verfügung steht. Dies beschränkt die Laufzeit der Elektrolyse, wenn der Strom nur aus der Windenergieanlage kommt.

Um die Laufzeit des Elektrolyseurs zu erhöhen, muss also Strom aus anderen Quellen zugeführt werden. Eine Möglichkeit ist der Bezug aus dem öffentlichen Netz. Dieser Strom ist aber auch mit fossilen Anteilen aus Kohle und Gas vermischt, so dass man nicht mehr von grünem Wasserstoff sprechen kann. Eine andere Möglichkeit ist der Zukauf von Windstrom von einem Direktvermarkter. Ein Direktvermarkter kauft Strom von den Windparkbetreibern und verkauft ihn weiter an die Abnehmer. Der Direktvermarkter agiert quasi als Energieversorgungsunternehmen und übernimmt auch den Ausgleich des Bilanzkreises durch ein sogenanntes Fahrplanmanagement. Dieses ist notwendig da die ins Netz eingespeiste Energiemenge der gleichzeitig aus dem Netz verbrauchten Energiemenge entsprechen muss. Ein Windenergieanlagenbetreiber muss täglich anmelden, welche Windstrommenge er einspeisen wird. Kommt es nun zu einer Abweichung der gemeldeten Menge muss entweder die Anlage abgeschaltet oder Windstrom zugekauft werden. Dieses tägliche Überwachen der Produktionsmenge und das rechtzeitige Reagieren auf Abweichungen, kann ein einzelner kleiner Windenergieanlagenbetreiber nicht leisten. Dafür gibt es die Direktvermarkter. Die Kombination aus Direktbezug aus der WEA und Bezug über einen Direktvermarkter führt zu einer Steigerung der Volllaststunden bei der Wasserstoffproduktion.

Ausgangspunkt einer nachhaltigen Wasserstoffinfrastruktur ist also die Nutzung der erneuerbaren Energien als Stromlieferant für die Elektrolyse. Die Elektrolyse selbst ist das verfahrenstechnisch einfachste und effizienteste Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff. Die Wasserelektrolyse und die Brennstoffzelle basieren auf denselben elektrochemischen Prinzipien – durch Umkehrung der Stromrichtung wird Energie verbraucht (Elektrolyse) bzw. abgegeben (Brennstoffzelle).

Die Wasserelektrolyse bzw. die Polymer-Elektrolyt-Membran-Elektrolyse (PEM) ist grundsätzlich das beste Verfahren, wenn Strom aus volatilen Quellen bezogen wird, da sie sekundenschnell auf sich verändernde Strommengen reagieren kann, beispielsweise wenn nach einer Flaute die WEA wieder Strom produziert.

## 4. Verteilung/Speicherung

Wasserstoff lässt sich auf verschiedene Weise speichern und transportieren. Je nach Distanz und Menge sind unterschiedliche Speicher- und Transportsysteme sinnvoll. So kann sowohl die Speicherung als auch der Transport von Wasserstoff im gasförmigen oder im flüssigen Zustand erfolgen, in Behältern mit hohem oder niedrigem Druck, per LKW oder in einer Pipeline. Auch die Speicherung bzw. der Transport in einer Flüssigkeit ist möglich. Hierbei wird der Wasserstoff in einer speziellen Trägerflüssigkeit (LOHC) eingebettet. Grundsätzlich kann man sagen, dass sich Wasserstoff sicher, nahezu verlustfrei und über einen langen Zeitraum speichern lässt.

### **Exkurs: Sicherheit von Wasserstoff**

*Wasserstoff ist das leichteste Element und ist 14-mal leichter als Luft. Es hat sehr kleine Moleküle, wodurch es leicht durch Behälterwände diffundieren kann. Mit der richtigen Materialauswahl kann man das limitieren.*

*Bei einem Austritt aus einem Speichertank vermischt sich Wasserstoff sehr schnell mit der Luft und entweicht dabei immer nach oben, was das Gefahrenpotenzial erheblich reduziert.*

Wasserstoff ist nicht selbstentzündlich. Damit es zu einer Explosion kommt, bedarf es immer zwei weiterer Zutaten: einem sogenannten Oxidator, z.B. Luft, reinem Sauerstoff oder Stoffen wie Chlor und einer Zündquelle, z.B. ein Funken, der elektrisch oder mechanisch (Reibung, Schlag) erzeugt wurde. Wenn unter atmosphärischen Bedingungen 4% Wasserstoff in einer Luftatmosphäre vorhanden sind, kann dieses Gemisch mit einem Zündfunken zum Brennen gebracht werden. Ein explosives Gemisch entsteht erst bei einem Wasserstoffanteil von mindestens 18%. Beträgt der Wasserstoffanteil im Gemisch 75% ist eine Zündung wegen Sauerstoffmangels nicht mehr möglich. Wasserstoff brennt schnell ab und erzeugt dabei eine sehr fahle Flamme mit einer geringen Wärmeentwicklung. Für Menschen, die sich in der Nähe der Flamme aufhalten, besteht nur eine geringe Gefahr sich daran zu verbrennen und benachbarte Gegenstände fangen nicht so leicht Feuer.

In einem Druckspeichertank (wie in einem PKW) befindet sich kein Sauerstoff (im Gegensatz zu einem Benzintank, bei dem die verbrauchte Flüssigkeit durch Luft ersetzt wird), mit dem der Wasserstoff verbrennen könnte. Sollte es zu einem brennenden Austritt von Wasserstoff aus einem Druckspeichertank kommen, führt das eher zu einer Abkühlung des Behälters, ein Bersten des Behälters ist hingegen ausgeschlossen.

Fazit: Das „Gefahrenpotential“ von Wasserstoff ist nicht größer als das von Erdöl oder Erdgas. Es gehen von ihm keine außergewöhnlichen Gefahren aus, was sich auch dadurch zeigt, dass es in Deutschland keine anderen Sicherheitsvorschriften für Wasserstoff gibt als für andere brennbare Gase.

**Gasförmiges Speichern/Transportieren:** Maßgeblich für die speicherbare Wasserstoffmenge ist der Speicherdruck. Ein niedriger Speicherdruck führt zu einer geringeren Speichermenge. Ist der Speicherdruck hoch, erhöht sich auch die speicherbare Wasserstoffmenge. Der Druck bestimmt aber nicht nur die Speichermenge, sondern damit einhergehend auch die Anzahl von Transporten bzw. den Flächenbedarf von Drucktanks. Je höher der Speicherdruck, desto weniger Transporte fallen an bzw. desto geringer ist die Anzahl der benötigten Tanks. Aber zu beachten ist auch, je höher der Druck desto höher sind die Speicherkosten. Es ist also eine Sache der Abwägung von Kosten bei welchem Druck eingespeichert werden soll.

**Flüssiges Speichern/Transportieren:** Mit dem Verflüssigen des Wasserstoffs erreicht man eine hohe Energiedichte, die vorteilhaft ist für das Speichern/Transportieren. Auch der Speicherdruck ist niedriger als bei der gasförmigen Alternative. Allerdings ist für das Verflüssigen ein sehr hoher Energieaufwand notwendig. Er beträgt etwa ein Drittel der in der zu verflüssigten Wasserstoffmenge eingespeicherten Energie. Die Energiemenge ist so groß, dass es fast schon als unwirtschaftlich angesehen werden kann, Wasserstoff zu verflüssigen. Außerdem müssen die Tanks aufwändig isoliert werden, damit sie die zum Verflüssigen notwendige niedrige Temperatur von  $-252\text{ °C}$  (bei Umgebungsdruck) lange halten können. Des Weiteren muss Druck und Temperatur des Flüssigwasserstoffs ständig kontrolliert und korrigiert werden, weil es zu Rückvergasungsprozessen im Tank kommt, dem sogenannten Boil-off-Effekt, der auftritt, wenn die Temperatur sinkt und der Druck steigt. Ständige Kontrollen und das Ablassen des Boil-off-Gases müssen sichergestellt sein.

**Pipeline:** Wenn lange Wege zu überbrücken sind und an der Verbrauchsstelle Wasserstoff stetig abgenommen wird ist die Pipeline die geeignetste Form des Transportes. Hierbei wird der Wasserstoff gasförmig durch das Rohrsystem geleitet. Die Kosten eines Pipelinebaus werden einerseits durch Gesamtlänge und Wandstärke der Pipeline bestimmt. Andererseits aber auch durch die Auswahl des Materials, dass durch zwei wesentliche Effekte beeinflusst wird, der Permeabilität und der Wasser-



stoffversprödung des Materials. Während die Permeabilität für Leckagen aus dem Rohr verantwortlich ist, hat die Wasserstoffversprödung einen Einfluss auf die Langzeitstabilität des Rohrsystems. Tendenziell kommen eher teurere, legierte Stähle zum Einsatz.

Generell können auch ehemalige Erdgaspipelines genutzt werden, die vielleicht vor Ort schon vorhanden sind. In jedem Fall müssen vor der Umwidmung Untersuchungen hinsichtlich der verwendeten Materialien und der Dichtungen durchgeführt und gegebenenfalls Anpassungen vorgenommen werden.

**LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier):** Mittels einer chemischen Reaktion wird Wasserstoff an einen flüssigen organischen Wasserstoffträger, dem LOHC, gebunden. Diesen Prozess nennt man Hydrierung. Es gibt mehrere geeignete LOHC-Materialien, wie beispielsweise Dibenzyltoluol. Mit diesem Verfahren können sehr große Mengen Wasserstoff gespeichert bzw. transportiert werden. Am Nutzungsort wird der Wasserstoff mittels Dehydrierung wieder vom LOHC getrennt. Beim Trennungsprozess muss relativ viel Energie in Form von Wärme zugeführt werden, während bei der Hydrierung Wärme freigesetzt wird, die genutzt werden kann. Bilanziell gesehen ist die abgegebene und zugeführte Wärmemenge gleich groß. Das Trägermaterial kann mehrfach wiederverwendet werden bis es endgültig ersetzt werden muss.

Welche Transport- und Speicherlösung die beste ist, hängt stark von dem jeweiligen Projekt ab und muss individuell darauf abgestimmt werden.

## 5. Nutzung

Wasserstoff lässt sich auf unterschiedliche Weise nutzen. In der Industrie braucht man ihn zur Herstellung von Ammoniak, in Raffinerien zum Cracken von Rohöl in die Nachprodukte, in der Eisen- und Stahlindustrie zum Tempern und Schutzgasschweißen sowie in der Margarineherstellung oder als Kühlmittel. Gasförmig dient er als Treibstoff für Fahrzeuge oder man kann ihn durch Methanisierung als synthetisches Erdgas ins Erdgasnetz einspeisen und so zur Wärmeversorgung nutzen. Natürlich lässt sich auch mittels einer Brennstoffzelle Strom daraus erzeugen. Heutzutage ist die gängigste Nutzungsform immer noch die stoffliche Nutzung in der Industrie.

Aber auch Anwendungen im maritimen Sektor sind möglich, beispielsweise kann über eine Brennstoffzelle die Landstromversorgung von Schiffen während der Liegezeit im Hafen sichergestellt werden. Auch eine Umrüstung auf Brennstoffzellenantrieb von touristisch genutzten Schiffen ist denkbar.

Städte, wie Cuxhaven können über die Anschaffung von kommunalen Fahrzeugen mit Brennstoffzellenantrieben eine Verringerung der Emissionen erreichen.

Die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten des Wasserstoffs in Cuxhaven und dem Elbe-Weser-Raum werden im Folgenden vorgestellt.

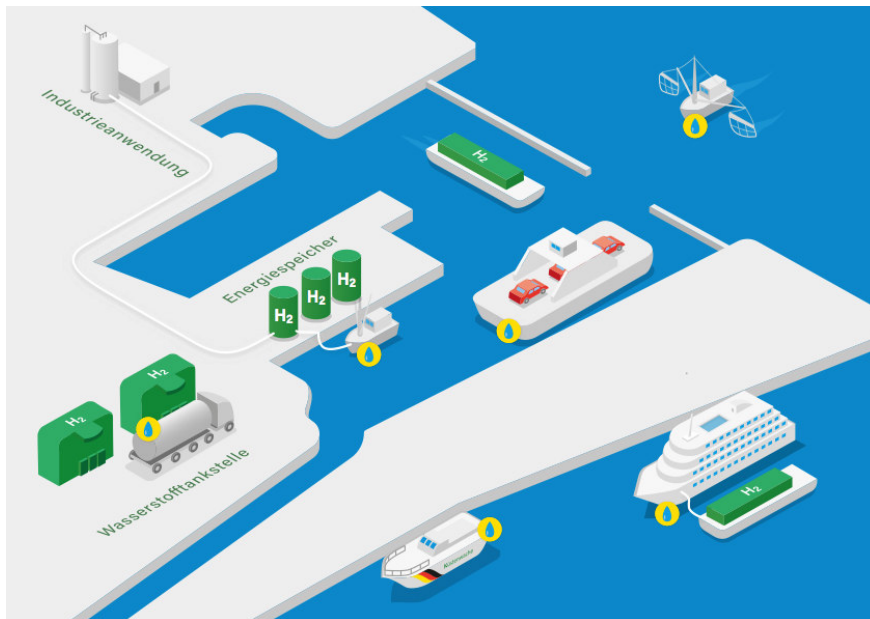


Abb. 2: Wasserstoffpotenziale für den Cuxhavener Hafen

## 5.1. Landstromversorgung von Schiffen

**Zielgruppe:** Roll-on/Roll-off-Schiffe, Schiffe der Offshore-Windindustrie, Kreuzfahrtschiffe (langfr.)



**Umsetzung:** Während der Liegezeit im Hafen wird das Schiff an eine Stromversorgung an Land angeschlossen, die den notwendigen Strom für die Bordversorgung liefert. Der Strom wird aus Wasserstoff mittels einer Brennstoffzelle hergestellt.

Cuxhaven hat bereits eine Landstromversorgung am Liegeplatz 9.3, die aus dem öffentlichen Stromnetz gespeist wird. Cuxhaven ist damit der erste Hafen, der fünf niedersächsischen Seehäfen der Betreibergesellschaft Niedersachsen Ports, der eine solche Anlage betreibt. Für eine Landstromversorgung gibt es mehrere potenzielle Anwendungsmöglichkeiten für Schiffe im überregionalen Schiffsverkehr:

- Roll-on-/Roll-off-Schiffe, die Container, Fahrzeuge und Stückgut, wie Holz, Papier und Stahl von Cuxhaven nach Skandinavien, Großbritannien und in den Ostseeraum bringen
- Schiffe für die Installation und die Versorgung von Offshore-Windparks (z.B. Jack-up-Schiffe)
- Schiffe für den Transport von Stück- und Massengütern aus dem Neuen Fischereihafen

Üblicherweise versorgen sich Schiffe, während ihrer Liegezeit im Hafen über die bordeigenen Hilfsdiesel und die Generatoren selbst mit Strom. Bei einem ununterbrochenen Betrieb der Aggregate kommt es zu einer erheblichen Belastung der Luft mit Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid. Landstromanlagen sind auf das Mittelspannungsnetz des öffentlichen Stromnetzes ausgelegt, um die Stromversorgung aller gängigen Mittelspannungsnetze der Schiffe sicherzustellen. Die Station besteht aus zwei Transformatoren und einem Konverter, die den Wechselstrom aus dem öffentlichen Netz (400 V/50 Hz) in Schiffstrom (440 V/60 Hz) umwandeln.

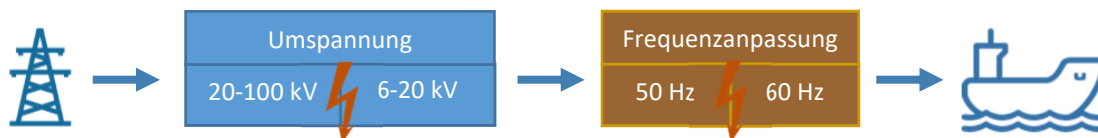


Abb. 3: Typische Auslegung Landstromversorgung für Kreuzfahrtschiffe

Standardmäßig beziehen Landstromanlagen ihren Strom aus dem öffentlichen Netz. Jedoch konnte man im Hamburger Hafen beobachten, dass diese Art der Stromversorgung kaum genutzt wird, da sie für die Reedereien sehr teuer ist. Das liegt an einer der Nutzung widersprechenden Gesetzeslage. Um eine Netzüberlastung zu vermeiden hat der Gesetzgeber eine Regelung erlassen, die dafür sorgt, dass ab einer bestimmten Uhrzeit die Netzentgelte sehr stark ansteigen, weil ab dem Zeitpunkt sehr viele Verbraucher große Mengen Strom aus dem Netz entnehmen. Über die Erhöhung der Netzentgelte sollen die Großverbraucher dazu bewogen werden, den Strom hauptsächlich in den Randzeiten (früh morgens und spät abends) abzunehmen und nicht während der Hauptzeit. Wenn das doch geschieht, führt es für die Reederei oder die Kreuzfahrtgesellschaft zu einem überproportionalen Anstieg der Stromkosten, in der Hauptzeit, im Gegensatz zu den dann moderaten Kosten in den Randzeiten. Die Landstromversorgung beschränkt sich somit nur auf ein paar Stunden am Tag, wenn sie denn überhaupt genutzt wird, und erstreckt sich nicht über die gesamte Liegezeit im Hafen. Am Ende laufen die Hilfsdiesel mit den bekannten Nachteilen für Schadstoff- und Lärmemissionen.

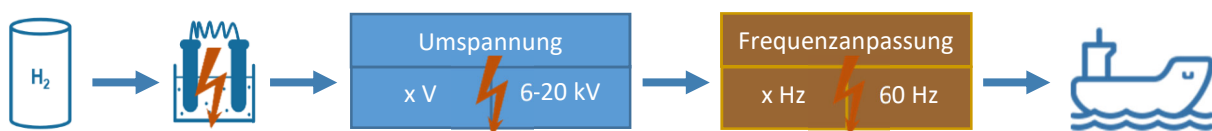
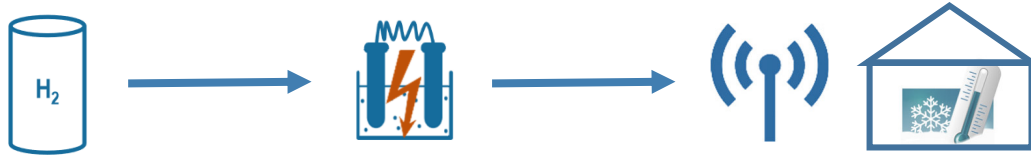


Abb. 4: Landstromversorgung mittels Brennstoffzelle

Um zu einer abgasfreien, leiseren und wirtschaftlicheren Stromversorgung zu kommen ist es notwendig eine Landstromversorgung unabhängig vom öffentlichen Netz einzurichten. Der benötigte Strom kann mit einer Brennstoffzelle erzeugt werden (s. Abbildung 4). Je nach Auslegung kann man den Wasserstoff in einem Tank bereitstellen oder er wird vor Ort mittels Elektrolyse erzeugt. Mit dieser Maßnahme können die Schiffsdiesel während der Liegezeit ausgeschaltet bleiben.

## 5.2. Notstromversorgung

*Zielgruppe:* Telekommunikationsunternehmen, Kühlhäuser, andere kritische Infrastruktur



*Umsetzung:* Kritische Einrichtungen, wie Kühlhäuser, Serverstationen oder Mobilfunkanlagen können mit einer eigenen Unterbrechungsfreien Notstromversorgung (USV) mittels einer Brennstoffzelle im Falle eines Stromausfalls versorgt und in Betrieb gehalten werden.

## 5.3. Schiffe für den Tourismus

*Zielgruppe:* Passagierschiffe für Rundfahrten, Fähren



*Umsetzung:* Zahlreiche Schiffe, fahren in und um Cuxhaven auf festgelegten Routen. Diese Fahrten beginnen und enden in Cuxhaven und haben überwiegend ein festes Routenprofil. Für solche Schiffe bietet sich aufgrund ihrer Größe, ihres Routenprofils und ihres Einsatzzweckes eine Umrüstung bzw. eine Ersatzinvestition mit einem wasserstoffbasierten Antrieb an. Für Touristen können CO<sub>2</sub>-freie Schiffsfahrten angeboten werden. Über eine im Hafen installierte Wasserstofftankstelle werden die Schiffe betankt. Ein Vorteil ist, dass aufgrund der festen Routen die Wasserstoffverbrauchsmengen der Schiffe gut kalkulierbar sind.

Über die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW) werden F&E-Vorhaben zur Stärkung der Elektrifizierung in der Schifffahrt (Binnen- und Küstenschifffahrt) gefördert. Insbesondere KMU sind zur Bewerbung aufgefordert.

### **Aktuell im Einsatz:**

#### Linienverkehr

MS Flipper (Cassen Eils) -> Fahrgastschiff zur Insel Neuwerk

MS Helgoland (Cassen Eils) -> Fähre nach Helgoland

## Ausflugsverkehr

MS Flipper (Cassen Eils) -> Seehundsbänke, Nord-Ostsee-Kanal

MS Atlantis (Cassen Eils) -> Seehundsbänke, Hafenrundfahrten

MS Otter (Herbon) -> Hafenrundfahrten

MS Störtebecker (Herbon) -> Seehundsbänke, Hafenrundfahrten

Jan Cux (Narg), Jan Cux II (Narg) -> Seehundsbänke, Hafenrundfahrten

## 5.4. Wasserstoff für die industrielle Anwendung

*Zielgruppe:* Industrieunternehmen in Cuxhaven



*Umsetzung:* Bei der Herstellung von Wasserstoff entsteht Wärme, die in industriellen Prozessen verwendet werden kann. Darüber hinaus wird Wasserstoff für folgende industrielle Prozesse eingesetzt:

- In der Werkstückherstellung/-bearbeitung, um
  - ein schnelles Abkühlen der Werkstücke zu erreichen
  - bei der Bearbeitung von Werkstücken in Wärmebehandlungsöfen den Werkstücken eine glänzende Oberfläche zu geben
  - Stahl zu härten
- Beim Verarbeiten von schwerem Rohöl zu Kraftstoffen
- In der Metallverarbeitung und hier insbesondere beim Plasmaschweißen/-schneiden von nichtrostenden Stählen, Wasserstoff wird hier als Schutzgas eingesetzt
- Zur Herstellung von gehärteten Fetten aus Pflanzenöl, z.B. in der Margarineherstellung
- Als Packgas (ein in der Verpackung befindliches Gas, dass zur Erhaltung der Frische des Nahrungsmittels dient) und Treibgas (hilft dabei ein Nahrungsmittel aus seiner Verpackung zu pressen) in der Lebensmittelindustrie
- Bei der Herstellung von Zuckeralkoholen

Gasförmiger und flüssiger Wasserstoff wird in folgenden Industrien eingesetzt:

- Automobilindustrie
- Energieversorgung
- Raffinerien
- Metallverarbeitung
- Lebensmittelindustrie

Bei der elektrolytischen Herstellung von Wasserstoff wird auch Sauerstoff freigesetzt, der sich industriell nutzen lässt (s. Kap. 5.6).

## 5.5. Abwärmenutzung

*Zielgruppe:* Gewerbebetriebe, Schulen, Bäder

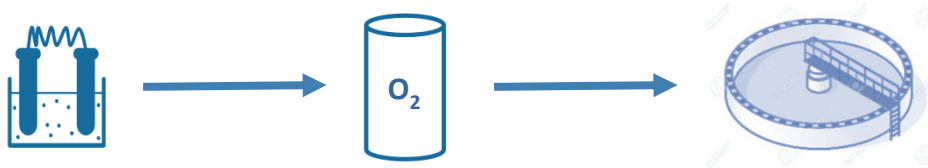


*Umsetzung:* Bei der Elektrolyse entsteht auch Abwärme, die als Wärme anderweitig genutzt werden kann. Die Abwärme wird abgeführt und über einen externen Wärmetauscher nutzbar gemacht. So kann die Elektrolyse im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung einen Beitrag zur klimafreundlichen Wärmeerzeugung von Gebäuden leisten. Ebenso ist ein Einsatz als Prozess- oder Nutzwärme in gewerblichen Unternehmen möglich. Beispielsweise kann eine Gärtnerei die Wärme nutzen, um Gewächshäuser zu beheizen oder eine Brauerei kann sie für den Gärprozess einsetzen. In einem Schwimmbad könnte mit dem Wärmeeintrag das Wasser der Schwimmbecken beheizt werden.

Mit der weiteren Verwendung der Abwärme lässt sich zudem der Wirkungsgrad der Elektrolyse deutlich erhöhen.

## 5.6. Kläranlage

*Zielgruppe:* Kläranlagenbetreiber

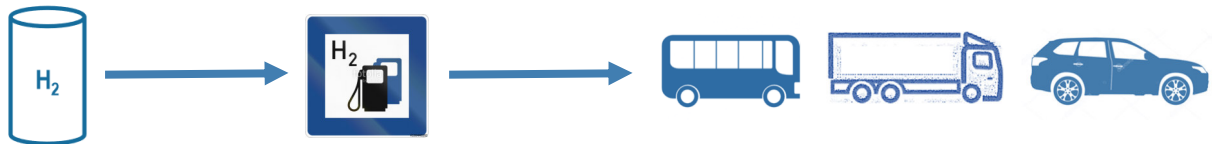


*Umsetzung:* Kläranlagen brauchen in der biologischen Reinigungsstufe Sauerstoff. Bei konventionellen Eintragsystemen wird Umgebungsluft in das Belebungsbecken mit Druckluft eingeblasen. Auf diese Weise wird aber nicht nur der nützliche Sauerstoffanteil der Luft (21 Prozent) eingebracht, sondern auch der nicht brauchbare Stickstoffanteil, der abgetrennt werden muss.

Bei der Elektrolyse entsteht durch die Aufspaltung des Wassers nicht nur Wasserstoff, sondern auch Sauerstoff, der normalerweise keiner weiteren Verwendung zugeführt wird. Dieser reine Sauerstoff kann ohne weitere Behandlung für Kläranlagen genutzt werden.

## 5.7. Wasserstofftankstelle Cuxhaven

Zielgruppe: PKW, LKW und Reisebusse



**Umsetzung:** Installation einer Wasserstofftankstelle im Stadtgebiet oder auf dem geplanten Autohof zur Versorgung von PKW, LKW und Reisebussen.

Die Errichtung einer Wasserstofftankstelle ist nur bei einer relevanten Zahl von Fahrzeugen wirtschaftlich sinnvoll. Es braucht also Unternehmen, Gewerbetreibende oder Privatpersonen, die bereit sind sich ein Brennstoffzellenfahrzeug anzuschaffen. Neben der rein privaten Nutzung von Brennstoffzellen-PKWs kommt auch die Nutzung von brennstoffzellenbetriebenen LKWs für Speditionen, Lieferdienste oder Kurierdienste sowie ebensolche Busse für Fernbusunternehmen infrage. Brennstoffzellenfahrzeuge sind dort sinnvoll eingesetzt, wo hohe Reichweiten wichtig sind und schnelle Be- tankungszeiten. Also ein Anwendungsprofil, bei dem es darauf ankommt, dass das Fahrzeug wenig Stillstandzeiten verursacht.

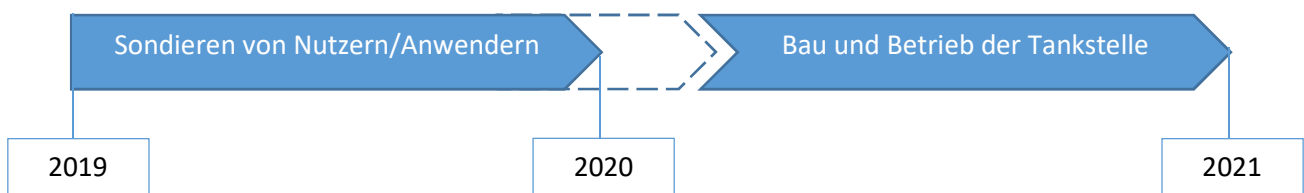


Abb. 5: Übersicht geplanter Autohof Cuxhaven

Für einen wirtschaftlichen Betrieb der Tankstelle muss das Angebot von Anfang an der Nachfrage angepasst sein. PKW werden mit 700 bar Druck befüllt, LKW und Busse nur mit 350 bar. Die Erstkonfiguration der Tankstelle sollte sich an der Fahrzeuggruppe orientieren, die in einer wirtschaftlich sinn-

vollen Anzahl vorhanden ist. Später kann die Tankstelle noch für die andere Fahrzeuggruppe ausgebaut werden. Die Möglichkeit der Zwischenspeicherung erlaubt es, dass der Wasserstoff aus Windstrom erzeugt werden kann und dass er für eine schnelle Betankung zur Verfügung steht. Auch wasserstoffbetriebene städtische Fahrzeuge können die Tankstelle anfahren, wie Müllfahrzeuge, Behördenfahrzeuge oder Busse des ÖPNV (s. Kap. 5.8). Gleichmaßen geeignet wäre ein Standort im Stadtgebiet oder auf dem geplanten Autohof.




### Möglicher zeitlicher Ablauf des Tankstellenbaus:



Da hier bereits erste konkrete Schritte unternommen wurden, könnte es bis Ende 2019, eine Verzögerung bis ins Jahr 2020 könnte eventuell eintreten, Klarheit über die Nutzer, die erforderliche Anlagentechnik und die Höhe des Wasserstoffabsatzes geben. Sollte dies der Fall sein, ist der Bau und die Inbetriebnahme im Jahr 2020 vorgesehen.



## 1) PKW mit Brennstoffzellenantrieb

Hyundai Nexo	Toyota Mirai	Mercedes GLC
 <p>© Auto Zeitung</p>	 <p>© Motor Trend</p>	 <p>© greencarreports</p>
<p>Der Hyundai Nexo ist mit einer Brennstoffzelle ausgestattet und produziert seinen Strom selbst. Im EuroNCAP-Crashtest erreichte der Nexo die Höchstwertung von fünf Sternen.</p> <p><u>Technische Daten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistung: 120 kW / 163 PS</li> <li>• Verbrauch: 0,95 kg / 100km</li> <li>• Reichweite: 750 km</li> </ul>	<p>Den Toyota Mirai gibt es bereits seit drei Jahren in Deutschland zu kaufen. Er war der erste serienmäßige Brennstoffzellen-PKW der Welt.</p> <p><u>Technische Daten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistung: 113 kW / 154 PS</li> <li>• Verbrauch: 0,76 kg / 100km</li> <li>• Reichweite: 500 km</li> </ul>	<p>Ebenso wie den Nexo gibt es den GLC erst seit diesem Jahr zu kaufen. Der GLC hat eine Kombination aus Brennstoffzelle und extern nachladbarer Batterie (+50 km Reichweite).</p> <p><u>Technische Daten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistung: 155 kW / 211 PS</li> <li>• Verbrauch: 1 kg / 100km</li> <li>• Reichweite: 480 km</li> </ul>

## 2) LKW mit Brennstoffzellenantrieb

Nikola Tre, Nikola Motors	Hyundai Fuel Cell Truck	Toyota Fuel Cell Truck
 <p>© Auto Motor Sport</p>	 <p>© Hyundai.news</p>	 <p>© Toyota</p>
<p>Nikola Motors hat bereits die Modelle One und Two für den amerikanischen Markt vorgestellt und wird 2019 den Tre vorstellen, der speziell für den europäischen Markt konzipiert ist. Er kann ab sofort reserviert werden und wird ab 2022/2023 für und in Europa produziert.</p> <p><u>Technische Daten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistung BZ-system: 120 kW</li> <li>• Leistung Gesamtsystem: 368 bis 736 kW</li> <li>• Reichweite: bis 1.200 km</li> </ul>	<p>Gemeinsam mit H2 Energy (Schweiz) will man ab 2019 eine Brennstoffzellen-LKW-Flotte von 1.000 Fahrzeugen vermarkten. Der 18-Tonner (mit Trailer 34 Tonnen) besitzt acht Wasserstoff-tanks, die in das Fahrgestell integriert sind.</p> <p><u>Technische Daten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistung BZ-system: 2 x 95 kW</li> <li>• Lstg. Gesamtsystem: 350 kW</li> <li>• Anzahl Tanks: 8</li> <li>• Tank (total): 33 kg</li> <li>• Reichweite: 400 km</li> </ul>	<p>Seit 2015 testet Toyota wasserstoffbetriebene LKW in den USA. Es begann mit dem alpha truck. Seit diesem Jahr testet Toyota den beta truck, der sich durch ein geringeres Gewicht und eine größere Reichweite auszeichnet.</p> <p><u>Technische Daten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistung Gesamtsystem: 493 kW</li> <li>• Anzahl Tanks: 6</li> <li>• Tank (total): 60 kg</li> <li>• Reichweite: 482 km</li> </ul>

## 5.8. Öffentlicher Nahverkehr, Versorgungsbetriebe, Logistik

*Zielgruppe:* ÖPNV, Hafenbetriebe, Abfallwirtschaft und Straßenreinigung

*Umsetzung:* Deutschland hat im November 2016 den Klimaschutzplan 2050 verabschiedet. Dieses Dokument beschreibt die nationale langfristige Klimaschutzstrategie, die jedes Land als Vorgabe aus dem Pariser Klimaschutzabkommen für sich erstellen muss. Hierin werden die notwendigen Entwicklungspfade in den verschiedenen Sektoren aufgezeigt und wie getroffene Maßnahmen weiterentwickelt werden, um das Ziel bis 2050 weitgehend klimaneutral zu sein zu erreichen. Als mittelfristiges Ziel ist das Senken der Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55% gegenüber dem Niveau von 1990 festgeschrieben. Der Klimaschutzplan benennt Handlungsfelder, Ziele und Maßnahmen in den Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft sowie Landnutzung und Forstwirtschaft. Diese Maßnahmen werden auf nationaler, regionaler und kommunaler Ebene umgesetzt.

Insbesondere die Kommunen sind wichtige Akteure auf dem Weg zu einer wirkungsvollen Umsetzung des Klimaschutzplanes. Kommunaler Klimaschutz ist mittlerweile jedoch mehr als nur die subsidiäre Umsetzung der nationalen Klimaschutzziele. Er wird zunehmend zu einem Wirtschaftsfaktor sowie zu einem Wettbewerbs- und Standortvorteil, der für Unternehmen (Standort) und BürgerInnen (Wohnort) ein zunehmend wichtigerer Entscheidungsfaktor ist. Auch wenn das Flottenmanagement in Städten und Gemeinden lange Laufzeiten haben, können perspektivisch folgende Handlungsfelder angegangen werden.

Die Zuständigkeit für den städtischen ÖPNV liegt bei der Stadt Cuxhaven. Aktuelle Genehmigungsinhaberin ist für das Teilnetz in der Stadt Cuxhaven die KVG Lüneburg. Die aktuelle Genehmigung hat noch eine Laufzeit bis 31.07.2027 hat. Erst dann wird wieder neu vergeben.

### 1) Stadtreinigung und technische Dienste

Die Entwicklung bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen beschränkt sich nicht nur auf PKW, LKW und Busse, sondern schließt auch Sonderfahrzeuge mit ein. Die Firma FAUN hat ein Brennstoffzellen-Müllfahrzeug entwickelt. Das Fahrzeug verfügt über ein modulares Baukastensystem mit einer Brennstoffzelle und einer Batterie. Die Brennstoffzelle dient als Range Extender, so dass auch Teilstrecken über eine Autobahn zurückgelegt werden können. Beide Komponenten können, je nach Einsatzgebiet, in drei unterschiedlichen Größen geordert werden. Sowohl die Brennstoffzellen als auch die Batterien sind modular nachrüstbar. Die Reichweite liegt je nach Konfiguration bei bis zu 560 km.



Abb. 6: BLUEPOWER Müllfahrzeug von FAUN



Abb. 7: Kehrmaschine von FAUN

Beide Fahrzeuge können modular in folgenden Konfigurationen ausgestattet werden. Die Konfiguration kann auch noch während der Nutzungszeit angepasst werden.

1 x Brennstoffzellenmodul = 30 kW => Reichweite: 180 km innerstädtisch

2x Brennstoffzellenmodul = 60 kW => Reichweite: 370 km innerstädtisch

3x Brennstoffzellenmodul = 90 kW => Reichweite: 560 km innerstädtisch

## 2) Busverkehr: KVG und Maaß

Der tägliche Busverkehr in und um Cuxhaven ließe sich auch mit emissionsfreien wasserstoffbetriebenen Bussen abwickeln. Ein entsprechendes Angebot an Bussen gibt es von den beiden europäischen Busherstellern van Hool (Belgien) und Solaris (Polen). Busse von van Hool werden ab 2019 in Köln im regulären Fahrdienst eingesetzt.

Eine Förderung kann im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms (NIP II) Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie des BMVI realisiert werden und wird über die europäische öffentlich-private Partnerschaft zur schnelleren Markteinführung von Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologie, der Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU), finanziert.



Abb. 8: Brennstoffzellen-Bus A330 von van Hool

#### Technische Daten:

- PEM-Elektrolyse von Siemens, Brennstoffzelle von Ballard Power
- Leistung: 210 kW
- Verbrauch: 8 kg/100km
- Tank: 38 kg
- Reichweite: 350 km

© Solaris



Abb. 9: Brennstoffzellen-Bus Urbino 12 Hydrogen von SOLARIS

#### Technische Daten:

- Leistung: 120 kW
- Reichweite: 350 km
- Brennstoffzelle: 60 kW

### 3) Hafenlogistik

Auch im Bereich der Hafenlogistik können Brennstoffzellenfahrzeuge eingesetzt werden. So können dieselbetriebene Gabelstapler ersetzt werden durch Brennstoffzellen-Stapler. Ein entsprechendes Angebot gibt es von Linde und STILL. Brennstoffzellen-Stapler emittieren weder Kohlendioxid noch andere Schadstoffe. Im Gegensatz zu batterieelektrischen Staplern ist der Tankvorgang deutlich kürzer und es lassen sich längere Einsatzzeiten realisieren. Insbesondere für den Einsatz in engen Räumen und bei langen Einsatzzeiten ist ein Brennstoffzellen-Stapler besser geeignet, weil Wechselstationen und lange Batterieladezeiten entfallen. Gerade unter engen Raumbedingungen ist das emissionsfreie Energiesystem im Vorteil.



Abb. 10: Brennstoffzellen-Frontstapler RX 60 von STILL



Abb. 11: Brennstoffzellen-Stapler von Linde

Dies kann ein Angebot sein für Unternehmen, die im Hafen angesiedelt sind, wie beispielsweise Ambau, Cuxport, Nordmark, Siemens. Die Bundesregierung fördert im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie 2006-2026 (NIP 2) aktuell die Anschaffung von brennstoffzellenbetriebenen Flurförderfahrzeugen inklusive der für den Betrieb

notwendigen Betankungsinfrastruktur und die Errichtung von Elektrolyseuren zur landseitigen Erzeugung von Wasserstoff. Die Förderung beträgt bis zu 40% im Vergleich zur Referenztechnologie. Nicht öffentlicher Bereich: für kleine und mittlere Unternehmen besteht die Möglichkeit eines KMU-Bonus von 20% bzw. 10%, sofern das Vorhaben sonst nicht durchgeführt werden kann.

## 6. Akteure und Aktivitäten in Cuxhaven

### 6.1. Akteure

In Cuxhaven hat sich in den vergangenen Monaten eine vielfältige Akteurslandschaft entwickelt. Die Akteure zusammenzubringen und deren Aktivitäten zu koordinieren ist eine vordringliche Aufgabe in Cuxhaven, die von der Agentur für Wirtschaftsförderung wahrgenommen wird. Die Tabelle zeigt den aktuellen Stand der aktiven Unternehmen und deren Aktivitäten.

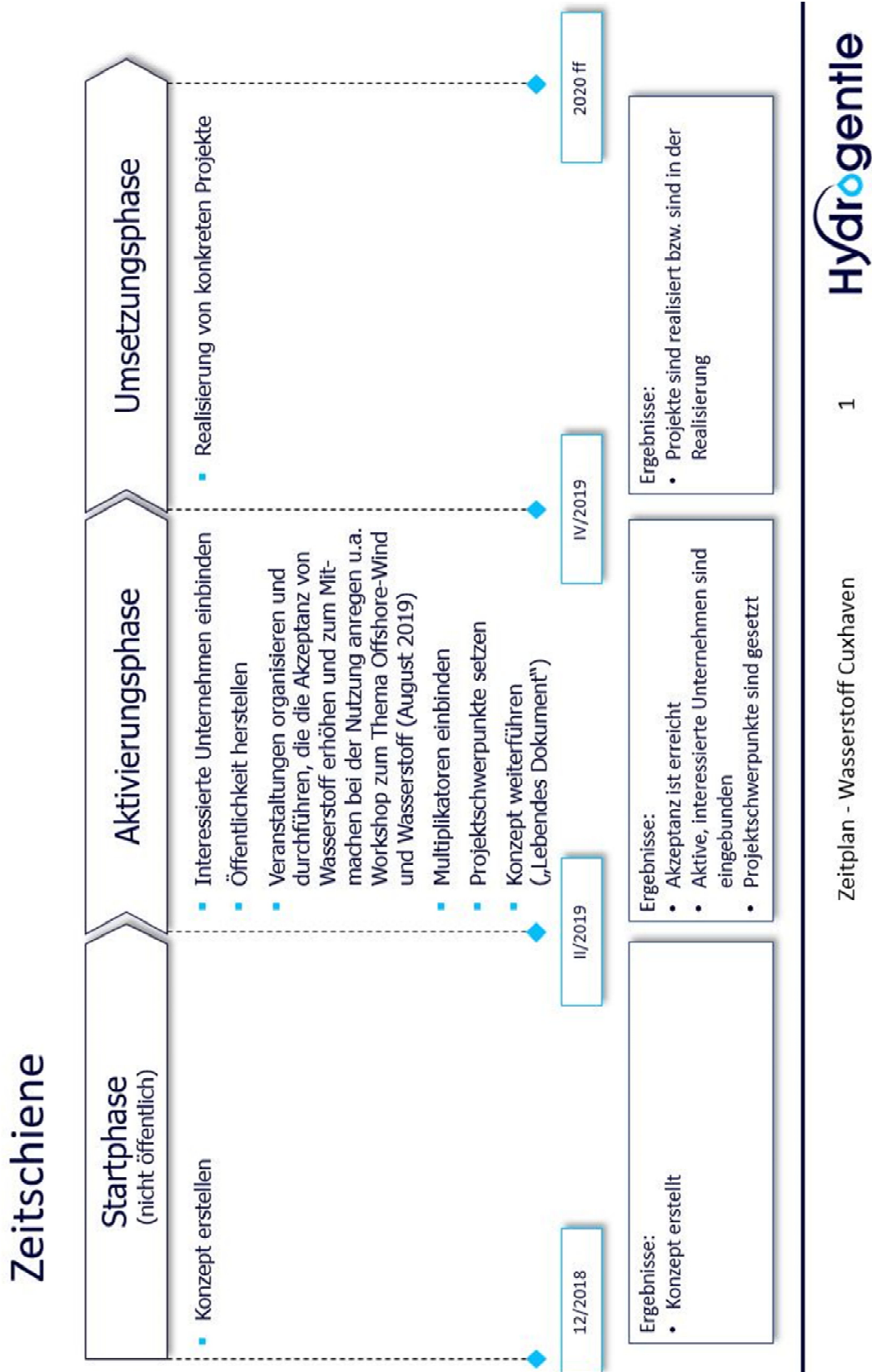
Akteur	Aktueller Stand
<b>Hydrogentle GmbH</b>	Erstellung eines Wasserstoffkonzeptes gemeinsam mit der Stadt Cuxhaven (AfW), Projektentwicklung Wasserstofftankstellen, Initiierung und Durchführung von Wasserstoffprojekten
<b>Plambeck Holding GmbH</b>	Kauf eines Elektrolyseurs für den AFH (als Baustein für das Schaufenster Energiewende), Projektentwicklung verschiedener Wasserstoffanlagen im arabischen Raum (u.a. Marokko) mit den Unternehmen Plambeck Emirates, AFH GmbH
<b>PNE AG</b>	Nicht mehr nur ausschließlich auf den Bereich Windenergie beschränkt, auch PV u. Wasserstoff als Geschäftsfelder, Umwandlung Windstrom zu Wasserstoff, Ursprungsidee: Offshore-Windparks ohne Netzanschluss als Produktionsstandort für Wasserstoff
<b>EWE AG</b>	Installation eines Elektrolyseurs am Klärwerk Cuxhaven wegen Sauerstoffbedarf
<b>Harro Taube Projektentwicklung</b>	Bau eines Autohofes im Cuxhavener Hafen m. einer Wasserstofftankstelle, Projektierung weiterer Autohöfe im Bundesgebiet
<b>EEHH (Erneuerbare Energien Cluster Hamburg)</b>	Einladung zum 1. Treffen aller interessierten Akteure
<b>Stadt Cuxhaven</b>	Erstellung eines Wasserstoffkonzeptes in Zusammenarbeit mit der Hydrogentle GmbH, potenziell Weiterentwicklung in Richtung eines Masterplanes analog zum Offshore-Masterplan aus 2003
<b>Landkreis Cuxhaven</b>	Partner des TZEW und somit in das u.a. Projekt involviert
<b>TZEW (Transfer-Zentrum Elbe-Weser)</b>	Die Stelle von Herrn Dr. Hamelmann (1/2 Stelle) ist über den Förderantrag „Projektkoordination Wasserstoff“ bewilligt worden, Herr Hamelmann war bereits in Cuxhaven und hat sich über die Aktivitäten und Player informiert. Weitere Veranstaltungen sollen folgen. Ein weiterer Förderantrag ist gestellt worden, Thema: Technikfolgenabschätzung zu Auswirkungen der Elektromobilität
<b>Hafen- u. Wirtschaftsverbände (HWG, IHK, TWG, UVC, NVC, Dehoga)</b>	Cuxhavener Erklärung zum maritimen Umweltschutz u. Entwicklung zum Greenport, Wasserstoff als Baustein der Energieversorgung
<b>Niedersachsen Ports</b>	Produktion, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff
<b>IHK Stade</b>	Wasserstoffmodellregion Elbe-Weser

<b>Metropolregion Hamburg</b>	Standortkatalog Windenergie/Windwasserstoff, Kooperationen u. Synergien prüfen
<b>ALSTOM – Coradia iLint</b>	Erster wasserstoffbetriebener Zug in Deutschland, zwischen Buxtehude und Cuxhaven, Betreiber der Strecke ist die EVB, zurzeit zwei Züge im Probebetrieb, ab 2021 sukzessive Umstellung der gesamten Flotte auf Wasserstoffantrieb
<b>Land Niedersachsen (Nds. Ministerium für Wirtschaft, Ministerium für Umwelt)</b>	Es besteht großes Interesse und Unterstützung an der weiteren Entwicklung in und um Cuxhaven, diverse Veranstaltungen sind bereits umgesetzt und werden geplant
<b>EWE Gasspeicher GmbH</b>	Strom- und Gasnetzbetreiber, Strombezug, Einspeisung ins Gasnetz/ Pipeline, Logistik- und Infrastrukturkonzept mit Schwerpunkt Heavy Duty

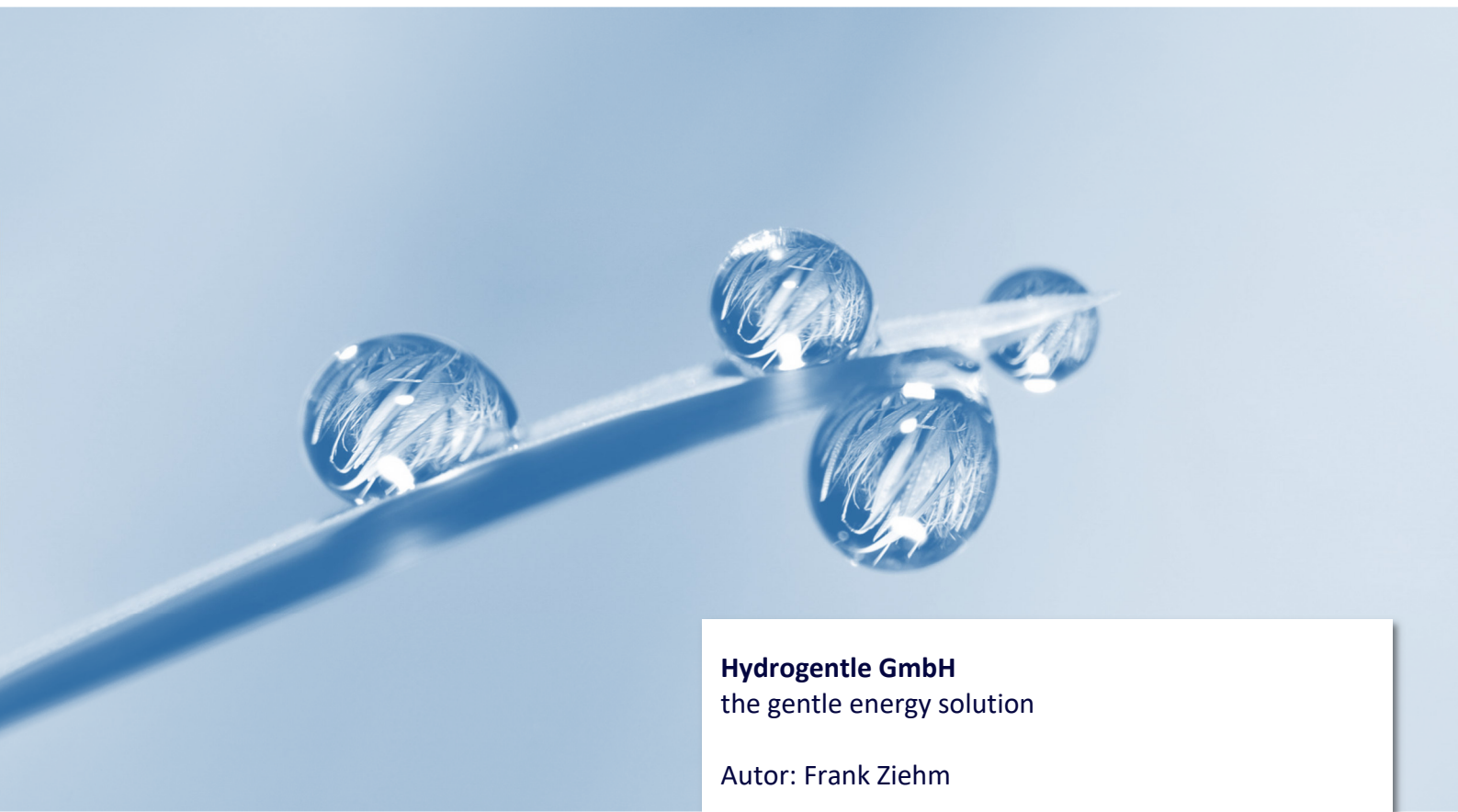
## 6.2. Aktivitäten

Datum	Aktivität
<b>März 2019</b>	<b>HyLand-Programm:</b> Bewerbung für HyStarter
<b>29.4.2019</b>	<b>Workshop</b> Wasserstoffwirtschaft Cuxhaven <b>Veranstalter:</b> EEHH und AfW Cuxhaven
<b>geplant</b>	<b>Konferenz</b> Offshore-Wind und grüner Wasserstoff <b>Veranstalter:</b> EEHH

## 7. Zeitschiene







**Hydrogentle GmbH**  
the gentle energy solution

Autor: Frank Ziehm

[www.hydrogentle.de](http://www.hydrogentle.de)

Schellerdamm 16 | 21079 Hamburg  
+49 (0) 40 – 284 1757-221 | [info@hydrogentle.de](mailto:info@hydrogentle.de)

15.12.2018 - Rev. 0: Erstellung des Dokumentes

17.06.2019 - Rev. 1: Aktualisierung und inhaltliche Anpassungen



[www.hydrogentle.de](http://www.hydrogentle.de)