



**Wasserstoff-Technologie
für Mecklenburg-Vorpommern**

MOIN

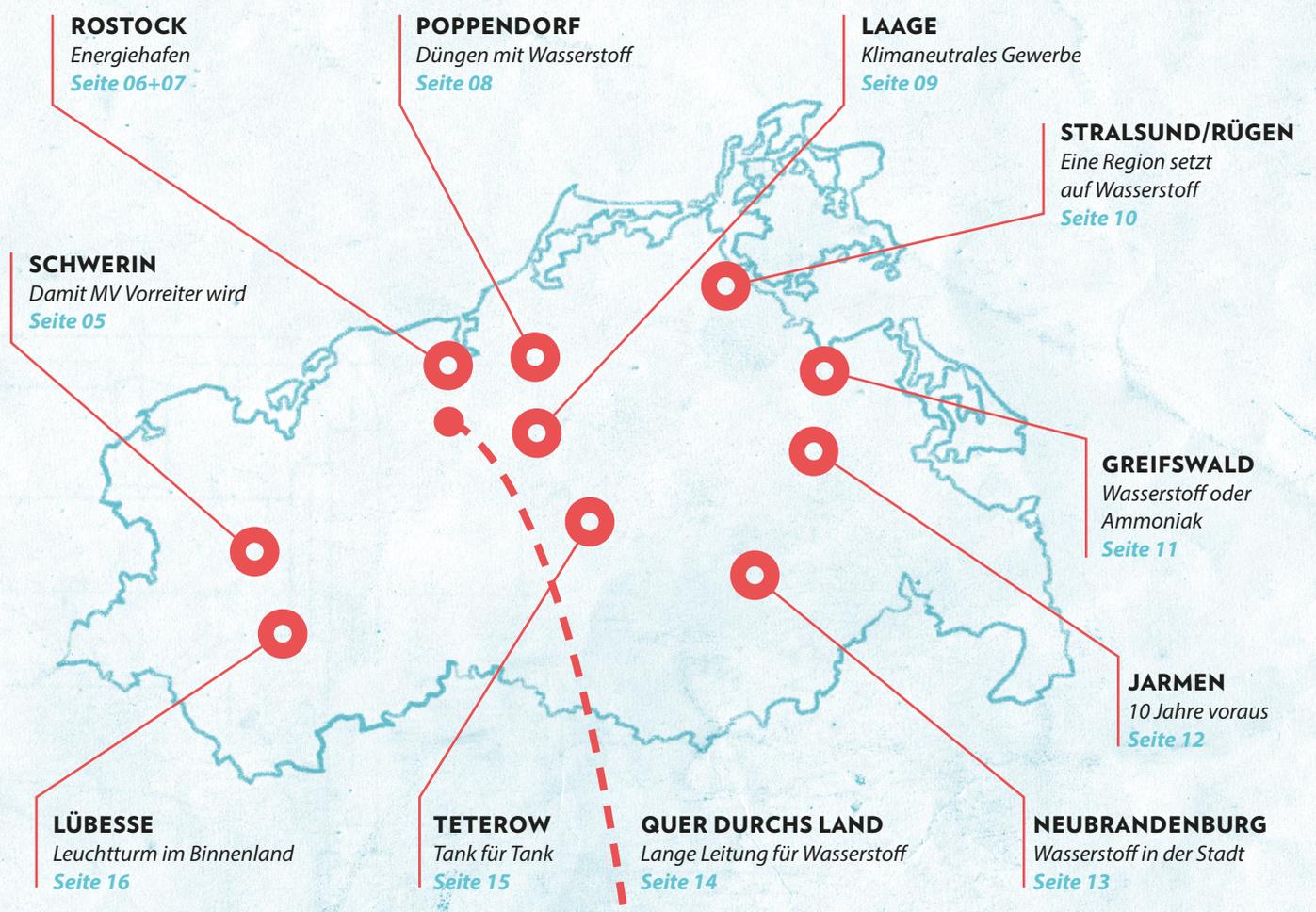
Das Land Mecklenburg-Vorpommern sieht in der **Wasserstoff-Technologie viel Potenzial**. MV verfügt über gute **Grundlagen**, die **Zukunftstechnologie** Wasserstoff (H₂) voranzubringen.

Die Friedrich-Ebert-Stiftung MV gibt einen Überblick, was mit Wasserstoff in MV möglich ist. Diese Broschüre bildet den aktuellen Stand der sehr dynamischen Entwicklung im Bereich Wasserstoff ab. Sie informiert über **konkrete Projekte** und **Pläne**. Sie zeigt die Bedeutung von H₂ für MV.

Wasserstoff kann einen wichtigen Beitrag leisten, um eine **klimateurale Wirtschaft** zu entwickeln und **umweltfreundliche Mobilität** zu realisieren. Entwicklung und Errichtung von Anlagen im Wasserstoffbereich schaffen **neue Arbeitsplätze** und **sichern Jobs**, wenn eine Umstellung auf eine **moderne klimateurale Produktion** gelingt.

Wasserstoff ist *ein* Baustein und der „**Champagner**“ der **Energiewende**. Er ist nur ein **Speichermedium**: H₂ ist nicht einfach da, er muss aufwendig und teuer erzeugt werden, möglichst klimateural aus grünem Strom.

Wir laden Sie mit diesem Heft ein, Wasserstoff und seine Einsatzmöglichkeiten kennenzulernen und möchten Sie ermutigen, die **Energiewende** aktiv zu begleiten und mitzugestalten.

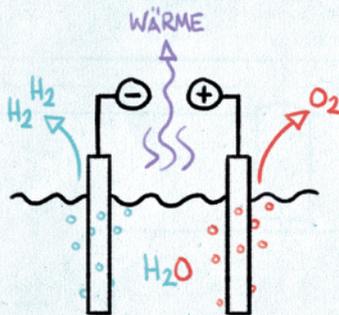


WIE KANN WASSERSTOFF ERZEUGT WERDEN?

Wasserstoff wird auf vielfältige Weise produziert, häufig auf Basis von Erdgas, was nicht klimaneutral ist.

Für die **Energiewende**, den schrittweisen Übergang der Energieerzeugung von **klimaschädlichen Energien** (z.B. Kohle, Öl) zu **klimafreundlichen erneuerbaren Energien** (z.B. Sonne, Wind), ist **Wasserstoff** nur dann sinnvoll, wenn er sauber erzeugt wurde. Also der für die Herstellung benötigte Strom aus erneuerbaren Energien stammt.

Wasserstoff wird durch **Elektrolyse** erzeugt. Hält man ein Stromkabel mit Pluspol und Minuspol ins Wasser, spaltet sich das Wasser (H_2O) auf. Am Pluspol steigt gasförmiger Sauerstoff (O_2) auf, am Minuspol bildet sich gasförmiger Wasserstoff (H_2). Dabei geht ein **Teil der Energie als Wärme** verloren. Der Wasserstoff wird aufgefangen und mit hohem Druck verdichtet. So kann er gut in Behältern **gelagert** und **transportiert** werden.



IST H_2 GEFÄHRLICH?

Dass in Wasserstoff viel Energie steckt, ist aus der Schule („**Knallgas-Reaktion**“) bekannt. Treffen Wasserstoff, Sauerstoff und ein Zündfunke aufeinander, reagieren sie heftig. Ist Wasserstoff gefährlich? Ja, aber **nicht gefährlicher als Benzin oder Erdgas** und somit **sicher handhabbar**.

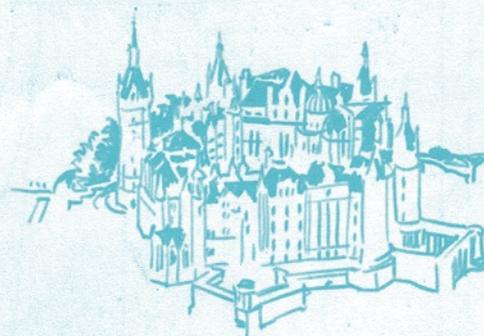
05

SCHWERIN

DAMIT MV VORREITER WIRD!

Wer bei der **Zukunftstechnologie Wasserstoff** die Nase vorn hat, kann viele Arbeitsplätze schaffen. Daher arbeitet die Landesregierung daran, Mecklenburg-Vorpommern zum Vorreiter beim Wasserstoff zu machen.

MV fördert Projekte mit Landesmitteln und unterstützt bei Bewerbungsverfahren um Zuschüsse von Bund und EU. Die Zusammenarbeit wird gestärkt, damit sich landesweit **leistungsfähige Strukturen** und **Wertschöpfungsketten** bilden. Ein **Wasserstoff-cluster** soll die Akteure vernetzen. Eine **Transferstelle** hilft, Ideen schnell praxisgerecht umzusetzen. Die Region Rostock arbeitet daran, eine Vorreiterposition bei **praxisnaher Forschung** einzunehmen, dort entsteht eine **Forschungsfabrik Wasserstoff**.



„Die Wasserstofftechnologie ist eine große Zukunftschance für MV. Es geht um wirtschaftliches Wachstum und zukünftige Arbeitsplätze, aber auch um die Entwicklung sauberer Technologien, die uns helfen, das Klima zu schützen. Ich freue mich deshalb, dass MV mit vier Projekten in der großen Wasserstoff-Allianz vertreten ist. Das zeigt, dass unser Land bei diesem Thema vorangeht.“

CHRISTIAN PEGEL
Minister für Energie,
Infrastruktur und
Digitalisierung MV

ROSTOCK

ENERGIEHAFEN ROSTOCK

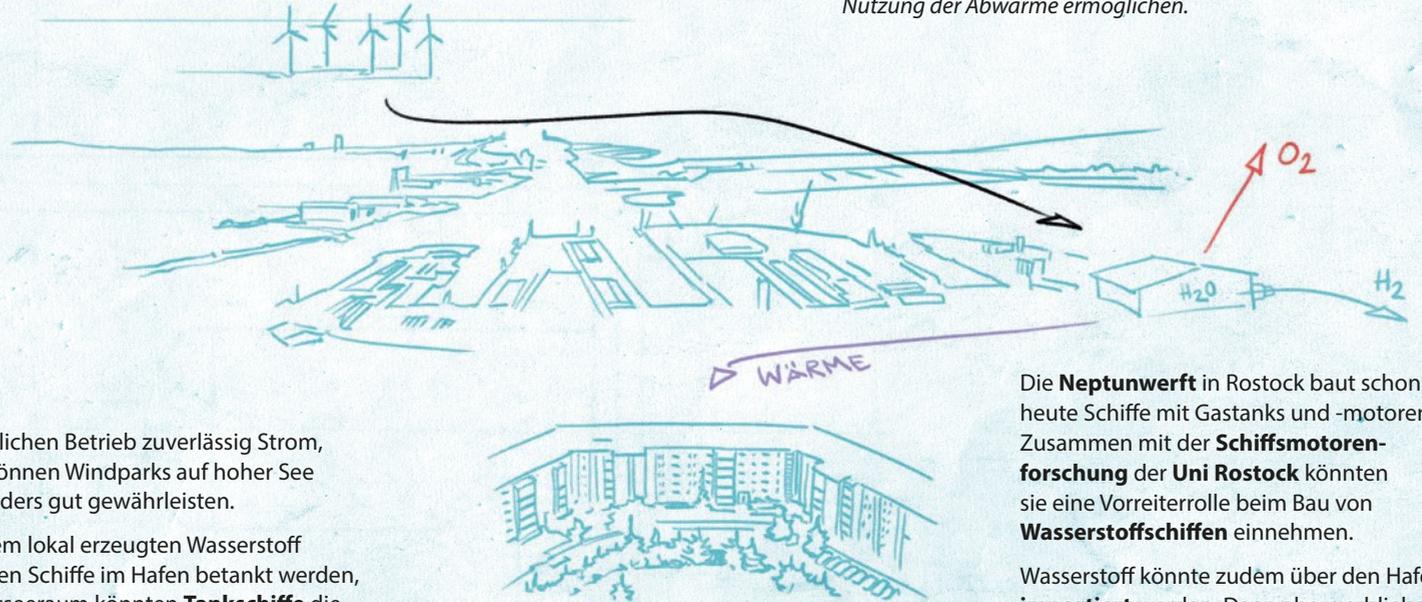
Durch die Anbindung an leistungsfähige **Windparks** auf See (Offshore) und den Hafen mit seiner maritimen Wirtschaft ist Rostock ein guter Standort für Wasserstoffprojekte.

In der Nähe des bisherigen Kohlekraftwerks (Leistung ca. 500 MW) soll ein großer **Elektrolyseur** zur Wasserstoffproduktion entstehen. Zunächst etwa 100 MW, in Ausbaustufen bis zu 1.000 MW. Produktionsbedingte Abwärme könnte in das Fernwärmenetz der Stadtwerke Rostock eingespeist werden und dort Erdgas ersetzen.

Neue Windparks, z.B. vor Warnemünde und in der Ostsee, könnten den Strom für die Wasserstoffproduktion liefern. **Elektrolyseure** benötigen für den wirt-

schaftlichen Betrieb zuverlässig Strom, dies können Windparks auf hoher See besonders gut gewährleisten.

Mit dem lokal erzeugten Wasserstoff könnten Schiffe im Hafen betankt werden, im Ostseeraum könnten **Tankschiffe** die Versorgung übernehmen. Der Einsatz von Wasserstoff im Schiffssektor ist sinnvoll, weil Batterien die erforderlichen Energiemengen meist nicht speichern können.



ABWÄRME SINNVOLL NUTZEN

Bei der Erzeugung von Wasserstoff aus Strom entsteht **Abwärme**. Diese kann in Wärmenetze eingespeist und damit sinnvoll zur Versorgung von Wohngebieten oder Gewerbe genutzt werden. **Elektrolyseure** sollten an Standorten und in einer Größe errichtet werden, die eine effiziente Nutzung der Abwärme ermöglichen.

Die **Neptunwerft** in Rostock baut schon heute Schiffe mit Gastanks und -motoren. Zusammen mit der **Schiffsmotorenforschung** der **Uni Rostock** könnten sie eine Vorreiterrolle beim Bau von **Wasserstoffschiffen** einnehmen.

Wasserstoff könnte zudem über den Hafen **importiert** werden. Dann aber verbliebe ein erheblicher Teil der **Wertschöpfung** außerhalb von MV. Und welcher Staat kann überhaupt die benötigte Menge **exportieren**?

08

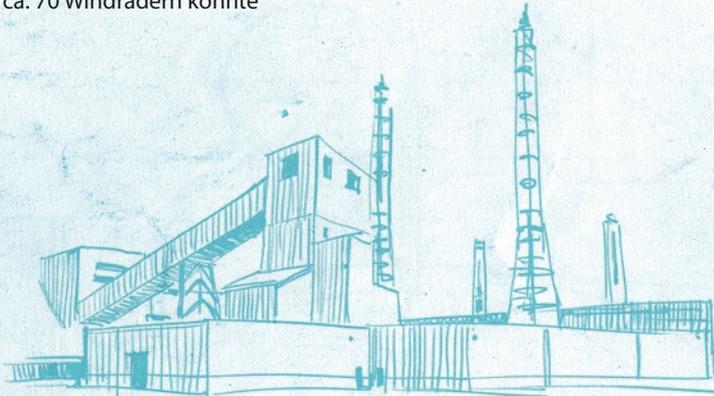
POPPENDORF – YARA

DÜNGEN MIT WASSERSTOFF

In **Poppendorf**, südlich von Rostock, stellt die Firma **Yara** energieintensiven **Stickstoffdünger** her. Da auch die **Landwirtschaft** gefordert ist, klimaneutral zu produzieren, prüft das Unternehmen die schrittweise Umstellung der Produktion auf Wasserstoffbasis. Für die Erzeugung der erforderlichen Wasserstoffmenge würde allein hier ein Elektrolyseur mit etwa 500 MW Leistung erforderlich, ein moderner **Offshore-Windpark** mit ca. 70 Windrädern könnte das zuliefern.

Eine solche Umstellung der Produktion benötigt weiteres Know How. Auch dafür soll in der Region eine Wasserstoff-Forschungsfabrik entstehen.

Diese soll die **Produktion und den Einsatz von Wasserstoff** in verschiedenen Bereichen unterstützen.



09

LAAGE – APEX

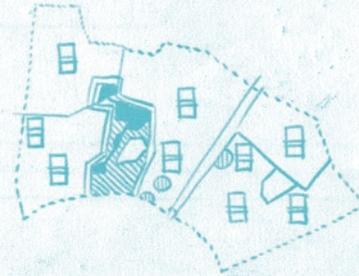
KLIMANEUTRALES GEWERBE

Die Firma **APEX Group** ist ein Pionier der grünen Energiewende. Sie liefert maßgeschneiderte Lösungen mit grünem Wasserstoff als Projektentwickler und im Speichergeschäft.

Im Projektgeschäft **konzipiert, entwickelt und liefert** APEX schlüsselfertige Lösungen für CO₂-neutrale Energieversorgung mit grünem Wasserstoff.

Bei APEX in Laage steht Europas größtes, netzgekoppeltes **Wasserstoffkraftwerk**. Es versorgt den ganzen Standort mit CO₂-neutraler Energie.

Im Speichergeschäft hat die Firma mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft einen modernen **Wasserstoffdrucktank** entwickelt und in den Markt eingeführt.



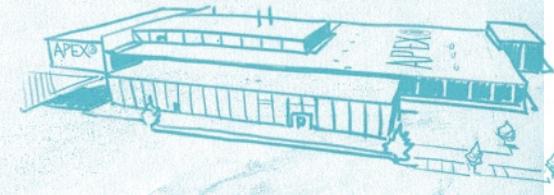
GEWERBEPARK

Am Firmensitz bei Laage entsteht ein **klimaneutraler Gewerbepark**.

Der Autozulieferer **Rhodius** hat sich angesiedelt und nutzt Energie aus *Wind, Sonne und dem*

APEX Wasserstoffkraftwerk.

Weitere Ansiedlungen sind bereits geplant.



STRALSUND/RÜGEN

EINE REGION SETZT AUF WASSERSTOFF

Die Region Stralsund/Rügen bündelt zahlreiche Akteure im **Projekt HyExpert**. Gemeinsam werden Ideen entwickelt für die Anwendung von grünem Wasserstoff im Bereich **Verkehr**. Das Projekt unterstützt die Errichtung einer Wasserstofftankstelle und den Einsatz von **Wasserstoff-LKW** und **Wasserstoffbussen**.



Das **Institut für Regenerative Energiesysteme** an der **Hochschule Stralsund** forscht schon lange im Bereich Wasserstoff, und liefert wichtige Impulse.

Das **EnergieWerk Rügen** plant, als **Genossenschaft** den Anteil erneuerbarer Energien auszubauen und den gewonnenen Strom auch für die Wasserstoffherzeugung bereitzustellen. **Mukran Port** und der **Seehafen Stralsund** sehen beim Wasserstoff ähnliche Potentiale wie der Energiehafen Rostock.

WASSERSTOFFBUSSE

Elektrobusse für den ÖPNV erreichen derzeit eine Reichweite von 250 km, bessere Batterietechnik könnte in Zukunft tägliche Distanzen bis 400 km abdecken. **Wasserstoffbusse** haben daher ein Potenzial besonders als **Reisebusse** für Langstrecken ab ca. 400 km. Deren Anschaffungskosten sind ca. fünfzig Prozent höher als bei E-Bussen.

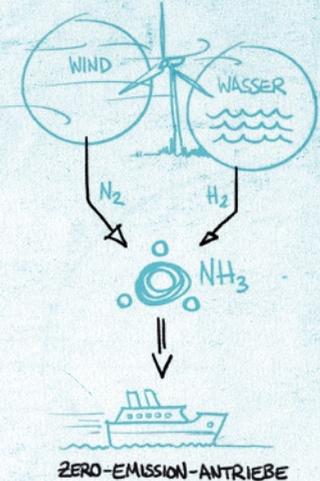
GREIFSWALD

WASSERSTOFF ODER AMMONIAK?

Auch das **Leibniz-Institut für Plasmaforschung** (INP) in Greifswald ist ein Forschungszentrum im Wasserstoffsektor. Das Projekt **CAMPFIRE** sucht nach Wegen, um mit Wasserstoff **Ammoniak** (NH_3) für **Schiffsantriebe** herzustellen.

Diskutiert wird, inwieweit Wasserstoff direkt eingesetzt werden kann. Oder ob es vorteilhafter ist, dafür Wasserstoff in Ammoniak oder Methan umzuwandeln, die leichter zu transportieren sind. Deren Herstellung erfordert aber zusätzliche Energie.

Das INP ist an weiteren Wasserstoffprojekten beteiligt: erforscht werden etwa **Katalysatoren**, um Brennstoffzellen langlebiger zu machen sowie spezielle **Stahlbeschichtungen** für Anlagen im Wasserstoffbereich.



FORSCHUNGSVERBUND

Gemeinsam mit dem **Leibniz-Institut** für Katalyse und dem Rostocker **Fraunhofer-Institut** für Großstrukturen in der Produktionstechnik soll das **INP** wesentlicher Partner der geplanten Forschungsfabrik Wasserstoff in MV werden.

JARMEN

10 JAHRE VORAUSS

Auch in Grapzow bei Altentreptow wird seit 2011 an der Wasserstoffproduktion aus Windenergie gearbeitet. Seit 2013 betreibt **WIND-projekt** einen Windpark (Kapazität: 140 MW), der eine **Elektrolyse-anlage** (Kapazität: 1 MW) mit Strom versorgt. Der gewonnene Wasserstoff kann gespeichert und mit Blockheizkraftwerken wieder verstromt werden.

Ursprüngliche Idee für diese Anlage war, Überschüsse, die nicht ins Stromnetz eingespeist werden können, dem Elektrolyseur bereitzustellen statt die Windräder zeitweilig abzuschalten. **Abschaltungen** sind aber selten. Außerdem fehlen bisher rechtliche Regelungen, um dann einen Teil des Windparks für die Wasserstoffherzeugung weiter in Betrieb zu lassen.

Bisher wurde die Anlage wenig genutzt, doch der Betreiber sammelte viel **Know How**. Dieses fließt heute in verschiedene Projekte ein, u.a. rund um den Energiehafen Rostock und ein **klimaneutrales Wohnquartier**, wo WIND-projekt heute seinen Sitz hat.



NEU- BRANDENBURG

WASSERSTOFF IN DER STADT

Die Stadt Neubrandenburg prüft den Einsatz von Wasserstoff in verschiedensten Bereichen. Dabei sind die **Stadtwerke** Neubrandenburg ein wichtiger Partner. Die neue Gasturbine der Stadtwerke kann mit geringem Aufwand von Erdgas auf Wasserstoff umgerüstet werden.

In vier Feldern will Neubrandenburg prüfen, wo Wasserstoff sinnvoll eingesetzt werden kann:

- **Verkehr**, z.B. Busverkehr
- **Wohngebäude** bzw. Wohnquartiere
- **Wirtschaft**, z.B. klimaneutrale Produktion
- **Sozialer Bereich**, z.B. Notstromversorgung des Krankenhauses

Ein wichtiges fünftes Handlungsfeld ist die Information und Beteiligung der Bevölkerung.

H₂ IM TOURISMUS

Die Seenplatte bei Neubrandenburg ist eine wichtige Tourismusregion. **Wohnmobile** und **Hausboote** könnten mit Wasserstoff klimaneutral betrieben werden. Tankstellen an geeigneten Standorten könnten sowohl den Straßenverkehr als auch Boote mit Wasserstoff versorgen. Eine wichtige Infrastruktur in einer Region, in der es bisher noch keine **Wasserstoff-tankstelle** gibt.



„Reisen ist Mobilität; dessen Zukunft muss nachhaltig sein. Ein Urlaubsland wie Mecklenburg-Vorpommern bietet die Chance, den Aufbau einer Infrastruktur für die Wasserstoffwirtschaft mit und für den Tourismus zu denken. Dafür sollten alle Bereiche, angefangen bei An- und Abreise über die Mobilität am Reiseziel bis hin zur Energieversorgung in Unterkünften, in den Blick genommen werden.“

BIRGIT HESSE
Vorsitzende Tourismusverband MV

PIPELINE

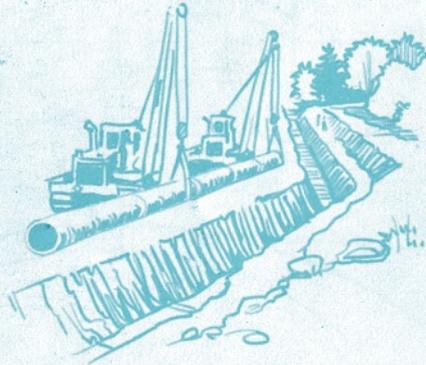
LANGE LEITUNG FÜR WASSERSTOFF

Eine **Wasserstoffpipeline** von Rostock bis nach Sachsen ist in Planung. Von Rostock bis Güstrow muss sie neu gebaut werden, ab Güstrow ist die **Umrüstung** einer bestehenden Pipeline vorgesehen. Die Pipeline kann verschiedene Wasserstoff-erzeuger und -verbraucher verbinden.

Bisher sind **vier Elektrolyseure** direkt an der Leitung geplant, davon **ein Elektrolyseur in MV** mit 55 MW und 3.900 t Wasserstoffherzeugung pro Jahr. Diese sollen u.a. den Strom von bestehenden Wind- und Solaranlagen der Firma **ENERTRAG** nutzen und im Jahr insgesamt 15.000 t Wasserstoff liefern. Dafür ist ein weiterer Ausbau von Erneuerbaren Energieanlagen erforderlich.

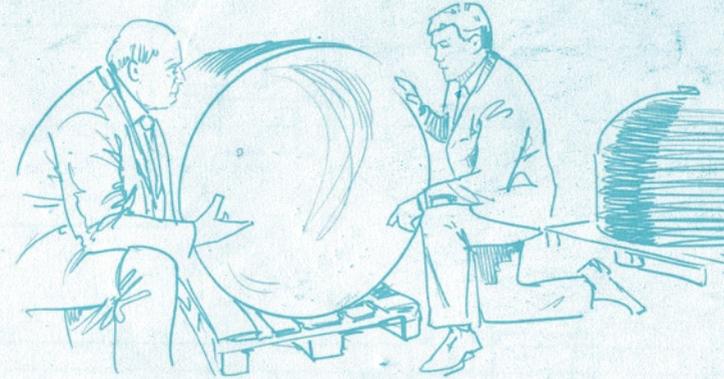
Direkt an den Elektrolyseuren werden **Wasserstofftankstellen** errichtet, um den Aufbau der Infrastruktur deutschlandweit zu unterstützen.

Als Nutzer des Wasserstoffs aus der Pipeline sind die **Zementproduktion** in Rüdersdorf bei Berlin und **Chemiefirmen** im Bereich Halle/Bitterfeld vorgesehen. Zementproduktion und zahlreiche chemische Prozesse benötigen viel Energie und verursachen bisher **hohe CO₂-Emissionen**. Daher besteht der Bedarf, eine **klimaneutrale Produktion** aufzubauen. Wasserstoff kann hierzu einen wichtigen Beitrag leisten.



TETEROW

TANK FÜR TANK



Wasserstoff kann durch Pipelines geleitet oder mit **Tanks** transportiert werden.

Die Firma **emano Kunststofftechnik** GmbH ist Produzent für zertifizierte Wasserstoff-Druckgasspeicher aus Kohlefasern in Teterow. Entwickelt wurden die Behälter zusammen mit APEX und dem Fraunhofer-Institut. Basierend auf langjähriger gemeinsamer Entwicklungserfahrung wird gegenwärtig intensiv an Speichern und **Speichersystemen** für neue Druckstufen (350 bar) und mobile Anwendungen gearbeitet.

Es werden zahlreiche **Arbeitsplätze** in der Region geschaffen. Von der Wasserstoffwirtschaft können auch Zulieferbetriebe profitieren.



„Für den Landkreis Rostock ist Wasserstoff eine wichtige Chance für die wirtschaftliche Entwicklung und für den Klimaschutz. Mit dem Düngemittelwerk in Poppendorf, Apex in Laage und Emano in Teterow haben wir bereits wichtige Akteure in unserer Region. Gemeinsam mit der Hansestadt Rostock haben wir das Netzwerk HY!Rostock gegründet, um die Entwicklung der Wasserstoff-Region Rostock weiter voran zu treiben.“

**SEBASTIAN
CONSTIEN**
Landrat LRO

LÜBESSE

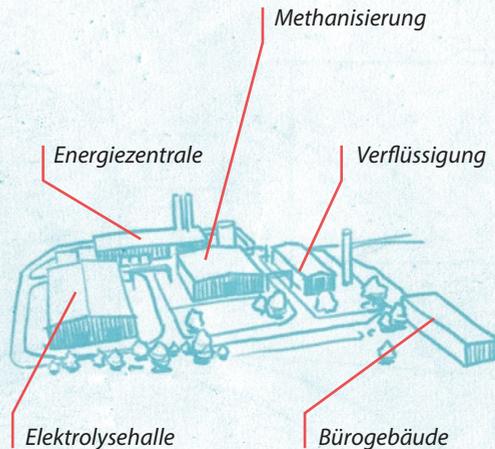
LEUCHTTURM IM BINNENLAND

Das **Energiedorf Lübesse**, südlich von Schwerin, strebt eine möglichst **klimaneutrale Energieversorgung** an, hauptsächlich mit Strom aus Erneuerbaren Energien und Wasserstoff. Initiiert wurde das Projekt von **Naturwind** aus Schwerin und **Exytron** aus Rostock.

Bestehende Windenergieanlagen, Solarparks und ein Gewerbegebiet in direkter Nachbarschaft schaffen gute Voraussetzungen für dieses **Leuchtturmprojekt**.

Erzeugt werden sollen **Methan** und **Wasserstoff**. Die bei der Produktion entstehende Abwärme soll per **Nahwärmenetz** die Häuser des Dorfes beheizen. Weiter will die **Lübesse Energie GmbH** regenerative Kraftstoffe (**E-Fuels**) herstellen.

Das breit angelegte **Modellprojekt** soll ähnlichen Vorhaben in MV als Vorbild dienen.



WARUM WASSERSTOFF?

Je nach Einschätzung muss die deutsche **Energieversorgung** bis 2035 bzw. 2045 **klimaneutral** gestaltet werden. Dazu müssen die **Erneuerbaren Energien ausgebaut** werden, besonders Wind- und Solarenergie, aber auch Biomasse, Geothermie und Wasserkraft. Vor allem Wind- und Solarenergie stehen nicht immer ausreichend zur Verfügung, sollen aber den größten Anteil klimaneutraler Energie liefern.

Die **Energiewende** erfordert daher weitere Bausteine:

1. LEITUNGEN

Stromleitungen können Strom **effizient** dahin leiten, wo er benötigt wird (Verlust: nur ein Prozent pro 100 km).

2. FLEXIBILITÄT

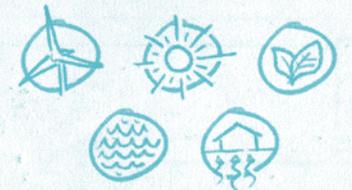
Biomasse ist lagerfähig und kann nach Bedarf zur **Stromerzeugung** eingesetzt werden. Der **Stromverbrauch** ist anpassbar. Kühltürme, Aluminium- und Kupferhütten produzieren schon heute flexibel, je nach Stromangebot und -preis.

3. SPEICHER

Energie **speichern, nur wenn notwendig**, z.B. mit Akkus oder H₂, denn Speicherung ist relativ teuer.

ENERGIEQUELLEN

Energie aus Wind, Sonne, Biomasse, Wasserkraft oder Geothermie ist die Voraussetzung für **grünen Wasserstoff**.



WASSERSTOFF BRAUCHT OFFSHORE-WINDPARKS

Die Bundesregierung plant bis 2030 die Errichtung von neuen Elektrolyseuren mit **5.000 MW** Leistung in Deutschland.

Um diese mit Strom zu versorgen, sind zusätzliche Offshore-Windparks vor der deutschen Küste erforderlich.

Diese sollen bis 2030 daher auf 20.000 MW (ursprünglich geplant 15.000 MW) ausgebaut werden.

FARBENLEHRE

WELCHER WASSERSTOFF - JETZT WIRD ES BUNT

Wasserstoff ist eigentlich farblos. Dennoch gibt es ihn mittlerweile in vielen Farben. Die Farbgebung beschreibt, wie der Wasserstoff hergestellt wurde:

IM VORDERGRUND STEHEN DREI FARBEN

GRÜN - mit Strom aus Erneuerbaren Energien

BLAU - aus Erdgas, das anfallende CO₂ wird allerdings aufgefangen und soll dauerhaft gespeichert werden - ein in MV sehr umstrittenes Verfahren

GRAU - aus fossilen Energien (vor allem Erdgas und Kohle)

Es entstehen etwa 10 t CO₂ je Tonne Wasserstoff

Desweiteren gibt es:

TÜRKIS - aus fossilem Methan, aber unter Luftabschluss, so dass fester Kohlenstoff entstehen soll (die Technologie ist noch in der Entwicklung)

ROT - mit Strom aus Atomenergie

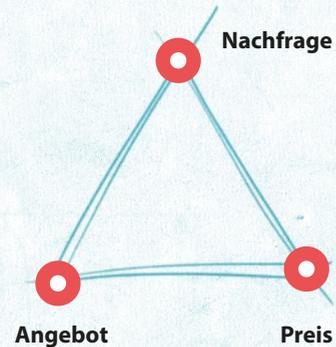
IST GRAUER WASSERSTOFF EINE ÜBERGANGSTECHNOLOGIE?

Wird die Wasserstoffproduktion schnell ausgeweitet, stellt sich die Frage, ob ausreichend Erneuerbare Energie dafür verfügbar ist. Daher wird grauer Wasserstoff als Übergangslösung diskutiert. Der **direkte** Erdgaseinsatz für Industrieprozesse ist zumeist vorteilhafter, als Wasserstoff **indirekt** durch Erdgas zu erzeugen.

Ein Kompromiss könnte blauer Wasserstoff sein. Die sichere Lagerung des anfallenden CO₂ ist aber umstritten.

AKZEPTANZDREIECK

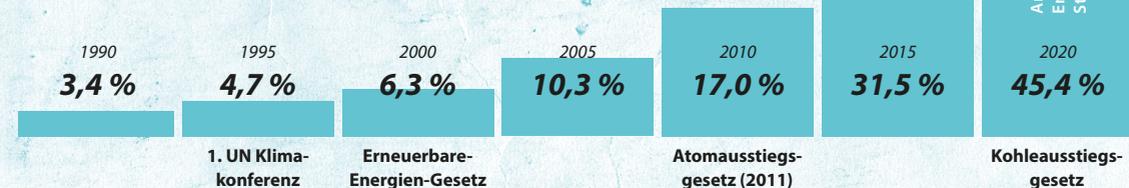
UND WER FÄNGT AN?



Auch wenn alle von Wasserstoff reden - wer fängt mit der Umsetzung an? Brauchen wir zuerst Schiffe, die mit Wasserstoff fahren oder erst entsprechende Betankungsmöglichkeiten? Oder zuerst Wasserstoff-LKW oder doch Wasserstoff-Hochöfen für die Stahlproduktion? Und für wen rechnet sich das überhaupt?

Der Einstieg in eine neue Technologie ist immer schwierig. Meist braucht es **Fördermittel**, weil sich die Produktion von Wasserstoff in kleinem Rahmen und für wenige Abnehmer zunächst nicht rechnet.

Daher hat die Bundesregierung ein Förderprogramm aufgelegt und stellt neun Milliarden Euro bereit. Damit besteht für die Politik die Möglichkeit, **Schwerpunkte** zu setzen und zu steuern: Wo soll Wasserstoff zuerst eingesetzt werden, damit sich schrittweise ein **Markt entwickeln** kann, der möglichst **bald ohne Zuschüsse** funktioniert. So haben sich auch die **Erneuerbaren Energien** entwickelt. Vor zwanzig Jahren noch ein unbedeutende Nische decken sie heute die Hälfte unseres Strombedarfs, bei immer weiter sinkenden Zuschüssen.





H₂MV

Wir hoffen, dass Ihnen diese kleine Broschüre einen interessanten Einblick in die Wasserstoff-Thematik in MV gegeben hat. Noch sind viele Wasserstoff-Projekte in Vorbereitung, doch manches kann schon besucht werden. Weiteres wird in den nächsten Jahren dazu kommen. Mehr Infos zum Thema dann auch online – einfach QR-Code aufrufen. Exemplare dieser Broschüre senden wir Ihnen gern zu, z.B. Klassensätze für den Unterricht.

**Eine Broschüre der Friedrich-Ebert-Stiftung
Landesbüro Mecklenburg-Vorpommern**

Arsenalstr. 8, 19053 Schwerin

Tel. 0385 - 512 596 | schwerin@fes.de | www.fes-mv.de

Texte: Ulrich Söffker | Grafik: Timo Zett- | Redaktion: Tobias Paul

2021

**FRIEDRICH
EBERT** 
STIFTUNG
Landesbüro MV