

# Wasserstofftechnologie Potentiale im Süden Bremerhavens

Wirtschaftliche Anwendungen von Wasserstofftechnologien  
Perspektiven für Bremerhaven

20. November 2018

Prof. Dr. Carsten Fichter  
Hochschule Bremerhaven



Europäische Union  
Investition in Bremens Zukunft  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung

**Dieses Projekt wird durch die  
Europäische Union gefördert**

# Hintergrund und Ziele

## Hintergrund

- Umbau der Energieinfrastruktur bedingt durch den Klimawandel.
- Abschaltung von el. Energie aus Windenergieanlagen → Einspeisemanagement.
- Suche nach Alternativen zur Speicherung von elektrischer Energie im großen Maßstab.

## Ziele:

- Erstellung einer Ergänzungsstudie „grünes Wasserstoffkonzeptes“ für den Fischereihafen und das Lune Delta.
- Untersuchung der Hauptkomponenten Elektrolyseur, Infrastruktur + Koppelprodukte.

## Für die Anwendungsfälle:

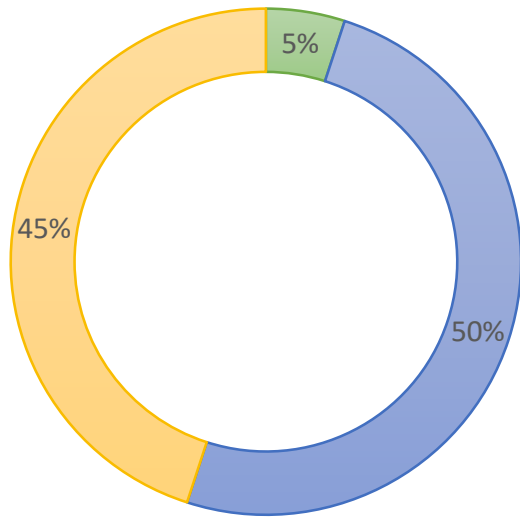
- Mobilität
- Logistik
- Industrie
- Wärme



Quelle: ME, BIS

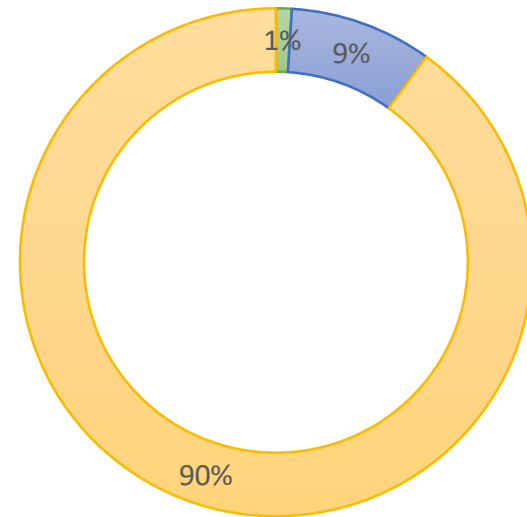
# Global Hydrogen 44 Mio t. 2016 (Germany ~ 4%)

Global H<sub>2</sub> supply ...



■ Electrolysis   
 ■ Coal Gasification   
 ■ Steam Methane Reforming

Global H<sub>2</sub> demand ...



■ Mobility   
 ■ Energy   
 ■ Industry

H<sub>2</sub> prices (supply) f (cost of electricity, tax, operating hours)

5 – 9 €/kg\*

7,7 – 11,7 €/kg\*\*

H<sub>2</sub> prices (demand)

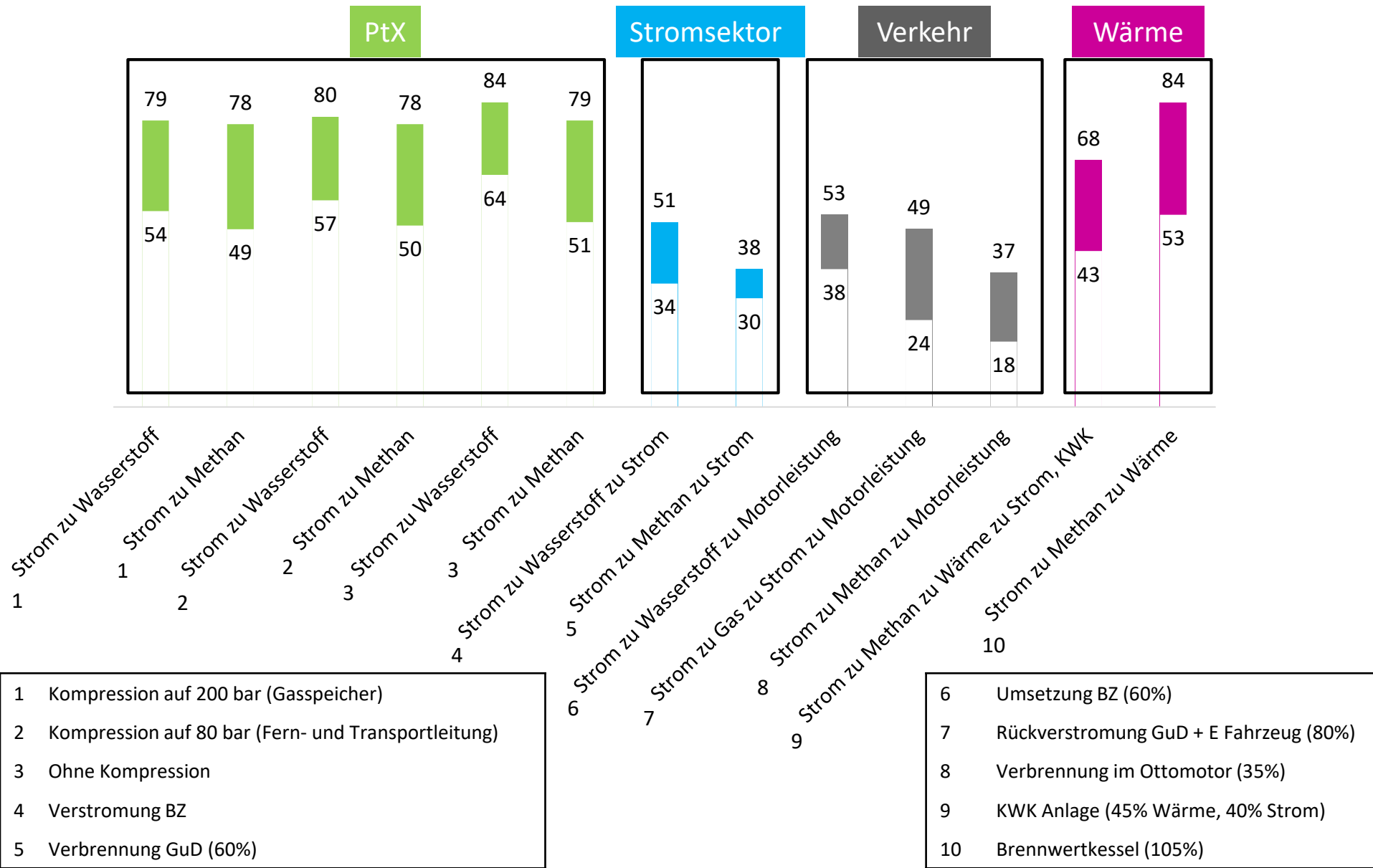
Industry 2 - 7 €/kg\*\*\*

Mobility 4 - 6 €/kg\*\*\*

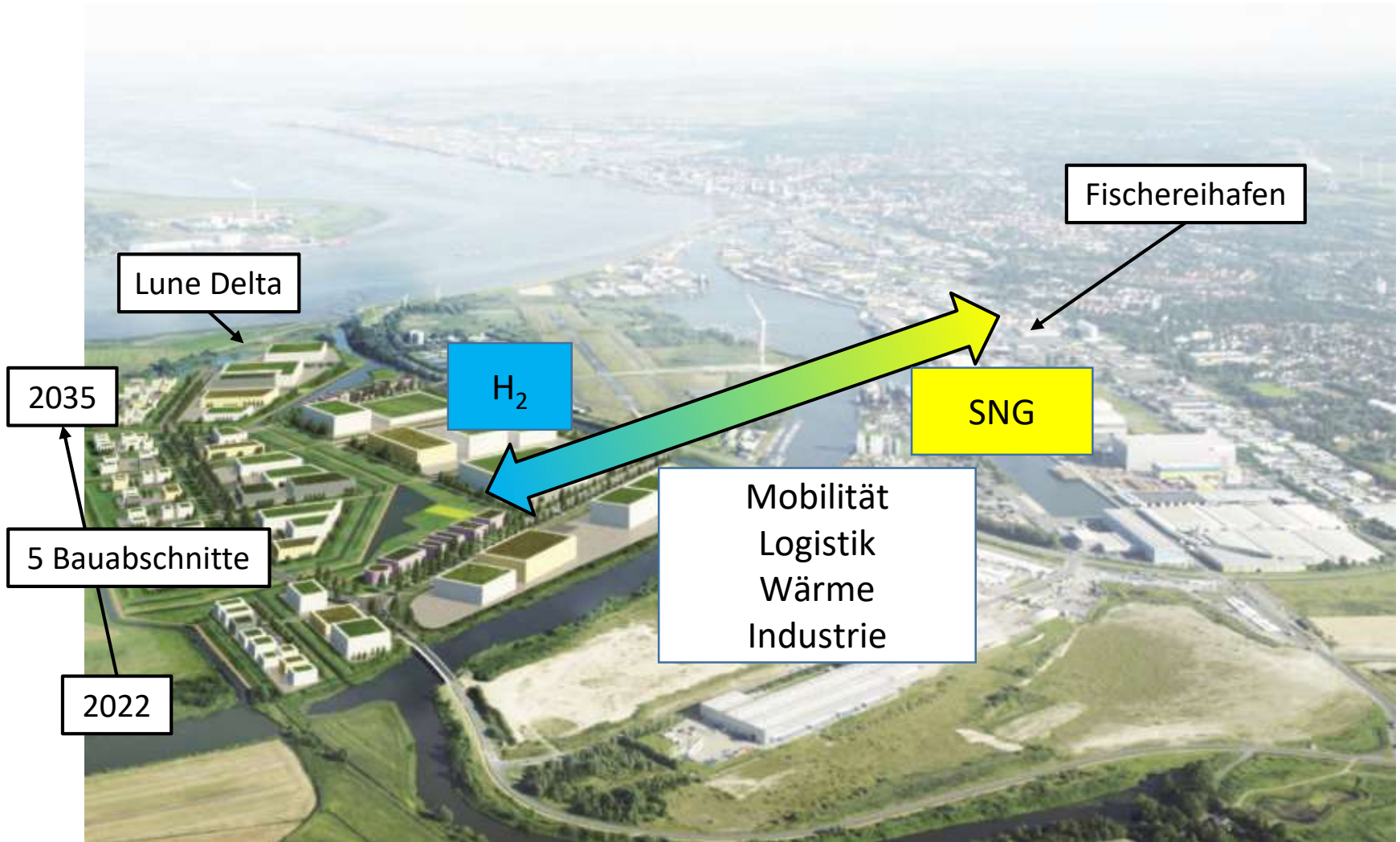
Energy 2.5 - 9 €/kg\*\*\*

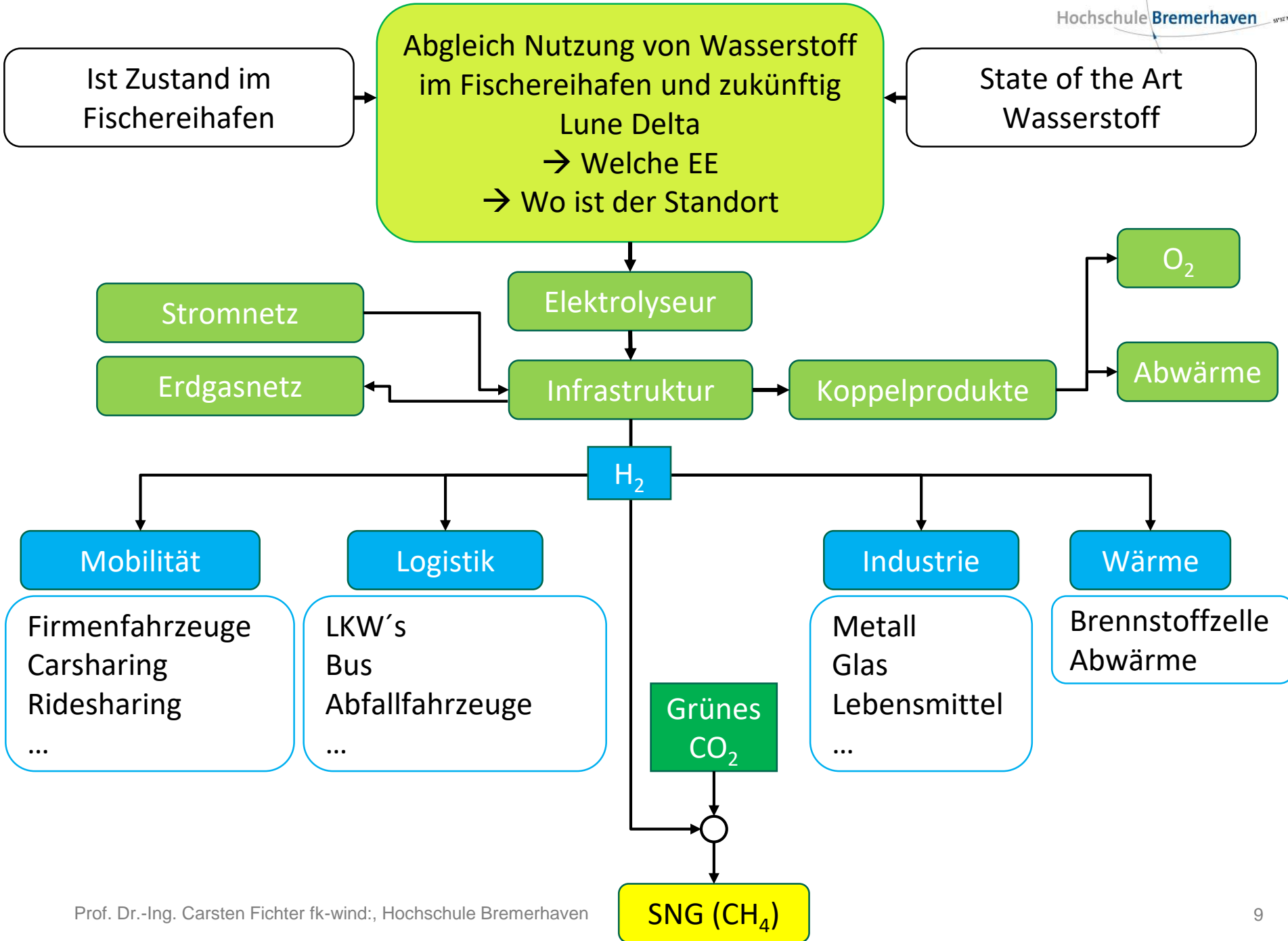
# Wirkungsgrade in %

Quelle: Sterner



# Untersuchungsgebiet Fischereihafen und Lune Delta





# Untersuchungsgebiet

- ☆ Potentielle Standorte Elektrolyseure
- Gasreduzierstation, Beimischung H<sub>2</sub> sehr gut möglich
- Erdgasstichleitung, SNG Beimischung möglich, H<sub>2</sub> Beimischung schwierig
- ▽ Sauerstoffsенke
- ▽ Wärmesenke

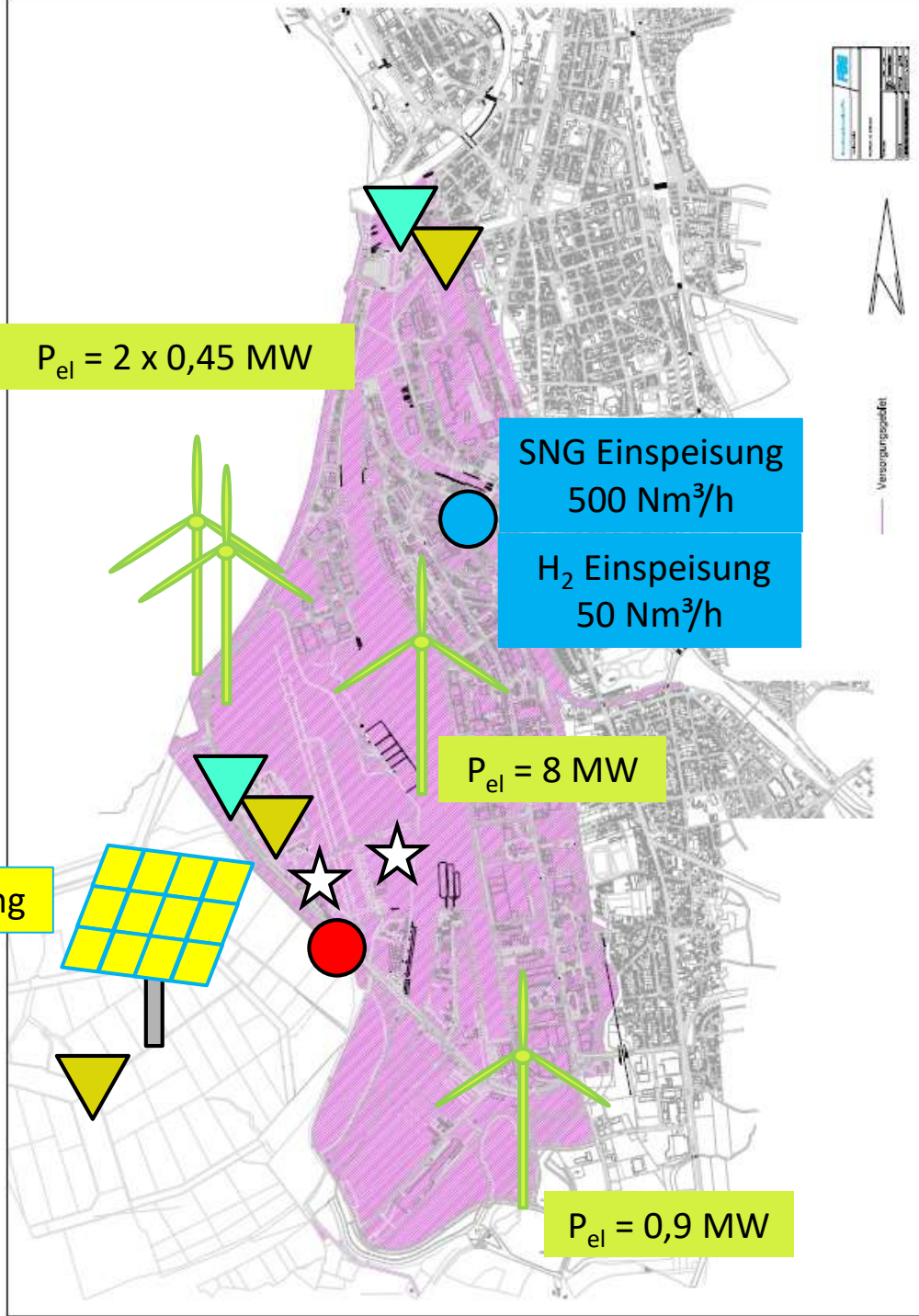
PV Einspeisung

$P_{el} = 2 \times 0,45 \text{ MW}$

SNG Einspeisung  
500 Nm<sup>3</sup>/h  
H<sub>2</sub> Einspeisung  
50 Nm<sup>3</sup>/h

$P_{el} = 8 \text{ MW}$

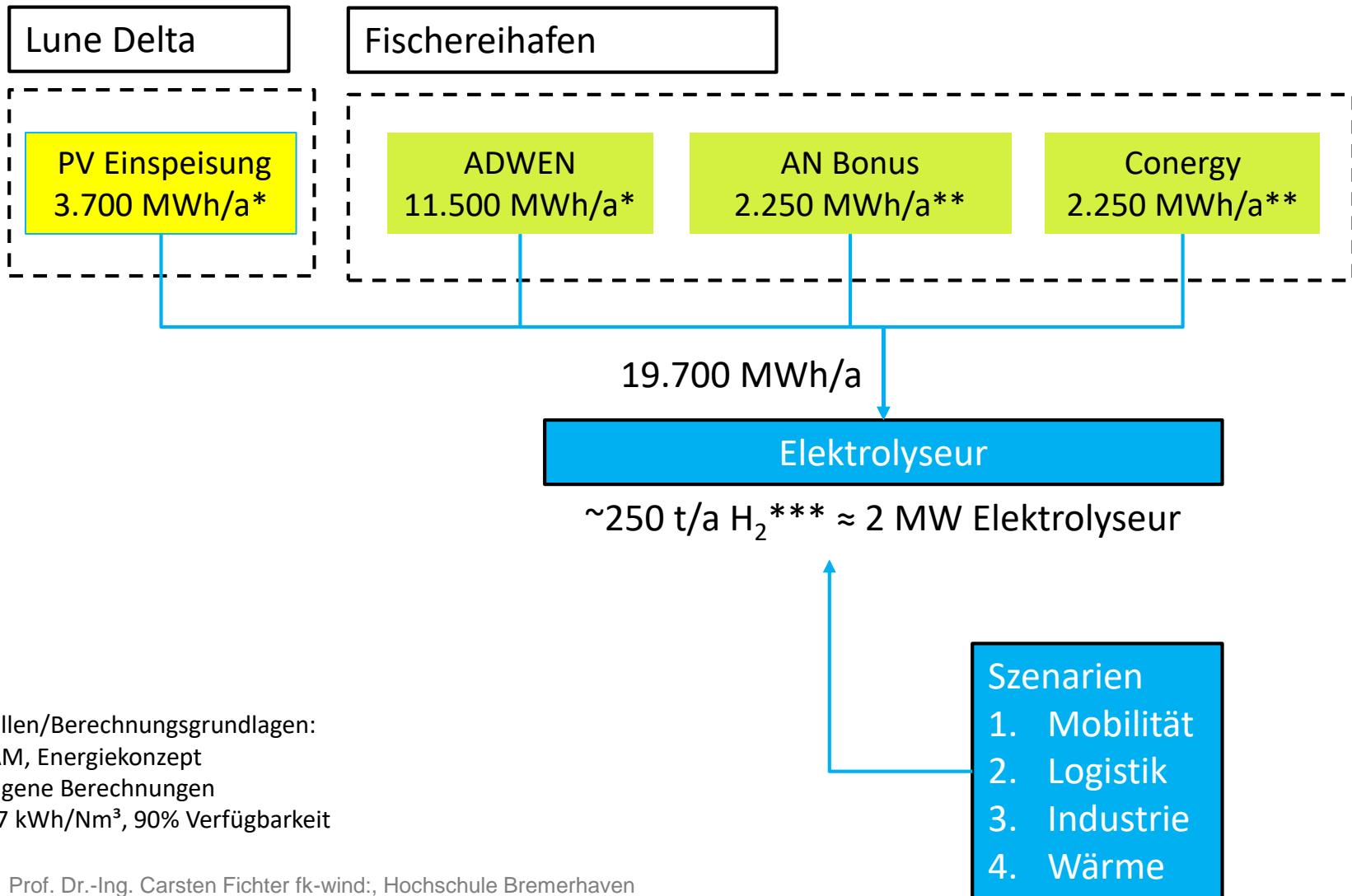
$P_{el} = 0,9 \text{ MW}$



Quelle: FBG

Prof. Dr.-Ing. Carsten Fichter fk-wind, Hochschule Bremerhaven

# Abbildung der Szenarien



Quellen/Berechnungsgrundlagen:  
 \* IFAM, Energiekonzept  
 \*\* eigene Berechnungen  
 \*\*\* 7 kWh/Nm<sup>3</sup>, 90% Verfügbarkeit



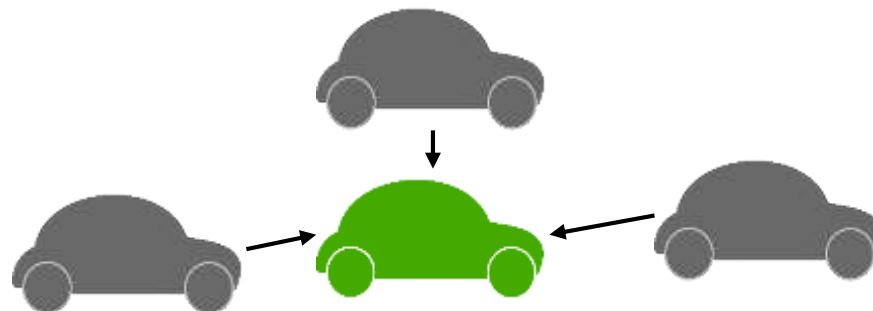
# Mobilitätskonzepte Wasserstoff

**Fahrzeugflotten und Sharingkonzepte** sind u.a. die am erfolgsversprechendsten Zielgruppen für den Wasserstoffeinsatz.

- Kurzstreckenfahrzeuge: Batterie.
- Mittel- und Langstrecke: Wasserstoff.

Dabei stellen sich die Fragen:

- Wie sieht die Mobilität der Zukunft aus?
- Muss bei neuer Mobilität jedes Fahrzeug 1:1 ersetzt werden?



# Mobilitätskonzepte für das Lüne Delta

- ÖPNV Busanbindung in das Lüne Delta
- Multifunktionsstation („Energie Hub“) an der Endhaltestelle der Buslinie
- Vorrangiges Parken für E- und H<sub>2</sub>-Fahrzeuge
- H<sub>2</sub> Carsharing und Ridesharing Modelle
- H<sub>2</sub> Logistik im Lüne Delta (Abfallsammelfahrzeuge, Gabelstapler, etc.)



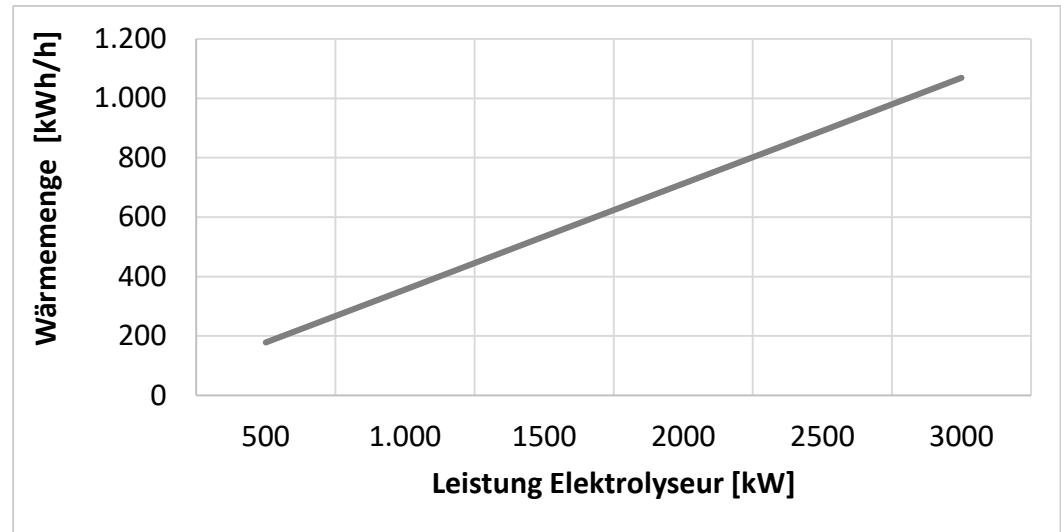
# Industrie

Stahlherstellung / Metallverarbeitung:	Glühen, Härten, Sintern und zur Gasabschreckung Stahlindustrie <b>Schweißen und Schneiden: Als Formier- sowie als Schutz- und Brenngas</b> Stahlherstellung: Direktreduktion (Reduktion CO <sub>2</sub> Emissionen ~ 50%)
Raffinerien:	Weiterverarbeitung
Chemie:	Als wichtiges Molekül in einer Vielzahl chemischer Produkte, etwa in Ammoniak, Methanol, hydrierten Kohlenwasserstoffen
Glas:	Herstellung Floatglas, Quarzglas und Bearbeitung (Feuerpolieren)
Polysilizium/ Solar:	Reaktion mit Trichlorethan in der Siliziumproduktion
Energie:	Kühlgas für Generatoren in Kraftwerken
Nahrung/ Speiseöle:	Hydrieren von Fettsäuren Härten von Margarine Produktion von Zuckeraustauschstoffen <b>Tracer für Packgas (MAP Verfahren)</b>
Elektronik:	Schutzgas bei der Herstellung von Bauelementen und Halbleitern
Lichttechnik:	Herstellung von Leuchtmitteln und Lichtwellenleitern
Luft- und Raumfahrt:	Treibstoff für Raketen, Energieversorgung Raumstationen

85% des H<sub>2</sub> Bedarfs

# Einsatzfeld Wärme

- Einsatz von Wasserstoff als Brennstoff
- Abwärme Elektrolyseur für
  - (a) Lune Delta
  - (b) Nahwärmenetz
  - (c) Aquakultur



# Einsatzfeld Sauerstoff

- **Müll – Heiz – Kraftwerk**, Erhöhung des Verbrennungsgrades.
- **Kläranlage**, in Belebungsbecken zur Reduzierung der Schaumbildung von Schlämmen, Reduzierung von Geruchsproblemen, zur Steigerung des dynamischen Verhaltens, platzsparender, Reduzierung der Verdichterkosten, jedoch höhere Betriebskosten.
- **Aquakultur**: z.B. Lieferung von O<sub>2</sub> und Abwärme (30°C).

# Erste Bewertung H<sub>2</sub> Konzept Fischereihafen und Lune Delta

Bereich	Fischereihafen	Lune Delta	Außerhalb
Mobilität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> Fahrzeuge</li> <li>• H<sub>2</sub> Carsharing</li> <li>• H<sub>2</sub> Ridesharing</li> <li>• H<sub>2</sub> Busse</li> <li>• H<sub>2</sub> Taxi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> Fahrzeuge</li> <li>• H<sub>2</sub> Carsharing</li> <li>• H<sub>2</sub> Ridesharing</li> <li>• H<sub>2</sub> Busse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> Fahrzeuge</li> <li>• H<sub>2</sub> Carsharing</li> <li>• H<sub>2</sub> Ridesharing</li> <li>• H<sub>2</sub> Busse</li> <li>• H<sub>2</sub> Fähre</li> <li>• H<sub>2</sub> Taxi</li> </ul>
Logistik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> LKW's</li> <li>• H<sub>2</sub> Flurförderfahrzeuge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> LKW's</li> <li>• H<sub>2</sub> Flurförderfahrzeuge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> Van Carrier</li> <li>• H<sub>2</sub> LkW's</li> <li>• H<sub>2</sub> Feuerwehr und RTW</li> <li>• H<sub>2</sub> Abfallsammelfahrzeuge</li> </ul>
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensmittel</li> <li>• Metallverarbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensmittel</li> <li>• Metallverarbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> Einsatz Müll – Heiz – Kraftwerk</li> <li>• und weitere</li> </ul>
Wärme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> als Brennstoff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abwärme Lune Delta &amp; Aquakultur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H<sub>2</sub> als Brennstoff</li> </ul>
Sauerstoff	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O<sub>2</sub> für Kläranlage</li> <li>• O<sub>2</sub> Aquakultur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O<sub>2</sub> Nutzgas</li> <li>• O<sub>2</sub> Aquakultur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O<sub>2</sub> für das Müll – Heiz – Kraftwerk</li> </ul>

# Das Henne-Ei Problem

Was kommt zuerst?

Infrastruktur vs. Verbraucher

Oder – ist Synthetisches Erdgas (SNG) eine Alternative?

Quelle: Unternehmensdemokraten, rehau

# Wasserstoff / SNG Einspeisung in das Erdgasnetz

## SNG Einspeisung in das Erdgasnetz

- Vorteil - unbegrenzte Einspeisung
- Vorteil - individuell einsetzbar
- Nachteil - weiterer Wirkungsgradverlust

## H<sub>2</sub> Einspeisung in das Erdgasnetz

- Limitierende Faktoren: **2 % H<sub>2</sub>** Beimischung in das Erdgasnetz wegen **Verträglichkeit**, z.B. mit **Gasturbine und CNG Fahrzeuge**
- Bis zu **10 % H<sub>2</sub>**, wenn es zum Beispiel keine **Erdgastankstelle** im betrachteten Erdgasnetz gibt.



# Erste Bewertung SNG Konzept Fischereihafen und Lune Delta

Bereich	Fischereihafen	Lune Delta	Außerhalb
Mobilität	Multifunktionale Anwendung	Kein Erdgasnetz geplant	Multifunktionale Anwendung
Logistik			
Industrie			
Wärme			

# Zusammenfassung

Die Hochschule Bremerhaven und der Verein H2BX erstellen ein grünes Wasserstoffkonzept für den Fischereihafen und das Lune Delta.

Betrachtete Anwendungsfälle:

- Mobilität
- Logistik
- Industrie
- Wärme



Mobilität und Logistik sind die maßgeblichen Treiber für Wasserstoff.

Wasserstoffkosten sind hauptsächlich von den (a) Stromkosten, den (b) Steuern/Umlagen und der (c) Auslastung abhängig.

Wasserstoff und SNG können zukünftig durch z.B. verstärkte CO<sub>2</sub> Einpreisung im Bereich Verkehr und Wärme an Attraktivität zunehmen.

**Die Energiewende ist kein technisches, sondern ein rechtliches / politisches ggf. „noch“ ökonomisches Thema.**

# „Das Wasser ist die Kohle der Zukunft.“

„Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist.

Die so zerlegten Elemente des Wassers, **Wasserstoff und Sauerstoff**, werden auf **unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.**“

Jules Verne  
(Werk: Die geheimnisvolle Insel, 1870)

# Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Carsten Fichter

Professur für Windenergietechnik und Energiewirtschaft

Bremerhaven University of Applied Sciences

An der Karlstadt 8

D-27568 Bremerhaven, Germany

Tel.: +49(0)471 4823 546

E-Mail: [carsten.fichter@hs-bremerhaven.de](mailto:carsten.fichter@hs-bremerhaven.de)

[www.hs-bremerhaven.de](http://www.hs-bremerhaven.de)

[www.fk-wind.de](http://www.fk-wind.de)



Europäische Union  
Investition in Bremens Zukunft  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung

**Dieses Projekt wird durch die  
Europäische Union gefördert**