

## Projektskizze

### **„Betankungsinfrastruktur von Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeugen im Küstenbereich der südlichen Ostsee“**

#### **Partner:**

<b>Firma / Einrichtung</b>	<b>Adresse</b>	<b>Telefon</b>	<b>E-Mail</b>	<b>Internet</b>
ATI Küste GmbH, Rostock	18057 Rostock, Scho- nenfahrerstr. 5	0381 12887-10	rostock@ati- kueste.de	www.ati-kueste.de
IEE Ingenieurbüro für Energie- Einsparung GmbH	12587 Berlin, Dreiserstraße 23	030 767631-0	info@iee-gmbh- berlin.de	www.iee-gmbh- berlin.de
Umweltdienste Barth GmbH & Co. KG	18356 Barth Am Mastweg 2a	038231- 68510	<a href="mailto:info@umwelt&lt;br/&gt;dienstebarth.de">info@umwelt dienstebarth.de</a>	<a href="http://www.umwelt&lt;br/&gt;dienstebarth.de">www.umwelt dienstebarth.de</a>
IFEU (FH Stralsund)	18435 Stralsund Zur Schweden- schanze 15	(03831) 45 6528	<a href="mailto:Janusz.Szymczyk&lt;br/&gt;@fh-stralsund.de">Janusz.Szymczyk @fh-stralsund.de</a>	<a href="http://www.fh-&lt;br/&gt;stralsund.de">www.fh- stralsund.de</a>

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Zielsetzung, Motivation und Innovation .....	3
2. Verweis NIP und Energieforschungsprogramm .....	5
3. Technische und organisatorische Umsetzung.....	5
3.1 Elektroenergieerzeugung und Speicherung, Betankung .....	6
3.2 Wasserstoffherstellung, Speicherung, Betankung.....	7
3.3 Parameter der Wasserstoff-Elektroenergie-Station .....	8
4. Projektkosten .....	9
4.1 Investitionen, Entwicklung, Planung etc. ....	9
4.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	9
5. Nutzen für die Allgemeinheit.....	10
6. Wirtschaftliche Risiken .....	10
7. Entwicklungszeitraum.....	10

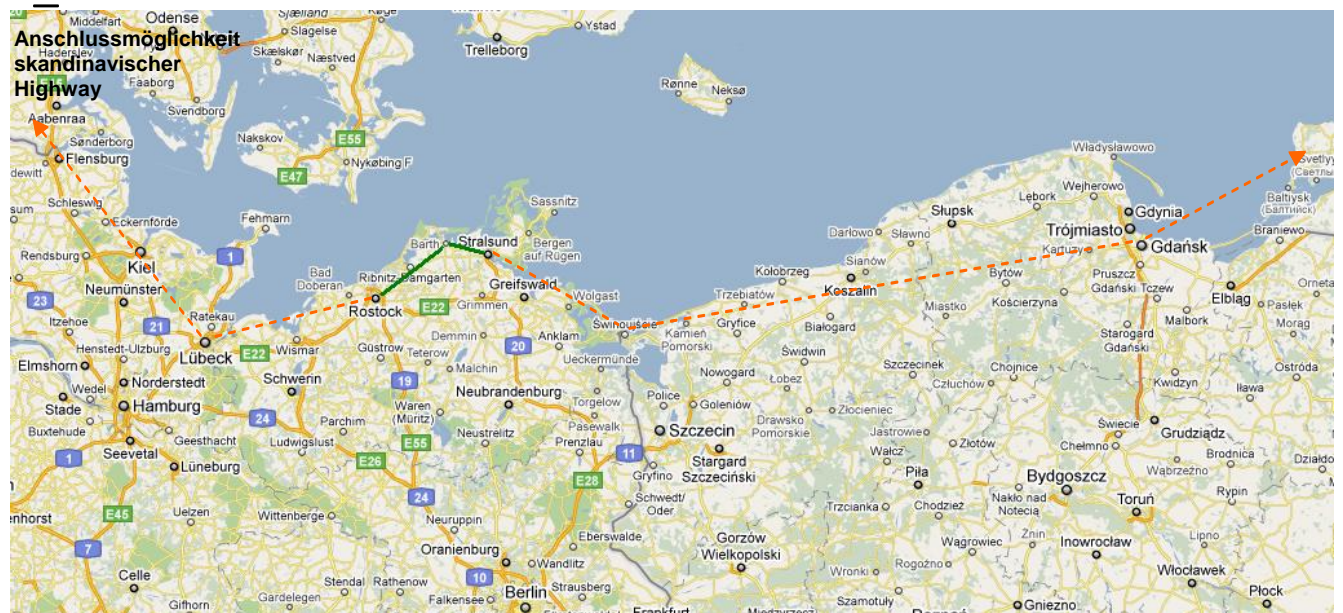
## 1. Zielsetzung, Motivation und Innovation

Durch den derzeitigen und geplanten Ausbau der Windenergie im Onshore- und Offshorebereich der südlichen Ostsee und relativ geringen Industrialisierungsgrad der Region entsteht bereits jetzt regelmäßig ein Überschuss an regenerativ erzeugter Elektroenergie. Es ist darüberhinaus zu erwarten, dass sich dieser Trend mit dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien vor allem im Offshore-Bereich deutlich verstärkt.

Parallel zu dieser Entwicklung werden beginnend im Jahr 2011 die ersten Serien-Elektrofahrzeuge (z. B. Renault u. Citroen) angeboten. Die ersten Kleinserien-Brennstoffzellenfahrzeuge werden im Jahr 2012 (z. B. Daimler) erwartet.

Die Akzeptanz dieser Fahrzeuge in der durch Tourismus geprägten südlichen Ostsee-Region wird als sehr hoch eingeschätzt.

Wie aus der nachfolgenden Darstellung zu erkennen ist, soll in der ersten Phase der Aufbau der Betankungsinfrastruktur in Rostock begonnen und entlang der Küste Mecklenburg-Vorpommerns über Barth (dort wird schon Wasserstoff mittels Photovoltaik erzeugt) und Stralsund (an der Fachhochschule wird Wasserstoff mittels Windenergie hergestellt) fortgesetzt werden. In einer zweiten Phase ist der Ausbau in Richtung Westen bis Hamburg und Richtung Osten bis St. Petersburg geplant. Weiterhin wird auch eine Ausdehnung in den skandinavischen Raum avisiert.



### „E- u. H<sub>2</sub>-Korridor südliche Ostsee“

Dieses Projekt soll auch dazu dienen, den Wettbewerb im Energiesektor mittels des relativ autarken Betriebs der Betankungseinrichtungen durch mittelständische Unternehmen zu stärken. Die hohe Dynamik von KMU's ist auch eine hervorragende Basis für einen zügigen Ausbau der Betankungsinfrastruktur.

Der Start des Projektes wird maßgeblich durch die Hansestadt Rostock und das Amt für Raumordnung und Landesplanung Mittleres Mecklenburg/Rostock unterstützt.

Der innovative Kern des Projektes besteht darin, dass relativ kleine und kostengünstige Betankungsmodule für Wasserstoff und Elektroenergie konfiguriert werden sollen, die einen kostengünstigen



Durch diese dezentrale Wasserstoffherzeugung und Stromspeicherung an der Tankstelle sowie der Möglichkeit der Leistungserweiterung mittels Kaskadierung der Module zu größeren Einheiten und damit eine effektive Art der Anpassung an die Marktgegebenheiten ergeben sich folgende Vorteile:

- Geringe Anfangsinvestition, betriebswirtschaftlich vertretbare Lösung
- Ein starker Wettbewerb ist möglich, da auch kleine Anbieter und nicht nur die großen Treibstofflieferanten zum Zuge kommen können.
- Durch den Wegfall von H<sub>2</sub>-Straßentransporten werden Kosten (Fahrt- und Logistikkosten) eingespart und der Umwelteinfluss sowie CO<sub>2</sub>-Ausstoß durch den Transport verringert.
- Bei einer dezentralen Herstellung des Wasserstoffs besteht auch eher die Chance, die Verluste des Elektrolyseurs (Wärmeenergie) vor Ort zu nutzen. Dieses trifft auch bei einer evtl. Rückverstromung des Wasserstoffs zu.

## **2. Verweis NIP und Energieforschungsprogramm**

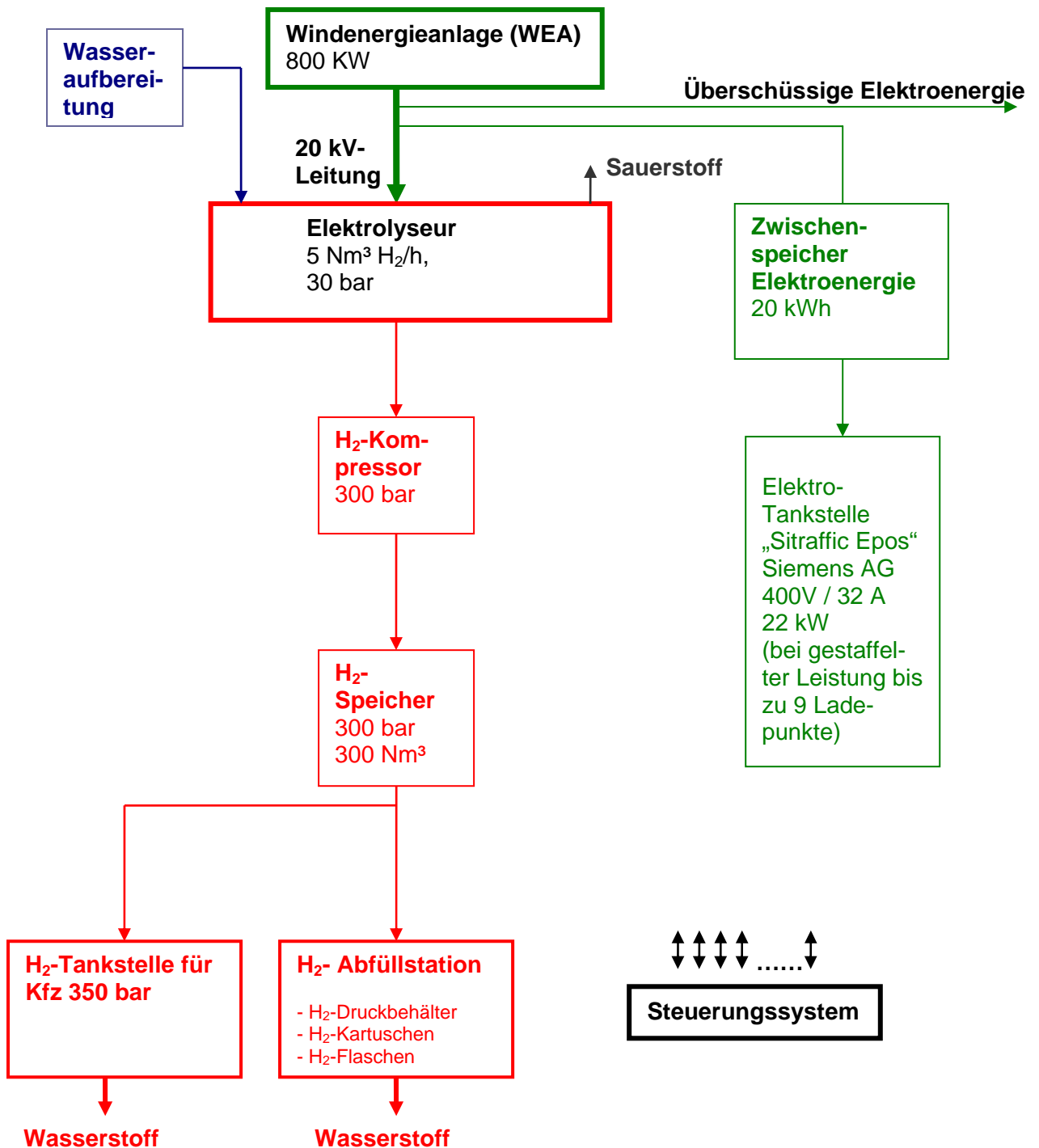
- Wasserstoff als alternativer Kraftstoff  
(NIP Nationaler Entwicklungsplan Version 2.1 vom 30.04.07 Entwicklungsplan „Verkehr“ S. 6-11, und Anhang S. 36-41)
- Energiemarkt – Plausibilisierung der Einführung von Wasserstoff in den Straßenverkehr  
(GermanHy Studie, „Woher kommt der Wasserstoff in Deutschland bis 2050“ S. 45)
- Wasserstoff als ernstzunehmender Sekundärenergieträger kann sich nur durchsetzen, wenn es gelingt, die Kosten für erneuerbare Energien entscheidend zu reduzieren. (5. Energieforschungsprogramm, S. 32 ).

## **3. Technische und organisatorische Umsetzung**

### **Wind-Wasserstoff-Station und Tankstellen für Wasserstoff und Elektroenergie**

Die Antragsteller verfügen über bzw. haben Zugang zu bewährten Technologien, die die Speicherung der Überschussenergie für eine bedarfsgerechte Verwendung und für die Bereitstellung im Verkehrssektor ermöglichen.

In der nachfolgenden Abb. 1 ist das Schema für die Wasserstoff- und Sauerstoffherstellung einschließlich Rückverstromung und Wärmeerzeugung dargestellt.



*Funktionale Darstellung des Wind-Wasserstoff-Station mit Wasserstofftankstelle und Elektrotankstellennetz*

### 3.1 Elektroenergieerzeugung und Speicherung, Betankung

Die Elektroenergieerzeugung erfolgt auf Basis der WEA mit einer Leistung von 800 kW. Durch die Zwischenschaltung des Elektrospeichers wird die Möglichkeit geschaffen, für die Elektrotankstelle ausschließlich regenerativen Windstrom aus der WEA zu nutzen.

### 3.2 Wasserstoffherstellung, Speicherung, Betankung

Auf Basis Elektroenergie der WEA wird ein Elektrolyseur betrieben.

Der Elektrolyseur erzeugt Wasserstoff, der auf einen Druck von 300 bar komprimiert und in entsprechenden Druckbehältern gespeichert wird.

Bei dem Elektrolyseur handelt es sich um ein Kaskadensystem, welches von der Größe her nach oben offen ist. D. h. bei einem Mehrbedarf an Wasserstoff (Modulgrößen zwischen 5 und 50 Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>) besteht die Möglichkeit, weitere Elektrolyseur-Module zu installieren, so dass dem ggf. erhöhten Bedarf entsprochen werden kann.

Als H<sub>2</sub>-Speicher sollen 2 Flaschenbündel á 16 Flaschen bei einem Druck von 300 bar verwendet werden.

Wenn die Speicher vollständig gefüllt sind und weiterhin elektrische Energie von der Windkraftanlage geliefert wird, so wird diese überschüssige Windenergie in das E-Netz eingespeist unter der Maßgabe der vorrangigen Verwertung im Gewerbegebiet sowie für Elektrotankstellen.

Der Wasserstoff aus dem H<sub>2</sub>-Speicher wird einer H<sub>2</sub>-Abfüllstation zugeführt. Mittels dieser H<sub>2</sub>-Abfüllstation werden H<sub>2</sub>-Druckbehälter, H<sub>2</sub>-Kartuschen und -Flaschen für industrielle Anwendungen sowie portable Brennstoffzellensysteme befüllt.

Des Weiteren wird der Wasserstoff einer H<sub>2</sub>-Tankstelle für Kfz zugeführt. Im ersten Schritt ist hier ein Druckniveau von 350 bar vorgesehen. In einem 2. Schritt ist eine Erhöhung des Druckniveaus auf 700 bar vorgesehen. Die nächste Generation von Brennstoffzellenfahrzeugen (Daimler, VW, Opel, Toyota, Nissan/Renault, Honda) ist mit 700 bar-Druckbehältern ausgestattet. Diese Fahrzeuge werden ab 2012 im größeren Maßstab zur Verfügung stehen.

### 3.3 Parameter der Wasserstoff-Elektroenergie-Station

Nachfolgend sind die Parameter der Wasserstoff-Elektroenergie-Station dargestellt.

<b>WEA</b>	
Nennleistung	<b>800 kW<sub>el</sub></b>
Elektrische Energie p. a.	<b>3.200 MWh<sub>el</sub></b>
<b>Elektroenergieverbrauch p. a.</b>	
<b>a) Elektroenergieversorgung für E-Mobilität</b> (5 E-Fahrzeuge á 10.000 km * 20 kWh <sub>el</sub> /100 km)	<b>10.000 kWh<sub>el</sub></b>
- Elektroenergiespeicher	6 kW, 20 kWh
- Elektrotankstelle „Sitraffic Epos“ (für Elektroautos, E-Scooter, E- Fahrräder, Pedelecs, E-Roller, Elektrorollstühle, Segway's)	400 V / 32A 22 kW
<b>b) H<sub>2</sub>-Versorgung für E-Mobilität Wasserstoff</b>	
- Elektrolyseur: Elektrische Energie p. a.	<b>200.000 kWh<sub>el</sub></b>
- Wasserstoffmenge p.a.	40.000 Nm <sup>3</sup>
- Elektrische Leistung (Wirkungsgrad 60 %)	25 kW <sub>el</sub>
Spezifische Wasserstoffmenge	5 Nm <sup>3</sup> /h
<b>H<sub>2</sub>-Speicher</b> (einschließlich Kompressoren, Reinigung)	
Normvolumen	z. B. 300 Nm <sup>3</sup> 2 Flaschenbündel
Druck	300 bar
<b>Wasserstoff-Tankstelle für Kfz</b>	
Druck	350 bar, 700 bar
<b>Wasserstoff-Abfüllstation für Industrie, portable Anwendungen etc.</b>	
Drücke	200 bar, 300 bar, 350 bar, 700 bar



## 4. Projektkosten

### 4.1 Investitionen, Entwicklung, Planung etc.

Die Elektrolyseanlage ist mit einer Leistung von 5 Nm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>/h auszuführen. Da die Anlage für eine Modulbauweise konzipiert ist, besteht die Möglichkeit, bei wachsendem Bedarf nachträglich weitere Module der Anlage hinzuzufügen (Kaskadierungsmöglichkeiten), so dass kurzfristig eine Kapazitätserhöhung möglich ist.

Es ist eine Wasseraufbereitungsanlage vorzusehen. Es soll die Möglichkeit einer Wärmeauskopplung geschaffen werden.

#### Kostenkalkulation Wasserstoffbereitstellung und Elektrotankstellen

AP 1.01	Elektrolyse einschließlich Wasseraufbereitung, Spannungsanpassung (Trafo)	150,0 T€
AP 1.02	Komprimierung des Wasserstoffs	90,0 T€
AP 1.03	Speicherung des Wasserstoffs	32,0 T€
AP 1.04	Abfüllstation für Wasserstoff	16,0 T€
AP 1.05	H <sub>2</sub> -Tankstelle für Kfz	300,0 T€
AP 1.06	Stromspeicher 6 kW, 20 kWh	32,0 T€
AP 1.07	Elektrotankstellen für Kfz	90,0 T€
AP 1.08	Planungsleistung, Projektmanagement, Engineering	100,0 T€
AP 1.09	Steuerungssystem	80,0 T€
AP 1.10	Montage, Inbetriebnahme, 20 kV - Kabel	100,0 T€
AP 1.11	Feldtest	60,0 T€
<b>Summe</b>		<b>1.050,0 T€</b>

### 4.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Es handelt sich um einen überschläglichen Vergleich in dem keine Steuern, Zinsen, Nebenkosten etc. Berücksichtigung finden konnten.

#### 4.2.1 Ausgaben

Kosten der WEA:	1.200,0 T€
Kosten H <sub>2</sub> -Bereitstellung und Elektrotankstellen:	1.050,0 T€
ggf. abzgl. Förderung NOW	<u>- 504,0 T€</u>
<b>Summe Investitionsausgaben:</b>	<b>1.746,0 T€</b>

#### 4.2.2 Einnahmen

Erlöse nach EEG (0,085 €/KWh* 2.900.000 kWh)	246,5 T€/a
Erlöse aus dem Verkauf von Wasserstoff (8 €/kg)	28,8 T€/a
Erlöse durch Elektrotankstellen (0,20 €/KWh)	<u>2,0 T€/a</u>
<b>Summe Einnahmen</b>	<b>277,3 T€/a</b>

Bei Zugrundelegung dieser Zahlen würde sich eine Amortisationszeit von ca. 6 Jahren ergeben.

## **5. Nutzen für die Allgemeinheit**

Der mittels WEA erzeugte und ggf. gespeicherte Wasserstoff soll zum überwiegenden Teil für die Betankung von Elektrofahrzeugen sowie von Brennstoffzellenfahrzeugen genutzt werden.

Durch die Nutzung der mittels regenerativer Elektroenergie betriebenen Elektrotankstellen sowie durch den Betrieb der H<sub>2</sub>-Abfüll- und Betankungseinrichtungen besteht die Möglichkeit der Ansiedlung eines Unternehmens mit ca. 10 Mitarbeitern.

## **6. Wirtschaftliche Risiken**

- Die vorgesehenen Anlagen zur Herstellung, Komprimierung und Lagerung von technischen Gasen sind durch den TÜV genehmigungspflichtig. Es besteht dadurch die Möglichkeit, dass die Sicherheitsanforderungen kostenintensiver sind als bisher eingeschätzt.
- Falls die Entwicklung und Markteinführung von Wasserstoff- und Brennstoffzellenfahrzeugen langsamer vonstatten geht als erwartet, würde sich die Amortisierung der Anlagen ebenfalls verlangsamen.
- Die Betankung von E-Fahrzeugen, deren Einführung schon früher (2011) stattfinden wird, kann problematisch sein.

## **7. Entwicklungszeitraum**

Der Entwicklungszeitraum ist vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2013 vorgesehen.