

Der aktuelle Stand der Wasserstoff- und Brennstoffzellenprojekte in Deutschland

Symposium der Wasserstoff-Gesellschaft Hamburg e.V. | 7. Juni 2011

Thorsten Herbert | Programmleiter Verkehr

Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)

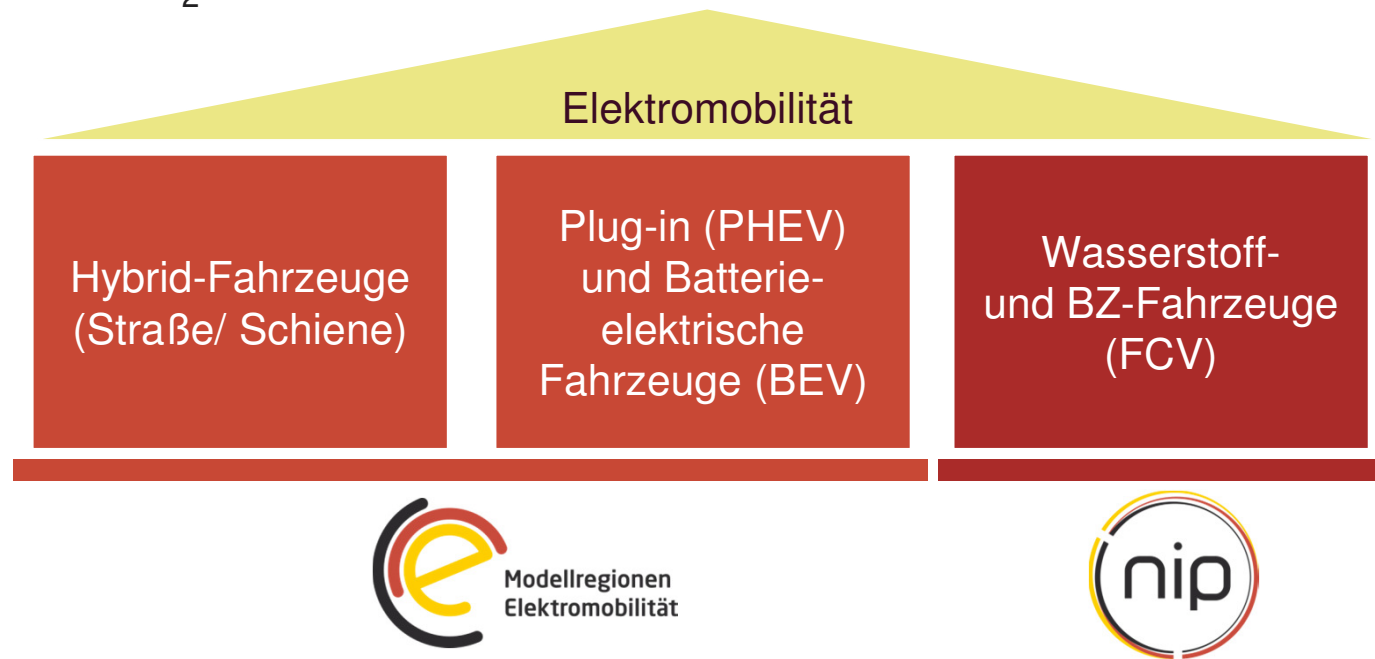
Inhalt

- A. Die Nationale Strategie und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)
- B. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) – Stand der Umsetzung
 - 1. Programmbereich Verkehr
 - 2. Programmbereich H₂-Bereitstellung
 - 3. Programmbereich Stationär
 - 4. Programmbereich Spezielle Märkte
- C. H₂-Mobility

Elektromobilität – ein breites Verständnis

Elektrifizierung von Antrieben:

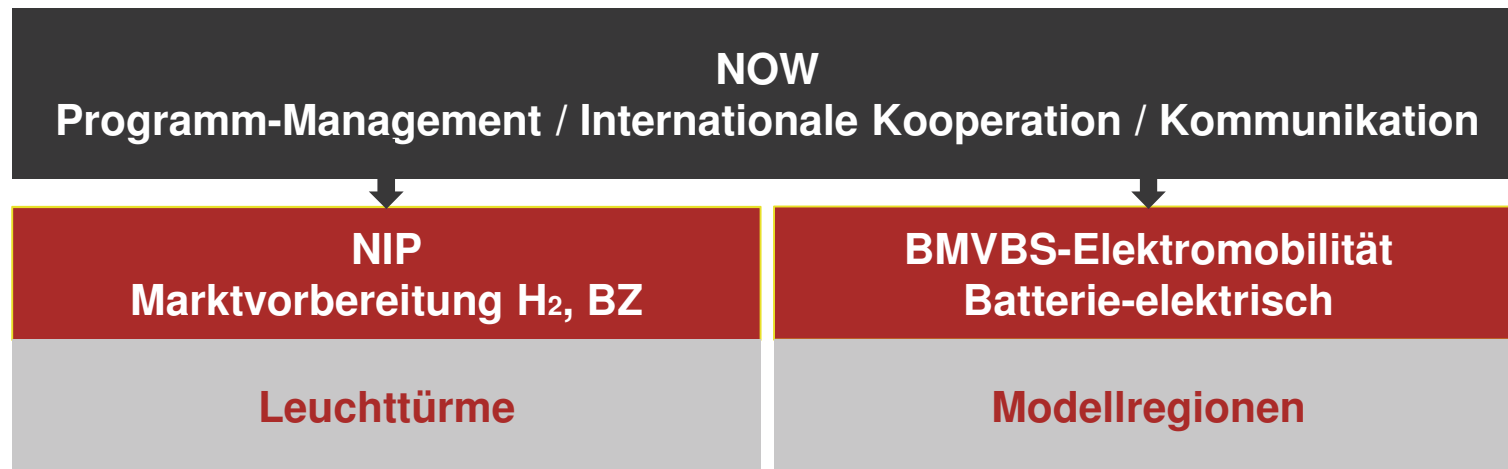
- Mehr Effizienz
- Potential für CO₂-freie Mobilität



Elektromobilität umfasst die Schlüsseltechnologien
Batterie-elektrisch und Brennstoffzelle

NOW GmbH – Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

- Eigner: Bund (100 %)
- Co-finanziert von Industrie
- Aufsichtsrat: BMVBS (Vorsitz), BMWi, BMBF, BMU
- Beirat: strategische Kontrolle, Weiterentwicklung von Programmen



Deutschland soll Leitmarkt für nachhaltige Mobilität und Energieversorgung werden

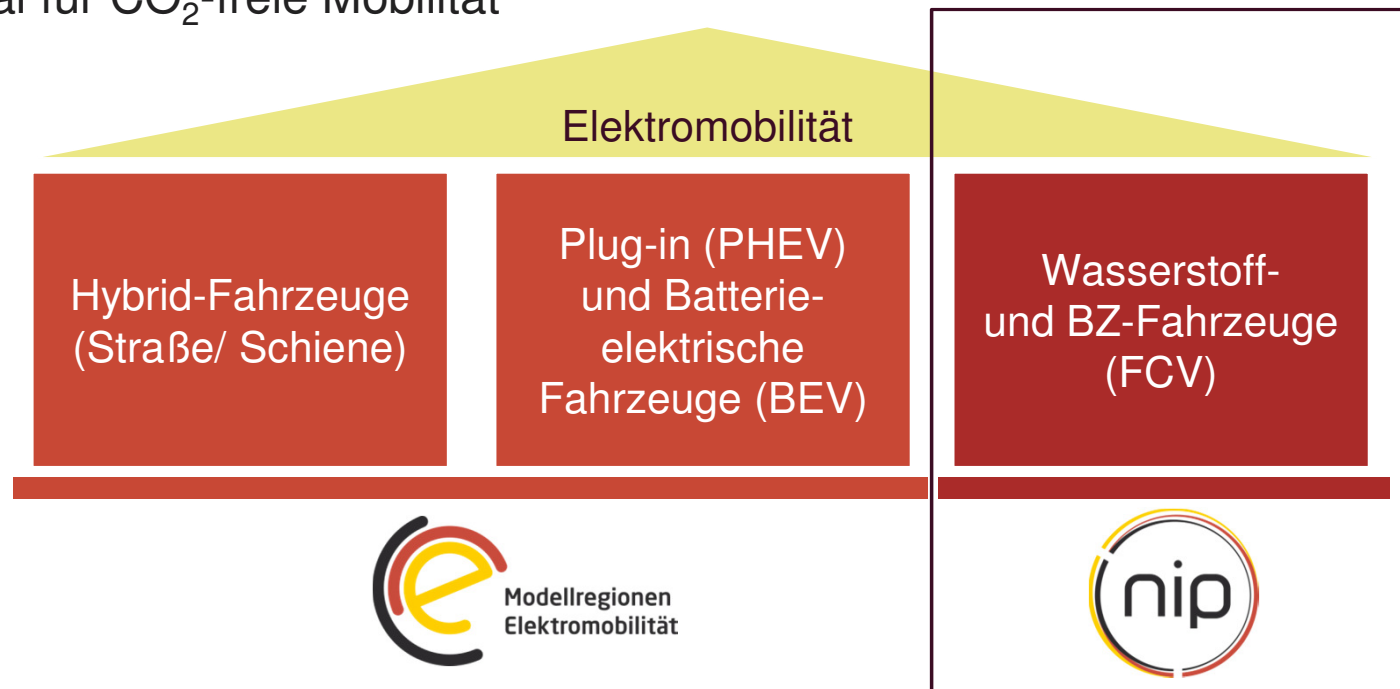
Inhalt

- A. Die Nationale Strategie und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)
- B. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) – Stand der Umsetzung
 - 1. Programmbereich Verkehr
 - 2. Programmbereich H₂-Bereitstellung
 - 3. Programmbereich Stationär
 - 4. Programmbereich Spezielle Märkte
- C. H₂-Mobility

Elektromobilität – ein breites Verständnis

Elektrifizierung von Antrieben:

- Mehr Effizienz
- Potential für CO₂-freie Mobilität



Elektromobilität umfasst die Schlüsseltechnologien
Batterie-elektrisch und Brennstoffzelle

Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)



Das NIP wird
unterstützt von



- **200 M€** Förderung
Schwerpunkt FuE
BMW, NOW, PtJ-Jülich
 - **500 M€** Förderung
Schwerpunkt Erprobung
BMVBS, NOW, PtJ-Berlin
 - **700 M€** Eigenbeitrag
der Industrie
-
- **1.400 M€** Gesamtbudget
 - **10-Jahres-Programm**
 - **Laufzeit bis Ende 2016**

NIP ist eine strategische Allianz aus Politik, Industrie und Wissenschaft.



Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)

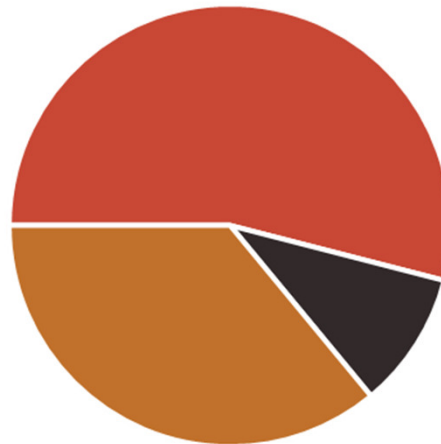


Verkehr:

- 54% NIP
- inkl. H₂-Bereitstellung
- Ausweitung der Fahrzeugflotte (PKW und Busse) und H₂-Infrastruktur, ausgehend von Schlüsselregionen

BMVBS-Mittel (Status 06/2011)

bewilligt inkl. LOI: 126 Projekte/
277 Mio. € Förderung



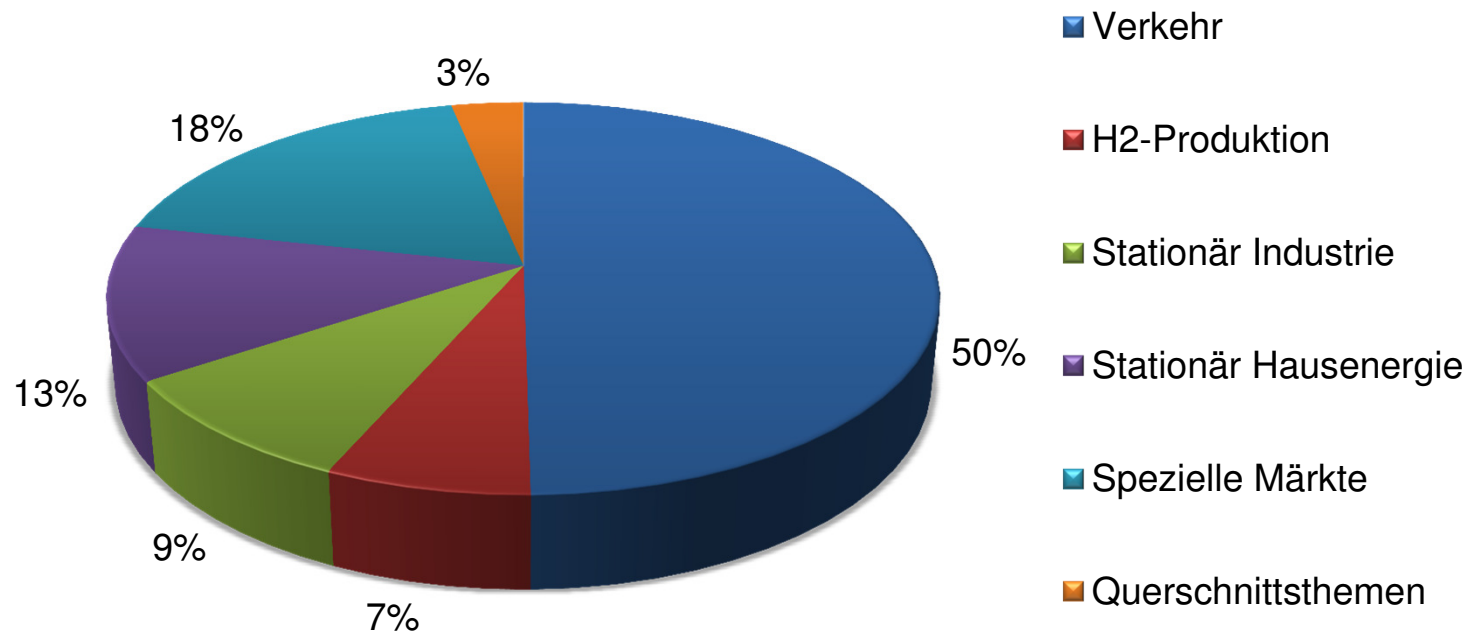
Stationäre Energieversorgung:

- 36% NIP
- BZ-Heizgeräte in Wohnhäusern F
- BZ in industriellen BHKW

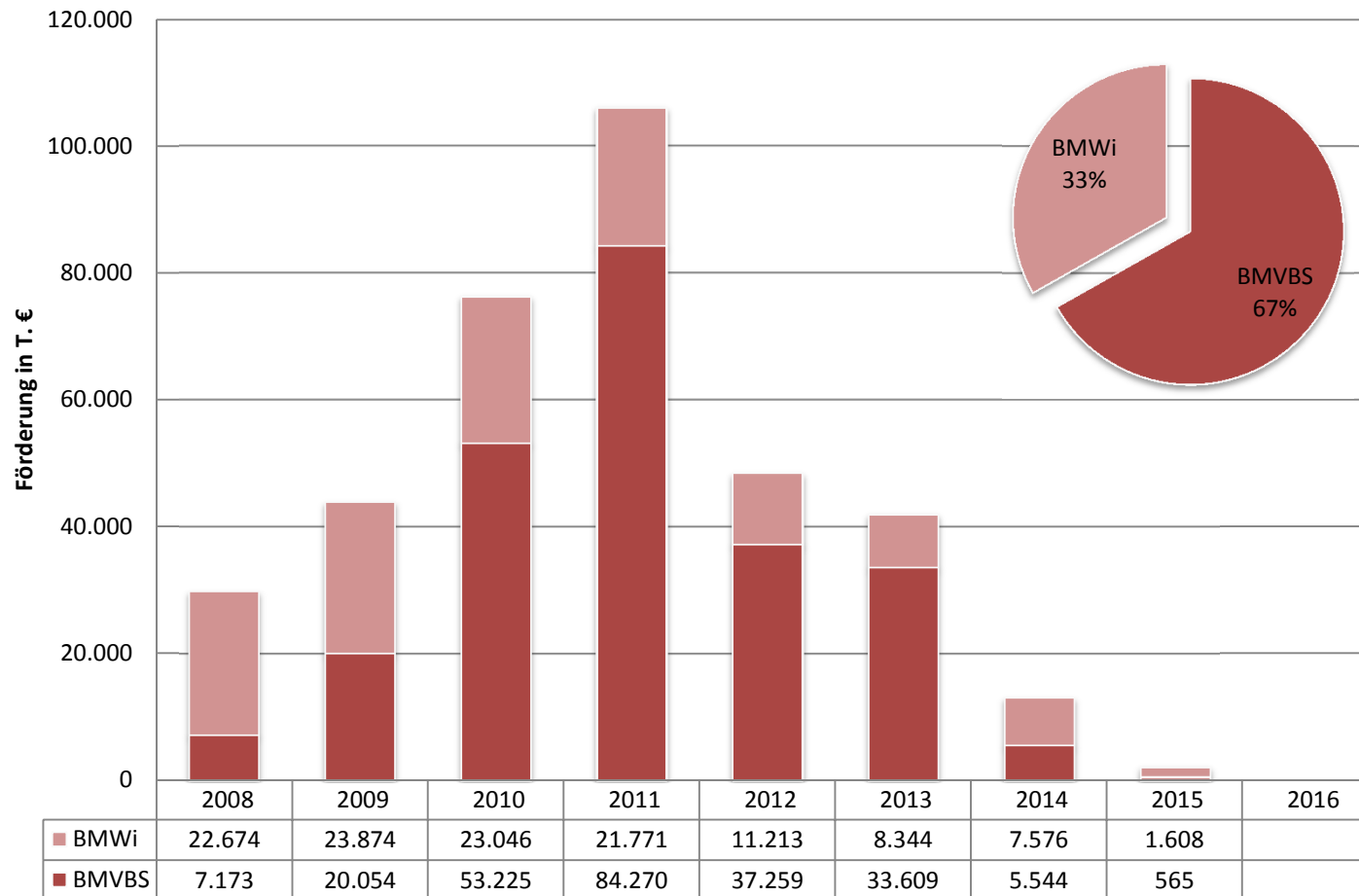
Spezielle Märkte:

- 10% NIP
- Kritische Stromversorgung, IT, Telekommunikation
- Logistik, Freizeit- und Tourismusmarkt

Aktuelle Verteilung der Förderung (BMVBS) nach Programmbereichen (Juni 2011)



Aktuelle Verteilung der Förderung (BMVBS/BMWi) nach Jahren (Juni 2011)



Inhalt

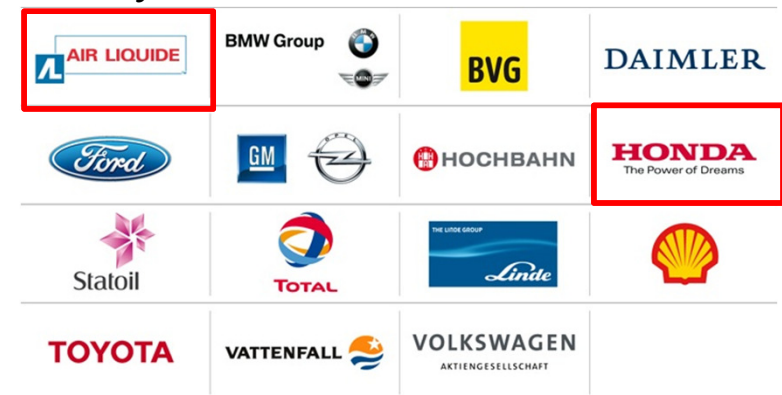
- A. Die Nationale Strategie und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)
- B. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) – Stand der Umsetzung
 - 1. Programmbereich Verkehr
 - 2. Programmbereich H₂-Bereitstellung
 - 3. Programmbereich Stationär
 - 4. Programmbereich Spezielle Märkte
- C. H₂-Mobility

NIP Leuchtturm Verkehr – Clean Energy Partnership (CEP) / Ziele

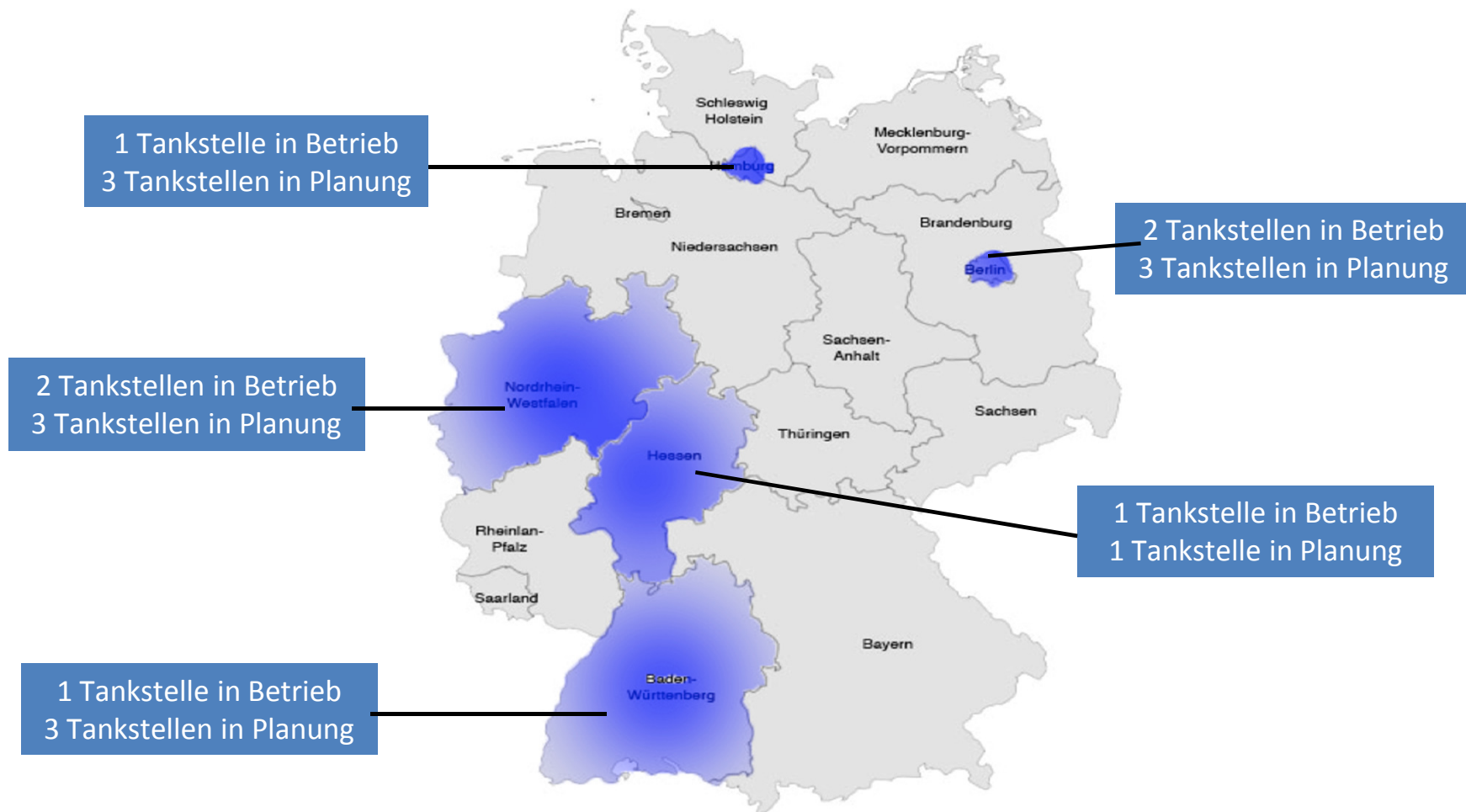


Ziele der CEP sind...

- Beschleunigung der Marktentwicklung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Deutschland
- Validierung und Marktvorbereitung der entwickelten Systeme
- Demonstration der Alltagstauglichkeit
- Ausbau der Wasserstoff-Infrastruktur
- CO₂ freie Produktion von Wasserstoff
- Speicherung von Wasserstoff



NIP Leuchtturm Verkehr – CEP / Infrastruktur



Geplante Pkw-Flotte bis Ende 2012

- mehr als 100 Pkw
- 80 Daimler B-Klasse F-CELL
- 20 Opel Hydrogen4
- 8 Volkswagen Touran, Caddy, Tiguan HyMotion bzw. Audi Q5-HFC
- 5 Toyota FCHV
- weitere Automobilunternehmen planen einen CEP Beitritt

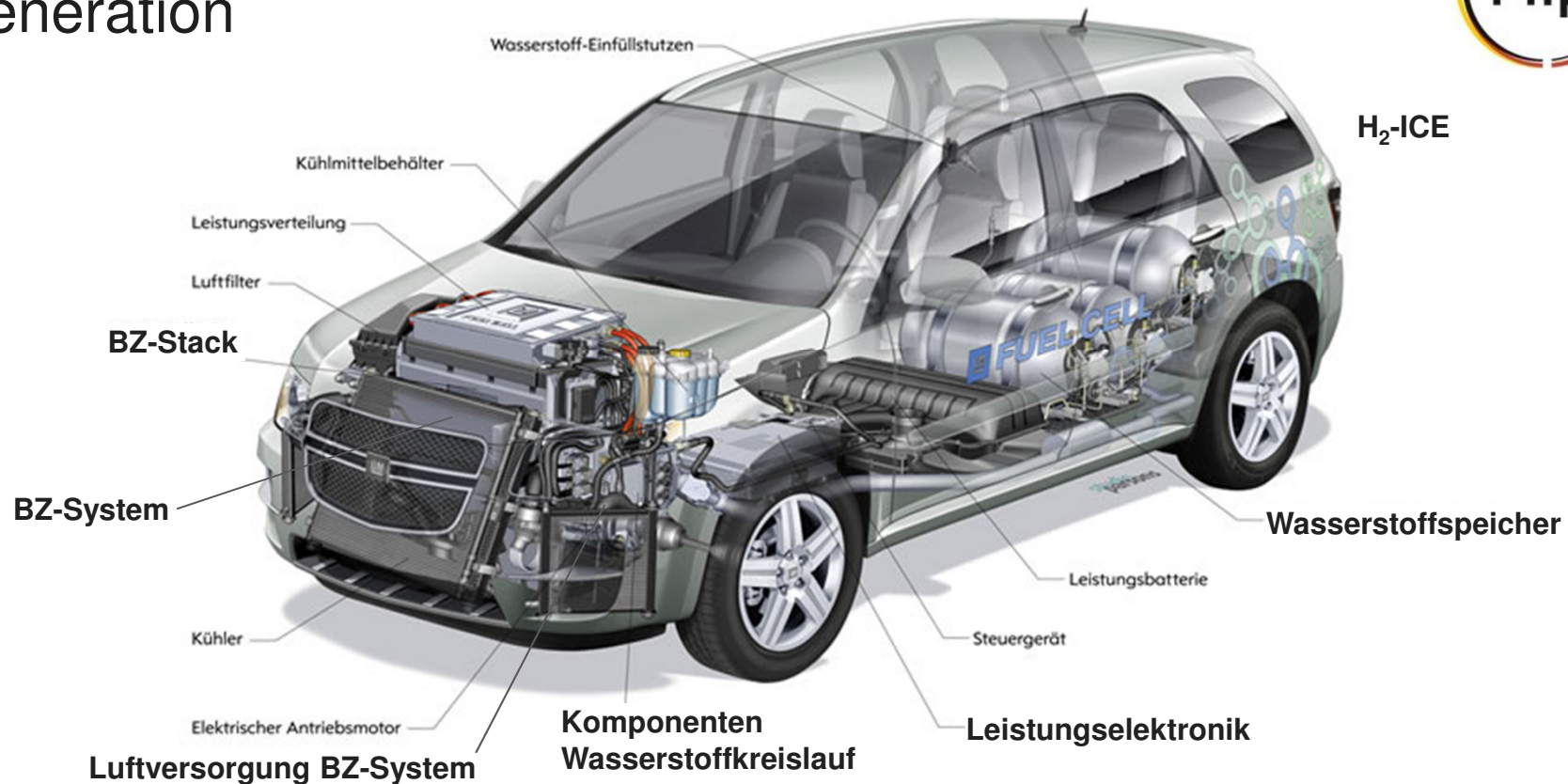


Geplante Flottenstärke bis 2013

- in Hamburg: 7 Brennstoffzellen-Hybridbusse der 2. Generation von Daimler + 7 andere Brennstoffzellen-Hybridbusse
- in Berlin: 4 MAN Busse mit Verbrennungsmotor + ggf. weitere Wasserstoffhybridbusse



Schlüsselkomponenten für die nächste Fahrzeuggeneration



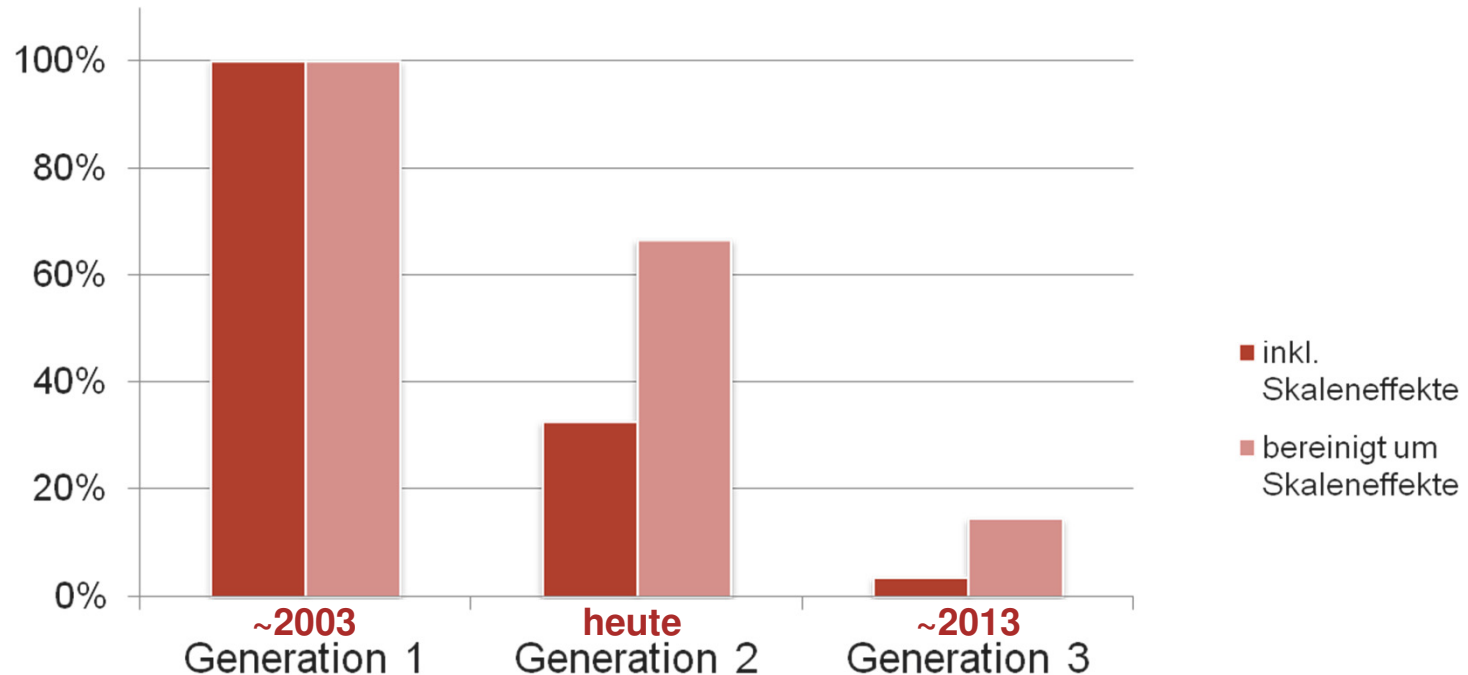
- In 18 Vorhaben (Förderung 52 Mio. €) werden im Bereich Verkehr Schlüsselkomponenten hinsichtlich Kosten, Zuverlässigkeit und Lebensdauer weiterentwickelt.
- 10 weitere Vorhaben befinden sich in Planung (Gesamtbudget 184 Mio. €).

Erfolgsgeschichten (I)

Systemkostenreduktion



Kosten des Brennstoffzellensystems (ohne Stack):



Quelle: NuCellSys; Fördervorhaben "Systemtest nächste BZ-Generation (DV HyWay4)"; Laufzeit 2009-2013; Budget 22,8 Mio.€

- Mehr als 90 % Systemkostenreduktion durch Integration von Bauteilen, optimierte Fertigungsprozesse, neue Werkstoffe und Technologien, sowie Skaleneffekte.

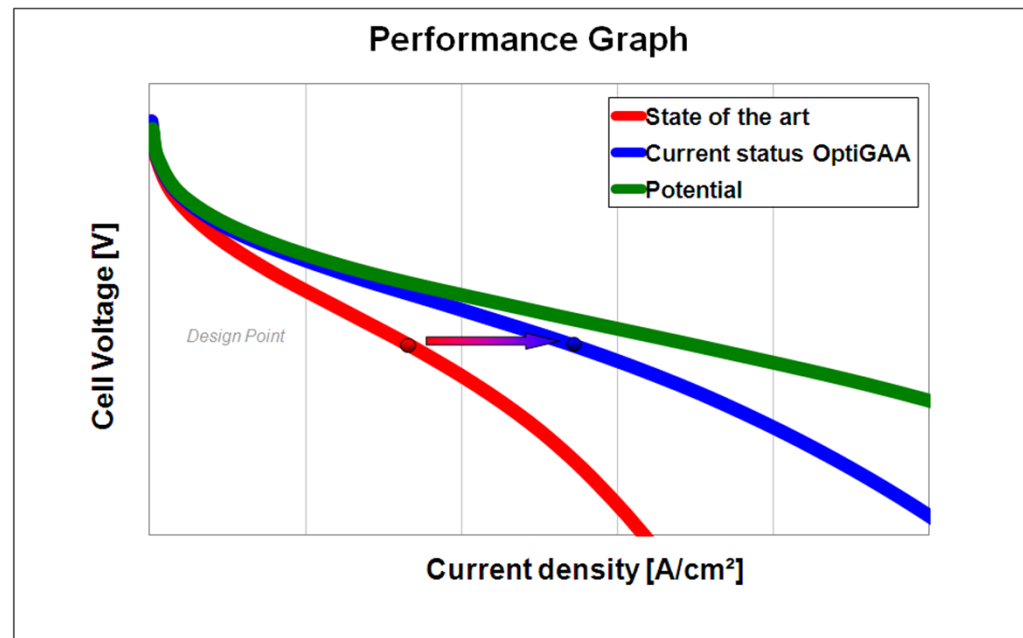
Erfolgsgeschichten (II)

Kostenreduktion durch Technologiefortschritte



NIP-Vorhaben OptiGAA (Freudenberg FCCTKG, Daimler)

Status: Steigerung der Leistungsdichte: 60% → Potentielle Kostenreduktion BZ-Stapel: 40%



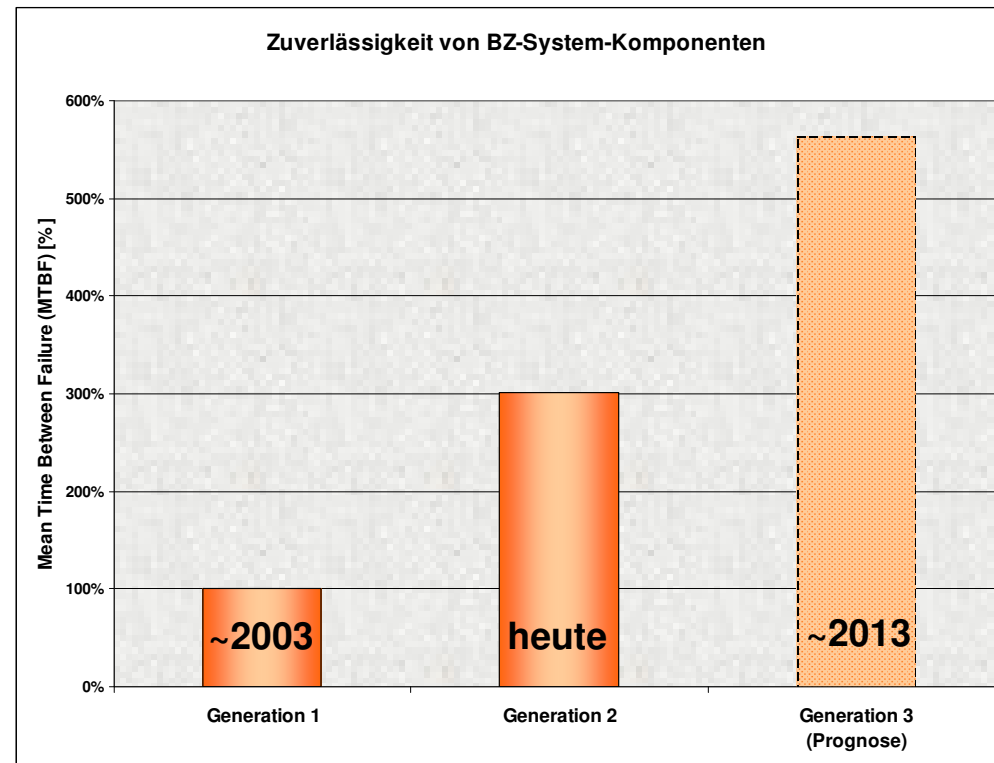
Quelle: Freudenberg FCCT KG, Verbund-Fördervorhaben mit Daimler "OptiGAA"; Laufzeit 2008-2011; Budget 3,8 Mio.€

- Durch die Impulse des NIP können zukünftig die Kosten des Brennstoffzellenstapels um bis zu 40 % reduziert werden.



Erfolgsgeschichten (III)

Zuverlässigkeitssteigerung

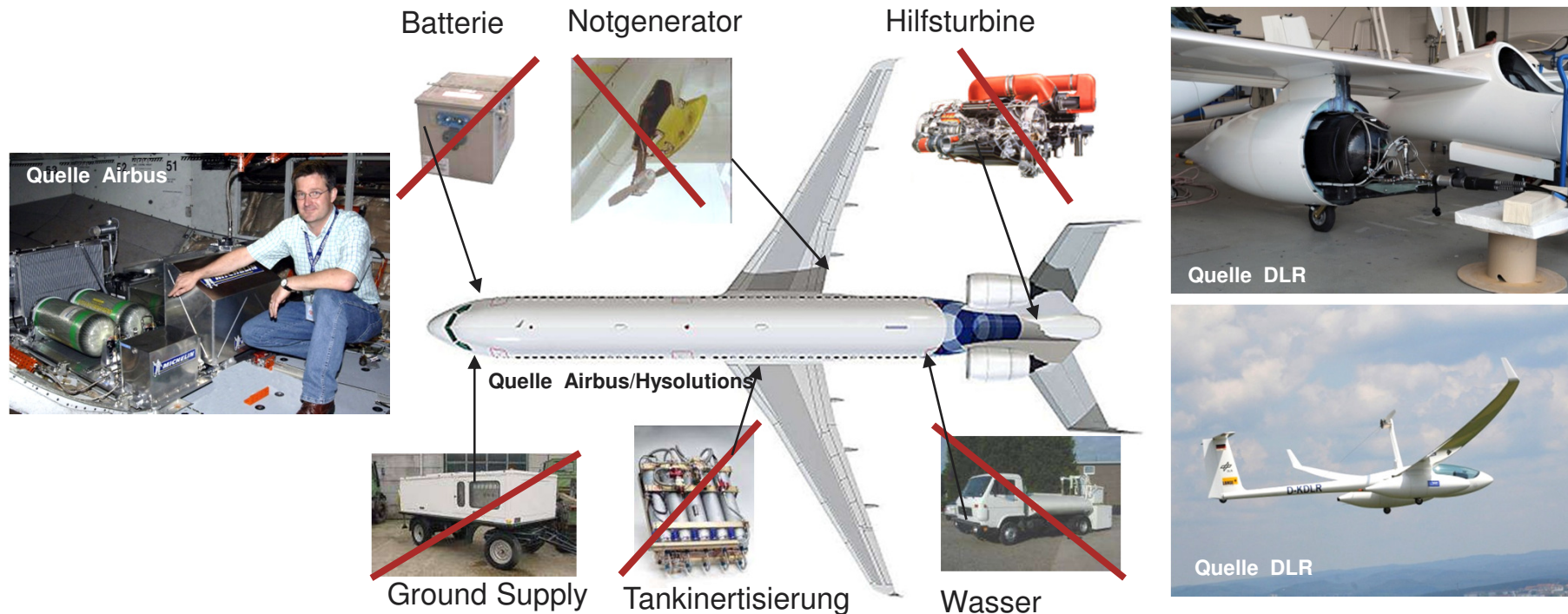


Quelle: NuCellSys; Fördervorhaben "Systementwicklung BZ-Bus (HyWay 23)"; Laufzeit 2008-2011; Budget 3,6 Mio.€

- Die Zuverlässigkeit des BZ-Systems konnte bis heute bereits verdreifacht werden. Für die nächste Generation wird eine weitere Verdoppelung prognostiziert.



Multifunktionales Brennstoffzellensystem / Brennstoffzellen, Integration von Systemen und Tests (BRIST)



Quelle: Airbus; Fördervorhaben "BRIST"; Laufzeit 2010-2013; Förderung 7,2 Mio.€

- Brennstoffzellen an Bord von Flugzeugen sind effizienter, ökologisch und sparen Treibstoff, Gewicht und Geld. Deutschland ist führend.

Sozialwissenschaftliche Begleitforschung – Bürgerkonferenz und -votum



Bürgerkonferenz „Mobil mit Wasserstoff“

- 16 Bürgerinnen und Bürger im Alter von 21 bis 79 Jahren mit unterschiedlichen Berufen
- drei Wochenendarbeitstreffen zum Thema „Mobil mit Wasserstoff“

Votum

- **„Wasserstoff ja – wenn grün.“**
- Wasserstoff als Teil der Energiewende sinnvoll (Mobilitätswandel, Langzeitspeicherung, 13:3)
- Auf frühzeitige, zielführende Bürgerbeteiligung achten (Stuttgart 21, E10)
- Bevölkerung sensibilisieren (Sicherheit, Umweltbeitrag, Kosten)

➔ www.hytrust.de

Inhalt

- A. Die Nationale Strategie und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)
- B. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) – Stand der Umsetzung
 - 1. Programmbereich Verkehr
 - 2. Programmbereich H₂-Bereitstellung
 - 3. Programmbereich Stationär
 - 4. Programmbereich Spezielle Märkte
- C. H₂-Mobility

Herstellungsstrategie Wasserstoff als Kraftstoff: Fokus auf Wind und Biomasse



Ausbau **Windkraft** lässt Wind ab 2020 zur **wichtigsten Energie** für H₂-Produktion werden

- Demonstrationsbedarf **Wind-H₂-Systeme**
- Schlüsseltechnologie **Elektrolyse** im MW-Bereich
- **Effizienzsteigerung & Kostensenkung** erforderlich
- **Studien zeigen großes Potential Wind-H₂-Systeme** für **Ausgleich fluktuierender Energie**
- **NOW Demonstrationsprojekte, Workshops und Studien**



auch **Biomasse** ab 2020 bedeutsame Quelle für H₂-Produktion

- Vergasungsverfahren wichtig
- NOW Demonstrationsprojekte und Studien

Fazit: Wind und Biomasse wichtigste Quellen für Herstellung Wasserstoff als Kraftstoff und daher Schwerpunktthema im NIP

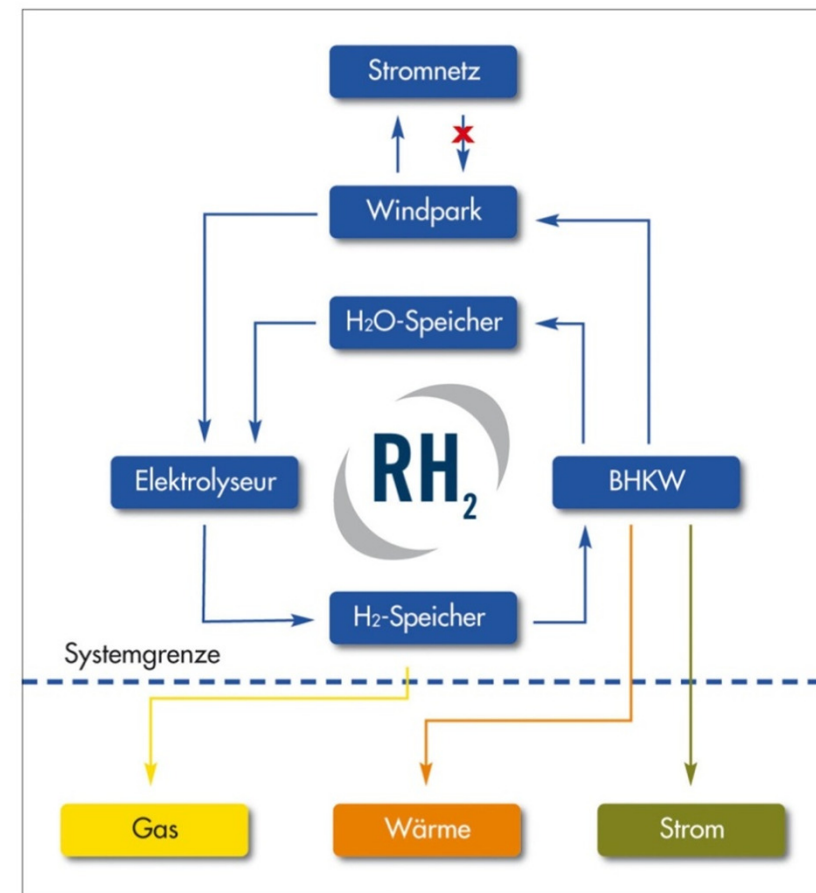
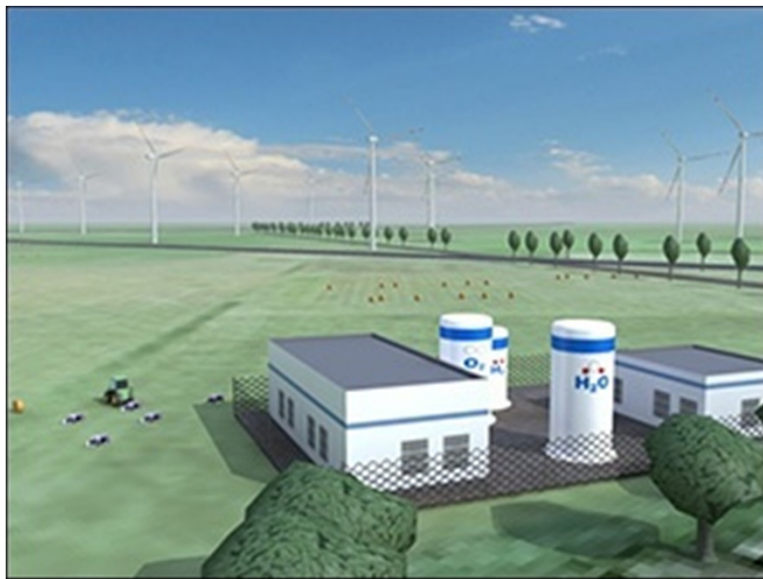
Projektbeispiel **RH₂**-WKA

Regenerativer Wasserstoff - Werder/Kessin/Altentreptow



Demonstration Wind-H₂- System

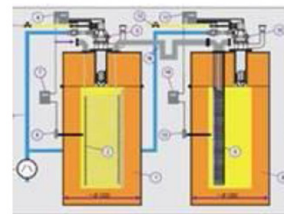
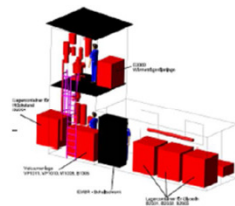
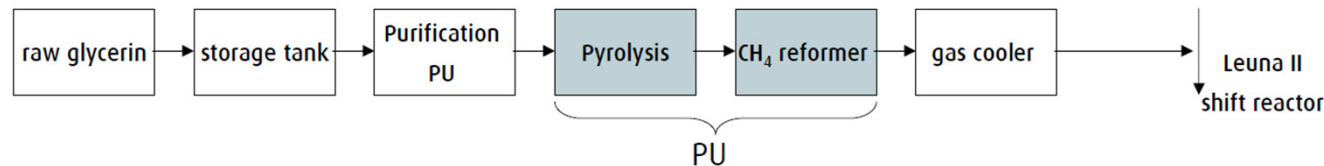
- Konzipierung, Errichtung und Betrieb
- Deckung Eigenstrombedarf WKAs
- Einbindung regionale Energieinfrastruktur
- Laufzeit 2009 bis 2013



Projektbeispiel Glyzerinreformierung



Process overview & CO2 footprint saving potential



Input: 50 kg/h raw glycerol

Output: 4,5 kg/h gaseous Hydrogen

Plant status

CO2 saving potential ⁴

Today ¹ GH2 from SMR	Today ² Glycerol pyroreforming Pilot plant	Optimized plant ³ Glycerol pyroreforming Pilot plant
100%	54,3%	17,7%

- Laufzeit 2009 bis 2013
- Skalierung GL 50 auf GL 3000 denkbar
- niedrigere H₂-Gestehungskosten in skalierten Anlage

Projektbeispiel Chemergy



Demonstration **Bereitstellung Nebenprodukt-H₂ für Verkehr**

- Chlor-Alkali Elektrolyse
- **Auskopplung, Aufbereitung**
- Transport per Pipeline/ Trailer
- Zwischenspeicherung & Distribution in neuer **Tankstelle**
- Laufzeit 2009 bis 2011
- niedere H₂-Gestehungskosten



Komplementäres Projekt: **verkehrliche Nutzung H₂**

- 2 Phileas **Brennstoffzellen Busse**
- ab 2010 im Einsatz
- gefördert durch Niederlande und NRW



Inhalt

- A. Die Nationale Strategie und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)
- B. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) – Stand der Umsetzung
 - 1. Programmbereich Verkehr
 - 2. Programmbereich H₂-Bereitstellung
 - 3. Programmbereich Stationär
 - 4. Programmbereich Spezielle Märkte
- C. H₂-Mobility

Where we are today: Small Stationary Residential FC appliances “under investigation”



Where we are today: Lighthouse CALLUX

Die Projekte

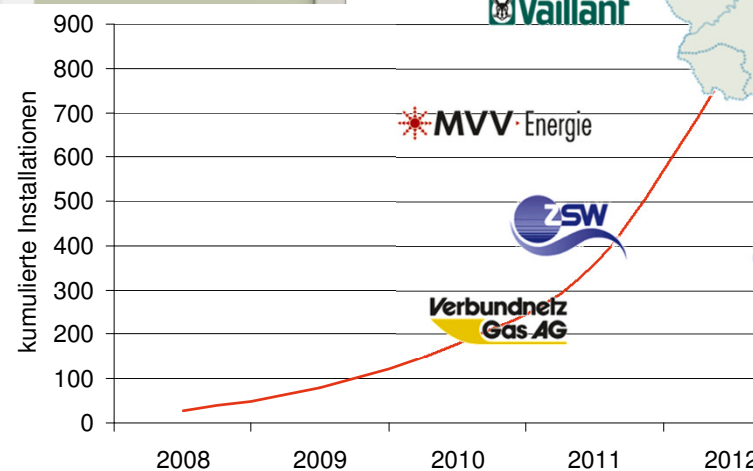
Energieversorger: Bundesland:

Energieversorger	Bundesland	Ort	PLZ	Start
EnBW	Baden-Württemberg	Schwetzingen	69723	Jun 2009
E.ON Ruhrgas	Hamburg	Hamburg	22609	Mai 2009
EWE	Niedersachsen	Hude	27798	Mai 2009
EWE	Niedersachsen	Hude	27798	Mai 2009
EWE	Niedersachsen	Cuxhaven	27478	Mär 2009
E.ON Ruhrgas	Hamburg	Hamburg	21079	Mär 2009
EWE	Niedersachsen	Cuxhaven-Altenbruch	27478	Feb 2009
EWE	Niedersachsen	Papenburg	26871	Feb 2009
EnBW	Baden-Württemberg	Ettenheim	77955	Jan 2009
MVV	Baden-Württemberg	Mannheim	68219	Jan 2009

1 2 3 Next

Source: <http://www.callux.net/>

EnBW
BAXI INNOTECH
e-on Ruhrgas
HEXIS
EWE
Vaillant



Where we are today: Lighthouse CALLUX

- Over 300'000 operating hours
- Average FCHA availability 90%
- 130 systems installed in 4 regions
- 90 Craftsmen qualified,
training program and material ready
- Service processes established
- Smart Grid application in operation
- Supply chains and production capabilities are
growing



CALLUX is a success story

Where we are today: Stationary Industrial CHP installations



Where we are today: MCFC plants in the German NIP

- Up to 60 high-temperature fuel cells planned in NEEDS
- 200-700 kW, $\text{Eta}_{\text{el}} = 47\%$
- Combined with facilities for biogas, gas scrubbing, organic-rankine (ORC), energy-recovery, cooling
- 2 MCFC in operation in brewery “Erdinger Weissbräu” and in hospital “Giessen-Marburg”
- 1 MCFC (Potsdam-1, Speicherstadt) cancelled
- 5 MCFC planned installations (Barth-1/biogas, Mellrichstadt-1/metal works, Moosburg-1b/sewage plant, Leonberg-1b/fermentation, Ahlen-1b/sewage plant) on hold due to TOGNUM/MTU stopped activities end 2010!

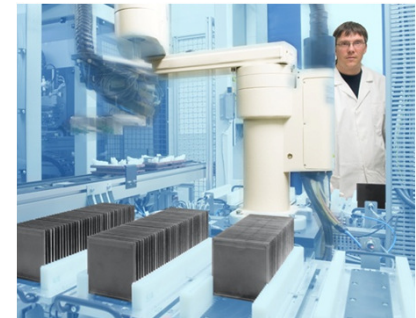


STOP at MTU Onsite Energy. A major stakeholder is in trouble

Where we are today:

New large stationary projects

- A FUJI PAFC Quadrogeneration System is successfully running in Warnemünde since 2010 (not NIP)
- The new SOFC20 consortium, headed by PLANSEE, is developing a modular SOFC CHP system, based on CFY-interconnectors
- Two new HT-PEM consortia develop power packs for decentralized small commercial CHP applications
- 10 - 100 kW, $\text{Eta}_{\text{el}} > 50\%$
- Several demonstration projects planned for 2013

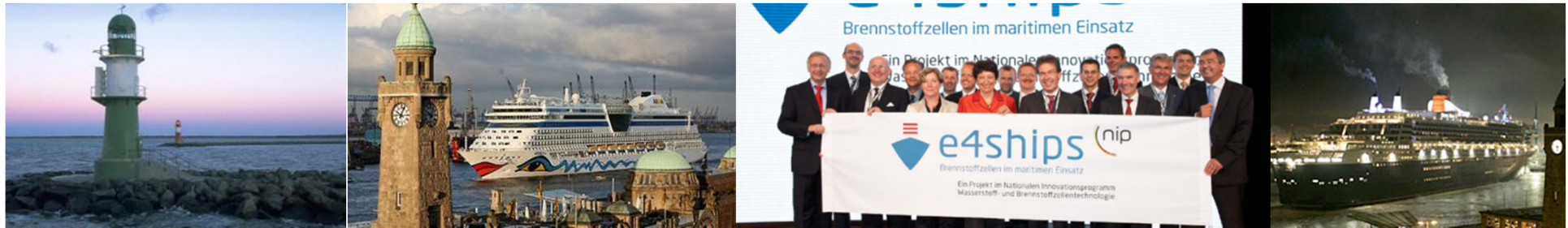


New SOFC and HT-PEM projects intend to replace MCFC and PAFC

Where we are today: NIP – Marinal Application



Where we are today: Lighthouse e4ships



Sources: NOW, Calypso/Aida, e4ships, CMT

Objectives

- Strengthening shipyards and operators
- Emission reduction during hotel and harbour operation
- Lowering costs for electricity, heating, cooling, tank-inertisation
- Application: Ferry, yacht, research und trade vessels; navy vessels supposed to follow
- Fuels: Sulfur-free diesel, CNG

Inhalt

- A. Die Nationale Strategie und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)
- B. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) – Stand der Umsetzung
 - 1. Programmbereich Verkehr
 - 2. Programmbereich H₂-Bereitstellung
 - 3. Programmbereich Stationär
 - 4. Programmbereich Spezielle Märkte
- C. H₂-Mobility



- Breites Anwendungsspektrum:
 - Brennstoffzellenprodukte im Freizeit- und Tourismusmarkt (Boote, Leichtfahrzeuge, Wohnmobile, etc.)
Schlüsselregionen Baden-Württembergm Bayern
 - Kritische Stromversorgung: Funkanlagen von Behörden mit Sicherheitsfunktionen (Interesse in Berlin, Brandenburg und Sachsen)
 - Spezialfahrzeuge (z. B. Gabelstapler)

NIP – Spezielle Märkte

UPS-Leuchtturm – Nutzen

- Kräfte / Know-how bündeln
- Synergien identifizieren und heben
- Vertrauensbildung bei Kunden und Lieferanten
- Akzeptanz in Öffentlichkeit ausbauen
- Entwickeln und umsetzen von Erfolgsfaktoren
- Markthürden beseitigen
- Kooperation Hersteller & Anwender
 - Techn. Performance der Systeme optimieren
 - Kosten reduzieren
 - Marktfähigkeit verbessern

➔ www.cleanpowernet.de



Ausgangslage: Energieversorgung an Flughäfen einige Anwendungsbereiche für die Brennstoffzelle

**Stromver-
sorgung
GPU**



**Unterbrechungs-
freie
Stromversorgung**



**Abfertigungs-
dienste**

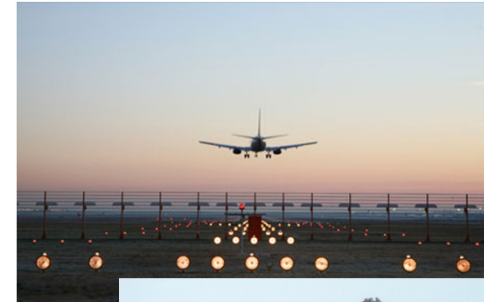


Leuchtturmprojekt

Deutsche Flughäfen werden grün(er)

Partnerschaftliche Zusammenarbeit mit den Zielen:

- Kräfte zu bündeln
- Internationale Aufmerksamkeit zu gewinnen (PR und USP)
- Synergien zu generieren
- Skaleneffekte und damit Kostenreduktion
- Entwicklung und Umsetzung von Erfolgsfaktoren



Inhalt

- A. Die Nationale Strategie und die Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW)
- B. Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) – Stand der Umsetzung
 - 1. Programmbereich Verkehr
 - 2. Programmbereich H₂-Bereitstellung
 - 3. Programmbereich Stationär
 - 4. Programmbereich Spezielle Märkte
- C. H₂-Mobility

“H₂ Mobility” Initiative – Overcoming the Chicken and Egg Dilemma

- Memorandum of Understanding for “H₂-Mobility” signed Sept. 10th 2009 in Berlin
- Ten key stakeholders from industries (OEM, oil, utility & industrial gas) and NOW as public-private-partnership
- Intention to build up hydrogen fueling infrastructure and establishing Germany as lead market



H₂ Mobility defined two successive phases

Phase 1: 2009 – 2011

- Techno-economic evaluation of the feasibility to deploy a network of HRS alongside the expected deployment of FCEVs in Germany by 2015 (2009 – 2010)
- Definition of the future Consortium Agreement Contract / Partners negotiation phase (2011)
- Deployment of new HRS supported by the German Administration (Konjunkturpaket II subsidy scheme)

Phase 2: 2011+

- Implementation of the hydrogen retail infrastructure by parties participating in the consortium

In Phase 1, 17 private companies and NOW developed roll-out scenarios for a hydrogen infrastructure and FCEVs

Participating companies

Car OEMs

DAIMLER



Industrial gas companies



Oil and gas companies



Utilities



Governmental Org

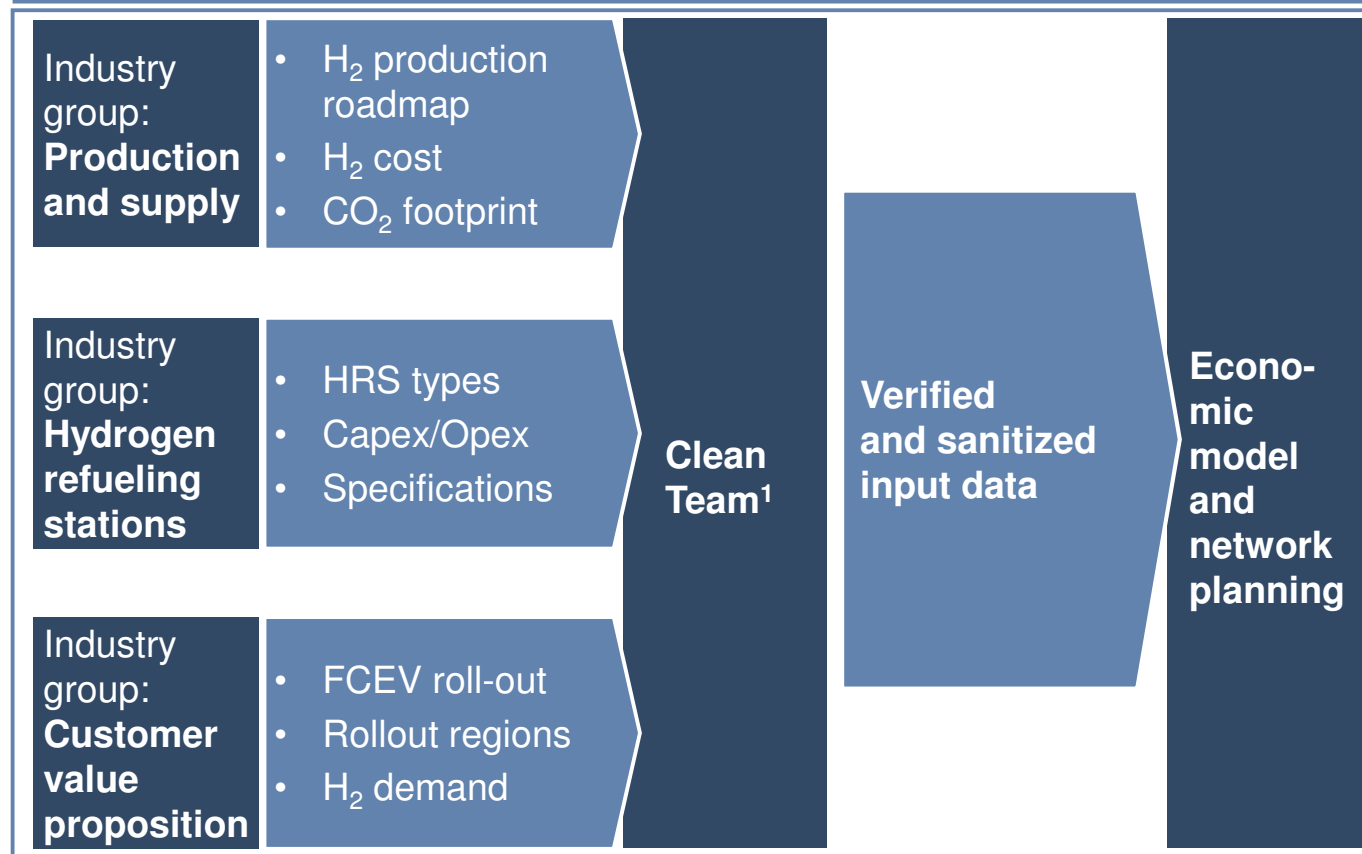


Main achievements

- Bottom-up development of **consistent** infrastructure and FCEV **roll-out scenarios**
- Assessment of economics associated with hydrogen infrastructure rollout in GER
- Analysis of **sensitivities** and quantification of **risks and opportunities**

Industry group evaluated roll-out scenarios for Germany applying a "clean room" approach and an effective project organization

Project approach and working groups with industry

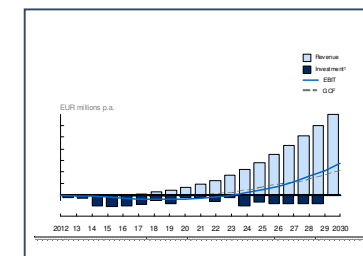


Case B

Case A

- Station roll-out
- FCEV roll-out
- Regional coverage
- H₂ production and supply roadmap
- CO₂ abatement

Financial results

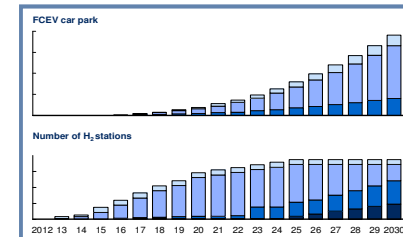


¹ Separate third-party team handling confidential data

Main achievements and selected end products for pilot market Germany

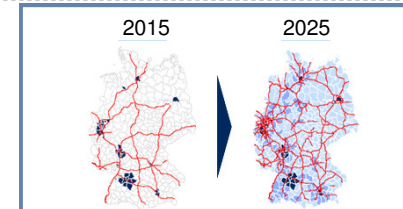
Roll-out scenarios for H₂ station network and FCEVs

- Development of **FCEV roll-out** scenarios with car OEMs via "clean team" based on assumptions (e.g., incentives, market environment)
- Assessment of **H₂ station rollout** and network requirements (e.g., density, sizes)



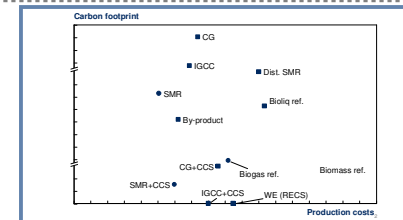
Roll out regions and timing

- Analyses of German **regions** on traffic density, income per capita, car registrations, etc.
- Definition of "**focus regions**" and connecting highways



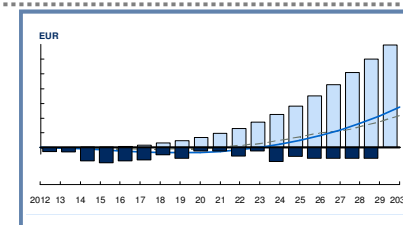
H₂ production and supply road map

- Assessment of **H₂ production technologies** on cost and CO₂ emissions (water electrolysis, steam methane reforming, etc.)
- Definition of H₂ **production and supply mixes** focusing on CO₂ abatement, sustainability, and economic efficiency



Holistic roll-out cases

- Description of consistent **rollout case** for Germany
- **Financial assessment** of roll-out cases including NPV, investment, payback time
- Evaluation of **risks** and **sensitivities**



Next steps for H₂ Mobility

Roll-out scenario evaluation

- Participants internal reviews of roll-out scenarios
- Collect feedback and update roll-out scenarios

Implementation plan

- Analyze incentive scheme among industry, GER government, and EC
- Define business and implementation plan

Stakeholder alignment and negotiations

- Align with government on potential incentives
- Align with key stakeholders
- Negotiate future organization

Gute Nachrichten zum Schluss...

Mercedes-Benz F-CELL World Drive – das Finale. Erfolgreicher Zieleinlauf: F-CELL World Drive erreicht Stuttgart nach Weltumrundung

Stuttgart, 01.06.2011

- Alltagstauglichkeit der Brennstoffzellentechnologie eindrucksvoll bewiesen
- Zuverlässiger Betrieb auch unter schwierigen Bedingungen
- Initialzündung für Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur

Linde und Daimler treiben Infrastrukturaufbau für Brennstoffzellenfahrzeuge weiter voran

Stuttgart/München, 01.06.2011

- Kooperation zum Bau von 20 Wasserstoff (H₂)-Tankstellen in Deutschland vereinbart
- Wesentlicher Beitrag für Deutschland als Leitmarkt für Elektromobilität
- Wichtige Impulse für bestehende H₂-Infrastruktur-Initiativen



„Die Initiative bildet einen Brückenschlag zu den bestehenden Infrastrukturprojekten H₂-Mobility und Clean Energy Partnership, die über das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) gefördert werden. Damit nimmt Deutschland bei der Wasserstoff-Infrastruktur im internationalen Vergleich die Spitzenposition ein.“

Vielen Dank!

Dipl.-Ing. Thorsten Herbert
Programmleiter Verkehr / Programme Manager Transportation
NOW GmbH
Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
Fasanenstr.5 – D-10623 Berlin – Germany
Telefon +49 30 311 61 16-18 Mobil: +49 172 382 31 32
Fax +49 30 311 61 16-99
Email: thorsten.herbert@now-gmbh.de – Internet: www.now-gmbh.de