



Technische  
Universität  
Braunschweig



NIEDERSÄCHSISCHES  
FORSCHUNGSZENTRUM  
FAHRZEUGTECHNIK



Foto: NFF / Bierwagen

## Ausschuss für Kultur und Wissenschaft der Stadt Braunschweig Überblick zur Brennstoffzellenforschung an der TU Braunschweig

15. Oktober 2021

# Das Niedersächsische Forschungszentrum Fahrzeugtechnik

## Interdisziplinäres wissenschaftliches Forschungszentrum der TU Braunschweig

- Gründung: 6. Dezember 2007
- 22 strategische Mitglieder: TU Braunschweig, LU Hannover, MHH, TU Clausthal, DLR
- 23 assoziierte Mitglieder: TU Braunschweig, LU Hannover, Ostfalia, Fraunhofer, WOB AG
- 41 Institutionen: Maschinenbau, Elektrotechnik, Wirtschaftswissenschaften, Informatik, Bauingenieurwesen, Lebenswissenschaften
- Mehr als 80 Oberingenieure/PostDocs
- Mehr als 800 Wissenschaftliche Mitarbeiter



Foto: NFF / Bierwagen

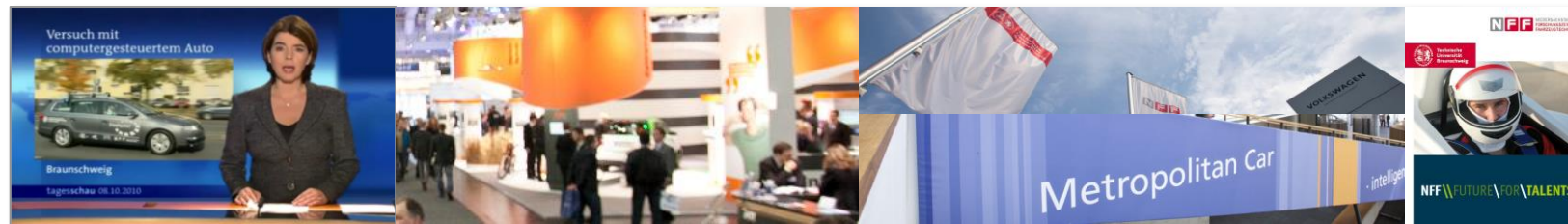
# Vision und Ziele des NFF

## Vision

- Etablierung der Forschungsregion Niedersachsen als Spitzenstandort für „**Nachhaltige Mobilität**“ mit internationaler Sichtbarkeit

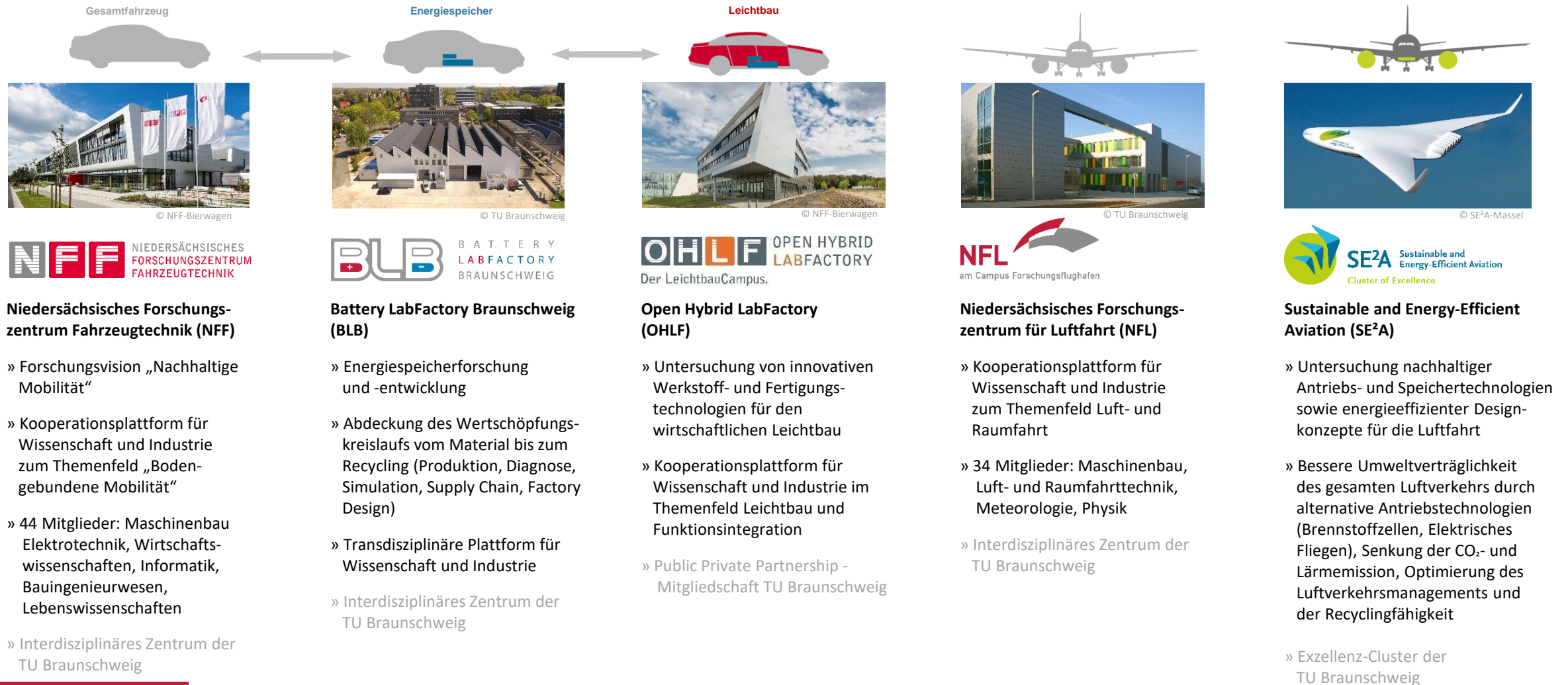
## Ziele

- Bündelung der fahrzeug- und verkehrstechnischen Forschungsaktivitäten
- Etablierung einer Kooperationsplattform für Industrie und wissenschaftliche Einrichtungen (Projekthäuser)
- Interdisziplinäre Aus- und Weiterbildung hochqualifizierter Nachwuchskräfte
- Langfristige Sicherung des Universitäts- und Forschungsstandorts Niedersachsen

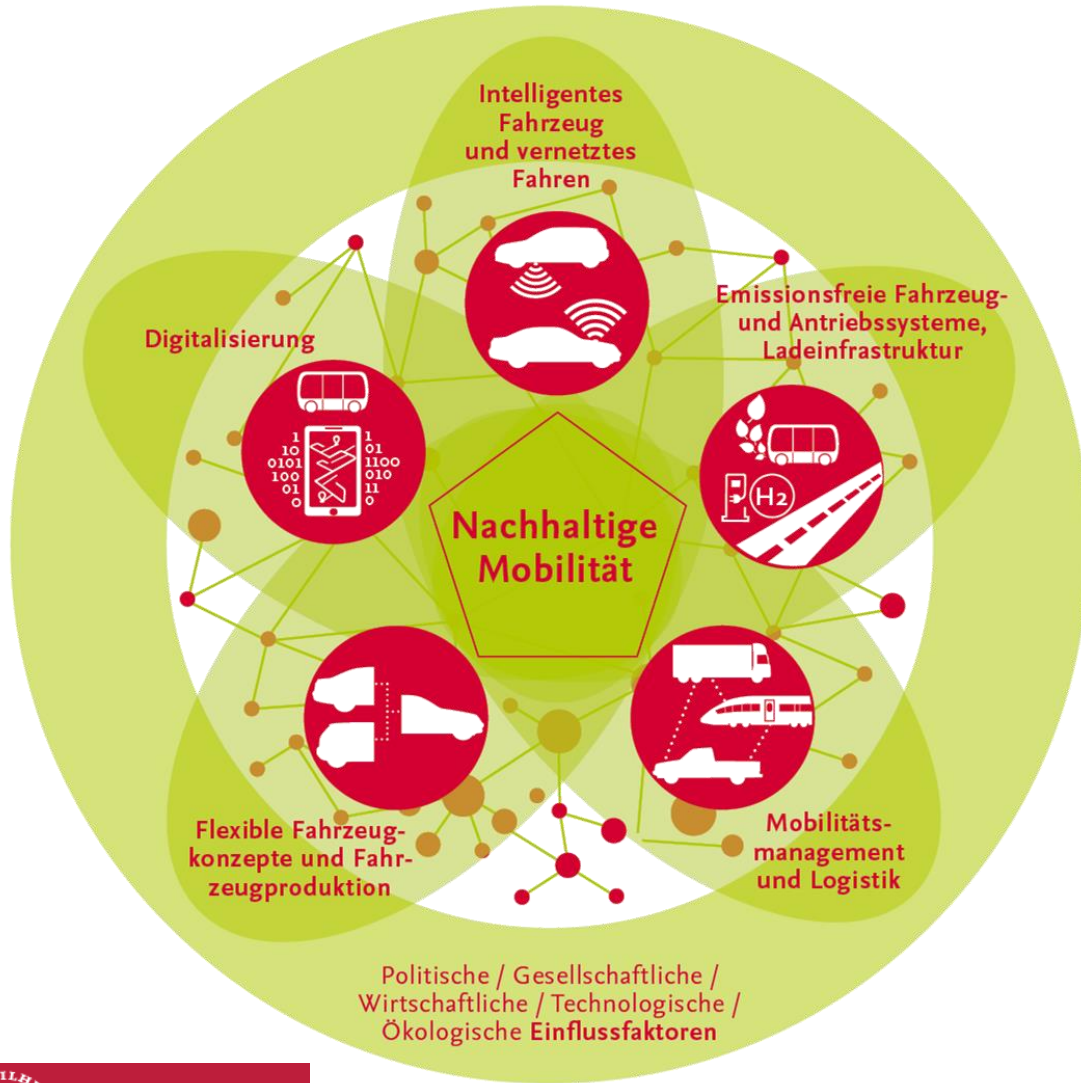




# Vernetzung im Forschungsschwerpunkt „Mobilität“ der TU Braunschweig



# Forschungsvision „Nachhaltige Mobilität“



## Emissionsfreie Fahrzeug- und Antriebssysteme, Ladeinfrastruktur

Prof. Markus Henke

Prof. Ferit Küçükay

- Energiebereitstellung  
Infrastruktur / im Fahrzeug
- Antriebssysteme **Neu: H<sub>2</sub>-Fuel Cell**
- Fahrzeug
  - Effizienzsteigerung
  - Konzeptoptimierung
  - Lebenszyklusbewertung
- Energiemanagement  
& Emissionsoptimierung

## Digitalisierung

Prof. Ina Schaefer

Prof. Andreas Rausch

- Zukunftslabor Digitalisierung

## Intelligentes Fahrzeug und vernetztes Fahren

apl. Prof. Dr.-Ing. Roman Henze

- Kooperatives automat. Fahren  
- Autobahn, Stadt, Kreuzungen
- Digitales Testfeld Parken
- Funktionsentwicklung
- Simulation und Test
- Mensch-Technik-Interaktion

## Flexible Fahrzeugkonzepte und Fahrzeugproduktion

Prof. Thomas Vietor

Prof. Klaus Dröder

- Open Hybrid LabFactory
- Battery LabFactory BS
- Fahrzeugarchitekturen
- Fertigungs- und Verfahrenstechnik
- Funktionsintegration
- Scale Up Brennstoffzellen-Stacks (in Planung)
- Life Cycle Engineering,  
Produktionsmanagement

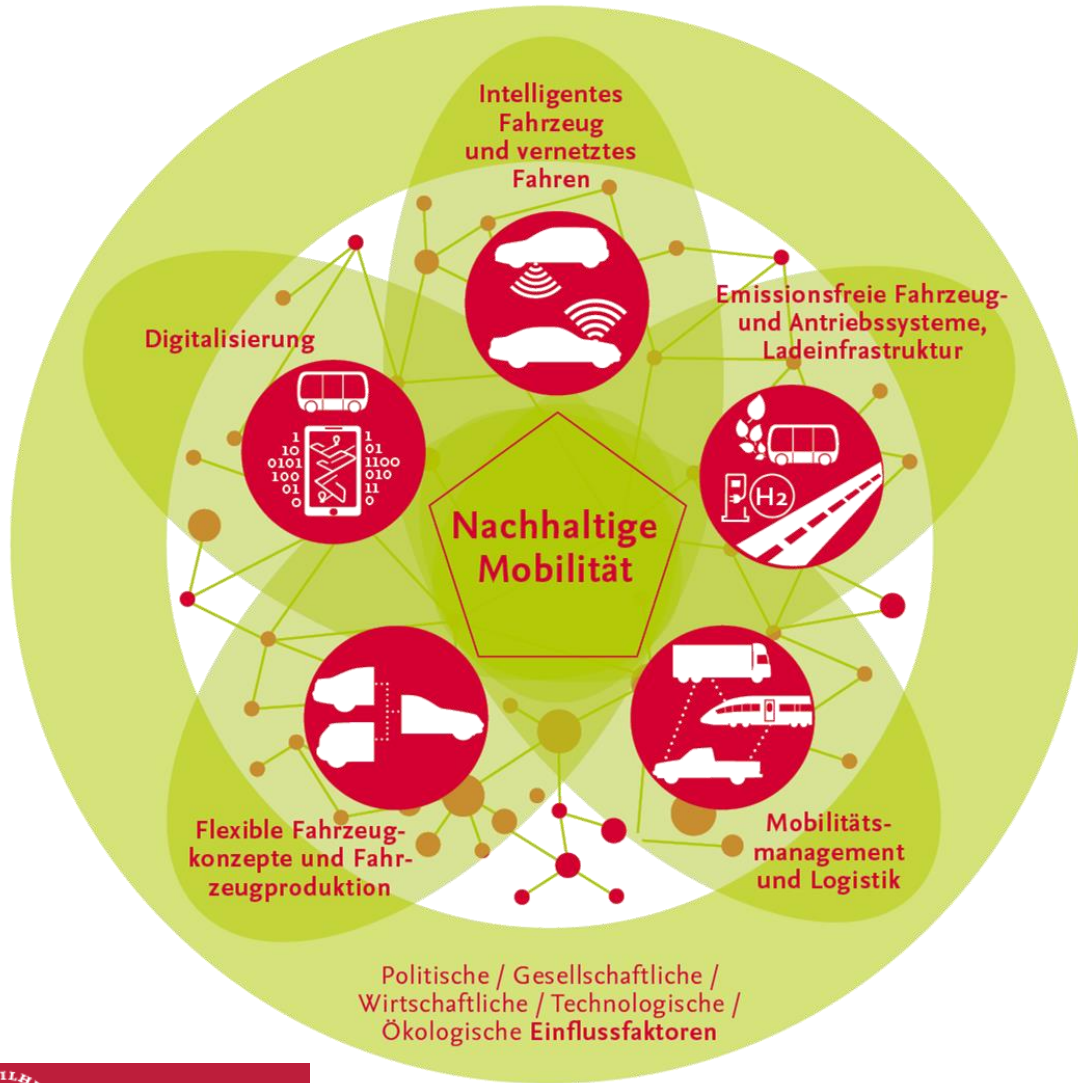
## Mobilitätsmanagement und Logistik

Prof. Thomas Spengler

Prof. David Woisetschläger

- Transport, Verkehr, Infrastruktur
- Informationssysteme, -dienste
- Automobilmarktanalysen
- Regulierungen, Anreize
- Strategieentwicklung,  
Geschäftsmodelle

# Forschungsvision „Nachhaltige Mobilität“



## Emissionsfreie Fahrzeug- und Antriebssysteme, Ladeinfrastruktur

Prof. Markus Henke

Prof. Ferit Küçükay

- Energiebereitstellung Infrastruktur / im Fahrzeug
- Antriebssysteme Neu: H<sub>2</sub>-Fuel Cell
- Fahrzeug
  - Effizienzsteigerung
  - Konzeptoptimierung
  - Lebenszyklusbewertung
- Energiemanagement & Emissionsoptimierung

## Intelligentes Fahrzeug und vernetztes Fahren

apl. Prof. Dr.-Ing. Roman Henze

- Kooperatives automat. Fahren
  - Autobahn, Stadt, Kreuzungen
- Digitales Testfeld Parken
- Funktionsentwicklung
- Simulation und Test
- Mensch-Technik-Interaktion

Prof. Dr. Rausch  
Labor Digitalisierung

## Flexible Fahrzeugkonzepte und Fahrzeugproduktion

Prof. Thomas Vietor

Prof. Klaus Dröder

- Open Hybrid LabFactory
- Battery LabFactory BS
- Fahrzeugarchitekturen
- Fertigungs- und Verfahrenstechnik
- Funktionsintegration
- Scale Up Brennstoffzellen-Stacks (in Planung)
- Life Cycle Engineering, Produktionsmanagement

## Mobilitätsmanagement und Logistik

Prof. Thomas Spengler

Prof. David Woisetschläger

- Transport, Verkehr, Infrastruktur
- Informationssysteme, -dienste
- Automobilmarktanalysen
- Regulierungen, Anreize
- Strategieentwicklung, Geschäftsmodelle



# Forschungsfeld

## „Emissionsfreie Fahrzeug- und Antriebssysteme, Ladeinfrastruktur“

### Infrastruktur u. Energiebereitstellung | Energiespeicher

#### Energiebereitstellung durch Infrastruktur

- erneuerbare Energien
- Wasserstofferzeugung- und Bereitstellung
- Tankstellen
- Ladetechnik- und Infrastruktur

#### Energiebereitstellung im Fahrzeug

- Alternative Kraftstoffe
- Brennstoffzelle
- Batterie / Energiespeicher
  - Fertigungsprozesse
  - Kostenreduktion
  - Diagnostik, Modellbildung
  - Systemintegration
  - Recycling, Lebenszyklusanalyse

### Fahrzeug

- Effizienzsteigerung durch Leichtbau, Optimierung von Roll- u. Reibwiderstands im Fahrwerk sowie Aerodynamik
- Konzeptoptimierung hinsichtlich Package, Komfort und Sicherheit
- Lebenszyklusbewertung von Fahrzeugkonzepten

### Antriebssysteme

#### Systemdesign

- Auslegung und Optimierung Gesamtriebstrang
  - Energiebereitstellung
  - Energiewandler (VKM, EM, BZ)
  - Getriebe
  - Abgasnachbehandlung
- Antriebssynthese, optimale Konzepte & Topologien
- Modulare Baukastensysteme
- Betriebsstrategien (Effizienz, Performance, Lebensdauer)

#### Komponentendesign

- Antriebsregelung
- Auslegung/Entwurf und Optimierung Energiewandler (Verbrennungsmotoren, E-Maschinen, Brennstoffzellen)
- Getriebe
- Leistungselektronische Systeme
- Leistungshalbleiter
- Ladesysteme

### Energiemanagement & Emissionsoptimierung

- Einsatzabhängige, multikriterielle Optimierung des Fahrzeugbetriebs hinsichtlich Effizienz, Emissionen, Reichweite und Kosten
- Kühlverfahren und Thermomanagement
- Effizienzsteigerung von Nebenaggregaten

# NFF Forschungsneubau Braunschweig

## Infrastruktur

- Standort am Forschungsflughafen BS
- Investition: 60 Mio.€; Einweihung 02/2015
- 4 500 m<sup>2</sup> Technikum
- 3 000 m<sup>2</sup> Büros, Projekthäuser
- 7 Mitgliedsinstitute, 158 wiss. Mitarbeiter



Fotos: NFF / Bierwagen

## Technikum

- Dynamischer Gesamtfahrzeugsimulator, Labor für Intelligente Fahrzeuge
- Prüfstände für elektrische Antriebe, induktives Ladesystem für E-Fahrzeuge
- Motorenprüfstände (Verbrennungs-, Hybridmotoren), Komponentenprüfstände
- 4-Rad Antriebsstrangprüfstand, Klimarollenprüfstand, Rollenprüfstand,
- Prüfstand für Brennstoffzellen (im Aufbau)
- Chemielabore (synth. Kraft- u. Schmierstoffe)



# Mitgliedsinstitute des NFF

22 strategische Mitglieder  
23 assoziierte Mitglieder  
Σ 41 Institutionen

## Maschinenbau

### Fahrzeugtechnik

Prof. Dr.-Ing. Ferit Küçükey



### Füge- und Schweißtechnik

Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Klaus Dilger



### Konstruktionstechnik

Prof. Dr.-Ing. Thomas Vietor



### Verbrennungskraftmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Peter Eilts



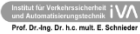
### Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Dröder



### Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik

Kommissarische Leitung: Prof. Dr.-Ing. Jens Friedrichs



### Dynamik und Schwingungen

Prof. Dr.-Ing. habil. Georg-Peter Ostermeyer



### Akustik

Prof. Dr.-Ing. Sabine C. Langer



### SE<sup>2</sup>A - Sustainable and Energy-Efficient Aviation

Prof. Dr.-Ing. Jens Friedrichs



### Verkehrssystemtechnik DLR

Prof. Dr. Katharina Seifert



### Assoziierte Mitglieder:

- Institut für Flugantriebe und Strömungsmaschinen
- Institut für Flugführung
- Institut für Maschinenkonstruktion und Tribologie
- Institut für Maschinenwesen, Verwalt. Prof. Rechnerintegr. Produktentwicklung
- Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge
- Ostfalia Hochschule für Angewandte Wissenschaften
- Institut für Partikeltechnik
- Institut für Strömungsmechanik
- Institut für Technische Verbrennung
- Institut für Thermodynamik
- Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik
- Fraunhofer IFAM

## Bauingenieurwesen und Design

### Verkehr- und Stadtbauwesen

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Friedrich



## Elektrotechnik

### Antriebssysteme und Leistungselektronik

Prof. Dr.-Ing. Bernd Ponick, Prof. Dr.-Ing. Axel Mertens (LU Hannover)



### Hochspannungstechnik und Elektrische Energieanlagen

Prof. Dr.-Ing. Michael Kurat



### Elektronische Fahrzeugsysteme

Prof. Dr.-Ing. Markus Maurer



### Elektrische Maschinen, Antriebe und Bahnen

Prof. Dr.-Ing. Markus Henke



### Assoziierte Mitglieder:

- Institut für Nachrichtentechnik
- Institut für Elektromagnetische Verträglichkeit
- Institut für Elektrische Maschinen, Antriebe und Bahnen

## Wirtschaftswissenschaften und Informatik

### Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion

Prof. Dr. Thomas Spengler, Prof. Dr. David Woisetschlager



### Softwaretechnik und Fahrzeuginformatik

Prof. Dr.-Ing. Ina Schaefer



### Informatik, Abteilung Software Systems Engineering

Prof. Dr. Andreas Rausch (TU Clausthal)



### Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik

Prof. Dr. Thomas M. Deserno (TU Braunschweig und MHH)



### Assoziierte Mitglieder:

- Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund
- Institut für Wirtschaftsinformatik, Abteilung Informationsmanagement
- Institut für Wirtschaftsinformatik, Abteilung Decision Support
- Institut für Wirtschaftsinformatik, LUH
- Institut für Rechtswissenschaften
- Wolfsburg AG

## Lebenswissenschaften

### Nachhaltige Chemie- und Energieforschung

Prof. Dr. rer. nat. habil. Uwe Schröder



### Assoziierte Mitglieder:

- Institut für Psychologie, Lehrstuhl für Ingenieur- und Verkehrspsychologie
- Institut für Physikalische und Theoretische Chemie

# Brennstoffzellenforschung an der TU Braunschweig

1. Ökologische und ökonomische Betrachtung der Brennstoffzellen-Mobilität inkl. Life Cycle Engineering
2. Wasserstoffbereitstellung und –infrastruktur
3. Gesamtfahrzeug mit Brennstoffzellenantriebsstrang
4. Brennstoffzellensystem und –stapel
5. Elektrode u. Zelle
6. Scale Up + stückzahlfähige Antriebskonzepte

# Brennstoffzellenforschung an der TU Braunschweig

## – Status ohne Anspruch auf Vollständigkeit

### 1. Ökologische und ökonomische Betrachtung der Brennstoffzellen-Mobilität inkl. Life Cycle Engineering

- **Prof. Spengler** (AIP) – Systemanalyse & betriebswirtschaftliche Entscheidungsunterstützung
- **Prof. Herrmann** (IWF) – Life Cycle Engineering & (Industrielle) Produkt-Service Systeme

### 2. Wasserstoffbereitstellung und –infrastruktur

- **Prof. Engel** (elenia) – Wasserstofftanks: netztechnische und energiewirtschaftliche Integration
- **Prof. Spengler** (AIP) – Wirtschaftliche Bewertung
- **Prof. Köhler** (IfT) – Thermomanagement/Energieeffizienz des Betankens
- **Prof. Schilde/Kwade** (iPAT) – Chemische Speicherung

### 3. Gesamtfahrzeug mit Brennstoffzellenantriebsstrang

- **Prof. Küçükay** (IfF) – Gesamtsystem, Betriebsstrategie, Kunde
- **Prof. Frerichs** (IMN) – Funktionsentwicklung, mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge
- **Prof. Vietor** (IK) – Konstruktion, Systemintegration
- **Prof. Eilts** (ivb) / **Prof. Köhler** (IfT) – Brennstoffzellensystem, Thermomanagement
- **Prof. Mallwitz** (IMAB) – Leistungselektronik
- **Prof. Henke** (IMAB) – E-Motor
- **Prof. Kurrat** (elenia) – HV-Bordnetz

### 4. Brennstoffzellensystem und -stapel

- **Prof. Krewer** (InES) – Dynamik / Robustheit, Stapeldesign, Medienmanagement
- **Prof. Köhler** (IfT) – technische Thermodynamik, Kühlung, Medienmanagement, Wasserhaushalt
- **Prof. Henke / Prof. Mallwitz** (IMAB) – El. Antriebe und Leistungselektronik für Nebenaggregate
- **Prof. Friedrichs** (IFAS) – Verdichter, Turbine

### 5. Elektrode und Zelle

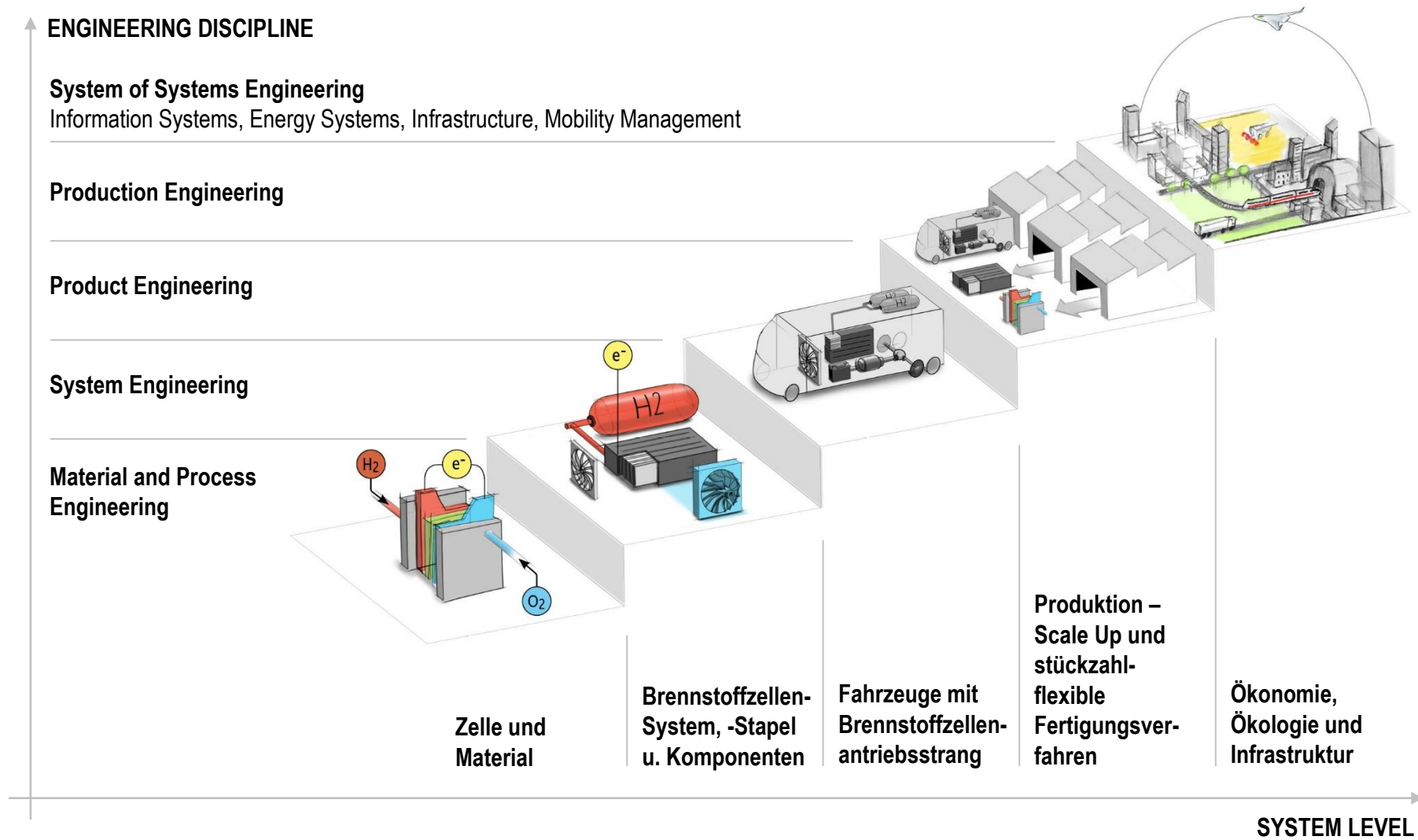
- **Prof. Schilde / Prof. Kwade** (iPAT) – Membran, Bipolarplatte
- **Prof. Krewer** (InES) – Zelle
- **Prof. Köhler** (IfT) – Wasserhaushalt Zelle
- **Prof. Garnweitner** (iPAT) – Materialsynthese, Zellstabilität
- **Prof. Schröder** (IÖNC) – Elektrochemie

### 6. Scale-up & stückzahlfähige Antriebskonzepte

- **Prof. Dröder** (IWF) – Fertigungsverfahren / Qualitätskontrolle der Bauteile / Stapeln / Verpressen und Bändern
- **Prof. Kwade** (iPAT) – Innovative Produktion von Membran und Bipolarplatte
- **Prof. Herrmann** (IWF) – Nachhaltige Produktionssysteme & Fabriksimulation



# Brennstoffzellenforschung an der TU Braunschweig



15. Oktober 2021 | Brennstoffzellenforschung an der TU Braunschweig / NFF

**Boarding & Guest House**



**Zukunft**

**Vertical Mobility Center**



**Zukunft**

**NFF**



**realisiert**

**Mobility Transformation Center**



**In Planung**

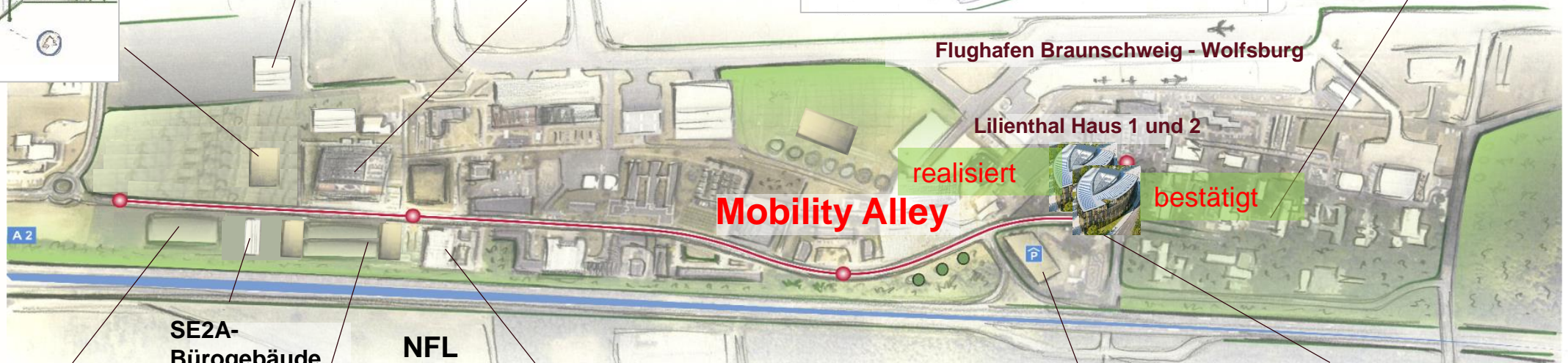
Center of Work  
Mobility Management  
& Market Excellence

**DLR**

Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e. V.



**vorhanden**



Flughafen Braunschweig - Wolfsburg

Lilienthal Haus 1 und 2

**realisiert**

**bestätigt**

**Mobility Alley**

**ZESS**



**bestätigt**

**SE2A-  
Bürogebäude  
(geplant)**

**NFL**



**realisiert**

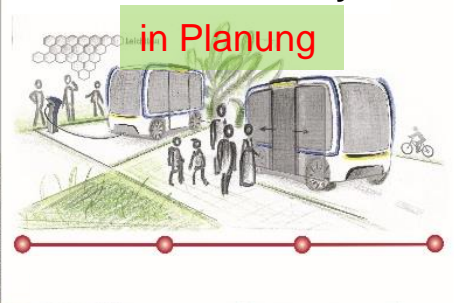
**Energiebereitstellung**



**bestätigt**

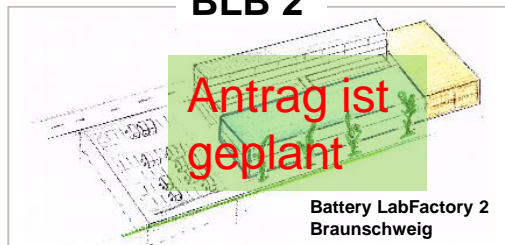
- Strom  
- Wasserstoff

**Autonomes E-Bus-System**



**in Planung**

**BLB 2**



**Antrag ist  
geplant**

Battery LabFactory 2  
Braunschweig

„Last-Mile Surfer“



Forschungs-  
parkhaus



**realisiert**



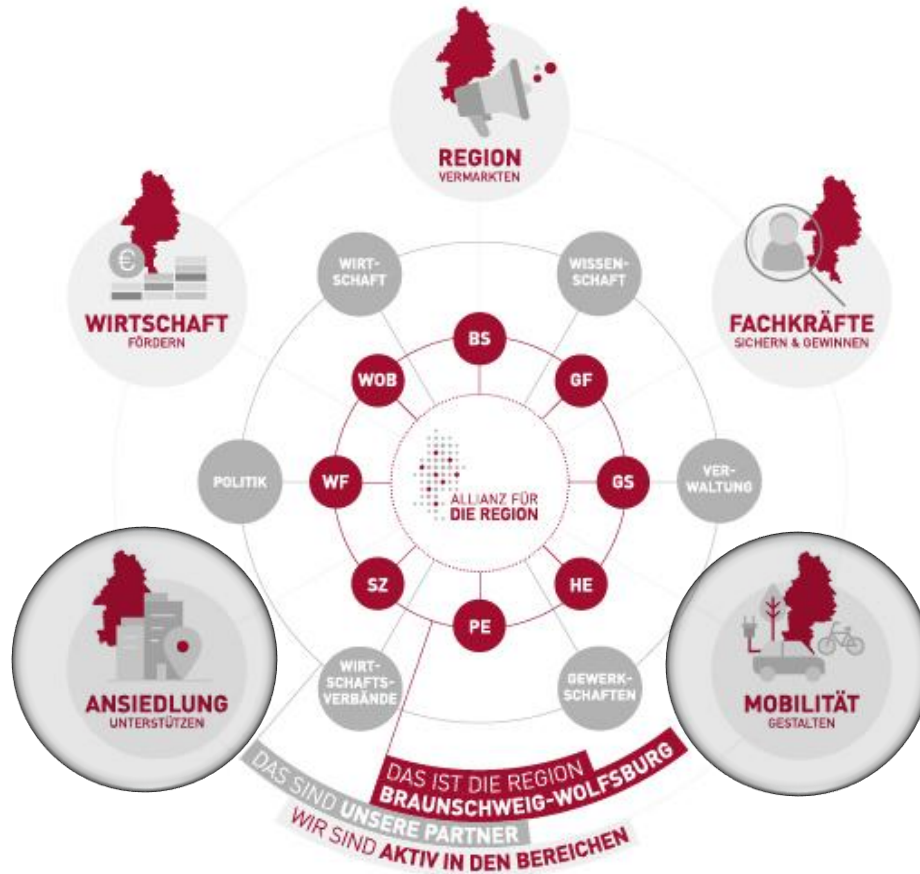
## Ausschuss für Kultur und Wissenschaft – Stadt Braunschweig

15. Oktober 2021 | Wasserstoffaktivitäten in der Region Braunschweig-Wolfsburg

Thomas Ahlswede-Brech | Leiter Mobilität und Ansiedlung

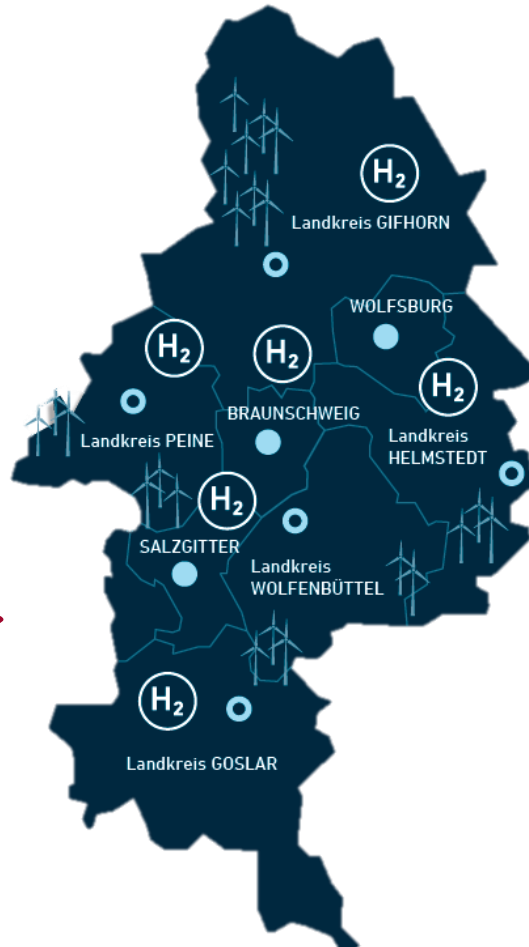
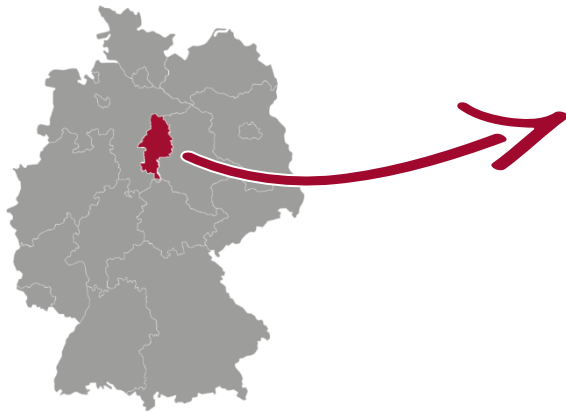






REGIONALPORTALAPPZEITORTEJOBBSORSETOURISTI  
 SCHEMARKETINGIMAGEUNDFACHKRÄFTEKAMPAG  
 NENBERUFSORIENTIERUNG2030**INITIATOR**MESSEN  
 &EVENTSSOCIALMEDIAAKTIVITÄTEN**KOORDINATOR**R  
 EGIONALEKOMPETENZSTELLEMObilitätALLIANZFÜ  
 RINTELLIGENTEUNDVERNETZTEMObilitätFORSCH  
 UNGSPARKHAUSGEMEINSCHAFTSSTÄNDEMObilität  
 T**PARTNER**BETRIEBSNACHBARSCHAFTENFACHKRÄF  
 TEBERUFLICHEORIENTIERUNG**VERANSTALTER**DUAL  
 CAREERNETZWERKSÜDOSTNIEDERSACHSENFACHK  
 RÄFTEBÜNDNISSÜDOSTNIEDERSACHSEN**LEITER**QU  
 ALIFIZIERUNGZUKUNFTGEBERPROJEKTBÜROSÜDO  
 STNIEDERSACHSEN**TRÄGER**VASONBERUFLICHEWEI  
 TERENTWICKLUNGINDERPFLEGEWELCOMECENTER  
 EUPROJEKTGROWIN4.0**VERMARKTER**UNTERNEHME  
 NSNACHFOLGEGEWERBEFLÄCHENENTWICKLUNGU  
 NDVERMARKTUNG

## Unsere REGION in Deutschland

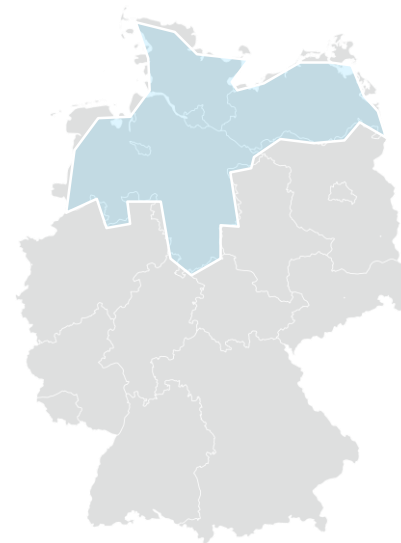


# Wasserstoffaktivitäten in der Region



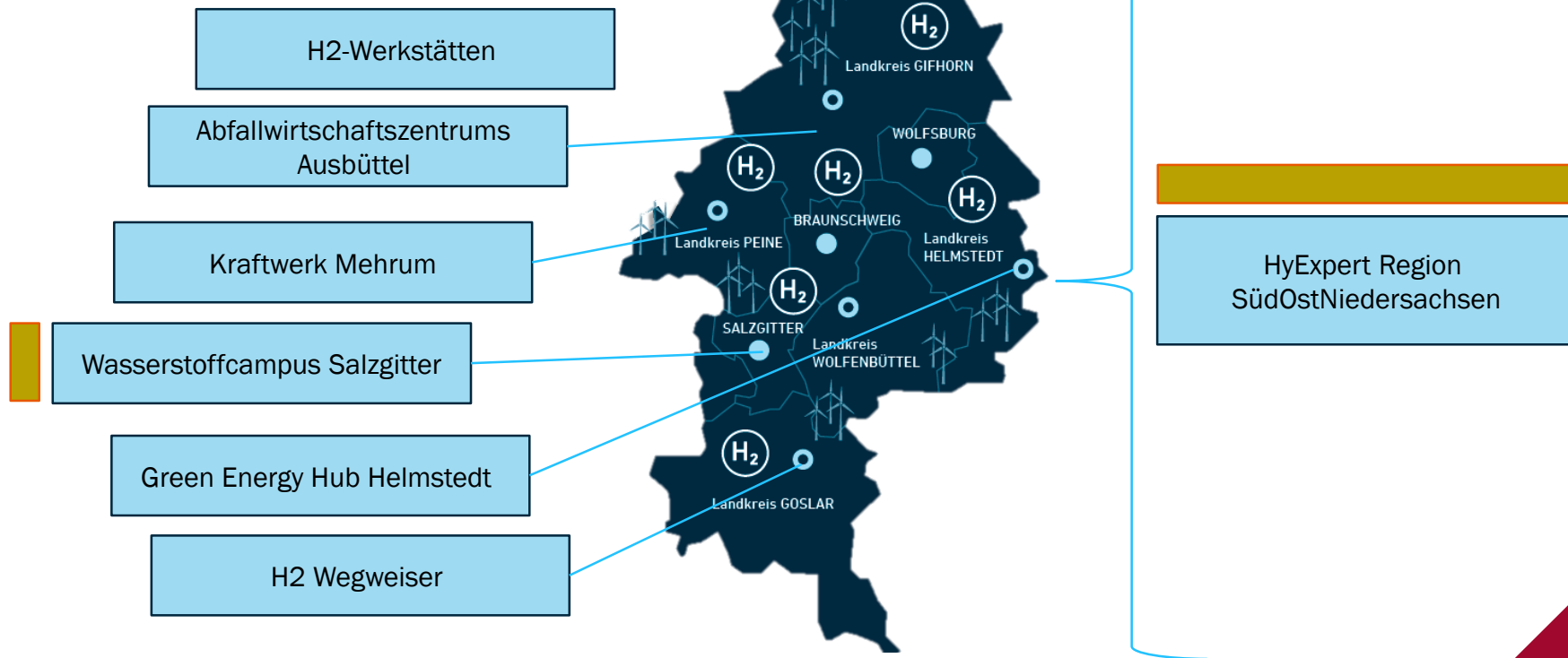
## Europäischer Grüner Deal

Erster klimaneutraler Kontinent werden





## Wasserstoffaktivitäten in der Region



# Wasserstoffcampus Salzgitter

## Wasserstoff Campus Salzgitter

### Qualifizierung

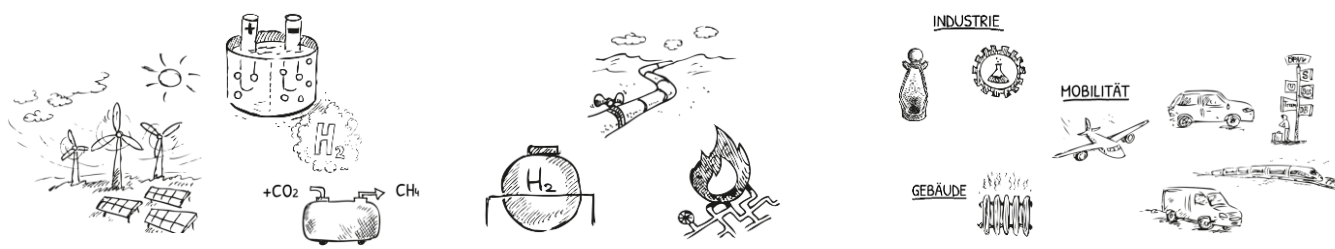
Beratung, Aus- und Fortbildung

### Gründung

Ansiedlung von Unternehmen

### Demonstration & Skalierung

Betrieb eigener Infrastruktur



Erzeugung

Speicherung & Verteilung

Nutzung

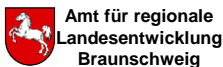
Realisierung komplette H<sub>2</sub>-Wertschöpfungskette

Nachhaltige  
Stärkung der  
Region  
Salzgitter

### Bündelung regionaler Expertise



ALSTOM



BOSCH



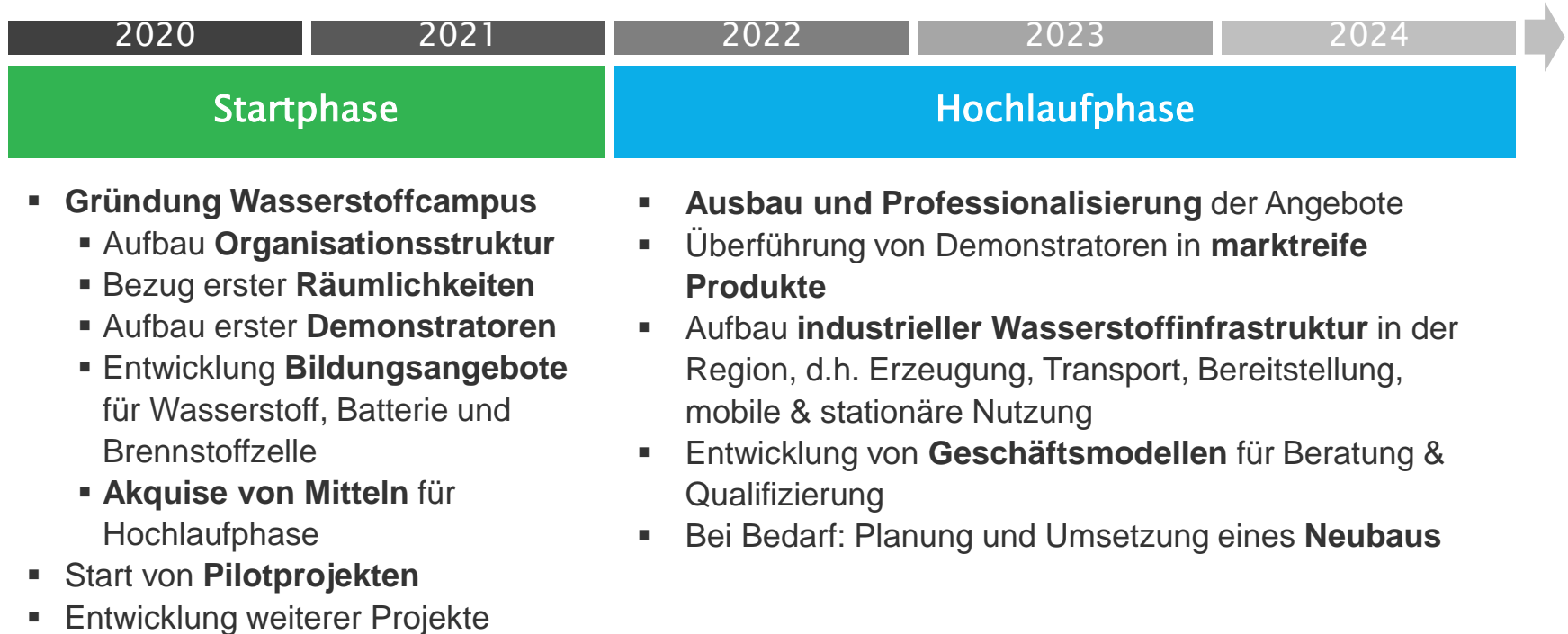
MAN Energy Solutions  
Future in the making



SALZGITTERAG  
Stahl und Technologie



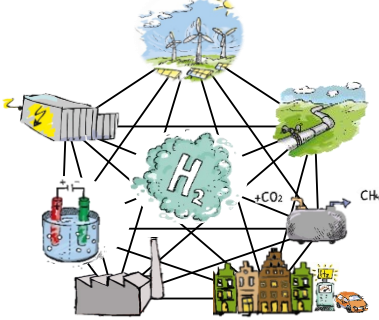
# Wasserstoffcampus Salzgitter



# Wasserstoffcampus Salzgitter – Aktuelle Umsetzungsprojekte

## Sektorenkopplung und großskalige H<sub>2</sub>-Produktion

**Aufbau einer bedarfsgerechten Prozesskette für die großskalige Versorgung der Region mit grünem Wasserstoff**



Prozesskette zur H<sub>2</sub>-Versorgung der Region Salzgitter

H<sub>2</sub>-Tanks als (Puffer)speicher zwischen H<sub>2</sub>-Produktion und Transport

H<sub>2</sub>-Tanks für die dezentrale Bereitstellung in der Fabrik

### Nachhaltige Wasserstofftanks

**Anwendungsspezifische Entwicklung von recycelbaren und kostengünstigen Wasserstofftanks**



### Fabriktransformation

**Wandel zur CO<sub>2</sub>-neutralen Fabrik durch Integration von H<sub>2</sub>-Technologien**



Detaillierte Informationen über H<sub>2</sub>-Bedarfe für die Sektorenkopplung

Konzept für die Umstellung betrieblicher Fuhrparks auf H<sub>2</sub>

### Wasserstoffmobilität Modellregion Salzgitter

**Befähigung der Region Salzgitter zur Wasserstoffmobilität durch geeignete H<sub>2</sub>-Fahrzeuge und Infrastruktur**



H<sub>2</sub>-Tanks für Nutzung im Fahrzeug

Erzeugung

Speicherung & Verteilung

Nutzung (Industrie)

Nutzung (Mobilität)



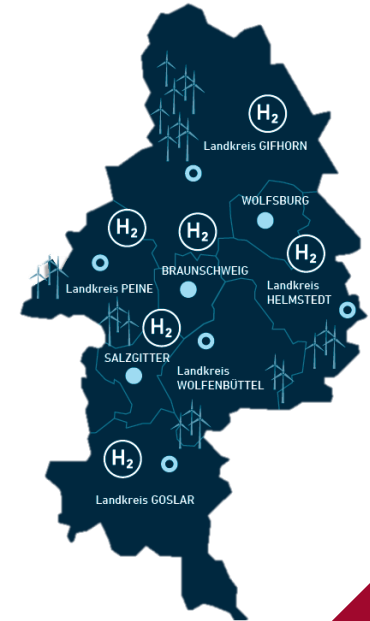
## HyExpert Region

Um die innovativsten und erfolgversprechendsten regionalen Konzepte zu identifizieren, werden die zu fördernden H<sub>2</sub>-Regionen in einem Wettbewerb ermittelt. Hierbei liegt der Fokus auf der regionalen Integration und systemischen Vernetzung der Projekte, welche eine hohe Wertschöpfung in Deutschland erwarten lassen.

HyStarter

HyExpert

HyPerformer\*



## HyExpert Region

Die HyExpert-Förderung richtet sich an Regionen mit ersten Projekterfahrungen und Kenntnissen. Eine Förderung als HyExpert Region beinhaltet einen Bescheid in Höhe von 400.000 €

Der Zuschlag wurde Ende September erteilt. Derzeit laufen die Vorbereitung zu den Ausschreibungen durch den Landkreis Helmstedt als Antragsteller.



## Wirtschaft

## Wissenschaft



## Politik und Verwaltung

Verbände / Kammern /  
Vereine

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Thomas Ahlswede-Brech | Leiter Mobilität und Ansiedlung  
Allianz für die Region GmbH | Frankfurter Straße 284 | 38122 Braunschweig  
[thomas.brech@allianz-fuer-die-region.de](mailto:thomas.brech@allianz-fuer-die-region.de)

