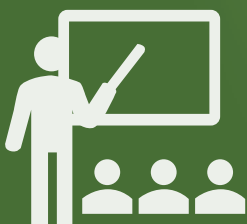
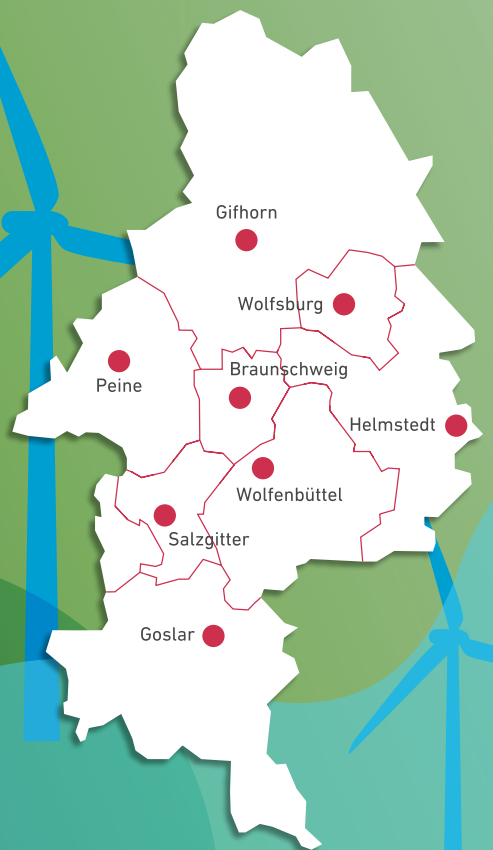


# Mitarbeiterqualifizierung für H<sub>2</sub>-Fahrzeuge im Logistikbereich

Projektleitfaden



# H<sub>2</sub>



# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Vorwort</b>	Seite 3
<b>Wasserstofflandkarte</b>	Seite 4
<b>Auswertung Experteninterviews</b>	Seite 6
<b>Projektteam</b>	Seite 8
<b>Kennzahlen Wasserstoff</b>	Seite 9
<b>Mitarbeiterqualifizierung</b>	Seite 10
<b>Werkstattertüchtigung</b>	Seite 12
<b>Prozesse im Unternehmen</b>	Seite 14
<b>Fazit</b>	Seite 15



## DATEN + FAKTEN

- Projekträger**  
Allianz für die Region GmbH
- Projektlaufzeit**  
01.11.2021 – 31.03.2023
- Fördermittel**  
Europäischer Sozialfond (ESF)/  
Land Niedersachsen  
Einreichung über Fachkräfte-  
bündnis SüdOstNiedersachsen
- Gebiet**  
Region Braunschweig-Wolfsburg
- Zielgruppen**
- > Regionale Unternehmen
  - > Logistikdienstleister
  - > Transporteure
  - > Kommunale Verkehrsbetriebe
  - > Verkehrsunternehmen
  - > Bildungsträger

## VERANSTALTUNGEN + WORKSHOPS

- 24.03.2022**  
**Auftaktveranstaltung**  
TrafoHub, Braunschweig
- 16.06.2022**  
**Schulung (online)**  
Grundlagen Wasserstofftechnologien
- 03.11.2022**  
**Workshop**  
Mitarbeiterqualifizierung für H2-Fahrzeuge
- 25.01.2023**  
**Workshop (online)**  
Ertüchtigung von Werkstätten für H2-Fahrzeuge
- 07.03.2023**  
**Abschlussveranstaltung**  
TrafoHub, Braunschweig

# Vorwort

---

Damit Deutschland seine Klimaziele erreichen kann, muss der CO<sub>2</sub>-Ausstoß insbesondere im Verkehrssektor nachhaltig gesenkt werden. Wasserstoff wird in diesem Kontext als ein Energieträger angesehen, der hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten kann. Der Wasserstoffantrieb hat im Mobilitätssektor insbesondere im Bereich von Lastkraftwagen, Nutzfahrzeugen, Sonderfahrzeugen und Bussen großes Potenzial. Zahlreiche Güterkraftverkehrsunternehmen, aber auch Kommunen und Gebietskörperschaften, arbeiten derzeit daran, ihren Fuhrpark auf energieeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge umzustellen. Für die Nutzenden dieser Fahrzeuge ergeben sich aus diesem Umstellungsprozess multiple Herausforderungen sowohl im Tagesgeschäft als auch bei den Reparatur- und Wartungsarbeiten.

Das Projekt „Mitarbeiterqualifizierung für H<sub>2</sub>-Fahrzeuge im Logistikbereich“ hat während der 1,5 Jahre Projektlaufzeit die Änderungen bei den technischen, organisatorischen und betriebswirtschaftlichen Prozessen in Unternehmen identifiziert und dokumentiert. Daraus ergeben sich zahlreiche neue Anforderungen an die Mitarbeiterqualifikationen. Diese Ergebnisse sollen durch den Leitfaden veröffentlicht und damit Unternehmen, Werkstätten und (Aus-) Bildungseinrichtungen zugänglich gemacht werden.

Das Projekt gliederte sich in mehrere Phasen auf. Am 24.03.2022 fand die offizielle Auftaktveranstaltung mit rund 70 TeilnehmerInnen aus dem o.g. Akteurskreis in Braunschweig statt. Über die gesamte Projektlaufzeit organisierte das Projektteam verschiedene Formate, um damit die regionalen Wasserstoffakteure zu vernetzen. Unter anderem wurden mehrere Onlineschulungen und Workshops angeboten, bei dem sich die jeweils rund 30 TeilnehmerInnen über den aktuellen Stand und Trends zu Wasserstoff im Logistikbereich informieren und austauschen konnten. Besonders eine Schulung im November 2022 zum Thema „Mitarbeiterqualifikation für H<sub>2</sub>-Fahrzeuge“, bei der die BesucherInnen im Anschluss ein Zertifikat erhielten, erfreute sich großer Beliebtheit. Im Januar 2023 fand zum Thema „Werkstattertüchtigung“ eine weitere Schulung statt. Auch hier nahmen mehr als 30 Personen online teil.

Außerdem wurden Experteninterviews mit einer Auswahl an am Projekt beteiligter Stakeholder (Wirtschaft, Wissenschaft, Bildung, Land und Kommune) durchgeführt, in denen die Interviewten verschiedene Fragen zu Wasserstoffmobilität, Wasserstoff im Logistikbereich, Sicherheitsaspekten und Herausforderungen an die neue Antriebstechnologie beantworteten.

Die Schlussphase des Projektes bildeten zum einen die Erstellung und Fertigstellung dieses Leitfadens, der in digitaler und gedruckter Fassung veröffentlicht wird. Zum zweiten fand am 07.03.2023 in Braunschweig die Abschlussveranstaltung des Projektes statt, wo neben der Präsentation der Projektergebnisse und -erkenntnisse auch der Leitfaden erstmalig vorgestellt und an die rund 100 anwesenden TeilnehmerInnen verteilt wurde.

Die Abschlussveranstaltung „Transformation. Mobilität. Logistik. Wasserstoff“ wurde gemeinsam mit den drei aus REACT-EU-Mitteln geförderten Braunschweiger Projekten im Fachkräftebündnis SüdOstNiedersachsen organisiert. (1. TransformationsHub Aus- und Weiterbildung SüdOstNiedersachsen, 2. TRANSFORMER SON – Transfer for Mobility-Educationssystem, 3. Qualifizierung von Fachkräften für Zukunftstechnologien der Wasserstoffwirtschaft).

Das Projektteam

# 1. Wasserstofflandkarte Region Braunschweig-Wolfsburg

Mit Projektbeginn wurde eine Überblickskarte über die Wasserstoffaktivitäten in der Region Braunschweig-Wolfsburg angefertigt und laufend aktualisiert.

Der aktuelle Stand der Karte mit einer Auswahl an Projekten und Aktivitäten in der Region ist hier dargestellt.

Die Region Braunschweig-Wolfsburg verfügt bereits über vielfältige Initiativen aus dem Bereich Wasserstoff. Anhand einer Situationsanalyse wurden im ersten Schritt alle maßgeblichen Akteure, (Verbund-) Projekte und Vorhaben mit Bezug zum Thema und zur Region zusammengestellt und zentrale Akteure und mögliche Netzwerkpartner identifiziert. Zahlreiche Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Bildungsanbieter wurden so identifiziert, die bereits Projekte zum Thema bearbeiteten und/oder sich für die Anschaffung/Umrüstung eines H2-Fahrzeuges und der Qualifizierung von Mitarbeitenden interessieren.

Auf Basis der Ergebnisse der Recherche wurde eine Landkarte erstellt und die jeweiligen Wasserstoffaktivitäten erfasst. Die Karte wurde über die gesamte Projektlaufzeit aktualisiert und gibt einen ersten Ein- und Überblick über die derzeitigen Aktivitäten zum Thema Wasserstoff in der Region Braunschweig-Wolfsburg mit den betreffenden Akteuren.

Die Analyse hat einen Stand von Januar 2023 und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es können somit weitere Akteure aus der Wasserstoffwirtschaft in der Region Braunschweig-Wolfsburg ansässig sein, die allerdings keine Informationen auf Webseiten zur Verfügung stellen.

## BRAUNSCHWEIG

### DLR Standort Braunschweig

H2-Projekte in den Bereichen Nutzung, Speicherung und Verteilung, System-/Marktanalyse, Technologiebewertung, Nachhaltigkeit

### IAV, Veolia und Hyundai und Stadt Braunschweig

Testbetrieb eines Brennstoffzellenautos

### Physikalisch-Technische Bundesanstalt – Nationales Metrologieinstitut

Begleitet und fördert Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft durch Projekte

### Clean Logistics SE – Fertigung von H2-LKW und H2-Bussen

### Steinbeis-Innovationszentrum energieplus

Wasserstoffkompetenzzentrum am Forschungsflughafen

### TU Braunschweig

- > Institut für Technische Chemie – Technische Elektrolyse
- > Institut für Verbrennungskraftmaschinen
  - Nachhaltige Wasserstoff-Verbrennungskonzepte (WaVe)
  - Innovationslabor THEWA – Thermomanagement von Wasserstoff-Tankstellensystemen
  - Vorlesung/Wahlmodul „Hydrogen as Energy Carrier“
- > Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik – Qualifizierung von Fachkräften für Zukunftstechnologien der Wasserstoffwirtschaft in der Region Süd-Ost-Niedersachsen
- > Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik – Entwicklung eines Langstrecken-LKW mit Brennstoffzellenantrieb
- > Institut für Energie- und Systemverfahrenstechnik | Innovationslabor Wasserelektrolyse - Modellierungs- und Charakterisierungswerkzeuge für die Entwicklung von Wasserelektrolyseuren – Vom Material zum System (INNOELY)

### H2-Tankstelle für PKW in Braunschweig

H2-Mobility Anlage an der Shell-Station, Hamburger Straße

### Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

- > POWERPASTE – chemische Wasserstoffspeicherung
- > Projektpartner HyExpert | Wasserstoffregion SüdOstNiedersachsen
- > Projektpartner H2 ICE-LOC | Dekarbonisierung einer Hybrid Rangierlokomotive mit einem Wasserstoffdirektverbrennungsmotor

## SALZGITTER

### Wasserstoff Campus Salzgitter

- > Fabriktransformation
- > Grüner Wasserstoff
- > Speicherung von Wasserstoff
- > Wasserstoff-Ausstellung „Energiewende Niedersachsen“

### Salzgitter AG

- > SALCOS (Salzgitter Low CO2 Steelmaking)
- > Partner im Projekt GET H2

### Alstom

Coradia iLint – Brennstoffzellenzug

### Robert Bosch Elektronik GmbH

Einsatz von Wasserstofftechnologie im Fabrikssystem

Hannover

## Wasserstoffaktivitäten in der Region (Auszug)

### LANDKREIS PEINE

**Kraftwerk Mehrum**  
Möglicher Standort  
für H<sub>2</sub>-Herstellung  
Initiative „H<sub>2</sub>-Mehrum“

### LANDKREIS GIFHORN

#### IAV Gifhorn

- > Brennstoffzellenprüfstand/Wasserstoffverbrennungsprüfstand
- > Projektpartner HyExpert | Wasserstoffregion SüdOstNiedersachsen

#### REMONDIS GmbH & Co. KG

##### Region Nord // Niederlassung Gifhorn

Pilotprojekt bezüglich Einsatz von H<sub>2</sub>- und E-Müllsammelfahrzeugen

#### Abfallwirtschaftszentrum Ausbüttel

Pilotprojekt Wasserstoffnutzung

### WOLFSBURG

H<sub>2</sub>-Ready Pipeline (Gasnetz) Walle/Wolfsburg

### LANDKREIS HELMSTEDT

#### HyExpert | Wasserstoffregion SüdOstNiedersachsen

Erarbeitung eines ganzheitlichen Konzepts zur Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff in den Bereichen Mobilität und Industrie

### LANDKREIS WOLFENBÜTTEL

#### Ostfalia Hochschule Wolfenbüttel – Fakultät Versorgungstechnik

Technologie- und Produktentwicklung im Fokus von Wasserstoffherzeugung bis zur Endanwendung

#### Regenerativer Energiepark

Wasserstoffherstellung und Speicherung

### LANDKREIS GOSLAR

#### FEST GmbH | Goslar

- > Wasserstoff-Elektrolysen
- > Wasserstoff-Betankungsanlagen und -Speichersysteme
- > Power-to-Gas (X)-Anlagen

#### Energieforschungszentrum Niedersachsen (EfzN)

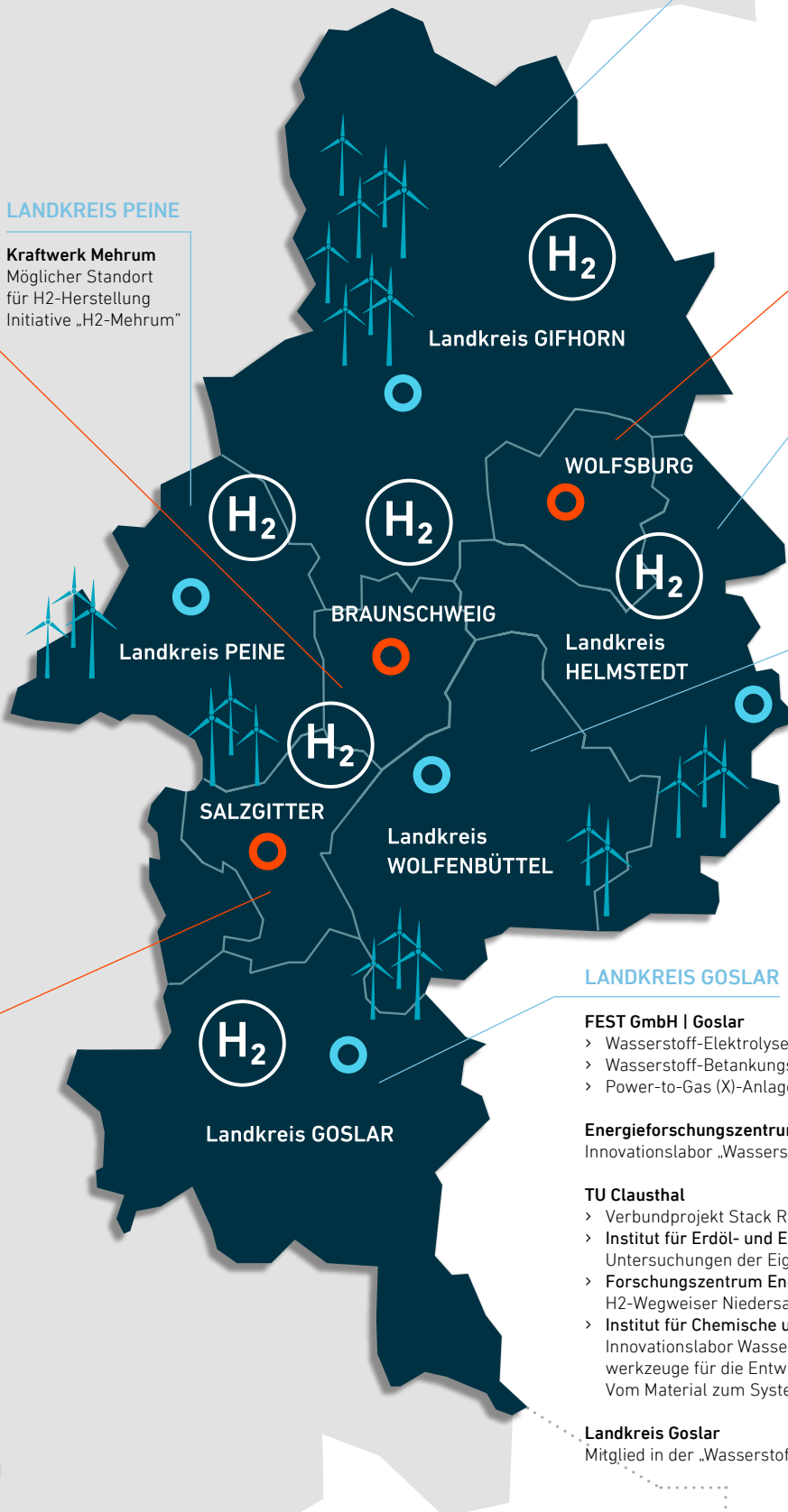
Innovationslabor „Wasserstoffregion Nord-West-Niedersachsen (H<sub>2</sub>-ReNoWe)“

#### TU Clausthal

- > Verbundprojekt Stack Revolution (StaR)
- > Institut für Erdöl- und Erdgastechnik (ITE)  
Untersuchungen der Eignung von Gasspeichern zur Einlagerung von Wasserstoff
- > Forschungszentrum Energiespeichertechnologien:  
H<sub>2</sub>-Wegweiser Niedersachsen
- > Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik  
Innovationslabor Wasserelektrolyse – Modellierungs- und Charakterisierungswerkzeuge für die Entwicklung von Wasserelektrolyseuren – Vom Material zum System (INNOELY)

#### Landkreis Goslar

Mitglied in der „Wasserstoff-Allianz Südniedersachsen (H<sub>2</sub>AS)“



Magdeburg

Göttingen

THÜRINGEN

SACHSEN-ANHALT

## 2. Auswertung Experteninterviews

---

Im Rahmen des Projektes wurden Interviews mit verschiedenen Kooperationspartnern des Projektes geführt. Die Interviews dienten dazu, einen Ein- und Überblick über H<sub>2</sub>-Aktivitäten in der Region zu erhalten und herauszufinden, welchen Stellenwert Wasserstofftechnologie zum jetzigen Zeitpunkt bereits hat.

**Für die Durchführung der Experteninterviews erstellte das Projektteam einen einheitlichen Fragebogen. Aus dem Kreis der am Projekt beteiligten Partner wurden über 15 Personen für ein Interview angefragt. Sieben Personen erklärten sich dazu bereit. Das Projektteam dokumentierte und wertete die Interviews im Anschluss aus.**

Der Klimawandel hat in den vergangenen Jahren nachhaltige Auswirkungen auf politische Vorgaben und induziert – teilweise auch daraus resultierend – modifizierte Nachfrage- und Angebotsmuster. So erhöht beispielsweise die CO<sub>2</sub>-Steuer den Druck im Markt, was wiederum die Nachfrage nach CO<sub>2</sub>-optimierten Produkten erhöht. Gleichzeitig gibt es eine neue Dynamik in der entsprechenden Forschungsförderung, was auch der Wasserstofftechnologie einen enormen Schub gebracht hat.

Das Thema Wasserstoff wird im **Mobilitätsbereich** als Anwendungsfall in erster Linie in den Bereichen Schwerlast-, Flug- und Schiffsverkehr und in der Entsorgungswirtschaft (hier insbesondere auf dem Land, da dort i.d.R. große Strecken zurückgelegt werden müssen) gesehen. Die Wirkungsgrade z.B. bei Elektrolyseuren müssen erhöht werden, um die Wasserstofftechnologie zu einem wichtigen Element werden zu lassen.

Insbesondere im gesamten **Logistikbereich** hängt der Durchbruch dieser Technologie ganz wesentlich von einer gut ausgebauten Tankstelleninfrastruktur ab. Hier sollten regionale Kooperationen eine größere Rolle spielen, um kritische Massen zu erreichen, die Prozesse beschleunigen können. Es ist aber einhellige Meinung, dass derzeit kein

betriebswirtschaftliches Modell etabliert werden kann, das ohne eine staatliche Förderung auskommt. Aktuell spielt in diesem Kontext der Wasserstoffantrieb in der realen Anwendung noch keine entscheidende Rolle, sondern ist eher ein perspektivischer Ansatz.

Die **Umrüstung** bestehender LKW (Flotten) wird im Trend höchstens als Nischenprodukt angesehen. Neuanschaffungen werden sich demnach bei gegebener Wirtschaftlichkeit der Technologie am Markt durchsetzen.

Bezüglich potenzieller **Risiken** im Zusammenhang mit der Wasserstofftechnologie herrscht Einigkeit, dass diese beherrschbar sind. Die Technologie ist über viele Jahrzehnte bekannt, so dass diesbezüglich keine Sicherheitsbedenken existieren.

Die Nutzung der Wasserstofftechnologie auch und gerade im Mobilitätsbereich hat multiple Auswirkungen auf die **Prozesse und Strukturen in den Unternehmen**. Die Rekrutierung von Fachpersonal wird sich vor dem Hintergrund des ohnehin existierenden Fachkräftemangels vermutlich weiter verstärken. Auch wenn bei den meisten Akteuren die Meinung vorherrscht, dass in diesem Kontext nicht unbedingt eine eigenständige Ausbildung/ein eigenständiges Berufsbild notwendig ist, so besteht in vielen technischen Bereichen ein hoher Weiterbildungsbedarf bzw. eine Ausweitung von Ausbildungsmodulen in den fachspezifischen Ausbildungsberufen. Im Logistikbereich werden kontinuierliche Schulungen des Werkstattpersonals und der Fahrer angeboten und sind obligatorisch. Der Umfang des Aus- und Weiterbildungsbedarfs wird je nach Berufsgruppe variieren.



Auch bei den technischen Prozessen wird es zu Anpassungen und Neuorganisationen im Bezug auf die Wasserstofftechnologie kommen (müssen). Eine Standardisierung der technischen Infrastruktur wird hier als eine wichtige Voraussetzung angesehen.

Im **Wissenschaftsbetrieb** herrscht ein ähnliches Bild. Offensichtlich spielt die Interdisziplinarität zwischen verschiedenen Wissenschaftsbereichen und Fakultäten in diesem Bereich (leider) noch nicht die erforderliche Rolle. Hier müssen neue Strukturen und Beziehungsmuster aufgebaut werden. Der Aufbau und die Etablierung des Wasserstoff Campus Salzgitter und/oder des Wasserstoffkompetenzzentrums am Forschungsflughafen in Braunschweig können hier eine positive Bündelungsfunktion ausüben.

Die Frage nach der Akzeptanz und aktiven Ausübung neuer **Kooperationen/Kooperationsmodelle** mit anderen Branchen, Unternehmen und weiteren (potenziellen) Partnern wird einhellig bejaht. Es herrscht große Einigkeit, dass ein Klima der Kooperation/operativen und strategischen Zusammenarbeit bei der Einführung neuer Technologien und der damit korrespondierenden wirtschaftlichen und technologischen Risiken absolut notwendig ist, auch wenn damit ggf. die Komplexität der Abstimmungsprozesse steigt. In der Praxis herrscht gegenwärtig nach Ansicht einiger Akteure noch nicht das notwendige Kooperationsniveau. Hier könnten regionale Impulse wichtige Treiber darstellen.

Ein technologischer Bruch inkl. des dazugehörigen Markteintritts bedarf unbedingt über einen längeren Zeitraum der **staatlichen Förderung**. Dies stellt eine absolute Erfolgsbedingung dar, denn der betriebswirtschaftliche Erfolg ist ansonsten nicht realisierbar. Jedoch muss der entscheidende Impuls aus den Unternehmen und Forschungseinrichtungen kommen. Da die Förderprogramme und -richtlinien in den meisten Fällen sehr kompliziert und mit einem hohen bürokratischen Aufwand verbunden sind, kann eine regionale Beratungs- und Unterstützungsleistung insbesondere für KMU und „ungeübte“ Institutionen eine wichtige Rolle spielen.

Grundsätzlich sehen die Experten die **Region Braunschweig-Wolfsburg** im Mobilitätsbereich und hier insbesondere im PKW-Bereich sehr gut aufgestellt. Insbesondere im Forschungsbereich existieren große Kapazitäten und Reallabore. Das Thema „Wasserstoff“ ist durch die vielfältigen Aktivitäten in der jüngeren Vergangenheit auf der Agenda nach oben gerutscht. Es gibt „Leuchttürme“ sowohl im Industrials als auch im Forschungsbereich (Salzgitter, NFF etc.) und eine notwendige (aber noch nicht hinreichende) Vernetzungskapazität (z.B. Wasserstoff Campus Salzgitter). Nichtsdestotrotz ist eine noch größere Dynamik nötig, um zu einer Vorreiterregion zu werden. Die regionale Kooperation sollte weiter ausgebaut werden, um die Akteure zu vernetzen und gemeinsam aus einer Zukunftstechnologie einen nachhaltigen wirtschaftlichen und technologischen Mehrwert für die gesamte Region zu generieren.



## Projektteam

Mitarbeiterqualifizierung  
für H<sub>2</sub>-Fahrzeuge im  
Logistikbereich



**Sven Pape**

Projektleitung  
Telefon 0531 1218-205  
Mobil 0174 181 278 6  
[sven.pape@allianz-fuer-die-region.de](mailto:sven.pape@allianz-fuer-die-region.de)



**Linda Gades**

Telefon 0531 1218-166  
Mobil 0173 292 714 8  
[linda.gades@allianz-fuer-die-region.de](mailto:linda.gades@allianz-fuer-die-region.de)



**Jana Kallwies**

Telefon 0531 1218-190  
Mobil 0152 229 978 57  
[jana.kallwies@allianz-fuer-die-region.de](mailto:jana.kallwies@allianz-fuer-die-region.de)



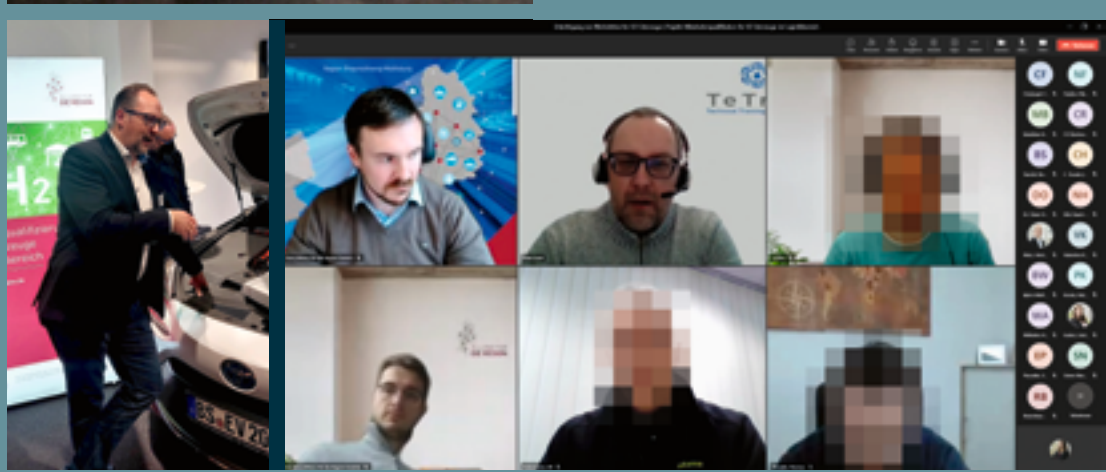
**Hinrich Weis**

Telefon 0531 1218-165  
Mobil 0172 161 365 8  
[hinrich.weis@allianz-fuer-die-region.de](mailto:hinrich.weis@allianz-fuer-die-region.de)



**Rana Elmahdi**

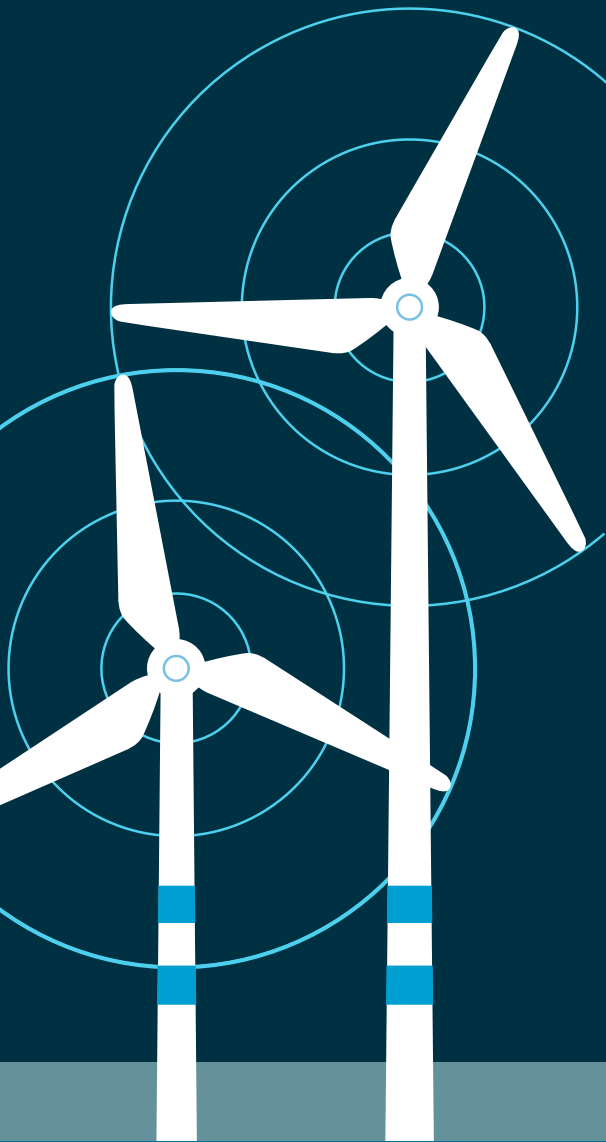
Telefon 0531 1218-222  
[rana.elmahdi@allianz-fuer-die-region.de](mailto:rana.elmahdi@allianz-fuer-die-region.de)



**Herausforderungen der Mitarbeiterqualifikation meistern**  
Damit Deutschland seine Klimaziele erreichen kann, muss der CO<sub>2</sub>-Ausstoß insbesondere im Verkehrssektor nachhaltig gesenkt werden. Wasserstoff wird in diesem Kontext als ein Energieträger angesehen, der hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten kann.

Haben Sie Fragen? Oder Informationsbedarf?  
Rufen Sie uns an.





## TANKDAUER

4-40 kg H<sub>2</sub>

Ø 5-20 Min

Abhängig von Menge und Betankungssystem



Ø Kosten/kg  
Wasserstoff

**350 bar** (LKW|NFZ)  
12,85 €

**700 bar** (PKW)  
13,85 €

(Stand 01/2023 – H<sub>2</sub> Mobility)



## WASSERSTOFF TANKSTELLEN

Deutschland **93**

(Stand 01/2023, H<sub>2</sub> Mobility, h2.live.de)



## DRUCKNIVEAU

gasförmig

LKW | NFZ **350 bar**  
PKW **700 bar**

## KOSTEN BRENNSTOFFZELLE



750-1.000 €  
je **kW**

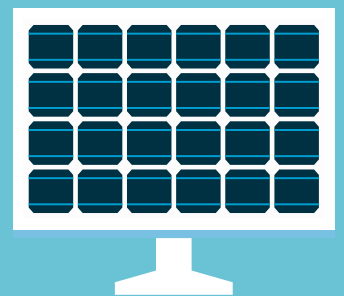
Je nach Hersteller für Kleinserien und Prototypen

## 3 Arten der Betankung

Komprimierter Gasförmiger Wasserstoff  
Compressed gaseous hydrogen – CGH<sub>2</sub>  
350/700 bar  
Gängigste Betankungsart PKW und LKW

Kryokomprimierter Wasserstoff  
Cryo-compressed hydrogen – CcH<sub>2</sub>

Betankung mit flüssigem Wasserstoff  
Subcooled Liquid Hydrogen – sLH<sub>2</sub>



## Ø WASSERSTOFFVERBRAUCH

Alle hier dargestellten Informationen sollen fachfremden Personen den Einstieg in die Thematik des Wasserstoffs erleichtern und sind als Richtwerte anzusehen.



Brennstoffzellen-PKW  
100 km | **0,7-1,3 kg**



Brennstoffzellen-LKW  
100 km | **5-10 kg**



Brennstoffzellen-Bus  
100 km | **6-13 kg**

## 4. Mitarbeiterqualifizierung

Dieses Kapitel dient als Einleitung in das Thema der Mitarbeiterqualifizierung und bezieht sich auf die vermittelten Inhalte im Zuge der durchgeführten Informationsveranstaltungen. Voraussetzungen für Arbeiten an Wasserstofffahrzeugen sind u. a. Unterweisungen und Schulungen aus den Gebieten „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Hochvoltssystemen“ (DGUV|209-093) und „Qualifizierung für Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb“ (DGUV|FBHM-099). In Abhängigkeit der Arbeitsinhalte ist es notwendig, folgende Unterscheidung zu beachten.

### Qualifizierung für Arbeiten an FAHRZEUGEN MIT HOCHVOLTSYSTEMEN



**E** ARBEITSQUALIFIZIERUNG  
**Hochvoltsystemen in Forschung,  
 Entwicklung und Produktion**

**S** ARBEITSQUALIFIZIERUNG  
**Serienfahrzeuge  
 mit Hochvoltssystemen**



**Unerlässlich im Umgang mit Hochvoltssystemen**

Nach erfolgreicher Qualifikation sind die Fachkenntnisse durch regelmäßige Teilnahme an Schulungen auf aktuellem Stand zu halten! (DGUV 209-093).

Alle Vorgesetzten müssen sich im Rahmen ihrer Fürsorgepflicht vergewissern, dass die Mitarbeitenden sowohl gesundheitlich als auch fachlich in der Lage sind, die vorgesehene Tätigkeit auszuüben.



### Qualifizierung für Arbeiten an FAHRZEUGEN MIT GASANTRIEB

**E** ARBEITSQUALIFIZIERUNG  
Entwicklung und Fertigung

**S** ARBEITSQUALIFIZIERUNG  
Aftersales-/Servicebetriebe



3E

Aufbau und Änderung von Gassystemen

3S

Nachrüstung von Gassystemen

2E

Arbeiten an Gassystemen

2S

Schulungen zu den genannten Angeboten werden von zahlreichen Schulungseinrichtungen und Akademien angeboten. Die Dauer und Kosten der jeweiligen Schulungen sind abhängig von der durchzuführenden Schulung sowie von den Vorkenntnissen der zu schulenden Person.

1E

Arbeiten an Fahrzeugen mit Gasantrieb (außer Gassystem)

1S

Neben den genannten Unterweisungen und Schulungen können bzw. müssen für Arbeiten an Wasserstofffahrzeugen und -systemen (z. B. Hochvolt-Batteriepaket, Brennstoffzellen-System, Wasserstoff-Tankpaket, Hochvolt-Kompressor) produktspezifische Schulungen von Herstellern besucht werden.

E

Bedienen von Fahrzeugen mit Gasantrieb

S

Unter nebenstehendem QR-Code finden Sie eine Liste mit allgemeinen Schulungsangeboten zum Thema Wasserstoff (Stand 02/2023)



**Weitere Regeln/Vorschriften:**

- > DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ oder
- > DGUV Regel 109-009 „Fahrzeug-Instandhaltung“

## 5. Werkstattertüchtigung

Im Bereich der Werkstattertüchtigung wurden im Zuge unserer Informationsveranstaltung die folgenden Punkte gemäß DGUV 209-072 Wasserstoffsicherheit in Werkstätten behandelt:

**1** Unterschied Hybrid-, Elektro- und Wasserstoff-Fahrzeuge

**2** Überblick der personellen Anforderungen

**3** Einfahrt in Werkstätten mit Wasserstofffahrzeugen

**4** Arbeiten an wasserstoff-führenden Leitungen und Teilen

**5** Arbeiten am Tanksystem

**6** Wiederinbetriebnahme

**7** Wasserstoff-Detektoren

### 1. Unterschied Hybrid-, Elektro- und Wasserstoff-Fahrzeuge

Im Vorfeld von Arbeiten an Hybrid- oder Wasserstofffahrzeugen sollen grundlegende Informationen über die Fahrzeuge bzw. die unterschiedlichen Systeme vorhanden sein. Einen Überblick vermittelt die Broschüre „Wartung von Hybridfahrzeugen. Was ist zu beachten?“ der Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes GmbH (TAK) sowie der Berufsgenossenschaft Holz und Metall.

Im Zuge der Schulung wurden die folgenden Fahrzeuge behandelt:

- › Vollhybrid (HEV)
- › MildHybrid (MHEV)
- › Plugin Hybrid (PHEV)
- › Batterieelektrische Fahrzeuge (BEV)
- › Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge (FCEV)

### 2. Überblick der personellen Anforderungen

Die personellen Anforderungen wurden schon im vorhergehenden Kapitel behandelt und werden hier der Vollständigkeit halber erwähnt. Bevor Arbeiten an Fahrzeugen durchgeführt werden, sollten im Vorfeld auch Gespräche mit den folgenden Personenkreisen geführt werden:

- › Arbeitssicherheit
- › Regionale Ansprechpartner BG
- › Feuerwehren
- › Werkstattmeister
- › Mitarbeitende

### 3. Einfahrt in Werkstätten mit Wasserstofffahrzeugen

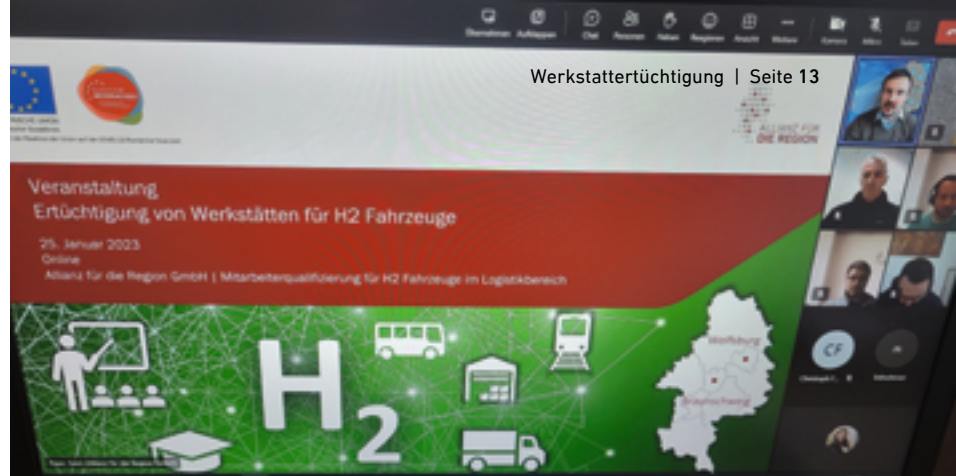
Ein Brennstoffzellen-Fahrzeug, das nach EU-Richtlinien gebaut ist, gilt als dauerhaft technisch dicht. Das bedeutet, dass es in der Werkstatt zunächst wie alle anderen Fahrzeuge handzuhaben ist. Sonderfälle sind Unfallfahrzeuge, die gesondert behandelt werden müssen.

Für Arbeiten an Wasserstoff-Fahrzeugen gelten spezielle Anforderungen an Werkstätten. Einen Einblick in die Thematik verschafft die Information 209-072 (Wasserstoffsicherheit in Werkstätten) der „Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung“ (DGUV). Hier sind Informationen zu den folgenden Punkten dargestellt und es wird auf geltende Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Regeln und Normen hingewiesen.

- › Grundlagen der Wasserstofftechnik
- › Stand der Speichertechnik
- › Explosionsschutz in Werkstätten
- › Anforderungen an und Maßnahmen in Werkstätten
- › Anforderungen an die Wasserstoffwerkstatt in Entwicklungsbereichen

### 4. Arbeiten an wasserstoffführenden Leitungen und Teilen

- › Grundsätzlich für längere Zeit oder über Nacht nur im Freien
- › Nicht unter Überdachungen
- › Sicherheitsradius von 5 m um das Fahrzeug einrichten
- › Abstand zu Gebäuden einhalten (Fenster, Türen schließen)
- › Fahrzeug mit Gasaustritt mit geeigneten Mitteln (z.B. Schilder,...) kennzeichnen
- › In regelmäßigen Abständen überprüfen, ob der Gasaustritt noch besteht



## 5. Arbeiten am Tanksystem

In diesem Unterpunkt wurden der Aufbau von Tanksystemen sowie die Arten der Speicherung (flüssig/gasförmig) thematisiert. Sowie auf die Verhaltensweisen bei Defekten sowie Vorgehen beim Lackieren von Fahrzeugen hingewiesen.

Unabhängig vom Medium dürfen generell unter hohem Druck stehende Leitungen keinesfalls geöffnet werden. Die freiwerdende Druckenergie hat ein sehr hohes Gefährdungspotenzial, das lebensgefährlich ist. Das gilt jedoch für jedes Gas unter Druck, selbst für Druckluft, und ist nicht wasserstoffspezifisch.

### Gefährdung durch unter Druck stehende Gase:

- › Wasserstoffspeicherung mit bis zu 700 bar
- › Wenn Druckbehälter nach schweren Unfällen oder starken mechanischen Beschädigungen nicht ordnungsgemäß überprüft werden, besteht die Gefahr der explosionsartigen Entladung
- › Bei explosionsartiger Entladung besteht Lebensgefahr
- › Bei Arbeiten in Lackier- oder Trockenkabinen, darf das Tanksystem max. halb gefüllt sein und die max. Temperatur darf 85° C nicht überschreiten. (Herstellervorgaben gesondert beachten)

Es kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, wie wichtig es ist, die Bedienungsanleitung und die Arbeitsanweisungen des Fahrzeugherstellers sorgfältig zur Kenntnis zu nehmen.

Reparaturen sind wegen der bereits beschriebenen spezifischen Eigenschaften von Wasserstoff nur mit Teilen und Materialien zugelassen, die explizit durch den Hersteller der Fahrzeuge freigegeben sind, und nur nach dem von ihm vorgegebenen Verfahren.

Vorsicht ist auch beim Einbau des Tanksystems geboten, da sich die CGH<sub>2</sub>-Tanks beim Befüllen auf bis zu 700 bar (bis 15° C) um mehrere Millimeter ausdehnen können. Die Einbauvorschriften und die vorgegebenen Drehmomente sind besonders zu beachten.

## 6. Wiederinbetriebnahme

Nach allen durchgeführten Arbeiten an wasserstoffführenden Teilen und Leitungen einschließlich des Tanksystems ist grundsätzlich eine Dichtheitsprüfung nach Herstelleranweisung durchzuführen.

Das bei Druckgas-Fahrzeugen erprobte und zugelassene Verfahren mit schaubildenden Mitteln ist unter Umständen nicht ausreichend.

## 7. Wasserstoff-Detektoren

Da Wasserstoff durch menschliche Sinne nicht wahrgenommen werden kann, sollte als primäre Schutzmaßnahme die Werkstatt mit Wasserstoffsensoren ausgestattet sein. Diese Sensoren sind im Deckenbereich der Werkstatt anzuordnen und sollen im Alarmierungsfall optisch und akustisch warnen.

Die Warnsysteme sind unter Berücksichtigung der Wochenenden mit entsprechender Redundanz auszulegen, um das Versagen des Alarmsystems durch einen internen Fehler der Anlage zu vermeiden.

### Weitere Regeln/Vorschriften:

- › Betriebsanleitungen und Arbeitsanweisungen der Hersteller
- › DGUV 209-072
- › Rettungskarte





## 6. Prozesse im Unternehmen

---

**Für Unternehmen, die Brennstoffzell-Fahrzeuge beschaffen, betreiben oder warten, ergeben sich Änderungen in den bisherigen betrieblichen Abläufen.**

### **Allg. Qualifikation bestehend aus Unterweisung und Weiterbildung der Mitarbeitenden**

Es sollten alle Personen im Unternehmen auf das Vorhandensein der Wasserstofftechnologie und der sich daraus ergebenden Gefahren und den daraus resultierenden Verhaltensweisen hingewiesen werden. Für Mitarbeitende (Fahrer, technisches Personal), die an oder mit Wasserstofffahrzeugen arbeiten, sind spezielle Schulungen und Unterweisungen notwendig. Daraus resultieren Änderungen bei der Mitarbeiterakquise und Ansprache sowie bei der Fort- und Ausbildung.

**Arbeitsanweisungen** müssen angepasst oder neu erstellt werden. Bestehende Arbeitsanweisungen müssen an die neuen Situationen im Unternehmen angepasst werden.

### **Arbeitssicherheit / Arbeitsschutz / Betriebssicherheit**

Bestehende Gefährdungsbeurteilungen sollten den neuen Situationen im Unternehmen angepasst werden. Ggf. müssen neue Brandschutzbestimmungen berücksichtigt werden. Die Arbeitssicherheit im Betrieb sollte neu bewertet werden.

### **Technische Ausrüstung der Werkstatt (Detektoren, Werkzeuge, spezielle Arbeitsplätze)**

In Werkstätten kann es erforderlich sein, Wasserstoffdetektoren zu installieren. Dabei ist auf den Aufstellungsort zu achten. Die Anschaffung mobiler Detektoren für die Leckageortung kann ebenfalls hilfreich sein. Die Möglichkeit der Einrichtung spezieller Wasserstoffarbeitsplätze sollte berücksichtigt werden.

### **Beschaffung/Umrüstung von Fahrzeugen**

Bei der Beschaffung von Wasserstofffahrzeugen sowie bei der Umrüstung von bestehenden Fahrzeugen, sollte geprüft werden, ob und in welcher Höhe Förderungen zur Verfügung stehen. Dadurch ergeben sich neue Herausforderungen im Beschaffungsprozess. Neue Fahrzeughersteller bzw. Umrüstunternehmen müssen gesucht und angefragt werden. Im Beschaffungsprozess sollte ein Fördermittelmanagement integriert werden. Vor der Beschaffung von Fahrzeugen sollte auch die Möglichkeit einer Machbarkeitsstudie zu den Punkten Fahrzeugbeschaffung, Betrieb von H<sub>2</sub>-Fahrzeugen, H<sub>2</sub>-Tankinfrastruktur berücksichtigt werden.

### **Infrastruktur**

H<sub>2</sub>-Tankinfrastruktur sollte auf dem Unternehmensgelände oder in Routennähe vorhanden sein. Neben stationären Lösungen gibt es auch mobile Lösungen als Tankcontainer für einen Probe- oder Übergangsbetrieb.

### **Fahrzeugnutzung**

Fahrzeuge könnten auch geleast anstatt gekauft werden (Inrechnungstellung der gefahrenen Transportkilometer z.B. hylane).

**Für fachspezifische Fragen zu den Themen Mitarbeiterqualifizierung und Werkstattefertüchtigung können Sie Kontakt zu einem unserer Referenten, Maik Groß, aufnehmen.**

#### **Maik Groß**

TeTraC – Technical Training and Consulting  
Mobil 0172 428 493 9  
mg@tetrac.de



## 7. Fazit

**Das Projekt „Mitarbeiterqualifizierung für H2-Fahrzeuge im Logistikbereich“ hat gezeigt, dass die Antriebstechnologie „Wasserstoff“ in der Region Braunschweig-Wolfsburg insbesondere im Bereich von Lastkraftwagen, Nutzfahrzeugen, Sonderfahrzeugen und Bussen großes Potenzial hat.**

Zahlreiche Güterkraftverkehrsunternehmen, aber auch Kommunen und Gebietskörperschaften arbeiten derzeit daran, ihren Fuhrpark auf energieeffiziente und emissionsarme Fahrzeuge umzustellen. Auch die in der Region beheimateten Wissenschaftseinrichtungen beschäftigen sich mit diesem Thema in verschiedenen (Förder-)Projekten und Vorhaben. Innerhalb des Projektes wurden mehrere Grundlagenschulungen in Kooperation mit Partnern angeboten, die einen Überblick der personellen Anforderungen und Voraussetzungen für Arbeiten an wasserstoffführenden Fahrzeugen und deren Tanksystem gaben. Diese Schulungen erfreuten sich großem Interesse.

Allerdings zeigte sich während der Projektlaufzeit auch die Problematik, die mit der Umstellung auf Wasserstoffantrieb verbunden ist: Viele Unternehmen haben bereits das Potenzial vom H2-Antrieb erkannt, dennoch gibt es diverse Hürden, die sie davon abhalten, ihren Fuhrpark zu diesem Zeit-

punkt umzurüsten: Mangelhafte bzw. fehlende Tankinfrastruktur, geringe Anzahl an Anbietern, die den vorhandenen Fuhrpark umrüsten sowie die damit verbundenen Kosten der Umrüstung der Werkstätten und nicht zuletzt eine noch sehr geringe Zahl an Weiterbildungsmöglichkeiten für die Mitarbeitenden der Betriebe, die entsprechend geschult werden müssten.

Wenn sich Wasserstoff als neue Antriebstechnologie im Schwerlastverkehr durchsetzen soll, muss bei diesen Faktoren Abhilfe geschaffen werden.

Das Know-how für den Umstieg auf Wasserstoffantrieb ist in der Region Braunschweig-Wolfsburg eindeutig vorhanden und wächst stetig. Dieser Leitfaden gibt einen Überblick über das bereits vorhandene Angebot. Die Ergebnisse des Förderprojektes fließen nach dessen Ende in andere Projekte der Allianz für die Region GmbH (u.a. Wasserstoffregion SüdOstNiedersachsen und Regionales Transformationsnetzwerk Süd-OstNiedersachsen) ein und werden dort weitergeführt.

**Das Projektteam bedankt sich bei den Referenten, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sowie Institutionen und Unternehmen für das Interesse und die Unterstützung des Projektes.**

## Allianz für die Region GmbH

Frankfurter Straße 284

38122 Braunschweig

[www.allianz-fuer-die-region.de](http://www.allianz-fuer-die-region.de)

### Kontakt

Projektleitung

Sven Pape

[sven.pape@allianz-fuer-die-region.de](mailto:sven.pape@allianz-fuer-die-region.de)

Telefon 0531 1218-205

Mobil 0174 181 278 6



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Sozialfonds

Als Teil der Reaktion  
der EU auf die  
Covid-19-Pandemie  
finanziert



**Bildnachweis**  
Allianz für die Region GmbH

Stand: Februar 2023