

A Newton's cradle with five silver spheres hanging from a metal frame. The spheres are in motion, with the leftmost one having just struck the others, creating a ripple effect. The background is a blurred, overcast sky.

H₂Energy Soest

H-Mobilität und die Nationale Wasserstoffstrategie

Agenda



Wir stellen uns vor

Die FH Südwestfalen und das Zentrum H2Energy



Elektromobilität

Ein paar Gedanken zu Batterie und Wasserstoff



Die Nationale Wasserstoffstrategie

Einige wichtige Inhalte



H₂Energy

Wasserstoff-Mobilität am Soester Campus





Wir stellen uns vor



Prof. Dr. Mark Schülke

✉ schuelke.mark@fh-swf.de
☎ 02921 378-3103



Alexander Schaaf, M. Sc.

✉ schAAF.alexander@fh-swf.de
☎ 02921 378-3529

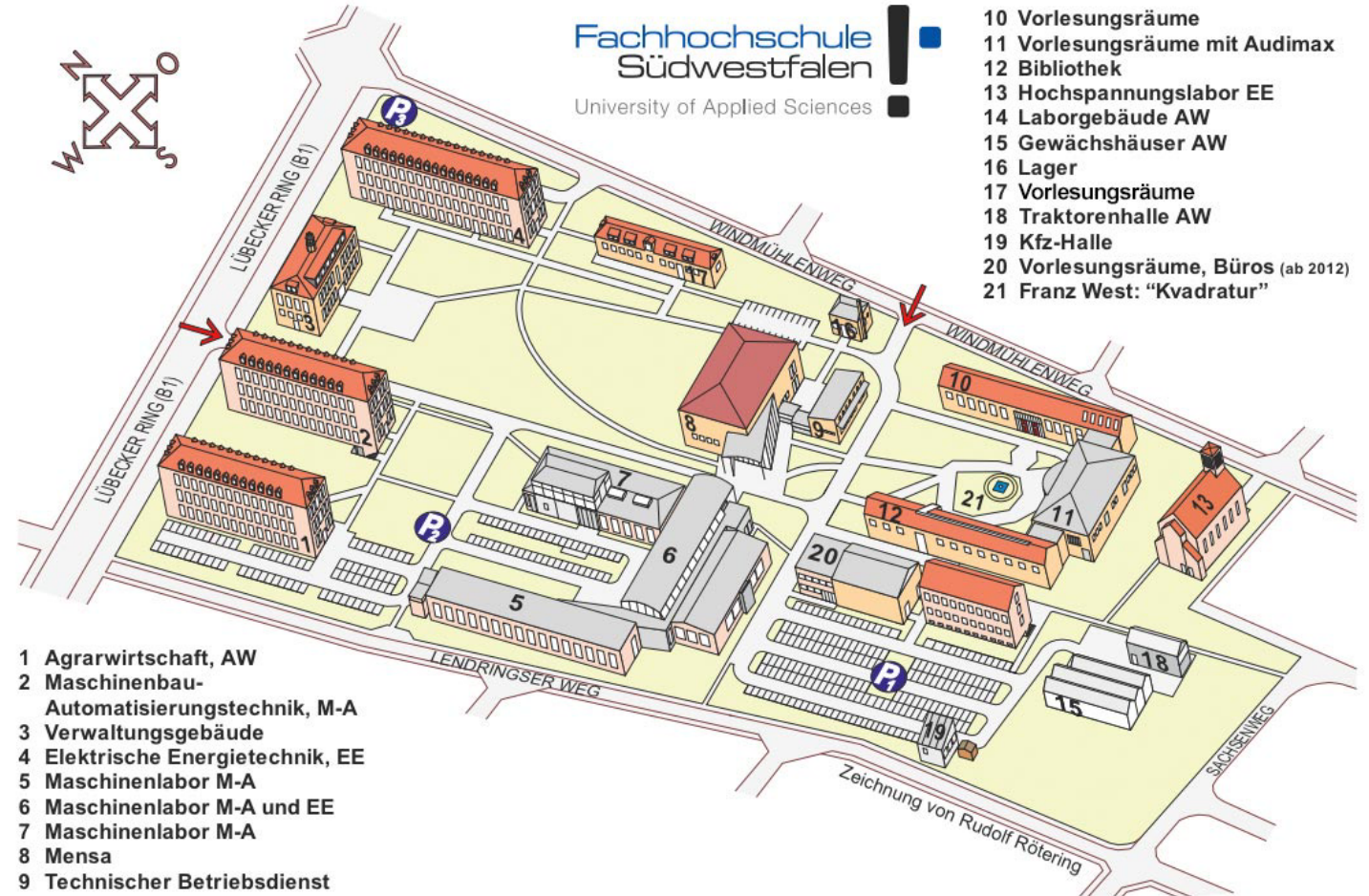


Die FH Südwestfalen





Der Campus Soest





Der FB Maschinenbau-Automatisierungstechnik

Studiengänge mit Bachelor-Abschluss

- Design- und Projektmanagement
- Maschinenbau
 - Präsenz Vollzeit
 - Dual ausbildungsintegrierend
 - Dual praxisintegrierend
- Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau
 - Verbundstudiengang (berufsbegleitend)





Der FB Maschinenbau-Automatisierungstechnik



Studiengänge mit Master-Abschluss

- Digitale Technologien
- Technik- und Unternehmensmanagement
 - Weiterbildender Verbundstudiengang



Labor für Technische Physik, H₂Energy

Schwerpunkte

- Entwicklung von **Wasserstoff-Fahrzeugen** mit besonderem Fokus auf Wasserstoffspeicherung, Energiemanagement, Wärmemanagement.
- Entwicklung von Betankungssystemen, speziell für **Metallhydrid-Speicher**.
- Entwicklung von Infrastruktur- und Mobilitätskonzepten.
- Einbindung des Themas Wasserstoff-Mobilität in die studentische Lehre und die **Lehre und Fortbildung** allgemein.



A photograph of an electric vehicle charging station. A white car is parked at the station, and a blue charging cable is plugged into its rear. The station is a light blue and white structure with the text 'Strom-tankstelle' visible. A blue sign with a car icon is also present. A semi-transparent blue banner is overlaid across the middle of the image.

Elektromobilität



Batterie als Energieträger



- Vorhandene Technologie
- Ladestruktur kann auf Vorhandenem aufbauen
- Relativ einfache Umsetzung im Fahrzeug
- Relativ hoher Wirkungsgrad im Betrieb



- Relativ geringe Reichweite, gerade bei niedrigen Temperaturen
- Lange Ladezeiten (30 min bis mehrere Stunden)
- Begrenzte Lebensdauer der Akkumulatoren
- Rohstoff-Förderung (Lithium, Kobalt) bringt ökologische und andere Probleme mit sich
- Infrastruktur problematisch (Parksituation/Ladedauer, Niederspannungsnetze)
- Li-Ionen-Akkus sind Gefahrgut, Brände problematisch
- Problematische CO₂-Bilanz im Vergleich zu Verbrennern
- Für größere Fahrzeuge (Lkw, Busse) nur sehr bedingt geeignet



Wasserstoff als Energieträger



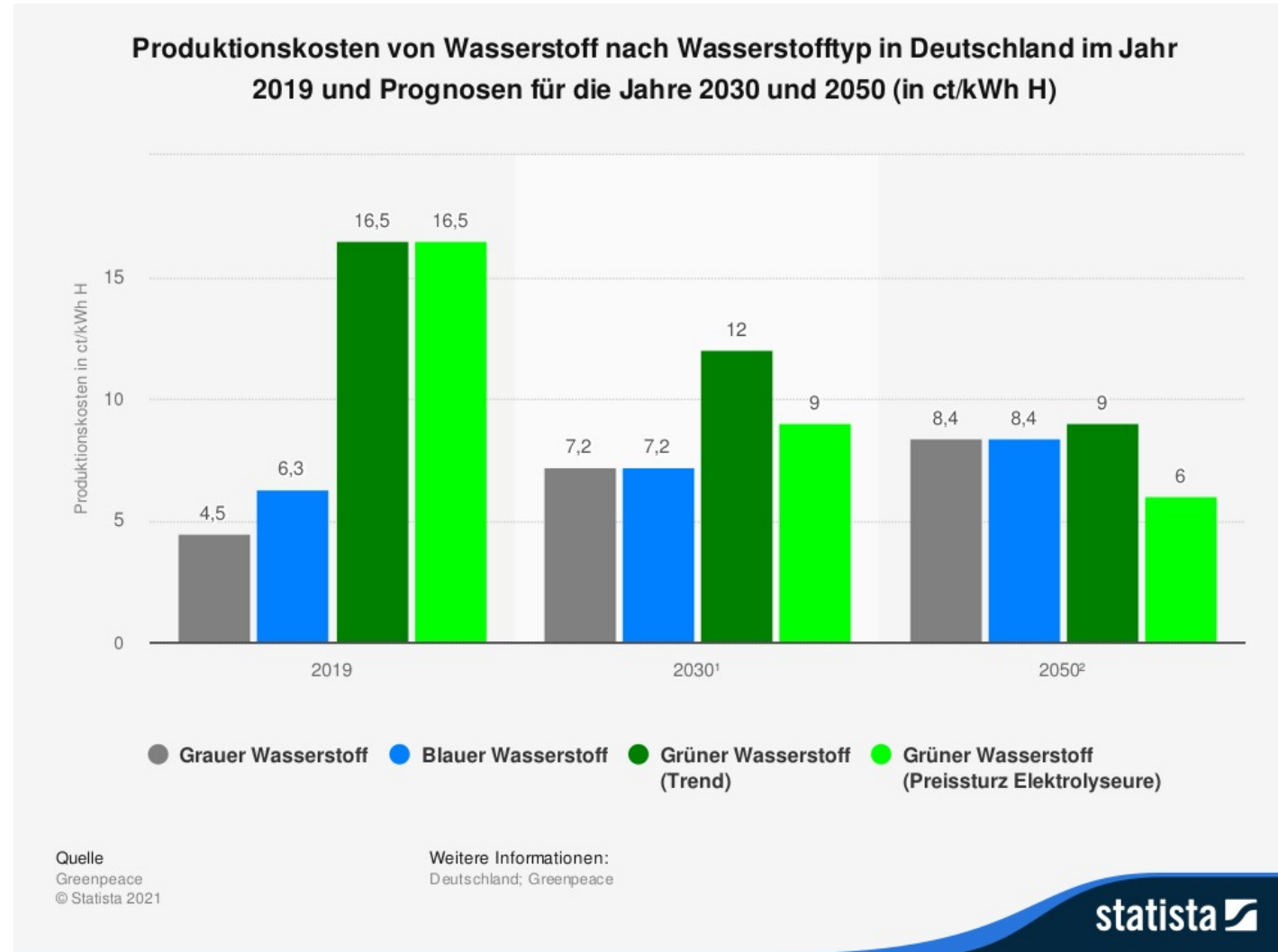
- Hohe Energiedichte
- Höhere Reichweiten als bei Batteriebetrieb bei vergleichbarem Gewicht
- Geringe Ladezeiten (wenige Minuten bei Hochdruckspeicherung, ca. 20 min bei Metallhydriden)
- Auch als Speicher für überschüssige stochastische Energien geeignet



- Wirkungsgrad (inkl. Wasserstoff-Erzeugung) schlechter als bei der Batterie
- Speicherung/Transport von Wasserstoff ist aufwendiger als bei elektrischem Strom, Infrastruktur kaum vorhanden
- Tankstellen (Hochdruck) sind sehr teuer



Wasserstoff: Herstellungskosten





Wasserstoff und seine Farben

Grauer Wasserstoff

- Basiert auf fossilen Kohlenwasserstoffen
- Herstellung hauptsächlich über Dampfreformierung von Erdgas
- Herstellung verbunden mit CO₂-Emissionen

Blauer Wasserstoff

- Herstellung gekoppelt mit CO₂-Abscheidung und -Speicherung
- CO₂-Emissionen gelangen so nicht in die Atmosphäre

Türkiser Wasserstoff

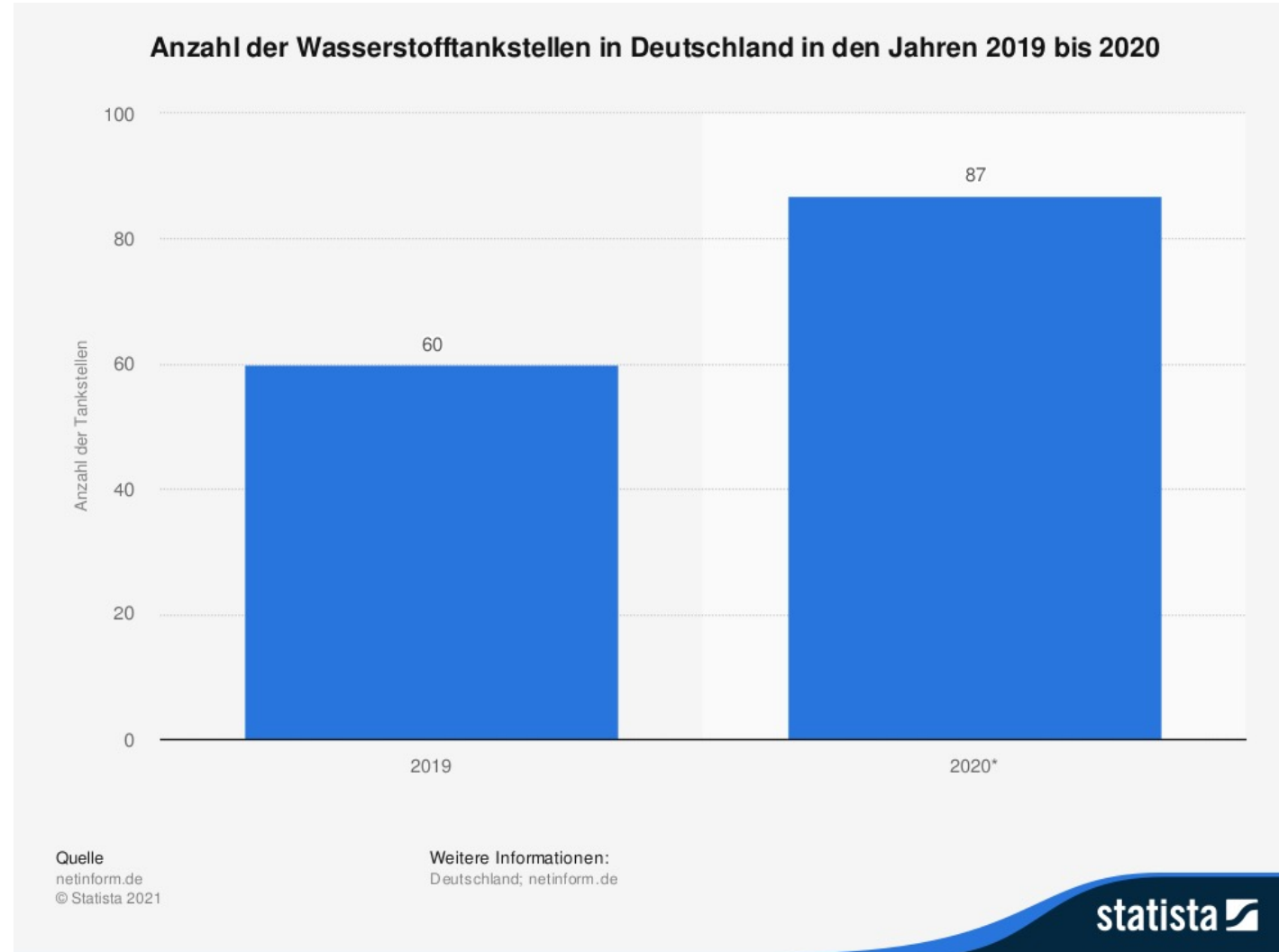
- Herstellung über Methanpyrolyse
- Statt CO₂ entsteht fester Kohlenstoff
- CO₂-Neutralität nur bei Wärmeversorgung aus regenerativen Energiequellen

Grüner Wasserstoff

- Herstellung durch Elektrolyse von Wasser
- Energieversorgung nur aus regenerativen Energien
- Keine CO₂-Emissionen



Wasserstoff: Infrastruktur





Wasserstoff: Infrastruktur

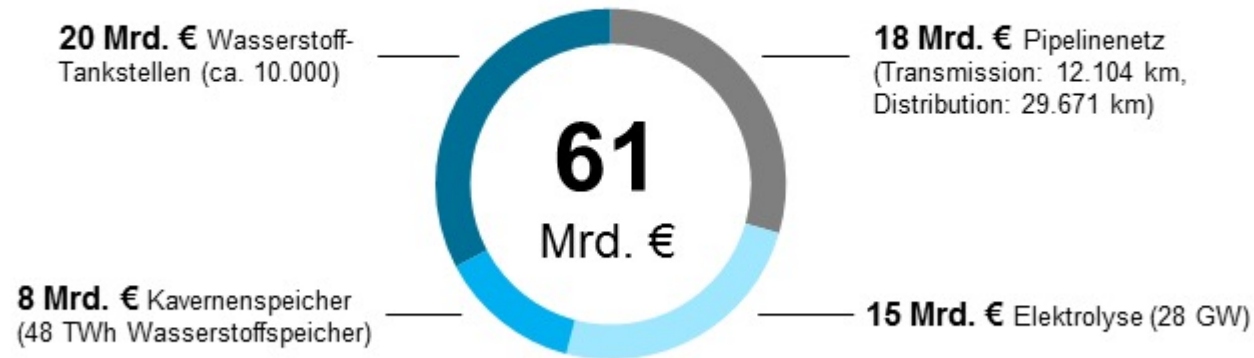
- Aktuell übliche **Speichertechnologie** in Fahrzeugen:
Hochdruck-Speicherung bei 700/350 bar
- Problem:
Kosten für Hochdruck-Tankstellen (aktuell > 1 Mio. €)



Von Sybille Riepe - Eigenes Werk, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=78461421>



Wasserstoff: Infrastruktur



Quelle: fz-juelich.de (19.05.2021)

The background of the slide features a close-up, high-speed photograph of water ripples. The ripples are concentric circles emanating from a central point, creating a dynamic and textured blue surface. The colors range from deep navy blue to lighter, almost white highlights where the ripples catch the light.

Die Nationale Wasserstoffstrategie



Die Nationale Wasserstoffstrategie

- Beschlossen am **10. Juni 2020**
- **Hauptziele:**
 - Wasserstoff (insbesondere grünen) als Schlüsselement der Energiewende und der **Dekarbonisierung** verschiedener Bereiche etablieren.
 - **Markthochlauf von Wasserstofftechnologien** fördern.
 - Nationale **Versorgung mit grünem Wasserstoff** und seinen Folgeprodukten „sichern und gestalten“, basierend auf heimischer Produktion und Import.



Quelle: BMWi



Maßnahmen: Erzeugung von Wasserstoff

- „Verbesserte Rahmenbedingungen für den effizienten Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien [...]“ (M1)
- „[...] CO₂-Bepreisung für fossile Kraft- und Brennstoffe in den Bereichen Verkehr und Wärme [...]“ (M1)
- „[...] Befreiung der Produktion von grünem Wasserstoff von der EEG-Umlage [...]“ (M1)
- „[...] neue Geschäfts- und Kooperationsmodelle von Betreibern von Elektrolyseuren mit Strom- und Gasnetzbetreibern [...]“ (M2)
- Stärkung der Offshore-Produktion von Wasserstoff, etwa durch Nutzung von Windenergie auf See. (M4)



Quelle: BMWi



Maßnahmen: Bereich Verkehr

- Anteil erneuerbarer Energien am Verkehr soll, u. a. durch THG-Quote, über die EU-Vorgaben hinaus erhöht werden. (M5)
- „[...] Anrechnung des Einsatzes von grünem Wasserstoff [...]“ auf die THG-Quote, Anreize für die Investition in Elektrolyse-Anlagen. (M5)
- Förderung über das Programm NIP wird fortgesetzt. (M6)
- „[...] Unterstützung von Investitionen in Wasserstoff-Fahrzeuge [...]“, insbesondere Nutzfahrzeuge, Wasserfahrzeuge, Pkw in Flottenanwendungen. (M6)
- Zuschüsse zum Ausbau der Tankstellen-Infrastruktur. (M8)
- „[...] Unterstützung des Aufbaus einer wettbewerbsfähigen Zulieferindustrie für Brennstoffzellensysteme [...]“ (M10)



Quelle: BMWi



Maßnahmen: Bereich Industrie

- Förderung der Dekarbonisierung in der Industrie, insbesondere Stahl- und Chemie-Industrie. (M14)
 - Fonds zur „Dekarbonisierung in der Industrie“
 - Programm zum „Wasserstoffeinsatz in der Industrieproduktion“
 - Programm zur „CO₂-Vermeidung und –Nutzung in Grundstoffindustrien“
- Zuschüsse bei der Investition und beim Betrieb von Elektrolyse-Anlagen. (M15)



Quelle: BMWi



Maßnahmen: Infrastruktur/Versorgung

- Förderung der „[...] Verzahnung von Strom-, Wärme und Gasinfrastrukturen [...]“ (M21)
- Ausbau des Tankstellennetzes im Straßenverkehr, ggf. aber auch für das Schienennetz und für Wasserstraßen. (M22)



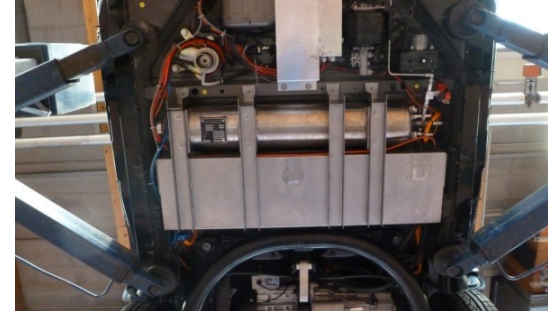
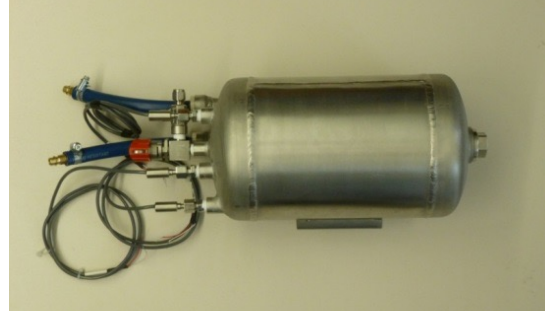
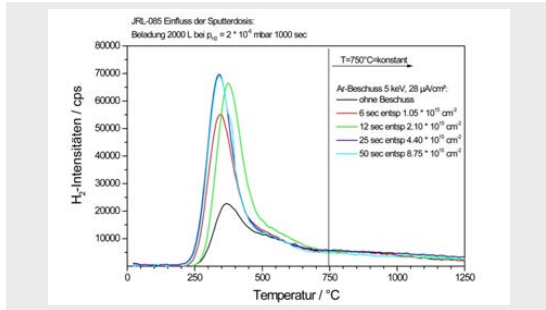
Quelle: BMWi

The background image shows a workshop environment. On the right, a blue truck chassis is visible. On the left, a white sign with mathematical formulas is mounted. The formulas include $\partial_t \psi(\vec{r}, t) = H \psi(\vec{r}, t)$ and $\partial_t \psi(\vec{r}, t) = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\vec{r}, t)$. The text 'Fachhochschule Südwestfalen' is also visible on the sign. A blue semi-transparent banner is overlaid across the middle of the image.

H₂Energy – Zentrum für Wasserstoff-Mobilität



Von den Grundlagen zur Anwendung



Materialanalytik

- Einfluss von Druck und Temperatur auf die Beladung
- Einfluss der Oberfläche
- ...

Speichersysteme

- Wärmemanagement
- Optimale Ausnutzung des Behältervolumens
- ...

Fahrzeugkonzepte

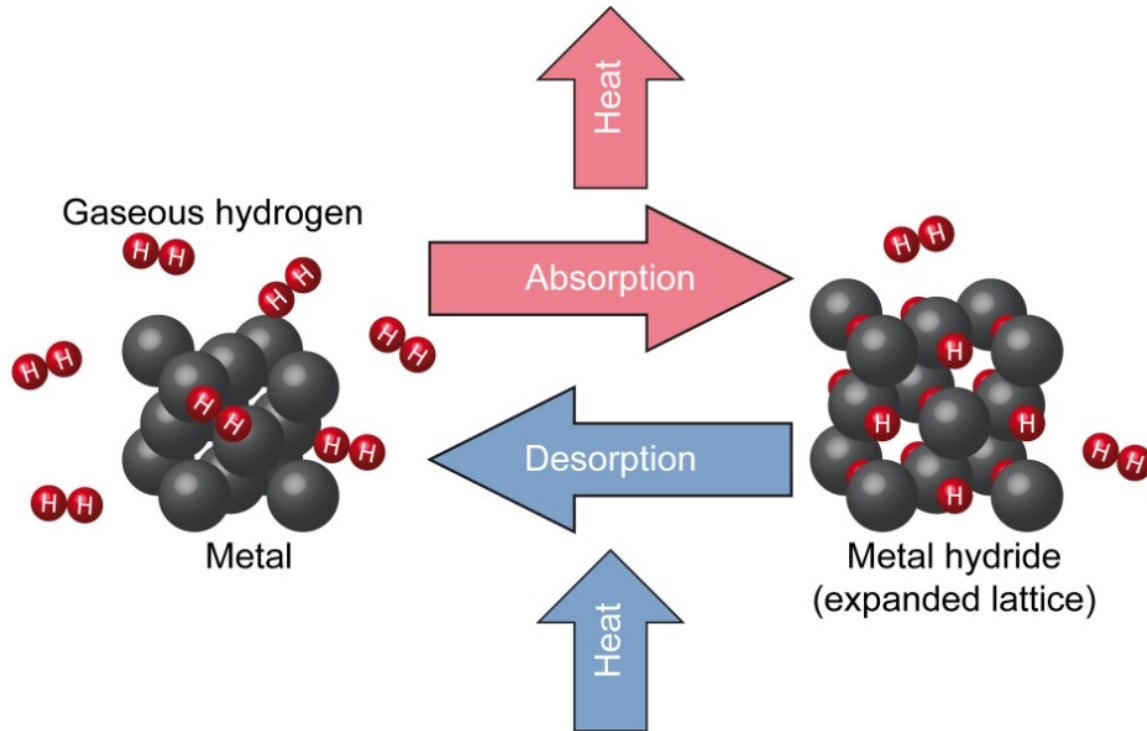
- Entwicklung von H₂-Fahrzeugen mit MH-Tank
- Vollhybrid-Fahrzeuge
- Range Extender
- ...

Betankungskonzepte

- Tankstellen für MH-Speicher, deutlich preisgünstiger als Hochdruck-Tankstellen



Wasserstoff-Speicherung in Metallhydriden



Hohe volumetrische Speicherdichte

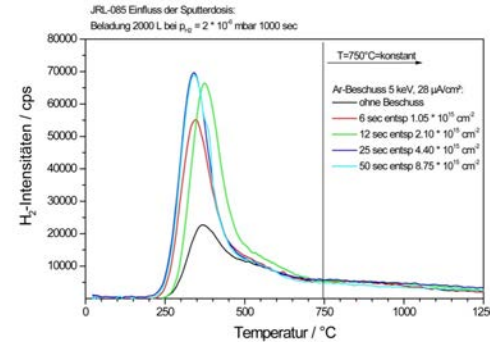
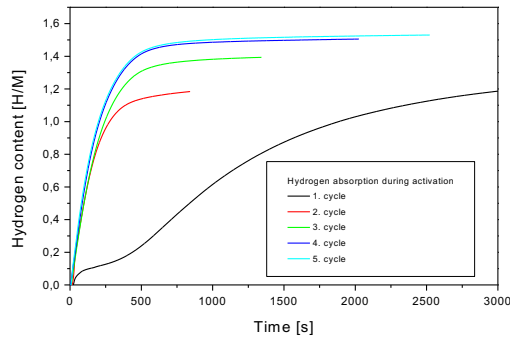
- TiMn₂-Legierungen: ca. 100 kg/m³
- 700 bar: 39 kg/m³
- Flüssig: 70,8 kg/m³

Niedriger Beladungsdruck (< 25 bar), damit

- Geringerer Energieaufwand
- Geringerer Kostenaufwand
- Höhere Sicherheit



Materialanalytik



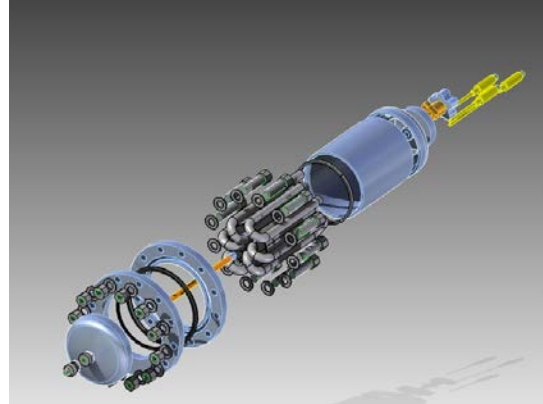
Themen u. a.:

- Aktivierung der Speichermaterialien
- Mechanismen der Passivierung, Kontamination der Oberfläche
- Optimale Bedingungen für die H-Aufnahme
- Funktionalisierung der Oberfläche





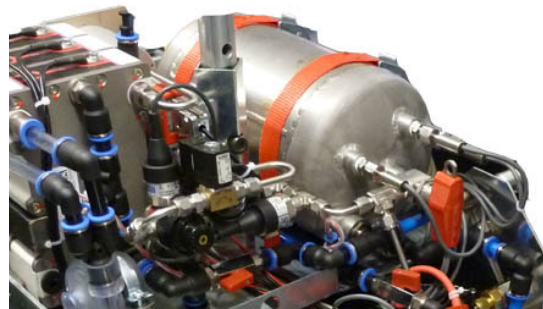
Entwicklung/Bau von Speichersystemen



Entwicklung von ersten Laborsystemen bis hin zum Fahrzeugspeicher

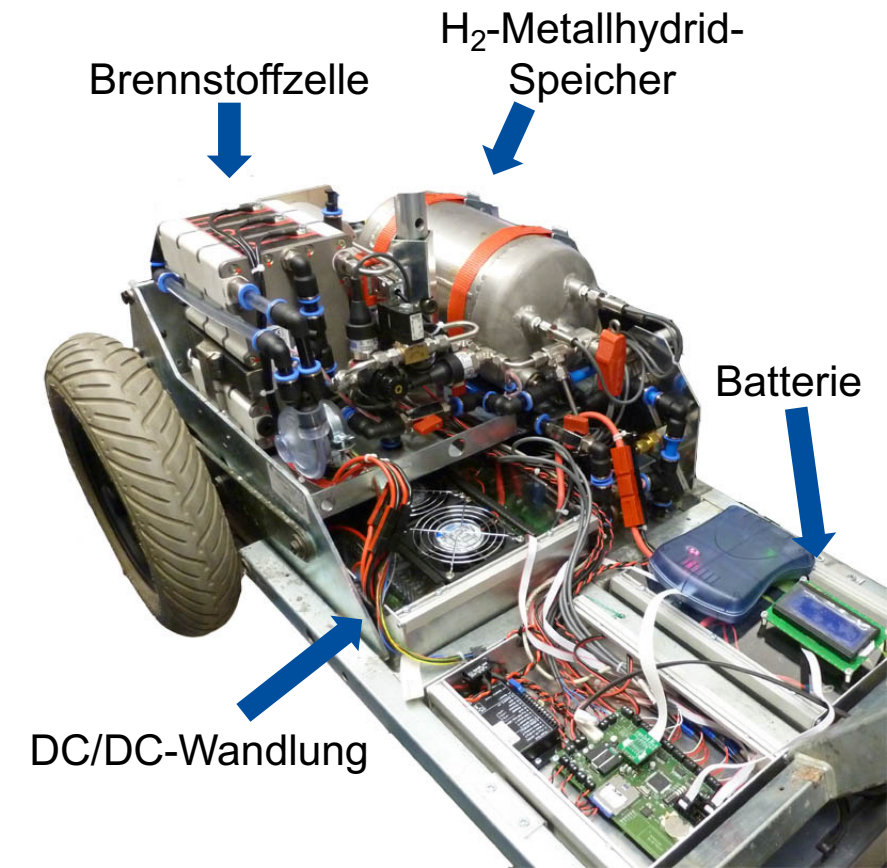
Herausforderungen u. a.:

- Wärmemanagement
- Optimale Nutzung des verfügbaren Volumens



Orthopädie-Scooter der Fa. MEYRA

- ✓ Batterien ersetzt durch ein BZ-System
- ✓ Mechanische Integration in das bestehende Fahrzeug-Chassis
- ✓ Energiemanagement (inkl. Thermodynamik) integriert in Gesamtsteuerung
- ✓ Verdoppelung der Reichweite





Elektro-Smart (Range Extender)

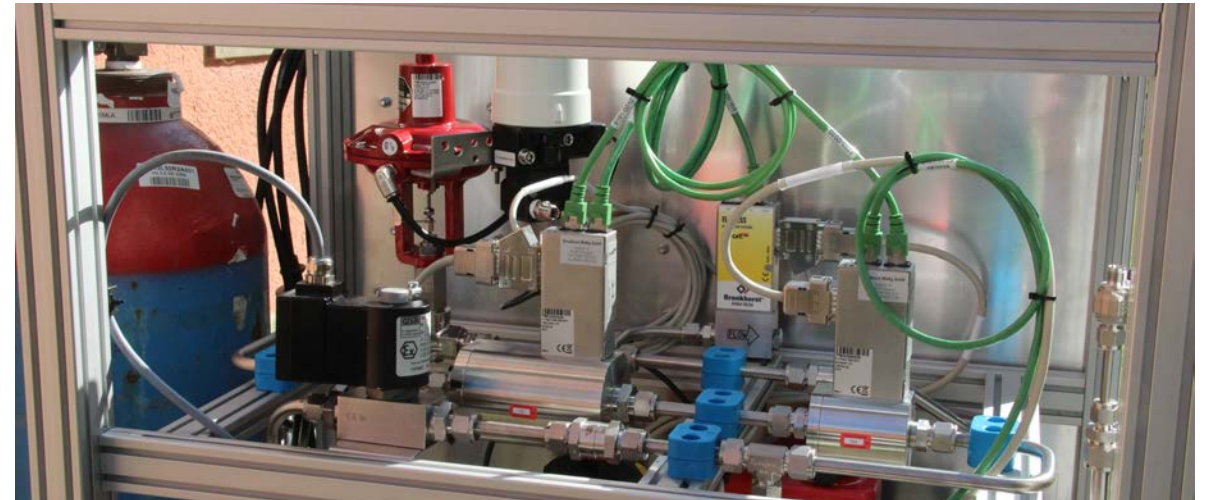
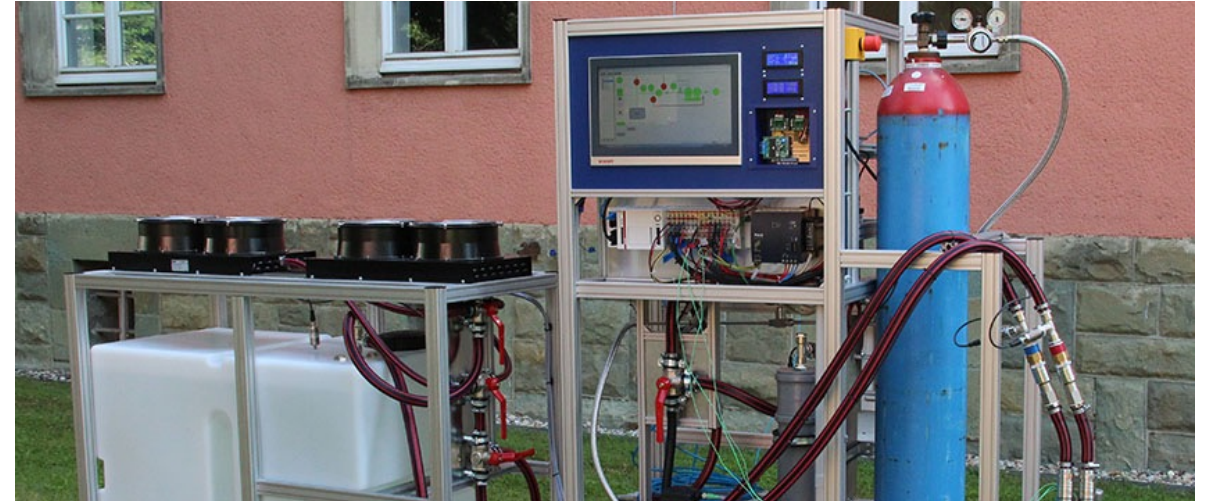
- ✓ Range-Extender: BZ-System lädt während der Fahrt die Fahrzeug-Batterie
- ✓ Modifizierung des Standard-Akkumulators
- ✓ Integration des BZ-Systems in das Fahrzeug
- ✓ Reichweitenerhöhung





Betankungssystem für MH-Speicher

- ✓ Laborsystem:
 - ✓ Steuerbar über Touchscreen-Bedienung
 - ✓ Umfangreiche Sensorik (Medienflüsse, Temperaturen, Drücke usw.)
- Ziel:
 - Mobile, flexible und kostengünstige Tankstelle für H₂-Fahrzeuge mit Metallhydrid-Speicher





Lehre und Ausbildung



Maschinenbau-Studenten im sechsten Semester haben ferngesteuerte Autos auf Wasserstoffantrieb umgebaut. • Foto: FH/Pösentrup

Mit Wasser auf der Überholspur

Studenten üben an Modellautos, wie der Verkehr der Zukunft aussehen könnte

SOEST • Wasserstoff wird als Energieträger in einer nachhaltigen Energiewirtschaft in Zukunft eine noch größere Rolle spielen, sagen Wissenschaftler der Fachhochschule Südwestfalen, die sich im Zentrum für Wasserstoff-Mobilität „H₂Energy“ mit Fragestellungen rund um diesen Forschungsschwerpunkt befassen.

Dazu zählt auch, das Thema ansprechend in die Lehre einzubinden. So haben Soester Maschinenbau-Studenten jetzt ihr Projekt präsentiert: Ferngesteuerte Modell-Offroad-Trucks mit Wasserstoffantrieb.

Die Aufgabe, gestellt von Prof. Dr. Mark Schülke und Laborleiter Alexander Schaaf, lautete, ein Modellfahrzeug

von elektrischem Antrieb auf Wasserstoffantrieb umzurüsten. Dafür hatten die Studenten ein Semester lang Zeit. Die Offroad-Trucks wurden also mit einer Brennstoffzelle, einem Metallhydrid-Wasserstoffspeicher für den Treibstoff der Zelle und so genannten „Supercaps“ ausgestattet. Anders als beispielsweise bei Druckgas- oder Flüssiggas-Varianten ermöglicht die chemische Speicherung des „Treibstoffs“ Wasserstoff eine deutlich höhere Speicherdichte. „Supercaps“ sind leistungsstarke Kondensatoren, die bei plötzlich erhöhtem Bedarf effizient elektrische Energie abgeben können.

In der Theorie ging es zu Beginn um Grundlagen wie Ag-

gregatzustände, Volumen- und Massenströme, Brennstoffzelle und Elektrolyse, Wasserstoffspeicherung in Metallen sowie die Berechnung eines elektrischen Antriebs. Anschließend machten sich die Studenten in zwei Teams an die praktische Umrüstung der Trucks. „Das Projekt birgt viel Spaßpotenzial, aber es war auch ein hohes Maß an technischem Sachverstand gefragt. Die Studenten haben viel über die Funktionsweise von Brennstoffzellen, Wasserstoff-Erzeugung, Speicherung und Energiemanagement gelernt. Darüber hinaus mussten sie die Komponenten elektronisch regeln. Grundlagen der Elektrotechnik, die bis dahin größten-

teils theoretisch an der Reihe waren, konnten sie auf diese Weise praktisch anwenden“, so Prof. Schülke. Beim Abschluss-Rennen zeigte sich, dass alle Teilnehmer in der Lage sind, ein einfaches Hybridsystem mit Wasserstoff-Brennstoffzellen-Technik auszulegen und aufzubauen. Publikumswirksam kreisten beide Fahrzeuge einige Runden um den Campus-Hügel.

— Anzeige —

111 Monate

Wir feiern

Begeistert von Technik

Studien- und Berufsorientierungswoche gibt Convo-Schülern einen praktischen Einblick

Eine Woche „Technik könnte man die Berufsorientierungswoche mit dem inkt Ingenieurwissen beschreiben, die jüngst teil der Stu-Bo- (Conrad-von-Soest) bildete. Zehn Schü- gangsstufe Q1 hat- die Teilnahme an- beworben, das- neben den Ange- Finanzen, Jura (Pol- it, Medizin, Natur- ten, Soziale Arbeit- ssenschaften stand- us konnten die- ein klassisches- einem Betrieb oder- studium wählen.

Vom 3. bis 7. Juli unternah- men „die Ingenieure“ schließlich einen Streifzug durch den Maschinenbau und die Elektrotechnik. Schon zu Wochenanfang stellte Rainer Tambach von der Agentur für Arbeit Soest heraus, wie vielfältig, attraktiv, aber auch anspruchsvoll das Berufsfeld ist.

Konkret erleben konnten die Technikinteressierten den Tätigkeitsbereich von Ingenieuren während der Laborpraktika an der FH Südwestfalen in Soest. Unterstützt durch zahlreiche Mitarbeiter der Fachhochschule im Team von Miriam Heimlich und Arp Hinrichs setzten sich die Schüler mit aktuellen Projekten von Studenten, Grundlagen der Strömungslehre oder Brennstoffzellen- versuchen auseinander. So testeten sie beispielsweise alternative Antriebstechniken an einem Lkw-Modell.

Größere Modelle – nämlich die von Mähreschern und Traktoren – gab es in der Produktion und im Technopark der Firma Claas in Harzewinkel zu sehen. Einige Schüler kletterten hierbei zum ersten Mal in das Führerhaus der bis zu 12,60 Meter breiten Landmaschinen. Wie man solche Maschinen baut beziehungsweise sich dafür zum Ingenieur ausbilden lässt, konnte in einem anschließenden Ge-



Um alternative Antriebstechniken ging es bei diesem Lkw-Modell in der Stu-Bo-Woche.

sprach mit „Dualstudenten“ und der Personalentwicklerin Anja Claas geklärt werden.

Der Bereich Elektrotechnik wurde mit Hilfe der AEG Power Solutions GmbH in Be- lecke und ihres Ausbildungs- leiters Martin Hitzegrad „be- ackert“. Was sind Microgrids? Wie kann ein Blockheizkraft- werk in das Energiemanage- ment eines großen Unterneh-

mens integriert werden? Welche Entwicklungsprojekte im Hinblick auf regenerative Energien zeichnen sich darü- ber hinaus ab? Natürlich durfte auch hierbei der Aus- tausch mit jungen Facharbei- tern und Ingenieuren nicht fehlen, mit deren Unterstüt- zung die Schüler beispiels- weise auch eine eigene Expe- rimentalwürfel-Schaltung lö- teten.

Warum die TU Dortmund „Technische Universität“ heißt, erläuterten schließlich die Vertreter der Studiengänge Elektrotechnik und Maschinenbau. Hierbei ging es nicht nur um die Studienmo- dalitäten. Experimente im Roboter- workshop oder die Besichti- gung moderner 3D-Druckan- lagen gehörten in diesen Ta- gen dazu.



Aktuelle Projekte und Perspektiven

Aufbau einer regionalen Infrastruktur inkl. Kleinflotte

- Möglichkeiten durch relativ günstige Tankstellen-Technik
- Zusammenarbeit mit Unternehmen
- Ggf. Kombination mit lokaler Speicherung stochastisch anfallender Energien
- Nutzung der Standorte der FH SWF
- Einbindung in Lehre und Ausbildung

Weiterentwicklung der MH-Speichertechnik inkl. Beladung

Umrüstung von Fahrzeugen, z. B. Lastenräder oder Nutzfahrzeuge



Einige Informationsquellen

- **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie**
bmwi.de
- **Energieagentur NRW**
energieagentur.nrw
- **Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband**
dww-info.de

