

Wasserstoffspeicher

Experimentelle Untersuchungen zur Sicherheit

Die aktuelle Energiekrise verdeutlicht, dass ein hochentwickeltes Industrieland wie Deutschland auf eine saubere, sichere und bezahlbare Energieversorgung angewiesen ist. Ein möglicher Teil der Lösung ist Wasserstoff, denn das im Universum und auf der Erde am weitesten verbreitete Element bietet als Energieträger schier unendliche Möglichkeiten – sofern genügend erneuerbare Energie zur Herstellung von nachhaltigem Grünem Wasserstoff verfügbar ist. Denn dieser kommt in der Natur nicht als Gas vor, sondern muss energieintensiv aus Wasser oder Biomasse hergestellt werden. Wasserstoff ist keine Energiequelle, sondern ein Energieträger, und deshalb eher mit Strom vergleichbar.

Sichere Auslegung und sicherer Betrieb

Wasserstoff (H₂) ist für ein breites Spektrum von Anwendungen ein sauberer, effizienter und zuverlässiger Energieträger. Die Sicherheit im Umgang mit H₂ ist entscheidend für die erfolgreiche Einführung von H₂- und Brennstoffzellentechnologien, auch wenn der Umgang mit Wasserstoff nicht automatisch gefährlicher ist als der Umgang mit anderen Energieträgern wie Benzin oder Strom. Dezentral mit erneuerbaren Energien oder in anderen, mit mehr Sonne und Wind begünstigten Ländern erzeugter Wasserstoff könnte sicher durch vorhandene Gasleitungen oder wie Erdgas verflüssigt per Schiff transportiert werden. Ebenso muss eine konsistente, sichere Auslegung und ein sicherer Betrieb von H₂-Produktions- und

Versorgungsinfrastrukturen unterstützt werden. Dazu gehört auch die weitere Entwicklung von Sicherheitsgrundlagen, von sicherheitstechnischen Anforderungen und harmonisierten Normen. Vor allem für Mobilitätsanwendungen und deren Versorgungsinfrastruktur sind komplexe geometrische Konfigurationen, unterschiedliche Sicherheitskulturen und die Integration im öffentlichen Raum mit herausfordernden Umweltbedingungen und ungeschulten Nutzern zu berücksichtigen. Daher ist Forschung zur Sicherheit bei der Nutzung von Wasserstoff unabdingbar.

Wasserstoffforschung am KIT

Das Institut für Thermische Energietechnik und Sicherheit (ITES) des KIT hat in der Forschung zur H₂-Sicherheit mehr als 30 Jahre Erfahrung, auch in der nationalen und internationalen Projektkoordination. Mit dem Versuchszentrum HYKA verfügt das ITES zudem über weltweit einzigartige Forschungsinfrastrukturen für Experimente zur Wasserstoffsicherheit in verschiedenen Größenordnungen.

Die Versuchseinrichtungen erlauben Experimente zu den unterschiedlichsten Freisetzungs- und Verbrennungs-, aber auch Unfallscenarien. Dazu gehören beispielsweise Sicherheitsuntersuchungen zu Elektrolyseuren für die Wasserstoffherstellung, zu Wasserstoffspeichern, großen Brennstoffzellen oder ganzen Fahrzeugen.



Teilansicht des Wasserstoff-Versuchszentrums HYKA. (KIT/ITES)

Diese Sicherheitsuntersuchungen sind notwendig, da sich die physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasserstoff signifikant von denen herkömmlicher Brennstoffe unterscheiden. So ist gasförmiger Wasserstoff unter Normalbedingungen etwa 14 mal leichter als Luft, weshalb er nach Freisetzung sehr schnell nach oben steigt. Ohne geeignete Gegenmaßnahmen können sich so unter der Decke von umgebenden Räumen schnell zündfähige Wasserstoff-Luft Mischungen ausbilden, die nach einer Zündung, abhängig von der Wasserstoffkonzentration, stark unterschiedliche Verbrennungslasten hervorrufen können.

Zur Quantifizierung dieser Verbrennungslasten laufen im HYKA Experimente zur Verbrennung von Wasserstoff-Luft-Gemischen in prototypischen Geometrien. Ein Vergleich mit herkömmlichen Kraftstoffen und Erdgas erlaubt dann die Beurteilung potenzieller zusätzlicher Gefahren der Wasserstofftechnologie.

PET-Rohr @ KIT HYKA

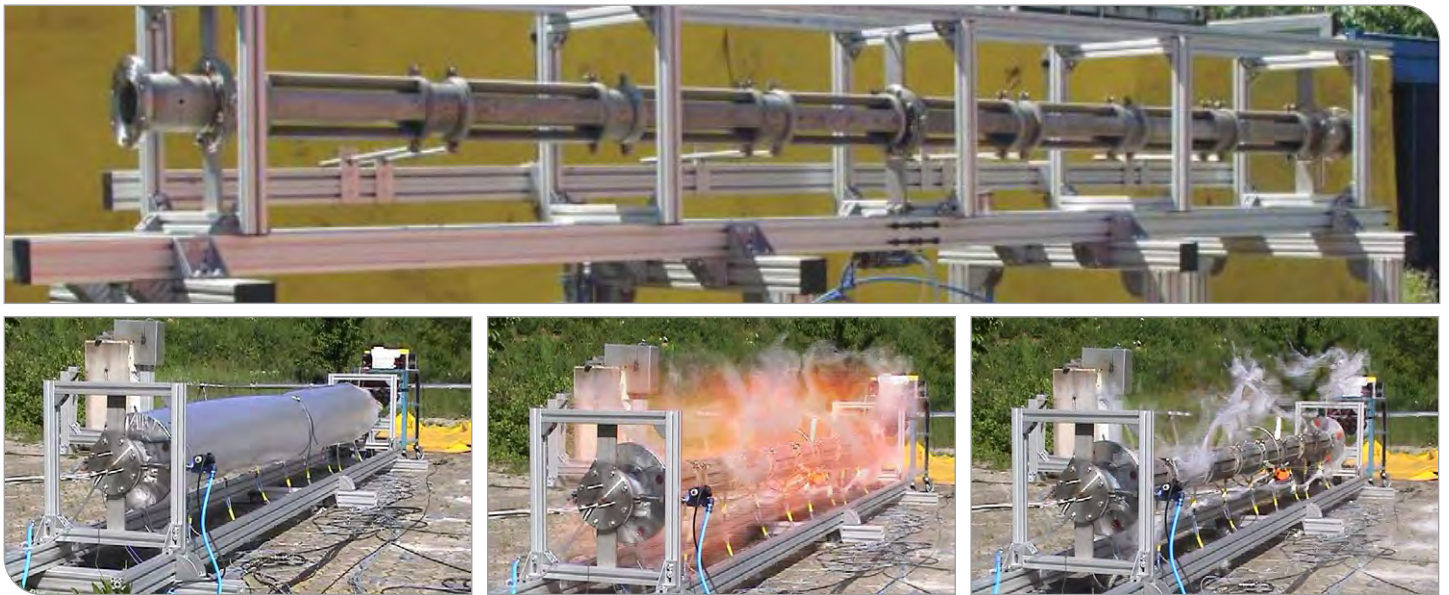
Das PET-Rohr dient zur Untersuchung von turbulenten Verbrennungsvorgängen in Wasserstoff-Luft-Gemischen in teilumschlossenen Geometrien, wie sie bei einem undichten H₂-Speicher in realen Räumen mit Türen und Fenstern zu erwarten sind. In den Experimenten wird besonders der Einfluss der Entlastungsöffnungen auf die Verbrennungslasten untersucht.

Ziel der Experimente ist eine Datenbasis zur Ableitung von Richtlinien und Normen für einen sicheren Betrieb von Wasserstoffspeichern und wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen sowie die zu ihrem Betrieb erforderlichen Betriebsmittel und Anlagen.

Für die zeitliche Entwicklung des Verbrennungsvorgangs ist vor allem die Wechselwirkung zwischen chemischer Reaktion, Turbulenz und Druckentlastung von Bedeutung. Dabei werden die Verbrennungslasten durch größere Öffnungen zur Druckentlastung gemindert. Die in der Abbildung vorgestellte Versuchsanlage erlaubt die systematische Untersuchung des Einflusses von Lage und Größe der Entlastungsöffnungen auf den Verbrennungsablauf.

Entwicklung von Simulationsprogrammen

Ergänzend zu den Experimenten wird am ITES ein Ensemble computergestützter 3D-Programme zur Simulation von Freisetzungs- und Verbrennungsszenarien mit Wasserstoff entwickelt. Die Software berechnet, wie sich Wasserstoff in geschlossenen Räumen, wie Garagen, Tunneln oder Heizungskellern, ausbreitet und wie die Verbrennungsprozesse im Fall einer Zündung verlaufen. Anhand solcher numerischer Simulationen kann eine große Zahl von Sicherheitssituationen gezielt überprüft und verbessert werden, ohne für jeden Fall kostspielige Experimente durchführen zu müssen.



Experiment mit dem PET-Rohr am KIT.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Thermische Energietechnik und Sicherheit (ITES)
Abteilung Wasserstoff (H₂)

Prof. Dr.-Ing. Thomas Jordan
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon: +49 721 608-26105
E-Mail: thomas.jordan@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) · Prof. Dr. Oliver Kraft – In Vertretung des Präsidenten des KIT · Kaiserstraße 12 · 76131 Karlsruhe