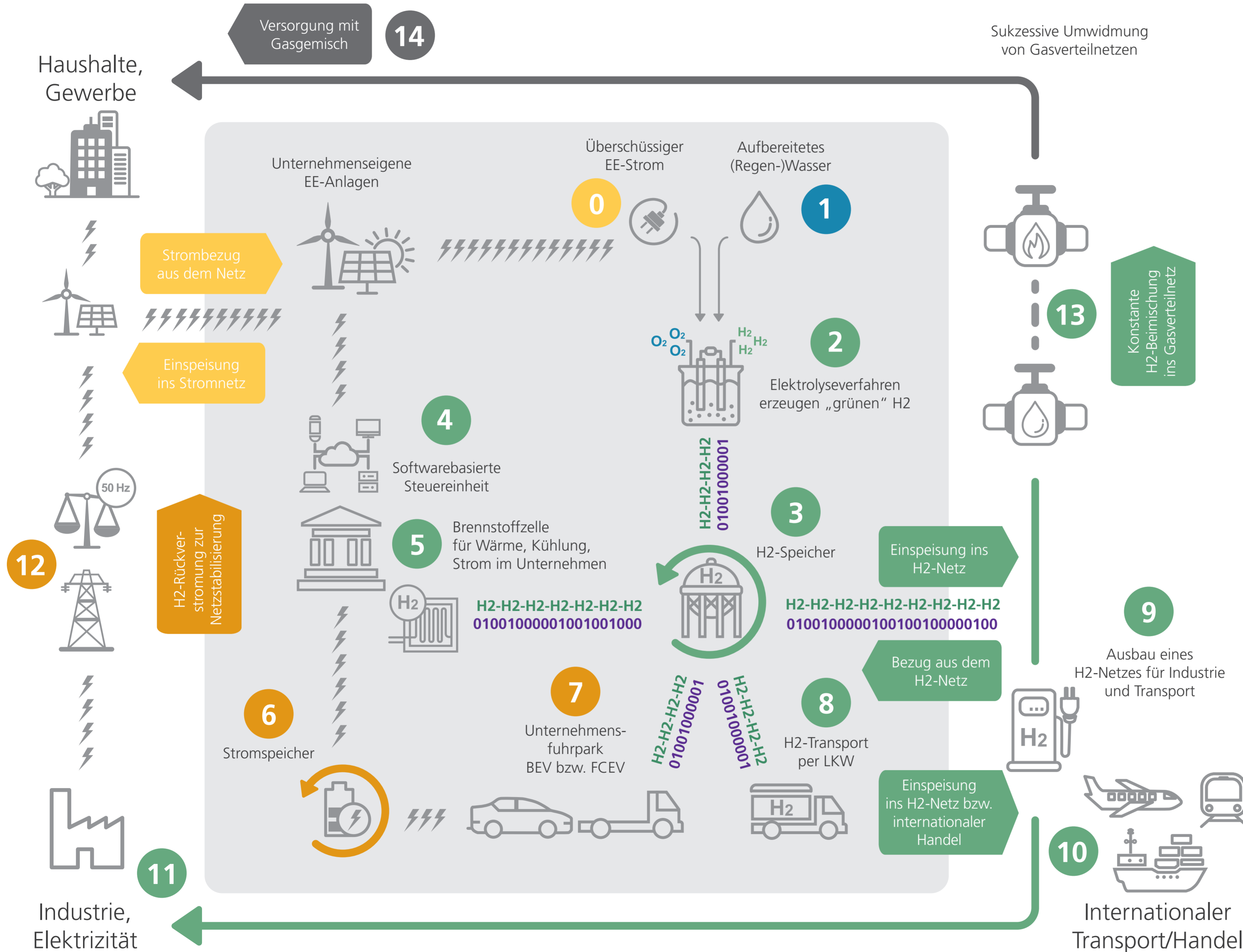


Das „Internet des Wasserstoffs“



Unternehmensgeschäftsfeld

- 0** Ausgangslage: Überschuss an EE-Strom
- 1** Aufbereitetes Wasser oder Regenwasser
- 2** Elektrolyse erzeugt mit EE-Strom „grünen“ Wasserstoff
- 3** Wasserstoffspeicher als zentrale Infrastruktur ggf. mit Netzanbindung
- 4** Softwarebasierte Steuereinheit errechnet günstige Nachfrage bzw. Angebot von Strom und H₂
- 5** Brennstoffzelle als KWK-Anlage für Wärme/Kälte und Strom im Unternehmen
- 6** Stromspeicher für Elektrolyse bzw. BEV im Unternehmensfuhrpark
- 7** Wasserstoff für FCEV im Unternehmenspark
- 8** H₂-Abgabe an Dritte per LKW

Geschäftspartner und Kunden

- 9** H₂-Netzanbindung für Groß- und Kleinabnehmer
- 10** Internationaler Handel von H₂ und von H₂-Folgeprodukten
- 11** Versorgung der Industrie und des Stromsektors mit H₂
- 12** Rückverstromung von H₂ und Folgeprodukten zur Netzstabilisierung
- 13** Kopplung der Gasinfrastruktur mit dem H₂-Netz
- 14** Versorgung von Haushalten und Gewerbe mit Gasgemisch oder synthetischem Erdgas

Klimaneutralität mit dem „Internet des Wasserstoffs“

Mit „Smart Hydrogen“ die zweite Phase der Energiewende gestalten

Damit die zweite Phase der Energiewende gelingen kann, benötigen wir in ausreichender Kapazität emissionslose flexible zu- und abschaltbare Lasten, die Sonnen- und Windenergie in skalierbaren Mengen umwandeln und speicherbar machen können. Die emissionslose Wasserstofftechnologie auf Basis von „grünem“ Wasserstoff kann genau diesen Anforderungen gerecht werden. Er ist in skalierbaren Mengen dezentral speicherbar, z. B. von großen unterirdischen Kavernenspeichern bis zu kleineren Wasserstoffspeichern. Zudem kann Wasserstoff Flexibilität schaffen, ist überdies vielfältig einsetzbar und kann zu weiteren Folgeprodukten, u. a. für den Industrie- und Mobilitätssektor, weiterverarbeitet werden.

Für das Gelingen der Energiewende ist Flexibilität im Elektrizitätssystem deshalb erforderlich, weil schwankende Windströme oder Sonnenstrahlung zu volatiler Stromerzeugung führen. Dabei ist das Elektrizitätssystem bisher technisch so aufgestellt, dass das Angebot (Stromerzeugung) der Nachfrage (Stromverbrauch) angepasst wird, um das System stabil zu halten. Heute müssen Stabilitätsmechanismen – sogenannte Regelenergie und Redispatch – eingesetzt werden, um das Stromnetz stabil zu halten und Netzengpässe zu vermeiden, die weitere Kosten verursachen. Strom als Produkt ist schlecht speicherbar und kann bisher nur in begrenzten Mengen sowie in umgewandelter Form vorrätig gehalten werden.

Die finale Dekarbonisierung mit Wasserstoff

Wasserstoff kann diese erforderliche Flexibilität im Elektrizitätssystem schaffen, indem er in großen Mengen dezentral gespeichert werden kann und sektorenübergreifend in der Industrie, der Mobilität (besonders im Schwertransport) und im Wärme- und Stromsektor eingesetzt werden kann.

Um Klimaneutralität zu erreichen, müssen wir Erneuerbare Energien weiter ausbauen und grundlastfähige fossile Energieträger zurückbauen, womit Stabilitätsmechanismen aufgrund der zunehmenden volatilen Energieerzeugung künftig eine bedeutsamere Rolle zukommen dürfte. Der zunehmende Ausbau Erneuerbarer Energien benötigt eine Stütze, die derzeit in den flexiblen Gas- und Dampfkraftwerken gesehen wird. Die Verstromung von Erdgas dürfte allerdings vorübergehend sein, sofern Erdgas als Energieträger künftig durch wasserstoffbasierte synthetische Gase ersetzt wird. Somit kann Wasser-

stoff nicht nur die nötige Systemflexibilität schaffen, sondern auch dabei helfen, die finale Dekarbonisierung des Elektrizitätsmarktes zu erreichen. Heute ist das Thema Braunkohleausstieg allgegenwärtig in Deutschland; doch müssen wir uns darüber im Klaren sein, dass Klimaneutralität auch den Gasausstieg erforderlich macht, wovon derzeit kaum gesprochen wird. Das Thema Gasausstieg wird somit ein Zukunftsthema sein – und zugleich eine Reifeprüfung für die Energiewende.

Damit die Energiewende gelingen kann, ist eine redundante und kompensationsfähige Wasserstoff-Infrastruktur nötig, die eine flächendeckende Versorgung für verschiedene Sektoren auf Grundlage einheitlicher technischer Standards gewährleisten kann.

Das „Internet des Wasserstoffs“ als kritische Infrastruktur

Neben der Wasserstoff-Infrastruktur bedarf es der digitalen Infrastruktur als zweite zentrale Stütze für die zweite Phase der Energiewende. Die fortschreitende Digitalisierung hat bereits erste Geschäftsmodelle hervorgebracht, sogenannte virtuelle Kraftwerke und Smart Grids, die die Integration von Erneuerbaren Energien im Elektrizitätssystem ermöglichen.

Mit dem „Internet des Wasserstoffs“ könnten durch eine stoffliche und eine datentechnische Infrastruktur der Energiemarkt revolutioniert und neue Geschäftsmodelle nach dem Ansatz „Hydrogen-as-a-Service“ geschaffen werden. Zum einen kann die nötige Flexibilität für das Elektrizitätssystem geschaffen werden, zum anderen können die Sektoren Industrie, Mobilität und Wärme durch gezielten Einsatz von „grünem“ Wasserstoff dort dekarbonisiert werden, wo andere Energieträger versagen.

Der „grüne“ Wasserstoff verfügt über alle Eigenschaften, zu einem „intelligenten“ Energieträger zu werden: In einem smarten „System“ mithilfe Informations- und Kommunikationstechnologien arbeiten die verschiedenen Prozesse und Systeme zur zeitversetzten Wasserstoffherzeugung, -speicherung, -wandlung, und -nutzung zusammen. Dabei werden mehrere Wertschöpfungsstufen in einer intelligenten Werkkette vernetzt und Daten miteinander ausgetauscht. Eine systemweite Softwaresteuerung ermöglicht durch den Einsatz von Predictive Analytics, sich ständig wandelnde Betriebszustände einzelner Systemkomponenten miteinander abzustimmen,

damit kleine wie große Schwankungen der Wasserstoffherzeugung und der -nutzung ausgeglichen und optimiert werden. Standardisierte Stoff- und Datenschnittstellen vernetzen die einzelnen Systemkomponenten miteinander in den verschiedenen Wertschöpfungsstufen und beziehen zusätzliche Informationen aus dem (internationalen) Strom- und Wasserstoffmarkt. Das System „Internet des Wasserstoffs“ als Plug & Play-H2-Infrastruktur könnte als intelligente Werkkette sowohl unternehmensinterne Prozesse H2-Ready gestalten als auch den relevanten Datenaustausch mit Geschäftspartnern und Kunden bewerkstelligen und auswerten. „Grüner“ Wasserstoff als Produkt ist vielfältig einsetzbar, woraus sich für den Betreiber eines Systems die Möglichkeit zur Teilnahme am Wasserstoffmarkt ergeben würde und dieser eine weitere Einnahmequelle erschließen könnte. Die Teilnahme am Wasserstoffmarkt kann sowohl regionale als auch internationale Charakterzüge haben.

Die abgebildete Systemdarstellung auf der Vorderseite bietet einen Überblick über das „Internet des Wasserstoffs“ in einer intelligenten Werkkette. Der zunehmende Ausbau der Erneuerbaren Energien bietet künftig eine günstige Ausgangslage, in der überschüssige Erneuerbare Energie bei windreichen und sonnigen Tagen zu erwarten sind. Daneben spielen der Wasserstoffspeicher und die Software eine zentrale Rolle, zusätzlich zu den stationären Anwendungsmöglichkeiten von Brennstoffzellentechnik als Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), um zeitliche Flexibilität zu schaffen und lukrative Geschäftsmodelle zu ermöglichen.

In diesem intelligenten System können Elektrolyseanlagen als zu- und abschaltbare Lasten die nötige Flexibilität im künftigen Elektrizitätssystem erbringen und an einem möglichen Flexibilitätmarkt teilnehmen, woraus der Betreiber Einnahmen generieren könnte durch die angebotene Flexibilität.

Die Notwendigkeit der Flexibilität und die technische Umsetzbarkeit wurden in einem Praxisgrößtest demonstriert. Somit ergibt sich zum einen die nötige Systemdienlichkeit zur Netzstabilisierung und zum anderen wirtschaftliches Potenzial, woraus attraktive Geschäftsmodelle hervorgehen können. Dass ein softwarebasiertes System fälschungssicher gestaltet werden und Scheinflexibilität vorbeugen kann, wurde in der Praxis ebenfalls nachgewiesen.

Vom „Internet der Dinge“ zum „Internet des Wasserstoffs“

Die Entwicklung und der Einsatz der Datenverarbeitung von den 1980er Jahren bis heute, als entscheidendes Hilfsmittel für den Aufbau und die Verarbeitung von Wissen, hat Entwicklungslinien aufgezeigt, die übertragbar erscheinen. Die Entwicklung von Technologien rund um „intelligenten“ Wasserstoff hat das Potenzial, die klimaneutrale Erzeugung und zielgerichtete Bereitstellung von Energie zu revolutionieren. Standardisierte Schnittstellen (Stoff- und Datenschnittstellen) in vielen unterschiedlichen dezentralen Systemen und für die stoffliche wie datentechnische Vernetzung solcher Systeme miteinander ermöglichen breiten Kreisen der Gesellschaft und Wirtschaft, ihre Energieversorgung klimaneutral gestalten zu können.

Die Umsetzbarkeit erfordert neben den einheitlichen technischen Standards auch Bildungsstandards, um Aus- und Weiterbildungsprogramme rund um die Technologie zu erstellen und das nötige Fachpersonal auszubilden. Das Thema Aus- und Weiterbildung für Wasserstofftechnologien ist weitestgehend ein unbespieltes Feld und erfordert schnelle sowie konkrete Bildungsmaßnahmen, um Beratung, Service und Instandhaltung für die Anwendungsseite zu schaffen. Damit würden Arbeitsplätze geschaffen und gleichzeitig ein Beitrag zur Akzeptanz der Technologie geleistet werden. Digitalisierung und Wasserstofftechnologie bilden gemeinsam die nötige Stütze für das Gelingen der zweiten Phase der Energiewende in einer intelligenten Wertschöpfungskette.

Vom „Internet der Dinge“ zum „Internet des Wasserstoffs“ in einem neuen www-Format: **W**asserstoff **w**irtschaftlich und **w**irkungsgradoptimiert nutzen, um die zweite Phase der Energiewende erfolgreich zu gestalten.

Die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH ist ein führender Dienstleister, wenn es um Fragen zu Innovation und Technik geht. Wir unterstützen und beraten bei der Analyse komplexer Vorhaben oder Marktsituationen, bei der Förderung mit Forschungsprogrammen aus Bund, Ländern und EU und organisieren Geschäftsstellen oder Kontaktbüros für Forschung und Wirtschaft. Als Projektträger bieten wir für jeden Schritt im Innovationsprozess die passende Lösung.

Für unsere Kund:innen aus Politik, Forschung, Industrie und Wirtschaft sind wir im In- und Ausland tätig. Mehr als 650 Mitarbeitende arbeiten in multinationalen und interdisziplinären Teams zusammen. Mit insgesamt zehn Fachbereichen und sechs Querschnittsabteilungen decken wir ein breites inhaltliches Spektrum ab und verfügen über hochqualifizierte Expert:innen aus Natur-, Ingenieur-, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften.

In Deutschland sind wir mit sechs Standorten in Berlin, München, Dresden, Bonn, Hannover und Stuttgart immer nah an unseren Kund:innen.

Kontakt

Agon Kamberi

+49 30 310078-5822
agon.kamberi@vdivde-it.de

Helmut Kergel

+49 30 310078-154
helmut.kergel@vdivde-it.de