



# Hier weht Innovationsgeist!

Erneuerbare Energien mit Wasserstoff speichern



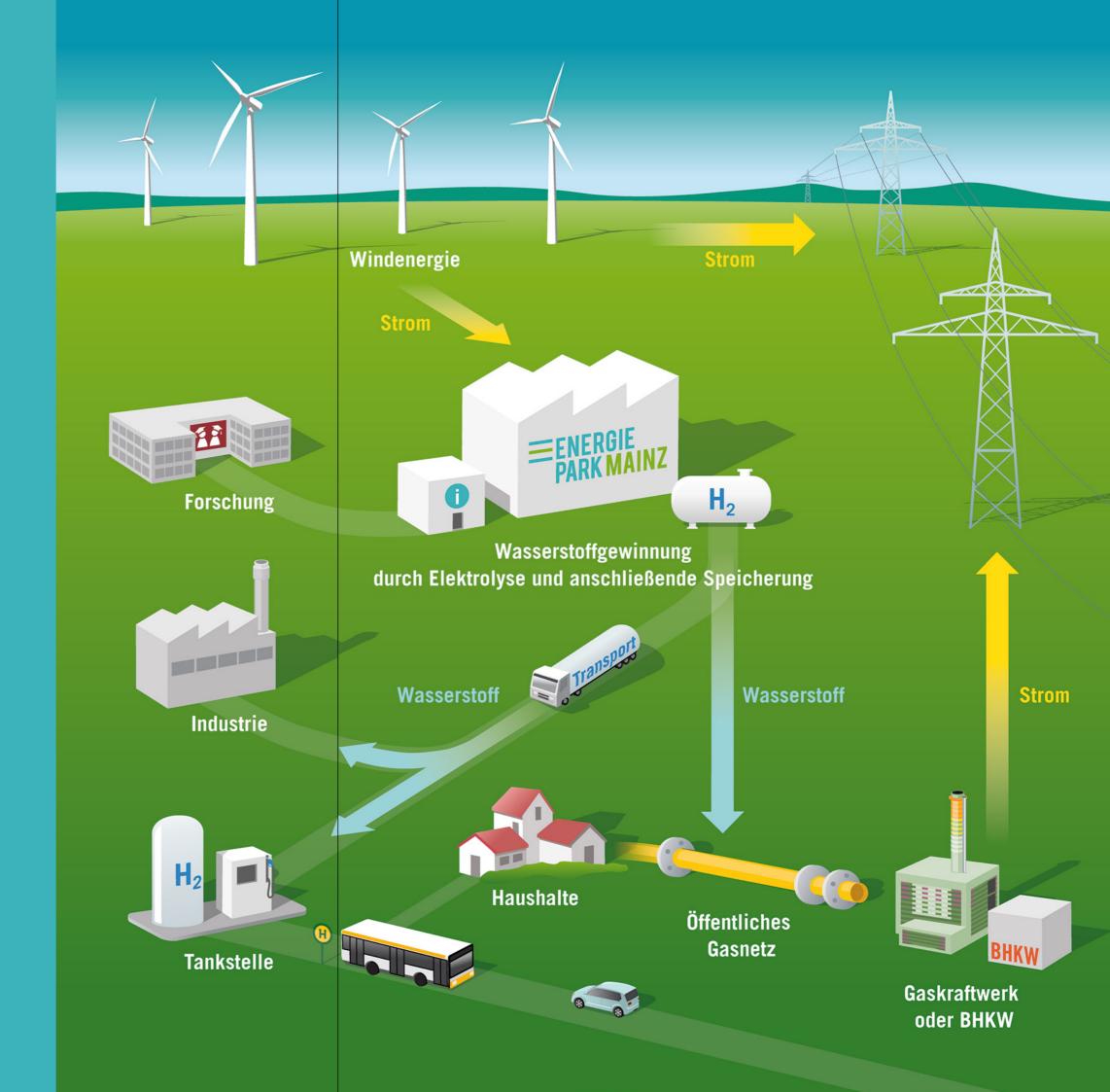
## **Einzigartige Demonstrationsanlage**

Kann man Wind tanken? Können erneuerbare Energien Heizungen oder Großkraftwerke von Erdgasimporten unabhängiger machen? Auch dann, wenn es windstill ist und keine Sonne scheint? Die Mainzer Stadtwerke und die Linde Group sind überzeugt davon, dass dies möglich ist und haben gemeinsam mit den Partnern Siemens und Hochschule Rhein-Main den »Energiepark Mainz« entwickelt. Seit 2015 hilft Strom aus erneuerbaren Energien dabei, in dieser weltweit einzigartigen Anlage Wasserstoff herzustellen. Dieser Wasserstoff lässt sich vielfältig als Energieträger im Verkehr, der Industrie und der Energiewirtschaft einsetzen.

### Zukunftsweisende Technologie

Die Energiewende erfordert die schnelle Weiterentwicklung umweltfreundlicher Technologien und Verfahren zur Umwandlung und Speicherung erneuerbarer Energien. Große Bedeutung kommt dabei dem "Power-to-Gas"-Verfahren zu, dessen Ziel die Speicherung von Wind- und Solarstrom in Form von Wasserstoff oder Methan ist.

Die Errichtung und der Betrieb der "Power-to-Gas"-Anlage in dem eigens dafür ausgelegten Energiepark nutzt die besondere Infrastruktur des Standorts – etwa hinsichtlich der Anbindung an Windkraftanlagen sowie an Strom- und Gasnetze.





In der Elektrolysehalle erzeugt ein Wasserstoff-Elektrolysesystem Wasserstoff aus Stromüberschüssen.

## Neue Maßstäbe der Wasserstoffproduktion mit Elektrolyse

Im »Energiepark Mainz« wird Wasserstoff durch Elektrolyse hergestellt werden, wozu unter anderem überschüssiger Strom aus benachbarten Windkraftanlagen eingesetzt werden kann.

Die Anlage kann bis zu 6 Megawatt Strom aufnehmen und hat damit eine für Engpässe im Verteilnetz relevante Leistungsklasse. Ähnliche Anlagen könnten in Zukunft an vielen weiteren Standorten sinnvoll eingesetzt werden.

Zentrales Bindeglied zwischen dem erneuerbar produzierten Strom und dem Wasserstoff sind neuartige Wasserstoff-Elektrolyseure von Siemens, die seit der erfolgreichen Inbetriebnahme im »Energiepark Mainz« serienmäßig für große Elektrolyseanlagen angeboten werden.

Bei dem angewendeten Verfahren handelt es sich um eine saure Elektrolyse mit einem polymeren Festelektrolyten. Bei der Elektrolyse wird Wasser in flüssiger Form an der Anodenseite der Elektrolysezelle in seine Bestandteile zerlegt: pro Wassermolekül entstehen ein halbes Sauerstoffmolekül und zwei Protonen. Das Sauerstoffmolekül wird anodenseitig abgeführt, während die Protonen mittels einer leitenden Membran zur Kathodenseite transportiert und sich dort unter Aufnahme zweier Elektronen zu einem Wasserstoffmolekül kombinieren.

Diese sogenannte PEM-Elektrolysetechnologie (Proton Exchange Membrane) erlaubt eine hochdynamische Fahrweise, wie sie bei einer Stromversorgung aus erneuerbaren Energien benötigt wird. Im »Energiepark Mainz« werden drei solche PEM-Elektrolyseure mit Spitzenleistungen von jeweils zwei Megawatt betrieben. Der Betrieb von PEM-Elektrolyseuren dieser Leistungsklasse war zum Betriebsstart 2015 eine absolute Weltneuheit, denn bisherige PEM-basierte Elektrolysesysteme hatten ihren Einsatzschwerpunkt in der Produktion kleiner Wasserstoffmengen.

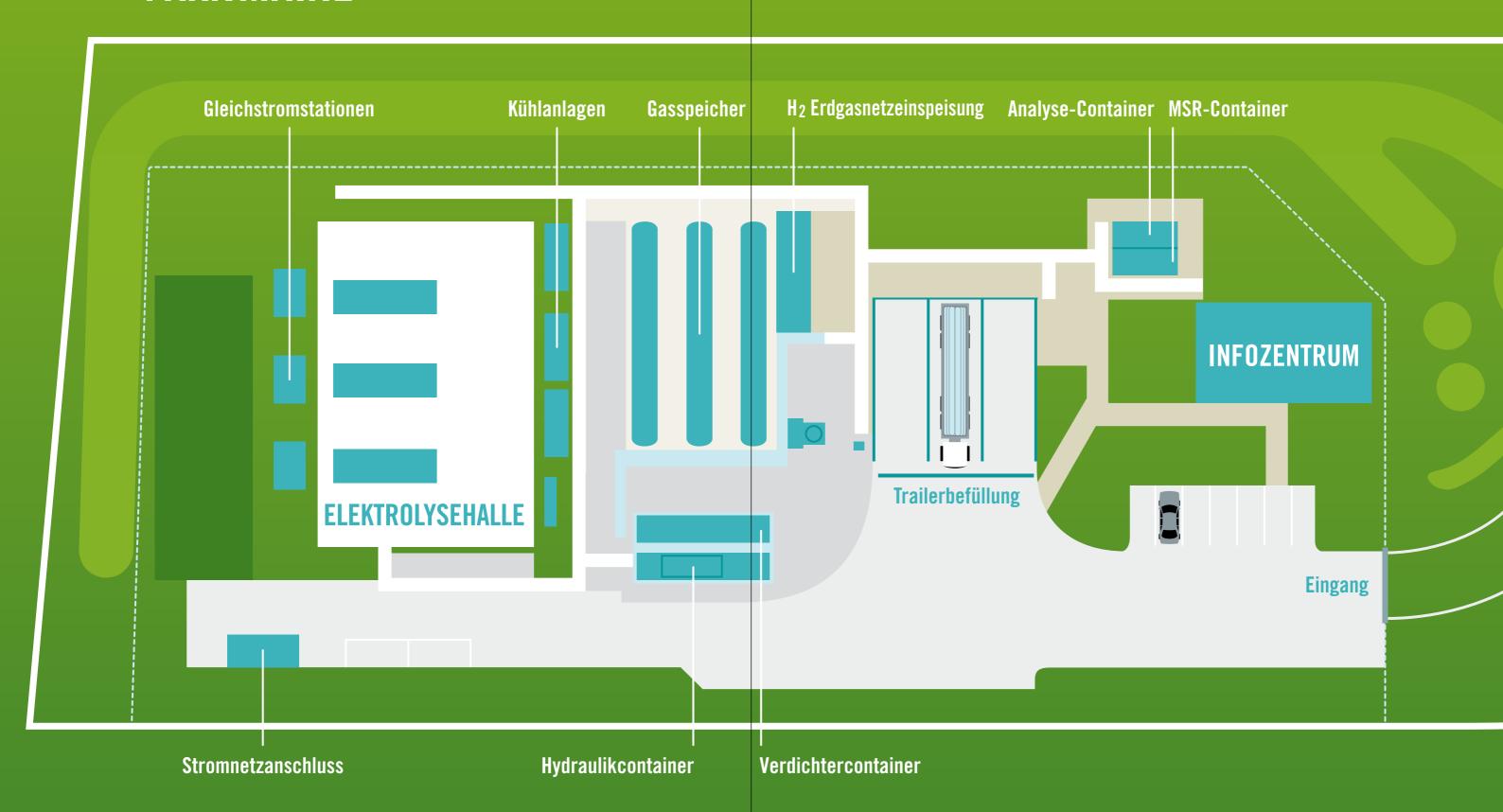
Weitere wesentliche Systemkomponenten sind ein zweistufiger ionischer Verdichter, die Gaseinspeisung in das Erdgasnetz, die Abfüllvorrichtung und die Schaltanlage. Der von Linde entwickelte "ionische Verdichter" komprimiert den produzierten Wasserstoff zur Befüllung der Speicher, der Gasleitung und der Tankwagen. Das Verdichtungsverfahren wird bisher vor allem bei

Wasserstofftankstellen eingesetzt. Es bietet auch im »Energiepark Mainz« deutliche Vorteile, besonders durch seine hohe Betriebsflexibilität, die sehr gut zum PEM-Elektrolyseur und der Nutzung von erneuerbarem Strom passt.



6

## **ENERGIE**PARK MAINZ



### **Technische Daten**

#### **Elektrischer Netzanschluss**

Die Power-to-Gas-Anlage ist direkt an das Mittelspannungsnetz der Mainzer Stadtwerke und an einen benachbarten Windpark angebunden. Die dezentrale Speicherung von elektrischer Energie in Zeiten hoher Wind-Einspeisung dient der Netzintegration erneuerbarer Energien und gewährleistet die Netzstabilität.

Möglich sind einerseits die Verbesserung des lokalen Lastmanagements mit Hilfe der flexibilisierten Windkrafteinspeisung, sowie andererseits die Bereitstellung von Systemdienstleistungen wie Regelenergie zur Spannungshaltung.

#### **Gleichstromstationen**

Drei Gleichstromstationen erzeugen den für die Elektrolyse benötigten hohen Gleichstrom. Die hierfür benötigte elektrische Leistung wird über Stromrichtertransformatoren in Gießharztechnologie direkt dem Mittelspannungsnetz entnommen. Die Gleichrichtung des Stroms erfolgt durch industriebewährte Gleichrichterschränke. Unerwünscht hohe Netzrückwirkungen werden durch ein integriertes mehrstufiges Filterkreissystem verhindert.

#### Wasseraufbereitungsanlage

Der Elektrolyseprozess benötigt demineralisiertes Wasser. Zur Herstellung dieses hochreinen Wassers entzieht die Wasseraufbereitungsanlage dem Leitungswasser in mehreren Stufen alle darin gelösten Salze. Ein Puffertank sorgt für die stetige Wasserversorgung der Elektrolyse auch während z. B. Wartungsarbeiten an der Wasseraufbereitung.

#### **Elektrolysesystem**

Drei mit innovativer Protonen-Austausch-Membran-(PEM-)Technologie ausgestattete Elektrolyseure vom Typ SILYZER 200 spalten Wasser mittels elektrischem Gleichstrom in Wasserstoff und Sauerstoff.

Die in den Elektrolysezellen eingesetzten protonenleitenden Membranen trennen die produzierten Gase zuverlässig voneinander und bieten in Verbindung mit dem innovativen Zelldesign ein hohes Maß an Betriebssicherheit.

#### **Gasaufbereitung und Speicherung**

Der aus der Elektrolyse kommende Roh-Wasserstoff durchläuft zuerst einen Katalysator, wo verbliebene Kleinstmengen an Sauerstoff zu Wasserdampf umgewandelt werden. Ein Großteil der vorhandenen Feuchte wird vor und nach der Verdichtung kondensiert und zur Elektrolyse zurückgeführt. In den Druckbehältern wird das Gas anschließend gespeichert. Von dort oder direkt aus der ersten Verdichterstufe kann der Wasserstoff an die Gasnetzeinspeisung übergeben werden. Ebenso kann er, nach Durchlauf der zweiten Verdichterstufe und der auf dem Prinzip der Temperaturwechsel-Adsorption basierenden Endtrocknung, an die Trailerbefüllung übergeben werden.

#### **Wasserstoff Erdgasnetzeinspeisung**

Der im Energiepark produzierte Wasserstoff kann über die Gasnetzeinspeisung in das Erdgasnetz der Mainzer Stadtwerke eingespeist werden. Die Beimischung erfolgt in eine Stichleitung, die den Stadtteil Mainz-Ebersheim versorgt. Auf diesem Weg wird fossiles Erdgas ersetzt und alle an das Erdgasnetz angeschlossene Anwendungen wie Heizungen, Gasbrenner, BHKWs und Gaskraftwerke können den erzeugten Wasserstoff verwenden. Auf diesem Weg wird die enorme Speicherkapazität des Erdgasnetzes für Energie aus dem Stromsystem nutzbar gemacht.

#### **Ionischer Verdichter**

Der ionische Verdichter, eine Eigenentwicklung von Linde, ist das Herzstück der Wasserstoff-Konditionierung. Eine "ionische Flüssigkeit" (flüssiges Salz) schmiert, kühlt und dichtet den hydraulisch angetriebenen Kolbenverdichter, ohne den Wasserstoff zu verunreinigen. Das

Aggregat wurde für multivariablen Betrieb mit schnellen Lastwechseln und hohem Teillastwirkungsgrad entwickelt und speist mit seinen zwei Stufen sowohl die Speicherbehälter als auch die Trailer. Weitere Besonderheit ist die integrierte Trocknung des Wasserstoffs.

#### Trailerbefüllung

Hier wird der Wasserstoff vollautomatisiert in Trailer abgefüllt. Nach Ankopplung des Füllschlauchs wird zunächst der Restinhalt analysiert. Anschließend wird der Trailer mit Wasserstoff aus dem Verdichter befüllt. Reinheit, Temperatur und Druck werden dabei ständig überwacht. Nach Beendung der Befüllung wird der Füllschlauch abgekoppelt, und die Transportpapiere werden ausgestellt. Dann ist der Trailer abholbereit, um den Wasserstoff an Tankstellen oder zu Industrieverbrauchern zu liefern.







#### **Energiepark Mainz**

Eindhoven-Allee 55129 Mainz Tel. 06131.127878 www.energiepark-mainz.de info@energiepark-mainz.de

Ein Gemeinschaftsprojekt von





Partner



Gefördert durch:



