

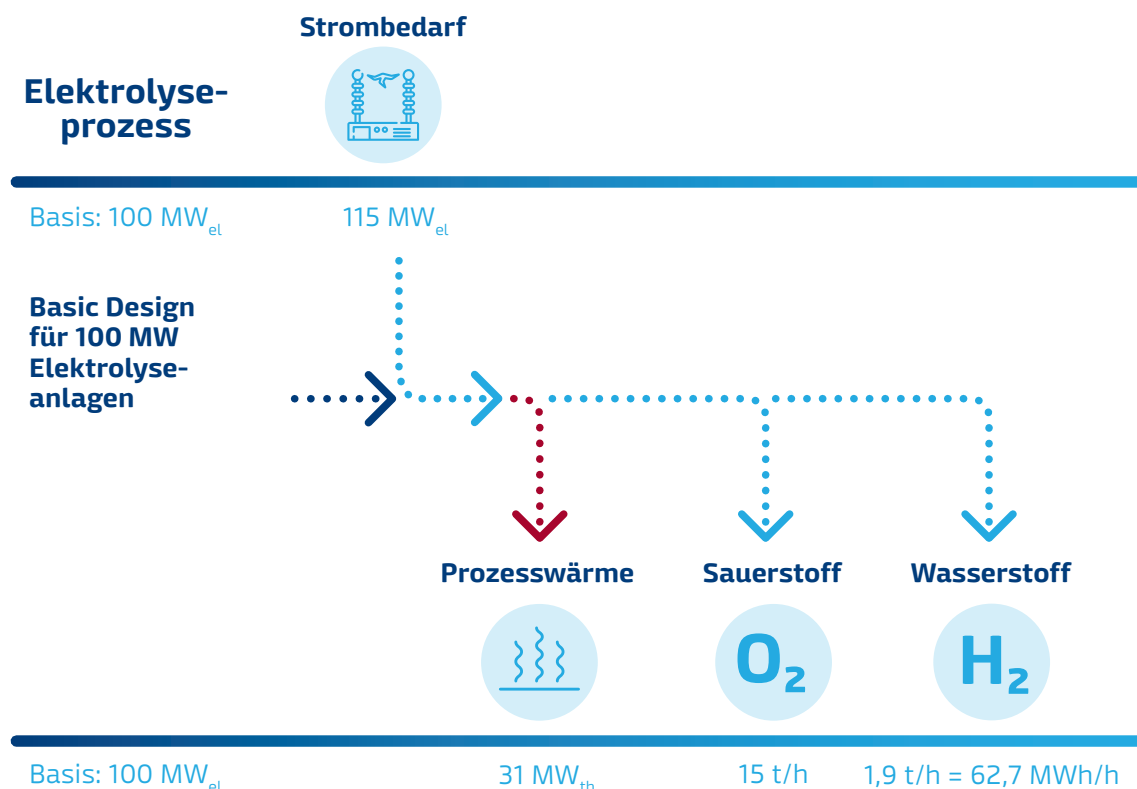


Factsheet Nebenprodukte Elektrolyse

In Elektrolyseanlagen kann unter Verwendung von Strom aus erneuerbaren Quellen grüner Wasserstoff erzeugt werden. Ab 2025 sollen die ersten Elektrolyseanlagen im 100 MW Maßstab den Betrieb aufnehmen, bis 2030 sollen 10 GW Elektrolyseleistung in Deutschland installiert sein.

Als Nebenprodukte des Elektrolyseprozesses fallen Abwärme und Sauerstoff an. Um einen möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad zu erreichen, stellt sich die Frage, in welchem Maße diese Nebenprodukte genutzt werden können. Dieses Factsheet gibt einen Überblick über das Thema und beantwortet zentrale Fragen. Über diese allgemeine Betrachtung hinaus, ist die Nutzbarkeit der Nebenprodukte insbesondere abhängig vom Standort der Elektrolyse und damit projektscharf zu bewerten.

Grundlegend kann gesagt werden, dass die Verwendung der Nebenprodukte die Effizienz einer Elektrolyseanlage steigern kann. Auf den primären Zweck hat dies keinen Einfluss. Die Erzeugung von Wasserstoff wird bei einer Elektrolyse immer im Vordergrund stehen und der zentrale Faktor für den Standort und die Wirtschaftlichkeit sein.





1. In welchen Mengen fallen die Nebenprodukte Abwärme und Sauerstoff an?

Etwa 75% der eingesetzten elektrischen Energie werden bei einer modernen PEM-Elektrolyse in Wasserstoff umgesetzt, der Rest fällt als Abwärme an. Insgesamt fallen bei einer Elektrolyse mit 100 MW Leistung pro Stunde als Nebenprodukte an:

- 31 MW thermische Leistung als Abwärme
- 15 Tonnen Sauerstoff

Abwärme



2. Wie kann die Abwärme genutzt werden?

Die Optionen zur Nutzung der Abwärme hängen von ihrer Temperatur ab. Diese ist je nach eingesetzter Elektrolysetechnologie unterschiedlich. Bei den beiden Technologien, die hauptsächlich eingesetzt werden, der Alkalischen Elektrolyse (AEL) und der PEM-Elektrolyse, beträgt die Temperatur der Abwärme zwischen 50-60°C. Damit liegt sie deutlich unter den für die meisten bestehenden Fernwärmenetze üblichen Temperaturen zwischen 80-130°C.

Daraus ergeben sich folgende Möglichkeiten zur Nutzung:

Direkte Nutzung für Niedertemperatur-Wärmenetze. Allerdings benötigen diese in der Regel nicht die Mengen, die bei Großelektrolysen als Abwärme anfallen.

- Erhöhung des Temperaturniveaus durch den Einsatz einer Wärmepumpe. Die Abwärme kann dann in Fernwärmenetze eingespeist werden. Diese Option ist für mehrere Großelektrolysen in Planung. In dieser Form wird auch die Abwärme großer Rechenzentren nutzbar gemacht, die ebenfalls im Bereich um 50°C liegt.
- Integration der Abwärme in bestehende Industrieprozesse, wenn der Standort der Elektrolyse dies erlaubt. Diese Option besteht beispielsweise, wenn Elektrolysen in direkter Nähe zu Chemieparks oder Raffinerien errichtet werden.
- Bei Offshore-Elektrolysen zur Vorwärmung des Brauchwassers für die Elektrolyse.
- Als Heizung für Gewächshäuser – sofern in der Nähe des Elektrolyseurs landwirtschaftliche Nutzung vorhanden ist.



3. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit die Abwärme über ein Fernwärmenetz genutzt werden kann?

Ein Elektrolyseur wird nicht kontinuierlich betrieben. Er wird vor allem dann laufen, wenn viel Erneuerbarer Strom aus Wind- und Solarenergie verfügbar ist. Aktuelle Rechnungen gehen von rund 4.000 Volllaststunden pro Jahr aus. Dabei ist ein sogenanntes diskontinuierliches Einspeiseprofil anzunehmen. Das Fernwärmenetz kann sich also nicht auf den Elektrolyseur als Grundlast verlassen. Wird keine Abwärme geliefert, muss eine Ersatzwärmebereitstellung vorhanden sein, z. B. durch einen Boiler. Die Herausforderung ist, dass diese Ersatzwärmebereitstellung insbesondere bei kalten, windarmen Hochdruckwetterlagen einspringen muss, wenn wenig Erneuerbarer Strom für den Elektrolyseur zur Verfügung steht. Eine strombasierte Ersatzwärmebereitstellung erhöht also den Stromverbrauch gerade dann, wenn Strom sowieso knapp ist. Alternativ könnte Wasserstoff in Kraft-Wärme-Kopplung zum Einsatz kommen, was wiederum eine sehr teure Option wäre.

Je nach Nutzung der Abwärme der Elektrolyse muss sie durch eine Wärmepumpe auf das für das benötigte Temperaturniveau gebracht werden.



4. Wie effizient ist die Nutzung der Abwärme in einem Fernwärmenetz?

Entstehende Abwärme zu nutzen ist immer effizienter, als sie nicht zu nutzen. Bei 4.000 angenommenen Volllaststunden einer 100 MW Elektrolyse pro Jahr ergibt sich eine theoretische Wärmeleistung von rund 120.000 MWh. Das entspricht dem jährlichen Wärmebedarf von rund 6.000 Einfamilienhäusern. Aufgrund der geringen Temperatur der Abwärme muss jedoch zusätzliche Energie zugeführt werden – der Wirkungsgrad der Elektrolyse-Abwärme sinkt dadurch. Die wirtschaftliche Effizienz hängt also davon ab, welche zusätzlichen Investitionen notwendig sind. Die Bewertung, ob die Nutzung der Abwärme möglich und sinnvoll ist, muss individuell für jedes Projekt getroffen werden.

Ein weiterer Vorteil bei der Nutzung der Abwärme: Der Bedarf an Kühlwasser sinkt, da die Abwärme nicht über ein Kühlsystem abgeführt werden muss, das bei vielen Elektrolyseanlagen wasserbasiert arbeitet. Auf die Funktionsweise der Elektrolyse hat dies keinen Einfluss.



5. Was geschieht mit der Abwärme, wenn sie nicht vollständig genutzt wird und sind damit Risiken verbunden?

Kann die Abwärme nicht genutzt werden, muss sie über eine Kühlanlage abgeführt werden. Hierfür gibt es verschiedene Technologien, die unterschiedliche Wasser- und Energiebedarfe haben. In den geplanten Elektrolyseprojekten ist häufig ein nasses Umlaufkühlsystem vorgesehen.

Nähere Informationen dazu gibt es im GET H2 Factsheet Wasserhaushalt Elektrolyse:

<https://bit.ly/3UMbvXZ>

Sauerstoff

O₂

6. Wie kann der Sauerstoff genutzt werden?

Sauerstoff wird heute durch Lufttrennung erzeugt. Unter anderem findet er Verwendung bei der Stahlherstellung, in der chemischen Industrie und in Raffinerien, in Klärwerken zur Wasserreinigung oder als medizinischer Sauerstoff.



7. Wie effizient ist die Nutzung des Sauerstoffs?

Der Transport von Sauerstoff erfolgt entweder tiefgekühlt über vakuumisolierte Tanks, in Hochdrucktanks, über Rohrleitungen oder abgefüllt über Druckluftflaschen. Überall dort, wo Sauerstoff heute eingesetzt wird, gibt es bestehende Infrastrukturen, Lieferwege oder Erzeugungsanlagen wie Luftzerleger. Liegt eine Elektrolyse in direkter Nachbarschaft zu einem Unternehmen, das Sauerstoff einsetzt oder zu einem Lieferunternehmen, so ist eine Einbindung in bestehende Infrastrukturen denkbar.

Bei einer Laufzeit von 4.000 Vollaststunden ergibt sich für eine 100 MW Elektrolyse pro Jahr eine Menge von rund 60.000 Tonnen Sauerstoff. Der Bedarf in Deutschland liegt bei ca. 8 Millionen Tonnen pro Jahr, wovon ca. 2 Mio. Tonnen transportiert werden. In Belgien, den Niederlanden, Nordfrankreich sowie im Ruhrgebiet gibt es bereits Sauerstoffpipelines.



8. Was geschieht mit dem Sauerstoff, wenn er nicht vollständig genutzt wird und sind damit Risiken verbunden?

Der nicht genutzte Sauerstoff wird über das Dach der Elektrolyse oder einen dafür vorgesehenen Kamin entlüftet. Die Verteilung des Sauerstoffs in der Umgebungsluft hat im Grundsatz keine negativen Folgen für Mensch und Umwelt.

