



Wasserstoff: Eigenschaften, Sicherheit, Gefahren

🏠 [Start \(/de/unternehmen/\)](/de/unternehmen/) > [Energie \(/de/unternehmen/energie/\)](/de/unternehmen/energie/)
> [Wasserstoff \(/de/unternehmen/energie/wasserstoff/\)](/de/unternehmen/energie/wasserstoff/) > Eigenschaften von Wasserstoff

Was sind die Merkmale von Wasserstoff?

Bei Wasserstoff (H_2) handelt es sich um ein ungiftiges Gas, das **weder über Farbe noch Geruch verfügt**. Allerdings ist Wasserstoff **hochentzündlich**. Daher darf er nicht in die Hände von Kindern gelangen. Entsprechende Behälter sollten an einem gut gelüfteten Ort aufbewahrt werden. Zudem ist es wichtig, **Wasserstoff vor Zündquellen fernzuhalten** und **Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung** zu treffen. Es kann zu Komplikationen kommen, wenn hohe Konzentrationen eingeatmet werden – was dann aber dem Mangel an Sauerstoff (O_2) geschuldet ist. Die Komplikationen reichen von Bewegungsstörungen über Bewusstlosigkeit bis hin zur Gefahr von Erstickten. Von Wasserstoff geht zudem keine Krebsgefahr aus und er ist **nicht selbstentzündlich**. Mit einer Dichte von 0,0899 g/l ($0^\circ C$) ist Wasserstoff rund 14-mal leichter als Luft. **Aufgrund seiner hohen Diffusionsgeschwindigkeit breitet er sich in alle Richtungen schnell aus und mischt sich rasch mit Luft.**

Die Dichte von Flüssigwasserstoff beträgt 70,99 g/l. Zudem macht der Anteil von Wasserstoff am Gewicht von Wasser 11,2 % aus. Sein Schmelzpunkt liegt bei $-259,125^\circ C$ und der

Siedepunkt bei -252,882 °C. 2,8 Kilogramm Benzin oder auch 2,1 Kilogramm Erdgas enthalten so viel Energie wie ein Kilogramm Wasserstoff, wenn man den unteren Heizwert betrachtet. In anderen Worten: **Angesichts seiner Eigenschaften besitzt Wasserstoff die höchste massebezogene Energiedichte unter den gängigen Treib- und Brennstoffen.** Die volumenbezogene Energiedichte von flüssigem Wasserstoff macht nur rund 1/3 derjenigen von Erdgas und 1/4 derjenigen von Benzin aus.

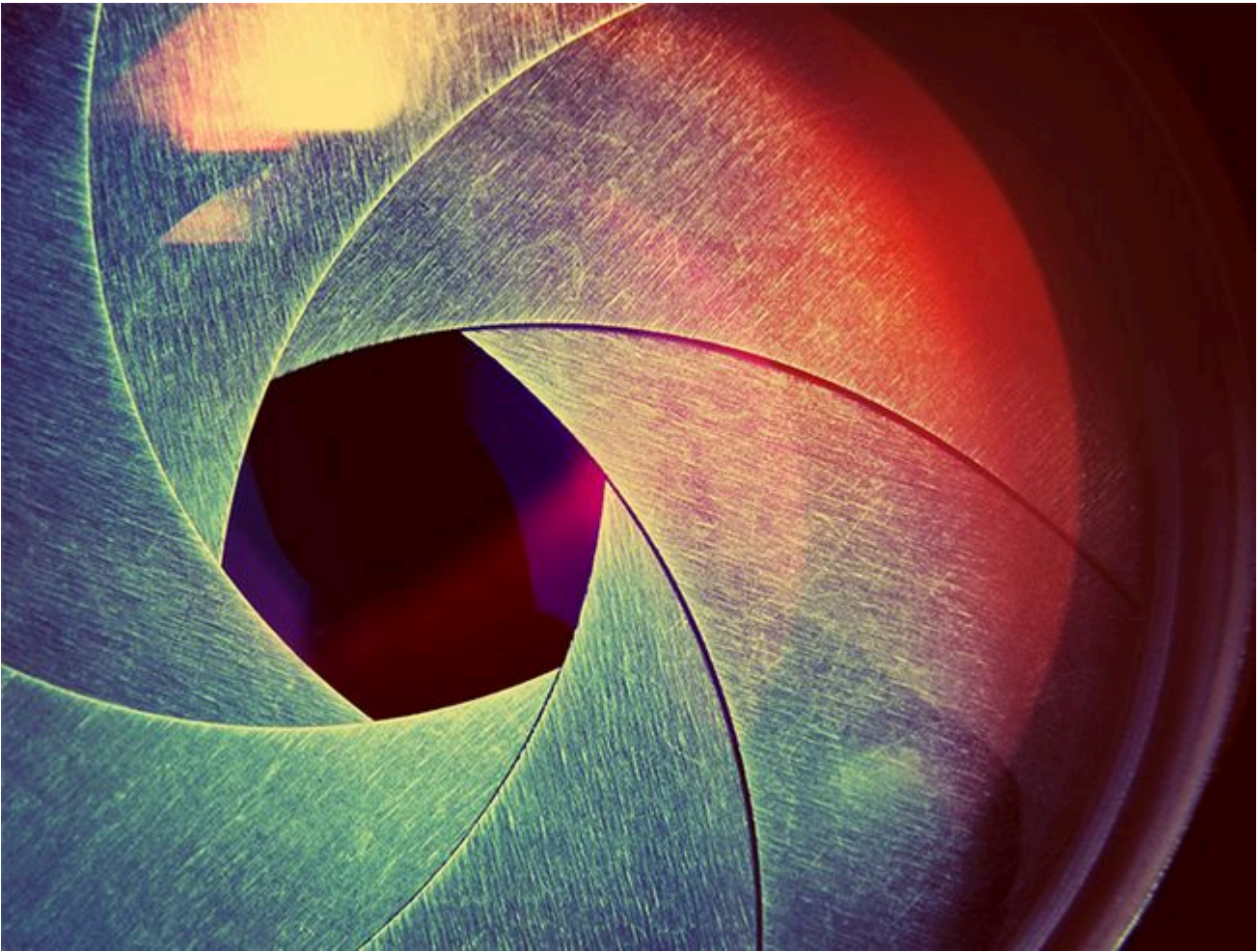
Ist Wasserstoff umweltfreundlich?

Wasserstoff besitzt grundsätzlich umweltfreundliche Eigenschaften. Wird er mit Luft in Verbrennungsmotoren verbrannt, so kommt es bei geeigneter Führung der Verbrennung zur Entstehung von **Emissionen, die sehr gering oder zu vernachlässigen sind.** Bei der Wasserstoffverbrennung steigen die Emissionen von Stickstoffoxiden (NO_x) exponentiell mit der Verbrennungstemperatur an. Mit niedriger Verbrennungstemperatur lassen sich daher mit auf Basis von Erdgas oder Mineralöl gewonnenen Brenn- und Kraftstoffen

Stickstoffoxidemissionen signifikant reduzieren. Schadstoffemissionen können vollständig vermieden werden, wenn Wasserstoff in Niedertemperatur-Brennstoffzellen verwendet wird. Dazu zählen beispielsweise Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (PEMFC). Stromerzeugung aus Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt als Reaktionsprodukt lediglich demineralisiertes Wasser.

Im Vergleich zu herkömmlichen Kraftwerken **fallen die Emissionen bis zu 100-mal geringer aus,** wenn Wasserstoff in Brennstoffzellen mit höherer Betriebstemperatur eingesetzt wird. Ferner ermöglicht Wasserstoff aufgrund seines Status als Sekundärenergieträger die flexible **Einführung unterschiedlicher erneuerbarer Energien (<https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/erneuerbare-energien/>)** im Kraft- und Brennstoffbereich. Um zu beurteilen, wie sich Wasserstoff konkret auf die Umweltqualität auswirkt, muss jedoch jeweils die gesamte Brennstoffkette in den Blick genommen werden. Diese reicht von der Primärenergie bis hin zur Endanwendung.

Wasserstoff: Sicherheit im Fokus



Im Umgang mit Wasserstoff gelten hohe Sicherheitsstandards, die stets im Mittelpunkt aller Aktivitäten stehen

Mit Sauerstoff oder Luft verbrennt Wasserstoff zu Wasser (H_2O). Daher geht von Wasserstoff eine gewisse Gefahr aus, wobei diese Eigenschaft Wasserstoff erst seine **Eignung als Kraftstoff** verleiht. Wasserstoff ist, seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften zufolge, **nicht gefährlicher als herkömmliche Energieträger wie Erdgas oder Erdöl**. Gleichwohl müssen beim Umgang mit Wasserstoff hohe Sicherheitsstandards gelten, da Gefahren wie Explosionen oder Wasserstoffversprödung drohen.

Grundsätzlich besteht bei flüssigem Wasserstoff die Gefahr, dass sich am Ort eines Unfalls Brandteppiche bilden. Allerdings **steigt Wasserstoff sehr rasch in die Luft**, was die Gefahr verringert. Dies gilt auch für das Gemisch aus Wasserstoff mit Luft, das also überhaupt nur für eine kurze Zeit mit einer Zündquelle in Berührung kommen kann. Aufgrund intensiver Beschäftigung mit Wasserstoff besitzt die Industrie hervorragende und positive Erfahrungen mit seinen sicherheitstechnischen Aspekten. Es gibt also eine **lange Tradition** im Umgang mit Wasserstoff. Unerwartete Komplikationen können wie bei jedem anderen Brennstoff auftreten, jedoch entstehen bei der Nutzung von Wasserstoff letztlich keine größeren Gefahren als bei den herkömmlichen Energieträgern. Wenn Sie weitere Informationen zur Sicherheit von Wasserstoff suchen, sind die R- und S-Sätze sowie Veröffentlichungen zu H_2 -Stoffdaten (DIPPR, NIST) empfehlenswert.

Explosionsgefahr bei Wasserstoff

Wie explosiv ist Wasserstoff? Diese Frage wird häufig gestellt, da Wasserstoff aufgrund des Knallgasexperiments aus dem Chemieunterricht und einiger bekannter Unfälle aus der Technikgeschichte mit Explosionen verbunden wird. Gerade das Feuer an Bord des **Luftschiffes Hindenburg** wird noch oft als Beispiel für die Explosionsgefahr von Wasserstoff genannt. Es ist jedoch längst bewiesen, dass es gar keine Explosion gab und das Unglück auch nicht durch Wasserstoff verursacht wurde, sondern durch einen elektrostatischen Funken. Wichtig ist vor allem: Per se explodiert Wasserstoff nicht. Dafür sind **weitere Faktoren** notwendig – ein Oxidator (beispielsweise reiner Sauerstoff, Luft oder Chlor) in einem bestimmten Volumenverhältnis zum Wasserstoff und eine Zündquelle wie der aus einer elektronischen Aufladung resultierende Funke. Reiner Wasserstoff kann nicht brennen.

Werden in Luft unter atmosphärischem Druck circa 4 % Wasserstoff eingemischt, dann lässt sich dieses Gemisch mit einer Zündquelle entzünden. **Explosionsgefahr** herrscht hier jedoch noch nicht. Diese **ist erst ab einer Wasserstoffkonzentration von 18 % gegeben**. Sobald rund 75 % Wasserstoff vorhanden sind, sind Entzündungen und somit auch Explosionen nicht mehr möglich, da die Menge an Sauerstoff dafür nicht ausreicht. Da Wasserstoff 14-mal leichter als Luft ist und sich somit schnell im Freien verflüchtigt, verringert sich die Explosionsgefahr von Wasserstoff zusätzlich. Gerade in geschlossenen Räumen stellt deshalb die Belüftung einen entscheidenden Faktor dar. Beim Umgang mit Wasserstoff sollte zudem immer darauf geachtet werden, ihn auf **Distanz zu Zündquellen** zu halten, **zu denen auch elektrostatische Entladungen („electrostatic discharge“ = ESD) zählen.**

Wasserstoff: Ein Chamäleon

Wasserstoff ist ein Thema mit vielen Facetten – angefangen von der Herstellung, über den Transport und die Speicherung bis hin zur Nutzung. Mit unserer Kompetenz, Know-How und langjähriger Erfahrung sind wir ein unabhängiger Partner für Sicherheit und Gefahrenabwehr, indem wir verschiedenen Aspekte der Wasserstofftechnologie prüfen, inspizieren und zertifizieren können.

JETZT KONTAKT AUFNEHMEN
(/DE/UNTERNEHMEN/ENERGIE/WASSERSTOFF/KONTAKTANFRAGE/)

Wasserstoffversprödung kennen und vermeiden

Wasserstoffversprödung ist ein Phänomen, das bereits seit langem untersucht wird und ebenfalls zu den typischen Gefahren von Wasserstoff gehört. Diese liegt vor, wenn es zu einem **Eindringen von ionisiertem Wasserstoff in das Kristallgitter eines Metalls** kommt.

Entsprechend sind **Metalle oder auch Metallegierungen** von Wasserstoffversprödung betroffen. Beschleunigtes Risswachstum oder Materialversagen können durch Wasserstoffversprödung hervorgerufen werden, vor allem bei erhöhter Materialspannung. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von „wasserstoffinduzierter Korrosion“. Ob das jeweilige Material für Wasserstoffversprödung anfällig ist, hängt von mehreren Faktoren ab:

- ✓ Form des Kristallgitters (z.B. Raum- oder Flächenzentrierung)
- ✓ Metalloberflächengüte (z.B. Schweißnähte, Brüche oder Fehlstellen)
- ✓ Belastung (z.B. Temperatur, Druck, Spannung oder Wechselbelastung)

Daher sollten bei der Auswahl von Komponenten immer die Auswirkungen der **Alterung durch Wasserstoff** einbezogen werden. Durch die entsprechende Materialwahl lässt sich das Risiko der Wasserstoffversprödung reduzieren oder ganz vermeiden. Hierzu hat sich Edelstahl bewährt. Zudem ist es wichtig, zu wissen, dass Wasserstoff sehr schnell **in andere Gase wie Luft diffundiert**. Auch können in Rohrleitungen und Speicherbehältern auf katalytisch wirksamen Oberflächen H⁺-Ionen entstehen. Dabei handelt es sich um ionisierten Wasserstoff: Dieser ist noch kleiner als das eigentliche Molekül, sodass er in der Lage ist, leicht in Metalle hinein zu diffundieren. Bei manchen Stahlsorten und unter speziellen Bedingungen kann aus diesem speziellen Grund Wasserstoffversprödung auftreten.

Wasserstoffversprödung in Rohrleitungen von Pipelines

Gerade bei den **Rohren von Pipelines** für den Wasserstofftransport ist die Beständigkeit oder Resilienz gegen das Phänomen der Wasserstoffversprödung von grundlegender Bedeutung. Nur so lassen sich Wasserstoffversprödung und Korrosion vermeiden. Durch das aktive Elektron von Wasserstoff können auch die Verbindungen (Schweißnähte) zwischen den Rohren gefährdet werden. Die Veröffentlichung von offiziellen Normen oder Regelungen bezüglich des

sicheren Wasserstofftransports steht noch aus. Die Herausforderung besteht vor allem darin, dass für den Wasserstofftransport zunächst die bestehende Erdgas-Pipeline-Infrastruktur und keine speziellen Wasserstoff-Pipelines verwendet werden sollen. Somit sind eine individuelle Betrachtung und eigene Erfahrungen beziehungsweise das **Hinzuziehen eines erfahrenen Experten** entscheidend, um Wasserstoffversprödung und weitere Risiken gezielt auszuschließen.

Gefahren durch Wasserstoff: Zusammenfassung

Wie gefährlich ist Wasserstoff? Diese Frage muss **differenziert betrachtet** werden. Hierbei spielen mehrere Aspekte eine Rolle: Zum einen sollte die Gefahr von Wasserstoff mit derjenigen von etablierten Energieträgern verglichen werden. Zum anderen sind der Aufwand zur Kontrolle dieser Gefahren und die Nutzen-Risiko-Abwägung zu berücksichtigen. Wasserstoff kann bei einem entsprechenden Mischungsverhältnis mit Sauerstoff explosiv sein und verbreitet sich schnell, doch er **verflüchtigt sich eben auch in kurzer Zeit**.

Gleichzeitig sollte die **Explosionsgefahr von Wasserstoff ernstgenommen** werden und sich in entsprechenden Sicherheitsvorkehrungen niederschlagen. Eine nicht zu unterschätzende Gefahr besteht in der Farb- und Geruchslosigkeit von Wasserstoff. Aus diesem Grund werden Wasserstofflecks oft nicht bemerkt. Diese sind in geschlossenen Räumen zudem noch riskanter. Auch Wasserstoffversprödung, die zu Rissbildung führt, zählt zu den typischen Gefahren von Wasserstoff. Diesen Risiken kann jedoch entgegengewirkt werden – mit ausreichender Belüftung in geschlossenen Räumen und der richtigen Materialwahl, um Wasserstoffversprödung zu vermeiden.

Das könnte Sie auch interessieren



Wasserstoff: Energieträger der Zukunft

Wasserstoff (H₂) hat großes Potenzial, eine entscheidende Rolle für die Zukunft des Wirtschaftsstandorts Deutschland einzunehmen. Im internationalen Vergleich ist Deutschland hinsichtlich der Entwicklung sowie dem Export von Technologien für Wasserstoff und Power-to-X gut aufgestellt.

Weiterlesen ➤ [\(https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/\)](https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/)



Elektrolyse für die Herstellung von Wasserstoff

Bei der Herstellung von Wasserstoff ist die Elektrolyse eine der gängigsten Methoden. Informieren Sie sich jetzt über die verschiedenen Elektrolyseverfahren, ihre individuellen Vor- und Nachteile sowie den aktuellen Stand zur Technik der Elektrolyse in Deutschland.

Weiterlesen ➤ [\(https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/herstellung/elektrolyse-von-wasser/\)](https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/herstellung/elektrolyse-von-wasser/)



Wasserstoff-Brennstoffzelle: Funktion & Arten

Mit Brennstoffzellen lässt sich Wasserstoff in Strom umwandeln, wobei hier auf diverse Arten von Brennstoffzellen zurückgegriffen werden kann. Erfahren Sie alles Wichtige zu Funktion und Aufbau von Brennstoffzellen sowie den verschiedenen Brennstoffzellentypen.

Weiterlesen ➤ [\(https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/wasserstoff-brennstoffzelle/\)](https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/wasserstoff-brennstoffzelle/)

Wir sind für Sie da!

 **E-Mail senden** (<mailto:info@tuev-nord.de>)

 **Kontaktformular** (</de/unternehmen/kontaktformular/>)

TÜV NORD Newsletter

Abonnieren Sie unsere kostenlosen Newsletter

Newsletter auswählen



Ihre E-Mail-Adresse



Standorte weltweit

Wir sorgen in mehr als 100 Ländern dafür, dass unsere Kunden in der vernetzten Welt noch erfolgreicher werden.

 **zu den Standorten** (<https://www.tuev-nord-group.com/de/unternehmen/standorte/>)

Soziale Netzwerke

Social Media Profile: Jetzt mitmachen und mit uns vernetzen.

 [_ \(https://www.instagram.com/tuevnordgroup/?hl=de\)](https://www.instagram.com/tuevnordgroup/?hl=de)

 [_ \(https://www.linkedin.com/company/t-v-nord-group\)](https://www.linkedin.com/company/t-v-nord-group)

 [_ \(https://www.xing.com/pages/tuevnordgroup\)](https://www.xing.com/pages/tuevnordgroup)

 [_ \(https://www.facebook.com/tuevnordde/\)](https://www.facebook.com/tuevnordde/)

 [_ \(https://www.youtube.com/user/tuevnordgroup\)](https://www.youtube.com/user/tuevnordgroup)

© TÜV NORD GROUP

[Impressum \(/de/unternehmen/impressum/\)](/de/unternehmen/impressum/)

[AGB \(/de/unternehmen/agb/\)](/de/unternehmen/agb/)

[Datenschutzerklärung \(https://www.tuev-nord.de/de/datenschutz/\)](https://www.tuev-nord.de/de/datenschutz/)

[Datenschutzhinweise \(/de/weitere-datenschutzhinweise/\)](/de/weitere-datenschutzhinweise/)

[Zentraleinkauf \(/de/zentraleinkauf/home/\)](/de/zentraleinkauf/home/)

[Login für Mitarbeitende \(/de/unternehmen/login-fuer-mitarbeitende/\)](/de/unternehmen/login-fuer-mitarbeitende/)