



# Grünes Ammoniak

Schlüsselbaustein für die Dekarbonisierung  
von Energiewirtschaft, Schifffahrt,  
Landwirtschaft & Industrie

# Chancen und Potenzial

## Energieträger Ammoniak

Ammoniak ist mit etwa 185 Millionen Tonnen pro Jahr eine der meistproduzierten Chemikalien der Welt. Der überwiegende Anteil des heute produzierten Ammoniaks wird stofflich weiterverarbeitet. 80 % der produzierten Menge werden für die Herstellung von Düngemitteln genutzt, weitere 19% dienen als Ausgangsstoff zur Herstellung von Kunststoffen, Medikamenten und Sprengstoffen. Ein sehr geringer Teil wird direkt verwendet, beispielsweise als Kältemittel.

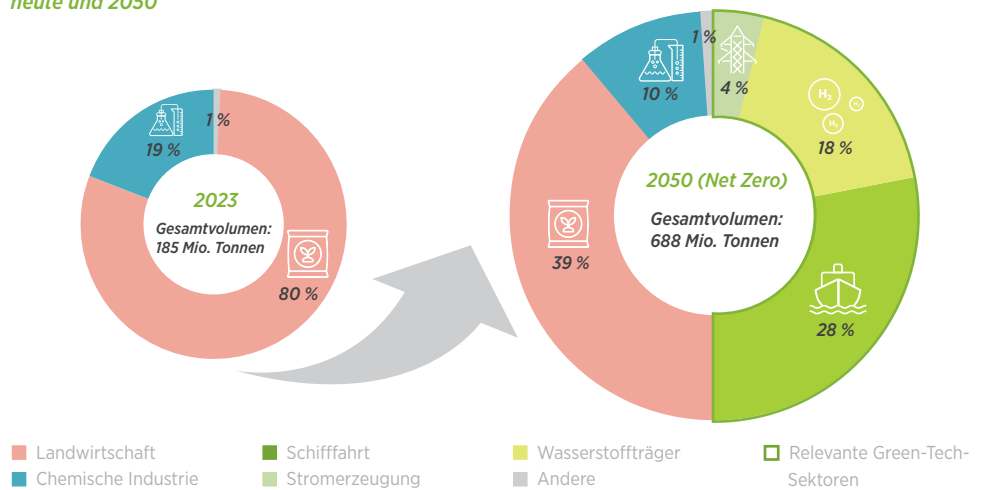
Die konventionelle Herstellung von Ammoniak erfolgt derzeit großteils aus Erdgas oder Kohle mit hohem CO<sub>2</sub>-Ausstoß (graues Ammoniak). Grünes Ammoniak wird im Gegensatz dazu ausschließlich mit erneuerbaren Energien hergestellt und kann ohne Einschränkungen für alle bisherigen Anwendungen eingesetzt werden. Da die Ammoniakproduktion derzeit mit etwa 1,8 % zu den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen beiträgt, ist der Einsatz von grünem Ammoniak zur Dekarbonisierung obligatorisch. Dieses Radar fokussiert sich auch auf bisher nicht umgesetzte Technologien und Trends, die erst durch die Nutzung von grünem Ammoniak möglich oder sinnvoll werden. Während heutzutage die rein stoffliche Nutzung

dominiert, wird Ammoniak in Zukunft als Energieträger und im Speziellen als Kraftstoff in mehreren Sektoren entscheidend an Bedeutung gewinnen, wodurch der Bedarf an Ammoniak um bis 2050 ansteigen wird.

Als Kraftstoff bietet sich grünes Ammoniak vor allem in der Schifffahrt an, da dieser Sektor nicht durch batterieelektrische Antriebe dekarbonisiert werden kann und aktuell Schweröl als Kraftstoff genutzt wird. Während die International Maritime Organi-

zation (IMO) eine Reduktion der Treibhausgasemissionen der Schifffahrt um 50 % bis 2050 anstrebt, zeigen Abschätzungen hingegen einen Anstieg um bis zu 50 % aufgrund steigender Transportvolumina. Diese starke Gegensätzlichkeit zeigt wiederum die Notwendigkeit einer nachhaltigen Antriebstechnologie besonders für die Schifffahrt. Darüber hinaus liegt großes Potenzial in der Nutzung von Ammoniak als Energieträger und saisonaler Speicher für die Stromerzeugung.

**Aufteilung Ammoniak-Bedarf nach Sektor, heute und 2050**



## Vergleich als Energieträger

Ammoniak bietet sich als Alternative zu Wasserstoff für die Speicherung von Energie an. Um Wasserstoff sinnvoll speichern und transportieren zu können, muss dieser entweder hoch verdichtet (bis zu 700 bar) oder stark abgekühlt (-253°C) werden. Neben dem hohen Energieaufwand zur Abkühlung bzw. Verdichtung entstehen bei diesen Bedingungen auch hohe Verluste. Ammoniak hingegen muss zur Verflüssigung lediglich auf

10 bar verdichtet oder auf -33°C abgekühlt werden. Dadurch können die Kosten für die Speicherung von Ammoniak auf bis zu 1/30 der Kosten der Wasserstoffspeicherung gesenkt werden. Da der Transport von Ammoniak im Gegensatz zu Wasserstoff etabliert ist, ist es sinnvoll, für weite Transportwege Wasserstoff in Ammoniak umzuwandeln und am Ort der Nutzung wieder abzuspalten.

Ein weiterer Vorteil von Ammoniak gegenüber Wasserstoff ist die höhere volumetrische Energiedichte. Die hohe Zündtemperatur und enge Explosionsgrenzen erhöhen die Sicherheit. Nachteile gegenüber konventionellen Kraftstoffen sind die umweltschädlichen, gesundheitsschädlichen und korrosiven Eigenschaften von Ammoniak. Zudem ist die volumetrische und gravimetrische Energiedichte von Ammoniak deutlich geringer als jene von konventionellen Kraftstoffen.

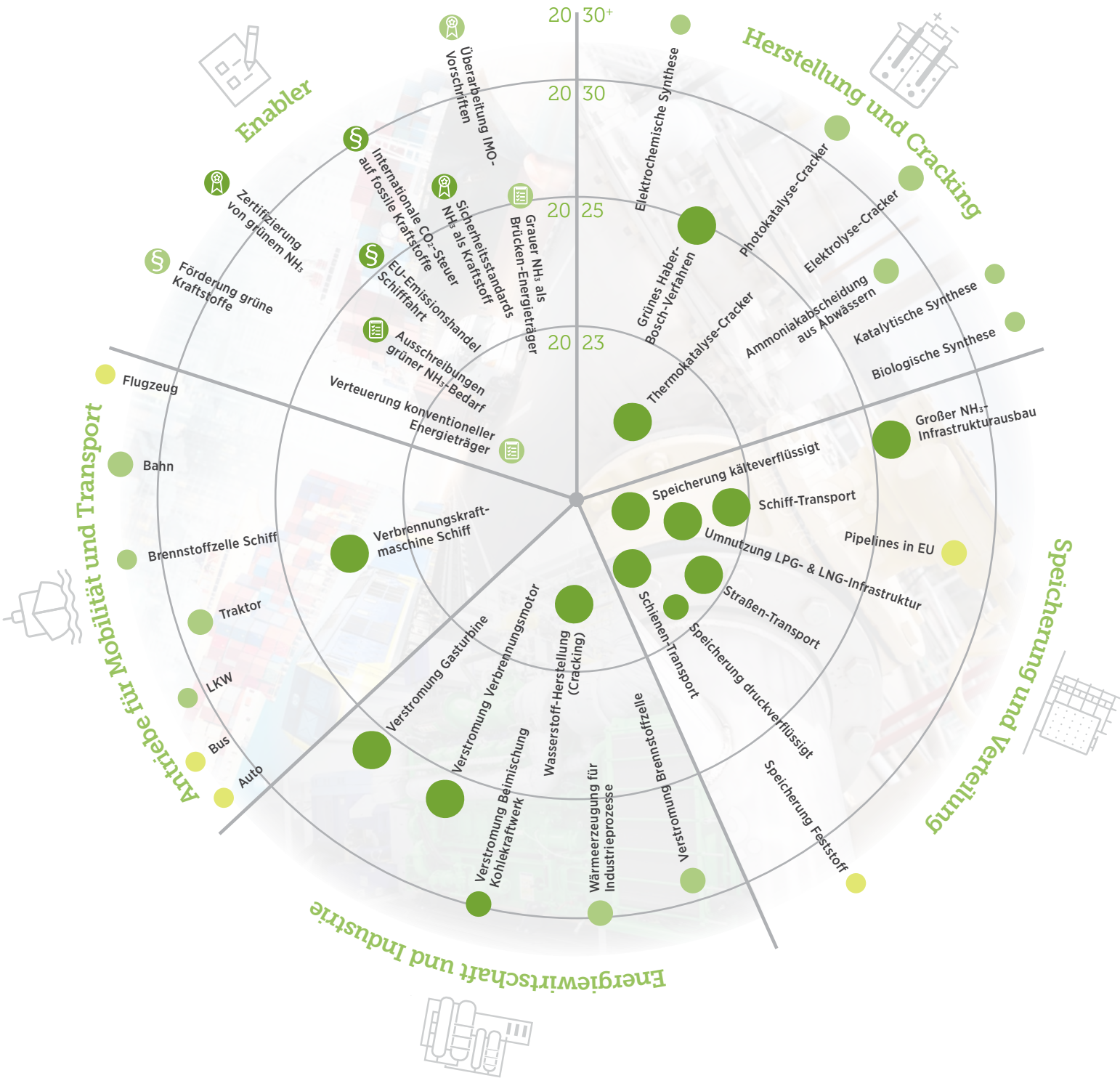
**Vergleich der Energieträger nach Eigenschaften**

Kraftstoff	Kraftstoffart	Treibhausgas-emissionen bei Energieumwandlung	Lokaler Umwelt-schaden bei Leckage	Vol. Heizwert [MJ/l]	Grav. Heizwert [MJ/kg]	Benötigtes Tank-volumen, in Vergleich zu Schweröl	Energieaufwand Speicherung
Schweröl	fossil	***	***	35	41	1	*
Liquefied Natural Gas (LNG)	fossil	***	*	22	50	1,6	***
Liquefied Petroleum Gas (LPG)	fossil	***	*	26	46	1,4	**
Diesel	fossil	***	***	35	43	1	*
Methanol	synthetisch	○ (a)	**	15	20	2,3	*
Wasserstoff (flüssig, -253°C)	synthetisch	○	*	9	120	4,2	****
Ammoniak (flüssig, -33°C)	synthetisch	○ (b)	***	14	19	2,8	**
Li+-Akku (grüner Strom)	Batterie	○	*** (bei Brand)	3	1	14	*

○ = potenziell klimaneutral, \* = gering, \*\* = mittel, \*\*\* = hoch, \*\*\*\* = sehr hoch  
 (a) = in Kombination mit CCS, (b) = bei Vermeidung von Lachgas-Emissionen durch Abgasnachbehandlung

# Radargrafik

Das Radar für grünes Ammoniak stellt die wichtigsten Faktoren in den Kategorien der Enabler, Herstellung und Cracking, Speicherung und Verteilung in verschiedenen Anwendungsfeldern dar. Dabei ist der Zeithorizont bis 2030 aufgetragen, darüber hinausgehende Abschätzungen sind mit großen Unsicherheiten behaftet. Neben der zeitlichen Einordnung der Markteinführung sind auch die Eintrittswahrscheinlichkeit und für Technologien deren Marktpotenzial dargestellt. Die Marktpotenziale können nach 2030 noch weiter steigen. Die Enabler sind in Gesetze, Standards und Rahmenbedingungen unterteilt.



Eintrittswahrscheinlichkeit



Potenzial für Unternehmen



- § Gesetze
- 🏆 Standards
- 📄 Rahmenbedingungen



# Enabler

Die zukünftige Marktentwicklung von grünem Ammoniak als Energieträger hängt neben technischen Innovationen maßgeblich von den rechtlichen, politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

Ende 2022 hat die EU beschlossen, auch die Schifffahrt in den **Europäischen Emissionshandel (EU-ETS)** aufzunehmen. Schiffsbetreiber müssen dadurch erstmalig für die Emissionen von Treibhausgasen bezahlen. Neben der Schifffahrt hat die EU ab 2027 eine **CO<sub>2</sub>-Steuer auf fossile Kraftstoffe** beschlossen, wodurch Ammoniak als Kraftstoff Anwendung für Bus, Bahn, LKW oder Traktoren finden könnte.

Auch **Förderungen für grüne Kraftstoffe** könnten etabliert werden. Voraussetzung für die breite Anwendung von Ammoniak als Treibstoff ist eine **Überarbeitung des IGC-Codes** der International Maritime Organization (IMO). Der IGC-Code beinhaltet eine internationale Sicherheitsvorschrift für

Schiffe, welche verflüssigte Gase als Massengut befördern. Diese Vorschrift schließt derzeit giftige Chemikalien wie Ammoniak als Kraftstoff generell aus.

In der Wirtschaft zeichnen sich die ersten klaren Signale für den Bedarf von grünem Ammoniak ab. So gibt es beispielsweise eine **Ausschreibung für grünen Ammoniak-Import** an nordeuropäischen Häfen mit einem Volumen von 360 Millionen Euro ab 2024 für 10 Jahre.

Nach einer weiteren aktuellen Absichtserklärung sollen jährlich eine Million Tonnen grünes Ammoniak an deutsche Energiekonzerne geliefert werden. Dies gibt den Ammoniak-Herstellern Abnahmesicherheit und motiviert zu Investitionen in Produktionsanlagen und Infrastruktur. Eine **Zertifizierung von grünem Ammoniak** würde den Abnehmern Herstellungssicherheit geben, wodurch sie diesen für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele einsetzen könnten.

*In der Wirtschaft zeichnen sich die ersten klaren Signale für den Bedarf von grünem Ammoniak ab.*

In der Gesellschaft ist Ammoniak als Energieträger oft noch gar nicht bekannt. Allgemein fördern die **Verknappung und Verteuerung von konventionellen Energieträgern** das Interesse an Alternativen.

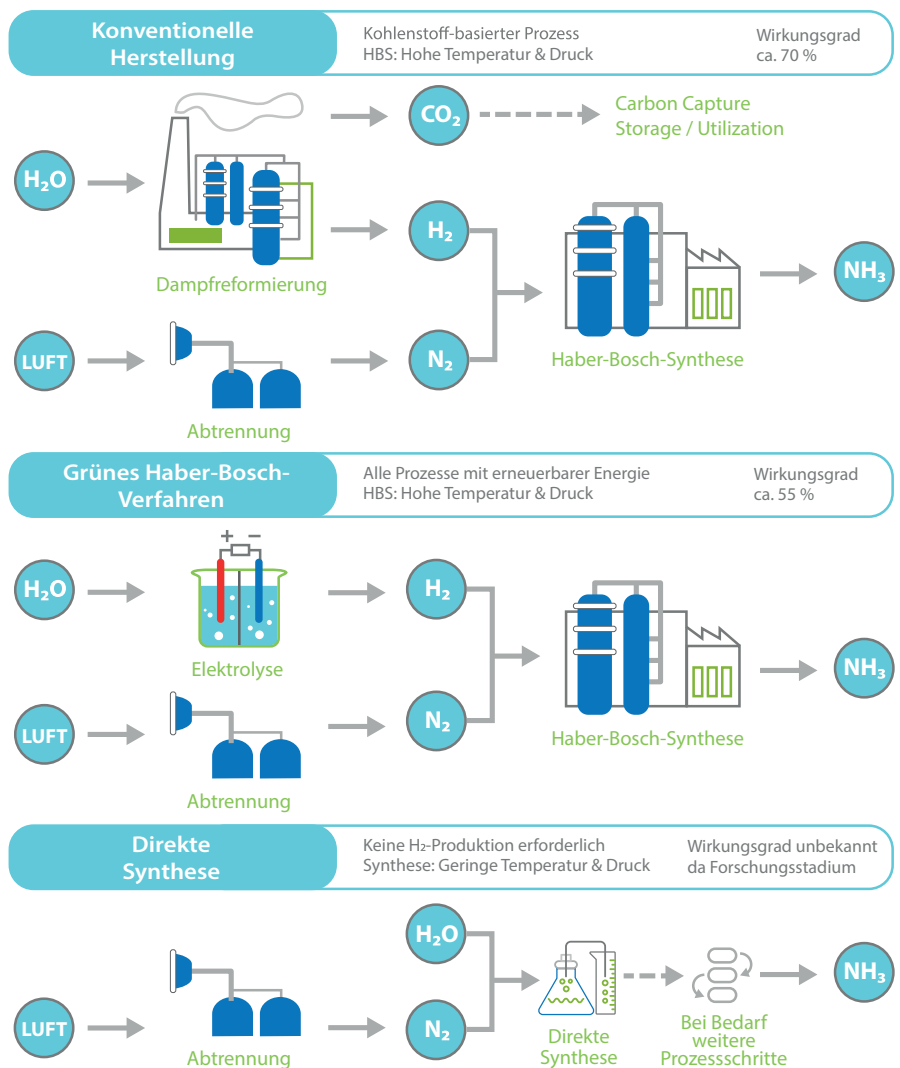
Durch die Nutzung von **grauem Ammoniak als Brücken-Energieträger** kann eine Infrastruktur aufgebaut werden, welche zukünftig auch mit **grünem Ammoniak** genutzt wird. Die aufgebauten Kapazitäten sollten sich am zukünftigen grünen Ammoniakpotenzial orientieren, um keine zusätzlichen Abhängigkeiten von fossilen Energieträgern zu schaffen.

# Herstellung und Cracking

Das bewährte Haber-Bosch-Verfahren zur Herstellung von Ammoniak basierend auf Erdgas hat einen sehr hohen Wirkungsgrad von etwa 70 %. Dazu wird einerseits Wasserstoff aus Erdgas gewonnen und andererseits Stickstoff aus der Luft abgetrennt. Beide Stoffe werden gemeinsam auf etwa 250 bar verdichtet und über 400 °C erhitzt, um an einem Katalysator zu Ammoniak zu reagieren.

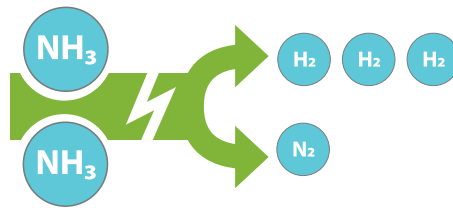
Bei einem vollständig **grünen Haber-Bosch-Verfahren** wird zuerst grüner Wasserstoff mittels Elektrolyse hergestellt. Die Stickstoffgewinnung und die **Haber-Bosch-Synthese** müssen mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Der Wirkungsgrad des Gesamtprozesses liegt mit etwa 55 % deutlich unter dem konventionellen Verfahren. Neben dem sehr hohen Energiebedarf ist zudem ein kontinuierlicher Prozess zum Schutz des Katalysators vorteilhaft. Somit ist der Betrieb mit volatilen erneuerbaren Energien ungünstig. Da die Haber-Bosch-Synthese bereits verfügbar ist, werden erste Produktionsstätten für grünes Ammoniak für 2025 angekündigt.

Alternative Verfahren können den Wirkungsgrad der grünen Ammoniakproduktion verbessern, befinden sich allerdings noch im Forschungsstadium. Sie fokussieren sich auf die Ammoniakherstellung direkt aus Luft bzw. Stickstoff und Wasser ohne den Umweg über Wasserstoff.



Vergleich Herstellungsverfahren Ammoniak

Ansätze zur **katalytischen Synthese** verfolgen die Verbesserung der katalytischen Materialien wie Samariumdiodid oder Molybdän oder einen Lithium-Träger-Prozess. Die **elektro-chemische Synthese** benötigt keine Katalysatoren und basiert wie die Wasserstoffherstellung auf einem Elektrolyse-Prozess. Es werden auch Ansätze auf **biologischer Basis** verfolgt. All diese Verfahren kommen ohne hohe Temperaturen und Drücke und vor allem ohne den Zwischenschritt der Wasserstoffherstellung aus. Der Energiebedarf dieser Verfahren im Vergleich zum Haber-Bosch-Verfahren ist nur um etwa 20 % reduziert, da andere energie-intensive Schritte notwendig werden, wie zum Beispiel die Abtrennung des Ammoniaks aus einer wässrigen Lösung. Eine weitere Herausforderung ist, die Herstellungsraten pro Zeit und pro Fläche zu verbessern, welche momentan



### Cracking: Gewinnung von Wasserstoff aus Ammoniak

Cracking beschreibt die Auftrennung von Ammoniak in seine Bestandteile, Wasserstoff und Stickstoff. Dies geschieht üblicherweise bei hohen Temperaturen und unter Verwendung von Katalysatoren (hoher

technischer und wirtschaftlicher Aufwand). Theoretisch entstehen bei vollständiger Auftrennung aus jedem Molekül Ammoniak drei Wasserstoffatome und ein Stickstoffatom. Bei unvollständigem Cracken ist der verbleibende Anteil Ammoniak im Produkt zu beachten.

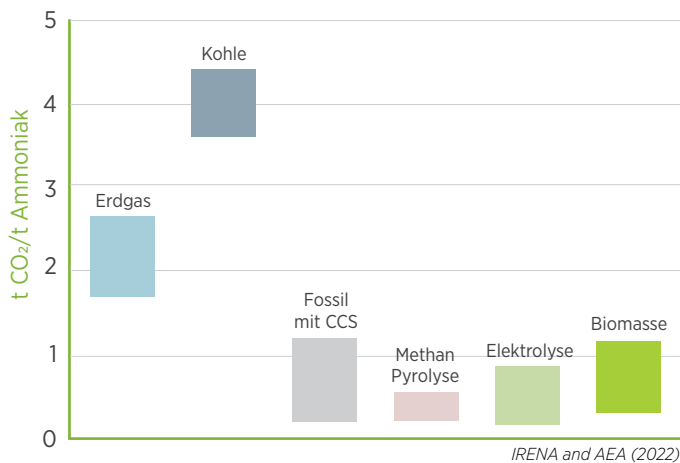
noch weit unter jener des Haber-Bosch-Verfahrens liegen. Trotzdem gibt es bereits Patente und erste Start-Ups in diesem Bereich.

Eine weitere bisher ungenutzte Quelle von Ammoniak sind Kläranlagen- und Industrieabwässer. Die **Abscheidungstechnologien aus Abwasser** befinden sich jedoch noch im Forschungsstadium.

Viele Anwendungen, wie bestimmte Brennstoffzellen, sind auf die Nutzung von Wasserstoff ausgelegt. Daher kann es notwendig sein, den Wasserstoff aus dem Energieträger Ammoniak abzuspalten. Dieses Verfahren wird als **Cracking des Ammoniaks** bezeichnet. Wenn bei der Nutzung des Wasserstoffs geringe

Restmengen des Ammoniaks durch unvollständiges Cracken nicht toleriert werden können, muss gegebenenfalls eine Gasreinigung nachgeschaltet werden. Es gibt allerdings auch Anwendungen, in denen das Ammoniak gezielt nur teilweise gecrackt wird und so ein Gemisch aus Ammoniak, Wasserstoff und Stickstoff entsteht.

In der Entwicklung von Cracking-Systemen liegt weiteres Innovationspotenzial bei neuen Katalysatormaterialien und bei der Membranseparation von Wasserstoff und Stickstoff. Neben der gängigen **Kupfer-Ruthenium-Thermokatalyse** wird beispielweise auch an der **Kupfer-Eisen-Photokatalyse** und an **Elektrolyse-Crackern** geforscht. Kleine Cracker-Anlagen haben bereits einen hohen Reifegrad und werden von verschiedenen Herstellern angeboten. Großanlagen für Mengen über 500 Tonnen pro Tag werden in den nächsten Jahren verfügbar sein.



Treibhausgasemissionen der Ammoniakproduktion aus verschiedenen Quellen

## Speicherung und Verteilung

Bei der Speicherung und Verteilung profitieren zukünftige Anwendungen von grünem Ammoniak derzeit noch von der bestehenden Infrastruktur für Handel und Transport von konventionellem Ammoniak. Bei der erwarteten Ausweitung der Ammoniakproduktion muss die Infrastruktur jedoch in Zukunft massiv ausgebaut werden. Darüber hinaus kann auch bestehende **Infrastruktur für Flüssiggas (LPG) und teilweise Flüssigerdgas (LNG) umgenutzt** werden.

Die **Speicherung von Ammoniak** ist deutlich weniger energieintensiv als jene von Wasserstoff. Im Gegensatz zu Wasserstoff muss Ammoniak bei Umgebungstemperatur lediglich auf > 10 bar verdichtet oder bei Umgebungsdruck auf -33°C abgekühlt werden, um verflüssigt zu werden. Es ist auch eine Kombination aus Druck- und Kaltverflüssigung möglich. Dadurch ist diese Technologie auch sicherer und weniger anfällig für Leckagen.

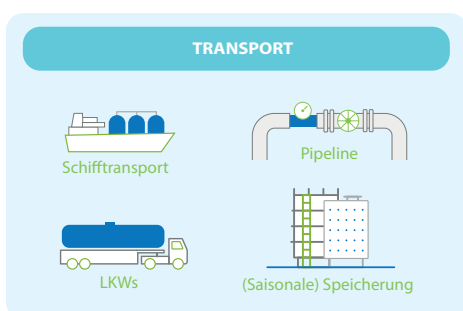
Für den Transport großer Mengen über weite Distanzen ist daher die **kaltverflüssigte Speicherung** vorteilhaft. Zur weiteren Sicherheitsverbesserung wird auch an **Feststoffspeichern** mit Metallamin-Komplexen geforscht.

Das Potenzial von Ammoniak als langfristiger Energiespeicher wird bereits demonstriert. Für die saisonale Speicherung sind die Kosten

**Die Speicherung von Ammoniak ist deutlich weniger energieintensiv als jene von Wasserstoff.**

bei Ammoniak geringer als bei Batterie speichern.

Ammoniak wird bereits über **Schiffs-, Straßen- und Schienenverkehr** verteilt. In Westeuropa werden jährlich per Zug 1,5 Millionen Tonnen, per Schiff weltweit 20 Millionen Tonnen Ammoniak transportiert. Die größten Mengen werden jedoch für den lokalen Bedarf produziert.

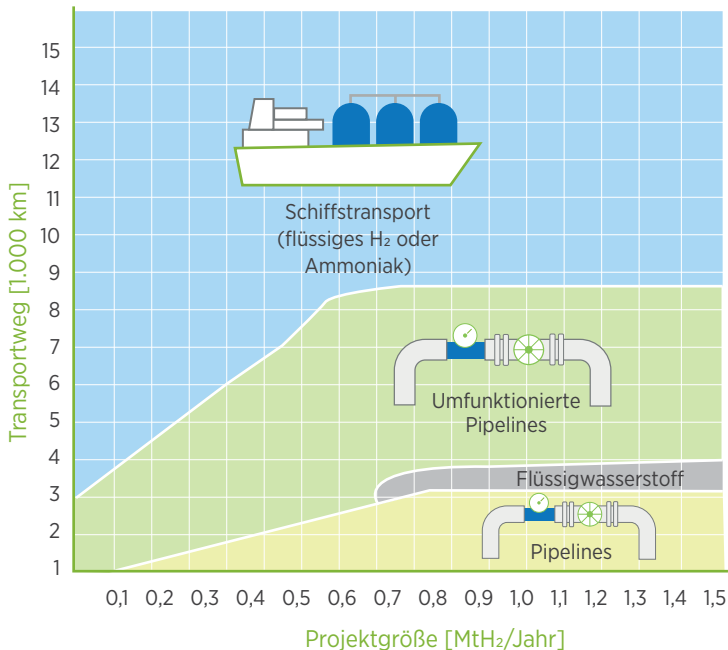


Basierend auf den angekündigten Exportmengen von Wasserstoff für 2026 (24 Mio. Tonnen) werden große Investitionen in die **Ammoniak-Infrastruktur** erwartet, da etwa 90 % des Wasserstoffs als Ammoniak transportiert werden sollen.

In Europa können existierende und geplante Import-Terminals für Ammoniak nur etwa ein Fünftel der 2030 geplanten Importmenge abdecken. Daher sind auch hier zeitnah große Investitionen in Import-Terminals und Cracking-Anlagen zu erwarten.

Der Import von grünem Ammoniak nach Europa aus sonnen- und windreichen Regionen könnte 2030 sogar kostengünstiger sein als lokale Produktion, wenn dieses direkt als Ammoniak genutzt und nicht zu Wasserstoff gecrackt wird.

Bei der Endnutzung von Wasserstoff könnte sich die direkte Verteilung von Wasserstoff durch Pipelines gegenüber einer vorherigen Umwandlung zu Ammoniak durchsetzen. Wenn keine Pipelines verfügbar sind, hängt der kostengünstigste Transport von Wasserstoff jedoch von der jeweiligen Projektgröße und Länge des Transportweges ab. Über kurze Strecken bietet sich der Transport in flüssiger Form am Schiff an, für lange Strecken ist die Umwandlung in Ammoniak für den Schiffs-transport vorteilhaft.



**Kostengünstigster Wasserstofftransportweg 2050 nach Projektgröße und Entfernung**



### Umwelt- und Sicherheitsaspekte

Ammoniak ist ein giftiges und korrosives Gas, welches bereits in geringen Konzentrationen zu Reizungen der Schleimhäute und Vergiftungen führt. Aufgrund des starken Geruchs sind Vergiftungen über die Atemwege eher selten. Wegen der hohen Löslichkeit in Wasser geht von Ammoniak ein sehr hohes Schadpotenzial für Lebewesen in Meeren und Flüssen aus, was bei der Verwendung als Kraftstoff für Schiffsmotoren relevant werden wird. Bei der Verbrennung von Ammoniak in Turbinen und Motoren werden Abgasnachbehandlungssysteme benötigt, die giftige Stickoxide und Ammoniakschlupf reduzieren. Weiterhin wird erwartet, dass bei der Verbrennung stark klimaschädliches Lachgas entsteht, welches ebenfalls reduziert werden muss. Ein weiterer Sicherheitsaspekt bei der energetischen Nutzung ist die Eignung aller verwendeten Materialien unter Ammoniak-Atmosphären hinsichtlich chemischer Stabilität und Korrosionsbeständigkeit.

## Energiewirtschaft und Industrie

Durch die dargestellten Vorteile von grünem Ammoniak als Energieträger wird dieses für die Energiewirtschaft und Industrie zunehmend relevanter. Zusätzlich wird erwartet, dass die Preise für Ammoniak aus erneuerbaren Energieträgern über die Jahre sinken werden. Die stoffliche Nutzung von grünem Ammoniak in der Industrie betrifft die bereits existierenden Anwendungsfälle wie Landwirtschaft und chemische Industrie.

Die **Verstromung** kann über Beimischung von bis zu 20 % Ammoniak in Kohlekraftwerken oder mit bis zu 100 % Ammoniak in Gasturbinen, **Brennstoffzellen oder in Verbrennungskraftmaschinen** erreicht werden.

Bestehende Prozesse, die elektrischen Strom nutzen, können durch die Rückverstromung von grünem Ammoniak auf nachhaltige Energie umgestellt werden.

Turbinen und Motoren müssen dabei nicht immer neu gebaut werden, sondern können

für den Betrieb mit Ammoniak nachgerüstet werden. Jedoch ist mit größeren Investitionen bezüglich der Motorkomponenten, der Abgasnachbehandlung und der Sicherheitstechnik zu rechnen. Durch die Verbrennung kann

grünes Ammoniak auch zur **Wärmeerzeugung für Industrieprozesse** genutzt werden. So plant ein deutscher Kupferdrahtproduzent eine Pilotphase, in der das eingesetzte Erdgas zu 20 % durch Ammoniak ersetzt wird.

### Fallbeispiel: Cracker-Blockheizkraftwerk



An der Forschungseinrichtung LEC GmbH – Large Engines Competence Center in Graz wird an der Nutzung von grünem Ammoniak für die maritime Mobilität und stationäre Energieversorgung geforscht. Gemeinsam mit einem OEM wird ein Großmotor im 1-MW-Bereich bis 2025 entwickelt, der mit teilweise gecracktem Ammoniak (NH<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>+N<sub>2</sub>) betrieben wird. Die Entwicklung umfasst das Blockheizkraftwerk, den Cracker, die Abgasnachbehandlung und die notwendige Sicherheitsausrüstung. Im Fokus steht dabei die Leistungsdichte, Optimierung des Wirkungsgrads und die Minimierung der Schadstoffemissionen.

# Mobilität und Transport

Analog zur Energiewirtschaft kann Ammoniak für den Betrieb verschiedenster Antriebstechnologien eingesetzt werden: Verbrennungskraftmaschinen, Turbinen und Brennstoffzellen. Die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen und der Ankündigungen aus der Industrie steigen und behandeln meist die Verwendung von Ammoniak in der **Verbrennungskraftmaschine**, besonders in der **Schifffahrt**.

**Lebenszyklusanalysen zufolge kann grünes Ammoniak im Idealfall bis zu 87 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu Schweröl reduzieren.**

Ammoniakbetriebene Schiffe in den verschiedensten Größen - vom Speedboot bis zum Frachtschiff - werden in den nächsten Jahren marktreif, die ersten Auslieferungen sind für 2024 angekündigt. Anfang 2022 umfassten bereits 12% der Verträge zum Schiffsneubau (gemessen an Tonnage) ammoniakbetriebene Schiffe.

Lebenszyklusanalysen zufolge kann grünes Ammoniak im Idealfall bis zu 87% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zu Schweröl reduzieren. Da Ammoniak selbst schwer entzündlich ist und langsam brennt, wird in der Verbrennungskraftmaschine ein weiterer Kraftstoff



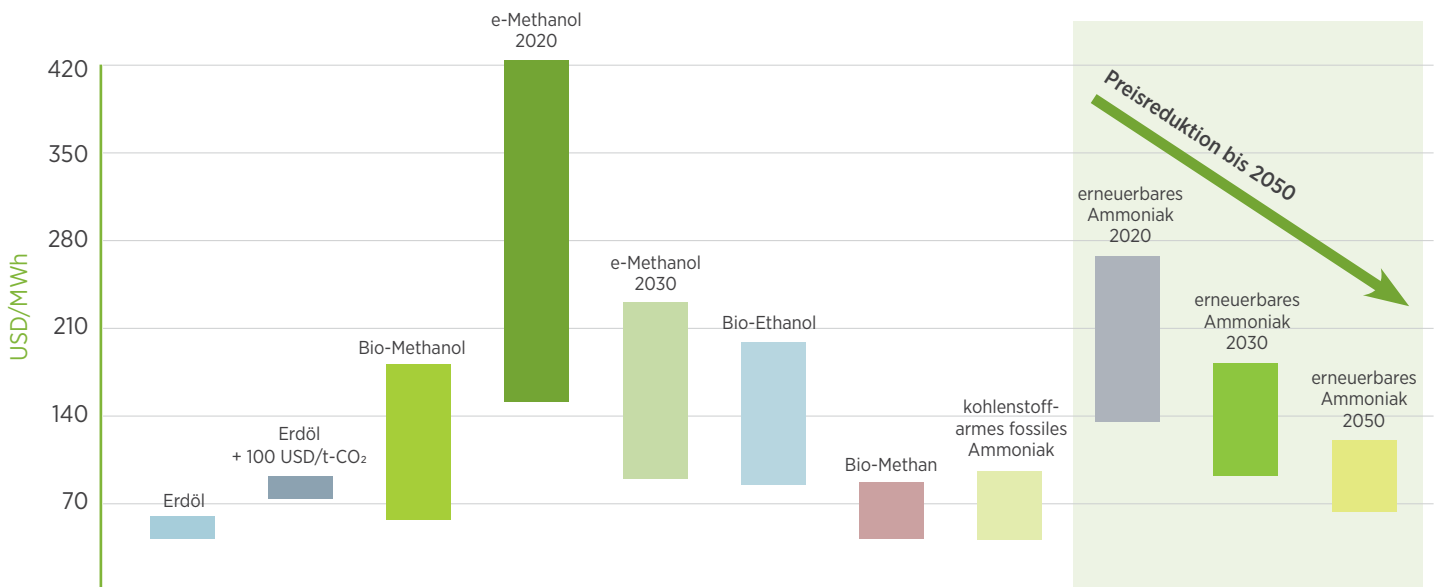
zur Beschleunigung der Verbrennung beigemischt. Für den mobilen Einsatz am Schiff wird das Ammoniak mit einem Diesel-Zündstrahl entzündet. Für andere Anwendungen bietet sich auch Wasserstoff als Verbrennungsbeschleuniger an, welcher direkt über das Cracken erzeugt werden kann. Aktuelle Forschungen deuten auf einen benötigten Cracking-Anteil von etwa 10% des Ammoniaks, wodurch der energetische Aufwand für das Cracken gering bleibt.

Bezüglich **Brennstoffzellen** existieren Konzepte sowohl mit ammoniakbetriebenen SOFC-Brennstoffzellen, als auch wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen mit vorgeschalteten, vollständigen Ammoniak-Crackern.

Neben der Schifffahrt gibt es auch Entwicklungen zur Nutzung von **Ammoniak als Kraftstoff für Straßen-, Schienen- und Luftfahrzeuge**. Im 19. Jahrhundert wurden bereits eine Straßenbahn in New Orleans, im 20. Jahrhundert Busse in Belgien und ein

NASA-Forschungsflugzeug mit Ammoniak betrieben. Momentan arbeiten mehrere Forschergruppen an ammoniakbetriebenen Traktoren. Zudem wurde 2013 ein Demonstrator eines ammoniakbetriebenen PKWs vorgestellt, Anfang 2023 ein LKW-Demonstrator mit On-Board-Cracker und Wasserstoff-Brennstoffzelle. Diesellokomotiven sollen in der kommenden Dekade auf Betrieb mit teilweise gecracktem Ammoniak umgerüstet werden, ebenso wie ein angekündigter Demonstrator für Flugzeuge. Diese Anwendungen befinden sich aber noch im Forschungs- oder frühen Entwicklungsstadium, die Markteinführung ist nach 2030 zu erwarten.

Für den großflächigen Einsatz als Kraftstoff für den Straßenverkehr eignet sich Ammoniak weniger, da weder die Bestandsflotte genutzt werden kann, noch eine Tank-Infrastruktur vorhanden ist.



IRENA and AEA (2022), Innovation Outlook: Renewable Ammonia

Vergleich von erneuerbarem Ammoniak mit anderen Treibstoffen, Preis pro Energieeinheit



# Ausblick und Zusammenfassung

Ammoniak ist in der Bevölkerung als zukünftiger Energieträger und Kraftstoff mit großem Potenzial noch weitgehend unbekannt. Trotzdem sind einige Entwicklungen bereits über die Forschungsphase fortgeschritten.

Die steigende Zahl an großen Investitionen von Regierungen in die Wasserstoffindustrie betreffen oft gleichermaßen grünes Ammoniak, da dieses als Wasserstoffträger verwendet wird. Ebenso bietet die beginnende Bepreisung von CO<sub>2</sub>-Emissionen in bisher unregulierten Sektoren starke Anreize zur Nutzung von grünem Ammoniak.

Für Herstellung, Cracking, Speicherung und Verteilung sind bereits einige notwendige Technologien vorhanden, es besteht aber noch Forschungsbedarf. Großtechnische Anlagen und Infrastruktur werden in den nächsten Jahren ausgebaut. Bis 2030 kann grünes Ammoniak sowohl in der Energiewirtschaft als auch in der Schifffahrt implementiert sein, bis 2050 kann sich der weltweite Ammoniakbedarf durch die neuen Nutzungsfelder mehr als verdreifachen. Bestehende Anwendungsfelder wie die Landwirtschaft und chemische Industrie können durch die Verwendung von grünem Ammoniak großflächig dekarbonisiert werden, weitere Anwendungsfelder werden nach einem Hochfahren der Produktionsmengen und ausreichend Angebot folgen.



Virtuelle Tour beim Large Engines Competence Center

## Kontakte für Ihren Umsetzungsstart

Unsere Cluster-Partner als Teil der Lösung, um Ihr Unternehmen bei der Umsetzung und Anwendung von grünem Ammoniak zu unterstützen. Entdecken Sie Produkte und Dienstleistungen auf der Green Tech Valley Solutions-Plattform:



### Large Engines Competence Center Igor Sauperl

Business Development Manager  
igor.sauperl@lec.tugraz.at  
www.lec.at

### AEE - Institut für Nachhaltige Technologien Christian Platzer

Arbeitsschwerpunkte:  
Closed loop recycling, Membrandestillation  
c.platzer@aee.at  
www.aee-intec.at

Green Tech Valley Cluster GmbH  
Waagner-Biro-Straße 100, 8020 Graz  
+43 316/40 77 44, welcome@greentech.at  
www.greentech.at

### INNIO Susanne Reichelt

Global Media Relations Leader  
susanne.reichelt@innio.com  
www.innio.com/de

### Linde Gas GmbH Jutta Jackstadt

Communications Manager  
utta.jackstadt@linde.com  
https://www.linde-gas.at/de



Ausgearbeitet von Marc Klawitter, Gerhard Pirker, Igor Sauperl und Clemens Göbnitzer (Large Engines Competence Center) gemeinsam mit Markus Simbürger (Green Tech Valley Cluster).