



## Wasserstoff – ein Zukunftsthema der beruflichen Bildung im Kontext der Energiewende

### Transformation in der Chemie- und Raffinerieindustrie: Die Berufe sind fit!

Die Dekarbonisierung der Produktionsketten in der Chemie- und Raffinerieindustrie mittels grünen Wasserstoffs erfordert beträchtliche Investitionen in die Erforschung und Entwicklung von Produkten und Produktionsverfahren sowie in den Bau neuer Produktionsanlagen, zum Teil an veränderten Standorten.

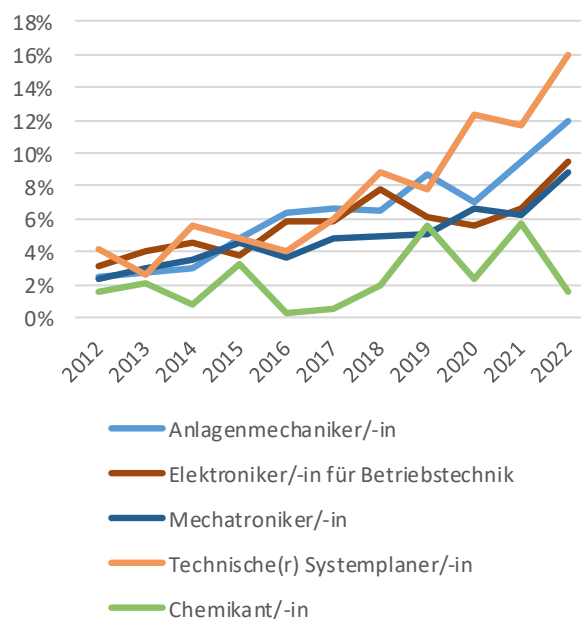
Die Arbeitsprozesse von Fachkräften werden sich jedoch nicht grundlegend ändern, da sich die technischen Neuerungen im Spektrum der üblichen chemischen Verfahrenstechnik bewegen. Wasserstoff wurde zum Beispiel bei der Herstellung von Ammoniak mittels Haber-Bosch-Verfahren bereits vor 100 Jahren in der chemischen Industrie verarbeitet. Auch der heutige Einsatz von grünem Wasserstoff macht in diesem Sektor keine Anpassung der Ausbildungsberufe und Qualifikationsstrategien notwendig.

### Fachkräftenachwuchs, ein kritischer Faktor für die Transformation

Die Herausforderungen der Transformation in der Chemie- und Raffinerieindustrie hin zum Einsatz von grünem Wasserstoff verdeutlichen jedoch die hohe Bedeutung der einschlägigen gewerblich-technischen Ausbildungsberufe für die Dekarbonisierung der Wirtschaft. Fachkräfte sind unabdingbar beim Planen und Entwickeln, Errichten, Überprüfen und Inbetriebnehmen, Betreiben, Instandhalten sowie Überwachen der Sicherheit von Anlagen und Infrastruktur. Ohne sie kann der Umbau hin zu grünem Wasserstoff nicht gelingen. Gerade neue und wachsende Standorte benötigen vorausschauende Personalentwicklung und Berufsausbildung.

Der demografische Wandel droht für den technologischen Umbau der Chemie und der Raffinerien zum Hemmnis zu werden. Denn durch ihn scheiden jährlich deutlich mehr Menschen aus dem Arbeitsmarkt aus als junge Menschen eintreten. Ausbildungsplätze entscheidender Berufe bleiben unbesetzt.

In diesem Zusammenhang könnte Wasserstoff als Unterrichtsthema schon in den allgemeinbildenden Schulen die Bedeutung von gewerblich-technischen Berufen für eine nachhaltige Energie- und Rohstoffwende hervorheben und somit die Attraktivität von Ausbildungsberufen steigern. Von einem solchen Beitrag zum dringend benötigten Fachkräftenachwuchs könnte der Raffinerie- und Chemiesektor stark profitieren.



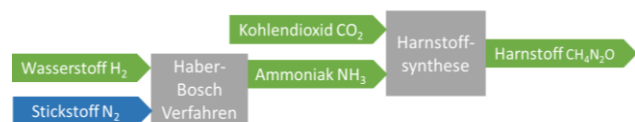
### Unbesetzte Ausbildungsplätze exemplarischer „Wasserstoff“-Berufe (BIBB-Erhebung zum 30.09.2022, eigene Berechnung)

Berufe, die in der Chemieindustrie mit Wasserstoff in Berührung kommen, sind etwa: Anlagenmechaniker/-in, Elektroniker/-in für Betriebstechnik, Mechatroniker/-in, Technischer Systemplaner / Technische Systemplanerin und Chemikant/-in. Sie machen die Vielschichtigkeit von zukünftigen Energie- und Rohstoffsystemen und die Herausforderungen der Umsetzung von Dekarbonisierungsprozessen erlebbar.

## Dekarbonisierungspfade mittels Wasserstoff in der Chemie- und Raffinerieindustrie

Die Chemie- und die Raffinerieindustrie sind bedeutsame Emittenten von CO<sub>2</sub>. Die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes kann jedoch nicht allein durch die Elektrifizierung erreicht werden, da Erdöl und Erdgas nicht nur Energieträger, sondern auch grundlegende Rohstoffe für eine Vielzahl von Produkten sind. Das Ersetzen von Erdöl und Erdgas durch regenerativ erzeugten (grünen) Wasserstoff ist hierbei oft die einzige Alternative und erfordert die Anpassung bestehender sowie die Entwicklung neuer Produktionsprozesse. Wasserstoff spielt vor allem bei der Synthese des Grundstoffs Ammoniak (NH<sub>3</sub>) eine wichtige Rolle und kann potentiell bei der Herstellung von Methanol (CH<sub>4</sub>O) und synthetischem Naphtha (Rohbenzin) fossile Rohstoffe ersetzen. Dies betrifft Produktgruppen wie Kunstdünger, Kraftstoffe und Kunststoff.

**Ammoniak** (NH<sub>3</sub>) ist der Ausgangsstoff für die Produktion von Harnstoff und Düngemitteln. Wenn bei der Ammoniaksynthese grüner Wasserstoff anstelle von erdgasbasiertem (grauem) Wasserstoff verwendet wird, können die prozess- und nutzungsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden.



### Ammoniaksynthese/Harnstoffsynthese mittels grünen Wasserstoffs (stark vereinfachte Darstellung)

**Methanol** (CH<sub>4</sub>O) ist ein wichtiger chemischer Rohstoff und kann als Energieträger genutzt werden. Bei der Methanolsynthese kann grüner Wasserstoff die konventionell genutzten fossilen Rohstoffe wie Schweröl oder Erdgas ersetzen. Methanol auf Basis von grünem Wasserstoff kann für die Herstellung von Kunststoffen und synthetischen Kraftstoffen verwendet werden.



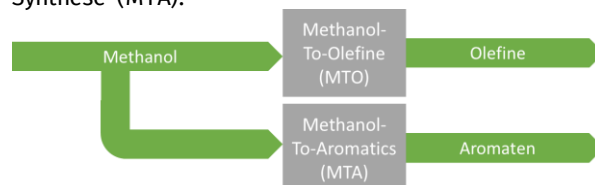
### Methanolsynthese mittels grünen Wasserstoffs (stark vereinfachte Darstellung)

**Kunststoffe** sind eine wichtige Produktgruppe in der Chemieindustrie. Bei der Kunststoffproduktion wird zunächst Rohöl zu Naphtha verarbeitet. Mittels Dampf wird das Naphtha in sogenannten Steamcrackern zu Olefinen und Aromaten aufgespalten. Olefine und Aromaten sind chemische Grundbausteine wie zum Beispiel die Monomere Ethen oder Propylen, aus denen die Kunststoffe (Polymere) Polyethylen und Polypropylen zusammengesetzt werden. Mittels Fischer-Tropsch-Synthese können Wasserstoff und Kohlenmonoxid zu synthetischem Naphtha verarbeitet werden, welches Rohöl als Ausgangsstoff ersetzt.



### Synthese von Olefinen und Aromaten über die Fischer-Tropsch-Synthese (stark vereinfachte Darstellung)

Anstelle von Naphtha kann auch **wasserstoffbasiertes Methanol** zur Herstellung von Olefinen und Aromaten eingesetzt werden, um fossile Ausgangsstoffe zu ersetzen. Die Verfahren hierzu sind die Methanol-to-Olefin-Synthese (MTO) oder die Methanol-to-Aromatics-Synthese (MTA).



### Synthese von Olefinen und Aromaten über Methanol-Route (stark vereinfachte Darstellung)

**Synthetische Kraftstoffe** ohne fossile Ausgangsstoffe können mittels synthetischen Naphthas oder Methanol erzeugt werden. Hierzu wird Methanol zum Beispiel zu Dimethylether (DME), Benzin oder Kerosin umgewandelt. Methanol kann zudem konventionellen Kraftstoffen beigemischt und in Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Jedoch sind hierfür Anpassungen am Motor erforderlich.

Weitere Informationen: [BIBB-Sektoranalyse Chemie- und Raffinerieindustrie \(PDF\)](#)



Weitere Informationen über H2PRO finden Sie hier:  
[www.bibb.de/de/153294.php](http://www.bibb.de/de/153294.php)

Projektkontakt:  
Thomas Felkl/Dr. Gert Zinke  
[thomas.felkl@bibb.de](mailto:thomas.felkl@bibb.de)/[zinke@bibb.de](mailto:zinke@bibb.de)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Bundesinstitut für  
Berufsbildung