



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Nationales Metrologieinstitut

The chemical symbol for hydrogen, H_2 , is displayed in a large, bold, blue font. It is positioned on the right side of the image, overlaid on a white cylindrical component of a hydrogen storage or distribution system. The background of the entire page is a photograph of such industrial equipment in an outdoor setting, with a modern building and a wind turbine visible in the distance under a clear sky.

Wasserstoffstrategie der PTB

Metrologie und Sicherheitstechnik für Wasserstofftechnologien

Inhaltsverzeichnis



I. Einleitung	1
II. Ziele der PTB im Bereich Wasserstoff	2
III. Strategische Kompetenzerweiterungen und Maßnahmen zum Erreichen der Ziele	3
III.1 Forschung und Entwicklung	4
III.2 Wissenschaftlich-technische Kalibrierdienstleistungen	5
III.3 Konformitätsbewertungen	5
III.4 Beratung und Technologietransfer	6
III.5 Systemische Kompetenzen: H ₂ -Plattform	7
IV. Zusammenfassung und Ausblick	8

I. Einleitung



Die zentrale Herausforderung angesichts der Klima- und Energiekrise besteht darin, eine nachhaltige Alternative zu den derzeit noch eingesetzten fossilen Energieträgern zu finden. Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), das nationale Metrologieinstitut Deutschlands, setzt sich aktiv für erneuerbare Energien und Klimaschutzmaßnahmen ein und bekennt sich zu den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen¹. Dabei unterstützt sie alle Akteure – von der Industrie über die Politik bis zum Verbraucher – in dem Transformationsprozess hin zu einer sicheren, nachhaltigen und wirtschaftlich erfolgreichen Zukunft.

Der Schlüssel zum Erfolg der Energiewende liegt nicht nur im verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien, sondern auch darin, die Schwankungen der regenerativen Stromerzeugung durch effektive Speicher- und Transportlösungen sowie durch Sektorkopplung auszugleichen. Hierbei spielt Wasserstoff eine entscheidende Rolle, um eine verlässliche Versorgung industrieller, öffentlicher und privater Abnehmer mit klimaneutraler Energie zu gewährleisten. Der Ausbau der Wasserstoffwirtschaft hat neben dem Klimaschutz auch eine sicherheitspolitische Bedeutung: Er unterstützt die Diversifizierung von Energieträgern und Energieimporten und trägt so zur deutschen Energieversorgungssicherheit bei.

Mit der im Juli 2023 beschlossenen Fortschreibung der nationalen Wasserstoffstrategie NWS 2023² unterstreicht die deutsche Bundesregierung ihr Vorhaben, Wasserstoff als Energieträger

der Zukunft zu etablieren. Durch die darin formulierten verstärkenden Maßnahmen werden die Ziele der NWS schneller erreichbar und der Markthochlauf von Wasserstoff weiter beschleunigt. Der Nationale Wasserstoffrat NWR, der die Arbeit der Bundesregierung beratend unterstützt, begrüßt die Fortschreibung der NWS, um die führende Position Deutschlands für Wasserstofftechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu sichern. Weitergehend empfiehlt der NWR jedoch, ein verlässliches regulatorisches Umfeld einschließlich eines Normungssystems, Sicherheitsstandards sowie die Etablierung einer Herkunftszertifizierung für Wasserstoff und seine Derivate einzuführen³. Denn ohne verlässliche Qualitäts- und Sicherheitsstandards wird ein marktgerechter Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft nicht gelingen.

Hier kann die PTB mit ihrer Kernkompetenz des genauen Messens den Ausbau des Wasserstoffsektors aktiv vorantreiben und stellt dabei die Umsetzung der nationalen Wasserstoffstrategie sicher. Verlässliche Messungen sind die Voraussetzung für Sicherheit, Effizienz, Verbraucherschutz und Akzeptanz in der Gesellschaft. Somit übernimmt die Metrologie eine Schlüsselrolle für die Energiewende und trägt dazu bei, die Transformationsprozesse im Wasserstoffsektor zu beschleunigen.

Um den technologischen Entwicklungen der Wasserstoffwirtschaft metrologisch und sicherheitstechnisch den Weg zu bereiten, nutzt die PTB ihre Expertise aus verschiedenen Fachdisziplinen und bildet dadurch ein umfassendes Netzwerk rund um das Thema Wasserstoff. Das so gewonnene Know-how trägt die PTB zusammen mit ihren Partnerinstitutionen in die relevanten Gremien. Die hier vorliegende Wasserstoffstrategie der PTB zeigt die Ziele und die dazu benötigten Maßnahmen auf und dient dazu, einen metrologischen und sicherheitstechnischen Handlungsrahmen zu schaffen.

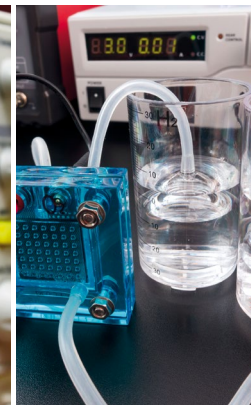
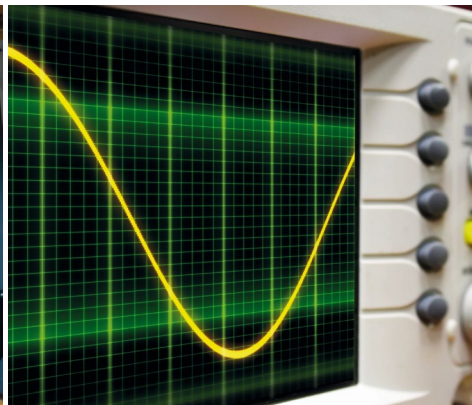
¹ Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen, <https://unric.org/de/17ziele/>

² Fortschreibung der nationalen Wasserstoffstrategie, 2023, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschreibung-nationale-wasserstoffstrategie.html>

³ https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2023/2023-07-24-NWR_Stellungnahme_Fortschreibung-der-NWS.pdf



II. Ziele der PTB im Bereich Wasserstoff



Welche Qualitätsinfrastruktur braucht Deutschland, um den Markterfolg einer Wasserstoffwirtschaft zu ermöglichen und den Markthochlauf zu beschleunigen? Gemeinsam mit ihren Stakeholdern hat die PTB Lösungen aus metrologischer und sicherheitstechnischer Sicht erarbeitet. Bei diesem Prozess wurden fünf wesentliche Ziele für die PTB identifiziert:

Ziel 1: Qualität – Standards und Messtechnik für die Wasserstoffqualität etablieren

Um die Qualität von Wasserstoff im internationalen Handel sicherzustellen, bedarf es Normen und Standards sowie anerkannter Messtechnik und -methodik. Diese umfassen neben der Bestimmung stofflicher Eigenschaften (wie zum Beispiel der Reinheit) auch messtechnische Untersuchungen, um Angaben zur Herkunft des Wasserstoffs zu validieren. Die PTB hat sich zum Ziel gesetzt, die Qualitätsstandards für Wasserstoff durch die Entwicklung neuer metrologischer Verfahren aufzubauen. Dadurch sollen zukünftig die Stoffeigenschaften und die Herkunft des Wasserstoffs anhand von anwendungsnahen Regeln und Lösungen fundiert gemessen werden. Damit werden die Stakeholderbedarfe in puncto Wasserstoffqualität für die jeweiligen Anwendungen sichergestellt.

Ziel 2: Sicherheit – Wasserstofftechnologien von der Erzeugung bis zum Verbrauch sicher machen

Aufgrund der besonderen physikalischen und chemischen Eigenschaften von Wasserstoff muss ein hohes Sicherheitsniveau in der Anwendung etabliert werden – bei der Erzeugung von Wasserstoff, seinem Transport im Gasnetz, bei industriellen Prozessen, aber auch an der Tankstelle. Wissenschaftlich akzeptierte und regulatorisch verankerte Bewertungskriterien

sowie international standardisierte Verfahren tragen maßgeblich zur Sicherheit von Wasserstofftechnologien und somit zum Vertrauen der Gesellschaft in die neue Technologie bei. Die PTB verfolgt das Ziel, einen sicheren Umgang mit Wasserstoff entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu gewährleisten. Dazu baut sie eine sicherheitstechnische Infrastruktur für Wasserstoffanwendungen auf und entwickelt Prüfverfahren sowie Normen im Explosionsschutz.

Ziel 3: Abrechnungsgerechtigkeit – Faire Abrechnung bei der Wasserstoffanwendung gewährleisten

Die Umstellung der existierenden Messinfrastruktur zur Abrechnung von gasförmigen, fossilen Energieträgern auf hohe Anteile von Wasserstoff, z. B. im Erdgasnetz, erfordert die Entwicklung und Validierung neuer Verfahren, um Gasmengen und Gaseigenschaften zur Quantifizierung der Energie- oder Stoffmenge korrekt und verlässlich zu messen. Für eine marktgerechte Etablierung von Wasserstofftechnologien ist eine eichrechtskonforme Abrechnung auf der Basis dieser Messverfahren erforderlich. Ein wesentliches Ziel der PTB ist es deshalb, die Abrechnungsgenauigkeit und Konformität nach dem Mess- und Eichgesetz in der Wasserstoffanwendung zu garantieren. So wird die Abrechnungsgerechtigkeit im Handel, aber auch für Verbraucherinnen und Verbraucher sichergestellt.

Ziel 4: Wissenstransfer – Wissen weitergeben und gesellschaftliche Akzeptanz schaffen

Der Ausbau von Wasserstofftechnologien erfordert Fachwissen aus verschiedenen Disziplinen. Er kann in der gebotenen Ge-

schwindigkeit nur mithilfe von Kooperationen gelingen. Diese finden national, aber auch international statt, z. B. in Form von Projekten im internationalen Umfeld der Energiepartnerschaften. Als Expertin für das genaue Messen setzt sich die PTB das Ziel, ihr auf eigenständiger metrologischer Forschung basierendes mess- und sicherheitstechnisches Know-how weiterzugeben. Dabei nutzt die PTB ihre Aktivitäten in nationalen und internationalen wissenschaftlichen Communities, Verbänden, Gremien und Netzwerken als Impulsgeber zur Umsetzung ihrer Erkenntnisse in das Regelwerk.

Darüber hinaus engagiert sich die PTB im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) in der internationalen technischen Zusammenarbeit für die Wasserstoffwirtschaft. Sie berät und unterstützt unter anderem beim Aufbau von Wasserstoff-Qualitätsinfrastruktur in Ländern des globalen Südens, um den internationalen Handel zu stärken.

Ziel 5: Innovationsförderung – Technologieentwicklung für Wasserstoffanwendungen stärken

Durch die rasante Entwicklung von Technologien im Wasserstoffsektor erwächst ein erhöhter Bedarf an neuer Mess- und Sicherheitstechnik. Die Überführung neuer Technologien in die Anwendung muss dabei kontinuierlich begleitet werden, damit ein fairer Handel und sicherer Umgang von und mit Wasserstoff möglich sind. Aber auch bei der Bestimmung von Wirkungsgraden mit dem Ziel, die Effizienz von Prozessen und Technologien zu steigern, spielt die Metrologie eine große Rolle und trägt dabei zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit bei. Mit dem Ziel der Innovationsförderung soll die Nutzung der gemeinsam mit den Partnern erzielten Ergebnisse zur Produktentwicklung oder zur Ausgründung neuer Unternehmen unterstützt werden. Damit stärkt die PTB aktiv die Technologieentwicklung für Wasserstoffanwendungen.

III. Strategische Kompetenzerweiterungen und Maßnahmen zum Erreichen der Ziele

Bereits heute bietet die PTB in Bezug auf die physikalischen Messgrößen des Wasserstoffs umfangreiche mess- und sicherheitstechnische Expertise an. Um die in Abschnitt II definierten Ziele zu erreichen und somit den zügigen Ausbau der Wasserstoffindustrie zu ermöglichen, steht die PTB in engem Austausch mit ihren Stakeholdern aus Industrie, Verbänden, Regelsetzung und Normung, Forschung und Politik und erweitert ihre Kompetenzen kontinuierlich. Gemeinsam mit diesen Akteuren plant sie eine nachhaltige Qualitätsinfrastruktur und unterstützt auch künftige Wasserstoff-Erzeugerländer beim Aufbau geeigneter Strukturen.

Für den Zeitraum 2024–2035 leiten sich aus den so ermittelten metrologischen Bedarfen in den folgenden Handlungsfeldern Maßnahmen ab:



Forschung und Entwicklung



Wissenschaftlich-technische Kalibrierdienstleistungen



Konformitätsbewertungen



Beratung und Technologietransfer



Systemische Kompetenzen: H₂-Plattform

Die Maßnahmen der PTB sehen sowohl die Erweiterung ihrer Kompetenzen in einzelnen Disziplinen vor als auch die systemische Betrachtung von Wasserstoff in einem integrierten Energiesystem. Durch den Ausbau systemischer Kompetenzen im Wasserstoffbereich soll die Sektorkopplung unter metrologischen und sicherheitstechnischen Gesichtspunkten anwendungsnah betrachtet werden. Dies erfolgt durch den Aufbau einer H₂-Plattform, die diese systemische Betrachtung erstmalig erlaubt. Damit wird eine ganzheitliche Bearbeitung von mess- und sicherheitstechnischen Herausforderungen in der Wasserstoff-Wertschöpfungskette sowie die Entwicklung bedarfsorientierter Dienstleistungen ermöglicht. Die H₂-Plattform bildet dabei das Fundament für ein zukünftiges Kompetenzzentrum Wasserstoff in der PTB, in dem sämtliches Fachwissen im Bereich Wasserstoff gebündelt wird.

Die Maßnahmen werden jeweils zu Beginn des Maßnahmenzeitplans in ihrer Umsetzung und ihrem Ressourcenbedarf konkret ausgestaltet. Dabei ist es das Ziel, nationale und internationale Forschungsförderung sowie Fördermittel der Länder und des Bundes zu beantragen und für die Maßnahmen prioritär einzusetzen.

Im Folgenden werden die Maßnahmen entlang der Handlungsfelder vorgestellt und mit den Zielen aus Abschnitt II verknüpft.

III.1 Forschung und Entwicklung



Die PTB betreibt eigenständige metrologische Forschung – rund 70 Prozent ihrer Ressourcen wandern in diesen Bereich – und ist kompetente Partnerin in nationalen und europäischen Projekten. So entwickelt sie auch bei Wasserstoffthemen durch eigene Forschung neue bedarfsorientierte Dienstleistungen und baut ihre etablierten metrologischen und sicherheitstechnischen Kompetenzen für die Wasserstoffanwendung weiter aus. In den Jahren 2024–2035 sind nachfolgende Maßnahmen im Bereich Forschung und Entwicklung für Wasserstofftechnologien vorgesehen. Die adressierten Ziele der einzelnen Maßnahmen sind in blauer Schrift aufgeführt.

Qualität, Abrechnungsgerechtigkeit und Innovationsförderung

Messtechnische Bestimmung der Wasserstoffherkunft

Zur Bestimmung der Herkunft und der Erzeugungsart („Farbe“) von Wasserstoff sind neben Zertifizierungsverfahren auch Messmethoden erforderlich. Für die messtechnische Validierung von Herkunftsangaben forscht die PTB an Konzepten für SI-rückgeführte Methoden sowie deren Umsetzung. Damit will sie bis 2029 einen Beitrag zur Unterscheidung von grünem und grauem Wasserstoff leisten.

Sicherheit und Innovationsförderung

Reaktionskinetik

Der sichere Umgang mit Wasserstoff erfordert ein metrologisches Verständnis der Reaktionskinetik. Wichtige Reaktionsparameter werden in der PTB unter verschiedenen Bedingungen (wie z. B. bei der Nutzung in Verbrennungsmotoren oder in Brennstoffzellen) rückführbar gemessen, berechnet und bewertet. Die PTB beabsichtigt bis 2029 für Wasserstoff Referenzdaten zu erheben.

Sicherheit

Zustandsverhalten von Wasserstoff und seiner Gasgemische

Für den sicheren Transport und eine sichere Speicherung muss das chemisch-physikalische Verhalten von Wasserstoff und seiner Gemische auch unter Prozessbedingungen, wie z. B. unter hohem Druck, bekannt sein. Die PTB baut ihre Präzisionsmessplätze aus, um ein besseres Verständnis darüber zu gewinnen, wie sich Wasserstoff verhält. Dieses Verhalten wird mittels sogenannter Virialgleichungen beschrieben. Die Bereitstellung der Messergebnisse zur Erstellung genauerer Virialgleichungen von Wasserstoff und seiner Gemische mit Methan ist ab 2027 geplant.

Abrechnungsgerechtigkeit und Innovationsförderung

LOHC-Flüssigkeitseigenschaften

LOHC (engl. Liquified Organic Hydrogen Carrier) gelten als vielversprechende und zukunftsfähige Wasserstoff-Langzeitspeicher. Die PTB weitet ihre metrologische Infrastruktur aus, um LOHC-Flüssigkeitseigenschaften wie Dichte und Viskosität möglichst bis 2029 rückgeführt messen zu können.

Sicherheit und Innovationsförderung

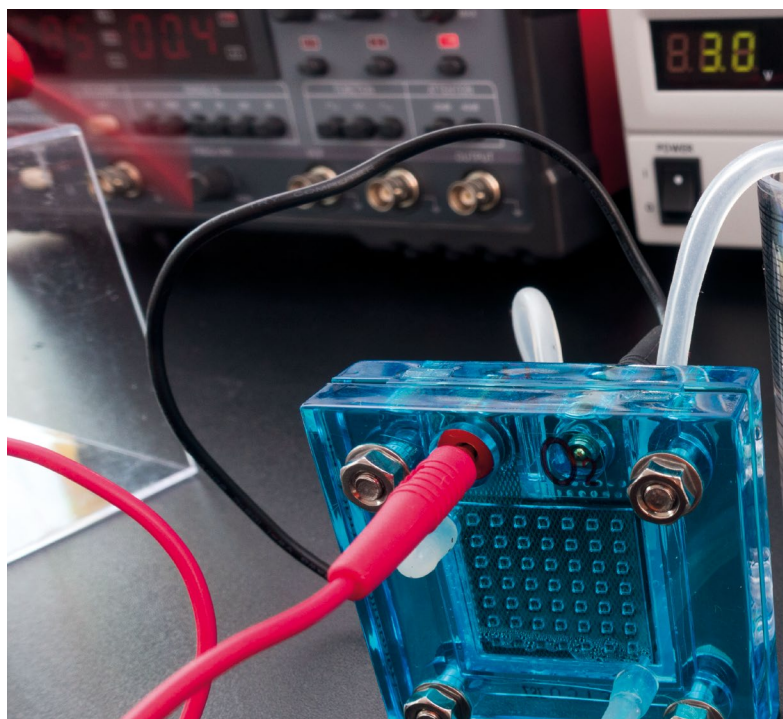
Alternative Temperatursensoren für flüssigen Wasserstoff (LH₂)

Für eine genaue und sichere Temperaturmessung in explosionsgeschützten Bereichen – wie bei der Lagerung von Wasserstoff – entwickelt, prüft oder bewertet die PTB neuartige Thermometer, beispielsweise basierend auf faseroptischen Temperatursensoren. Deren Erprobung soll ab 2024 stattfinden.

Qualität und Abrechnungsgerechtigkeit

Reinheitsanalytik

Die Qualitätsanforderungen beim Einsatz von Wasserstoff, z. B. als Kraftstoff oder für Brennstoffzellen, erfordert die genaue Quantifizierung des Wasserstoffs und die Bestimmung von Spurenverunreinigungen. Die PTB strebt an, ihre Gasanalytik bis 2029 um geeignete Messmethoden für Wasserstoff zu erweitern.



III.2 Wissenschaftlich-technische Kalibrierdienstleistungen



Zur Sicherstellung staatlicher Schutzziele (wie Verbraucher-, Umwelt- und Arbeitsschutz) sowie als Dienstleistung für die Wirtschaft bietet die PTB wissenschaftlich-technische Kalibrierdienstleistungen auf Basis etablierter Rückführungsketten auf die SI-Einheiten sowie Weiterentwicklung von Messtechnik an. Für Wasserstofftechnologien stellt die PTB vielfältige Dienstleistungen bereit und baut sie für den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft weiter aus. Die folgenden Maßnahmen für Dienstleistungen sind in den Jahren 2024–2035 geplant. Diese verfolgen die in blauer Schrift dargestellten Ziele.

Sicherheit

Leckratenbestimmung

Anwendungen zur Speicherung und zum Transport von Wasserstoff bringen neue Herausforderungen bei der Dichtheitsprüfung mit sich. Die PTB baut ihre Kalibrierdienstleistungen für die Leckratenbestimmung durch Rückführung auf Wasserstoff-Standardlecks weiter aus. Damit plant sie, ab 2026 den erhöhten Bedarf in diesem Bereich decken zu können.

Abrechnungsgerechtigkeit und Innovationsförderung

Modellierung von Gasnetzen

Für die wirtschaftliche Bestimmung von Gaseigenschaften, z. B. die H_2 -Konzentration in Gasgemischen, werden Gasnetze mathematisch modelliert. Die PTB entwickelt Verfahren, um

den Anwendungsbereich von Gasnetz-Zustandsrekonstruktionssystemen von den Transportnetzen auf die Verteilnetze zu erweitern. Das bereits bestehende Dienstleistungsangebot wird dahingehend kontinuierlich angepasst.

Sicherheit und Innovationsförderung

Gasdruckmessungen im Hochdruckbereich

Die PTB misst hohe Drücke von bis zu 800 bar mit im internationalen Vergleich sehr kleinen Messunsicherheiten. Um ihre Dienstleistungen auf die zukünftig höheren Anforderungen vorzubereiten, wird sie ihre Wasserstoffmessmöglichkeiten auf bis zu 1000 bar, wie sie bei Transport und Speicherung auftreten können, ausbauen. Die PTB strebt an, ab 2027 Kalibrierungen in diesem Druckbereich anzubieten.

Abrechnungsgerechtigkeit und Innovationsförderung

Gasmengenmessung

Die PTB erweitert ihre Messfähigkeit bei der Gasmengenmessung bis in den Hochdruckbereich. Damit wird nicht nur wie bereits jetzt bei Haushaltsgaszählern, sondern auch bei Gaszählern in Wasserstoff-Transportnetzen die Rückführbarkeit auf das SI-Einheitensystem ermöglicht. Seit 2024 bietet die PTB Kalibrierungen von H_2 -Gasmengenmesstechnik für Drücke bis 51 bar an.

Sicherheit und Innovationsförderung

Kalibrierinfrastruktur für Temperaturmessungen

Die PTB betreibt und entwickelt verschiedene Mess- und Kalibrierverfahren für Temperaturmessungen bei Wasserstoffanwendungen. Eine zentrale Aufgabe ist der weitere Ausbau der nationalen Kalibrierinfrastruktur für flüssigen Wasserstoff (LH_2). Es werden externe Dienstleister beim Aufbau einer eigenen Infrastruktur unterstützt, damit diese ab 2027 rückgeführte Kalibrierungen bei tiefen Temperaturen durchführen können.



III.3 Konformitätsbewertungen



Die PTB wirkt bei der Qualitätssicherung und beim Verbraucherschutz mit. Dies umfasst neben der Mitarbeit bei Akkreditierung, Normung und Standardisierung auch Konformitätsbewertungen. Zur Sicherstellung der Qualitätsinfrastruktur für Wasserstoff sind folgende Maßnahmen mit den in blauer Schrift gekennzeichneten Zielen in den Jahren 2024–2035 geplant.

Abrechnungsgerechtigkeit

Gasmengenmessgeräte in der Wasserstoffanwendung und in Wasserstoff-Transportnetzen

Um die bestehende Gasmessinfrastruktur zukünftig für Gasgemische mit erhöhtem Wasserstoffanteil sowie für 100-prozentigen Wasserstoff nutzen zu können, erforscht die PTB den

Einfluss der Gaszusammensetzung auf das Messverhalten. Die notwendigen Anforderungen für die Konformitätsbewertungsverfahren werden kontinuierlich angepasst.

Abrechnungsgerechtigkeit

Konformitätsbewertung von Wasserstoff-Zapfsäulen

Um Abrechnungsgerechtigkeit und Transparenz bei der Wasserstoffnutzung im Transportwesen zu gewährleisten, bietet die PTB ab 2025 ein Prüfverfahren zur Mengemesstechnik in Zapfsäulen als Ergänzung zu den bestehenden Konformitätsbewertungen von Zapfsäulen an.

Sicherheit

Konformitätsbewertung im Explosionsschutz

Ihre mehr als 70-jährige Erfahrung im Explosionsschutz nutzt die PTB international als Impulsgeberin, um die deutsche und die europäische Industrie bei der Harmonisierung und beim

Marktzugang zu unterstützen, und als Konformitätsbewertungsstelle für explosionsgeschützte Produkte. Die sicherheitstechnische Kompetenz wird auf systemische Betrachtungen von Wasserstoffanlagen und Power-to-X-Anwendungen (P2X) erweitert. Ab 2027 strebt die PTB an, ihr Dienstleistungsangebot um diesen Aspekt zu erweitern.

Abrechnungsgerechtigkeit und Innovationsförderung

Digitale Zertifikate für Konformitätsbewertungsverfahren

Die PTB entwickelt digitale Zertifikate für das gesetzliche Messwesen und den Explosionsschutz nach nationalen und europäischen Zertifizierungssystemen. Das Hauptbeispiel in der Entwicklung ist die Wasserstoffzapfsäule, es werden aber alle betroffenen Produktgruppen berücksichtigt. Die Bereitstellung einer Datenstruktur für digitale und maschinenlesbare Zertifikate im Rahmen der Baumusterprüfung im gesetzlichen Messwesen (NAWID, MID und MessEV) ist für 2024 vorgesehen.

III.4 Beratung und Technologietransfer



Als nationales Metrologieinstitut Deutschlands ist die PTB die erste Adresse für Fragen des gesetzlichen Messwesens und für die Metrologie. Eine ihrer gesetzlichen Aufgaben ist es, den Wissens- und Technologietransfer im Messwesen zu fördern. Dafür ist sie in zahlreichen Communities, Verbänden, Gremien und Netzwerken aktiv und arbeitet in der internationalen technischen Zusammenarbeit. Im Bereich Beratung und Technologietransfer sind im Zeitraum 2024–2035 die folgenden Maßnahmen geplant. Die adressierten Ziele der einzelnen Maßnahme sind in blauer Schrift aufgeführt.

Wissenstransfer

Internationale Qualitätsinfrastruktur für grünen Wasserstoff und P2X

In der internationalen Zusammenarbeit unterstützt die PTB Partnerländer des globalen Südens bei Entwicklung, Aufbau und Betrieb einer Qualitätsinfrastruktur. Sie wird ihr Beratungsangebot ab 2024 im Bereich der Qualitätsinfrastruktur für Erzeugung, Transport und Nutzung grünen Wasserstoffes und anderer regenerativer Energieträger ausbauen.

Sicherheit und Wissenstransfer

Kenngößen des Explosionsschutzes

Bestehende Lösungen und Regelwerke für den Explosionsschutz von Wasserstoffanwendungen beziehen sich auf atmosphärische Bedingungen. Für abweichende Bedingungen (z. B. hohe Drücke, tiefe Temperaturen oder Sauerstoffanreicherung) müssen

Verfahren zur Kenngrößenbestimmung erarbeitet und im Regelwerk etabliert werden. Die bewerteten Kenngrößen stellt die PTB in der frei zugänglichen Datenbank CHEMSAFE (chemsafe.ptb.de) zur Verfügung. Eine Umsetzung ins Regelwerk wird ab Ende 2027 angestrebt.

Sicherheit und Wissenstransfer

Sicherheitstechnische Konzeptentwicklung

Zur Beherrschung von Explosionsgefahren (z. B. durch unbekannte Alterungs- oder Scale-up-Einflüsse) erarbeitet die PTB Konzepte, um Zündgefahren zu vermeiden, Schadensausmaße zu begrenzen oder Anlagenteile sicherheitstechnisch zu entkoppeln, u. a. durch Flammendurchschlagsicherungen oder alternative technische Maßnahmen. Eine Umsetzung ins Regelwerk ist ab 2030 vorgesehen.



III.5 Systemische Kompetenzen: H₂-Plattform

Für die Umsetzung der nationalen Wasserstoffstrategie reicht es nicht, nur die einzelnen metrologischen und sicherheitstechnischen Aktivitäten zu betrachten. Vielmehr bedarf es erheblicher systemischer Kompetenz, um Aspekte der Sektorkopplung und deren Auswirkungen auf die Mess- und Sicherheitstechnik zu behandeln. Die PTB entwickelt ihre Kompetenzen zur Untersuchung und Bewertung systemischer Aspekte durch Aufbau ihrer H₂-Plattform weiter. Dabei wird auf ein modulares und skalierbares Anlagenkonzept gesetzt, das auf dem PTB-Gelände in Braunschweig realisiert wird. Von der Erzeugung grünen Wasserstoffs über Gasaufbereitung, Speicherung, Lagerung bis hin zur Nutzung über verschiedene Pfade erprobt die PTB herstellerunabhängig Messverfahren und Sicherheitstechnik. Dies gewährleistet die Entwicklung von Dienstleistungen und Bewertungsgrundlagen für Verfahren und Gesamtsysteme unter Realbedingungen. Modulübergreifend enthält die H₂-Plattform Konzepte und Technik zur Bestimmung von Wirkungsgraden für Systembetrachtungen und Erprobung sicherheitstechnischer Regeln. Langfristig dient die H₂-Plattform als Basis für die Etablierung eines künftigen Kompetenzzentrums Wasserstoff in der PTB, in dem sowohl die systemischen Kompetenzen als auch die einzelnen metrologischen und sicherheitstechnischen

Aktivitäten zusammengeführt sind. Dadurch soll zukünftig eine zentrale Anlaufstelle für die Metrologie und Sicherheitstechnik für Wasserstoff geschaffen werden.

Mithilfe der H₂-Plattform werden die folgenden Maßnahmen anwendungsnah bearbeitet. Dabei adressieren sie die in blauer Schrift dargestellten Ziele.

Sicherheit und Wissenstransfer

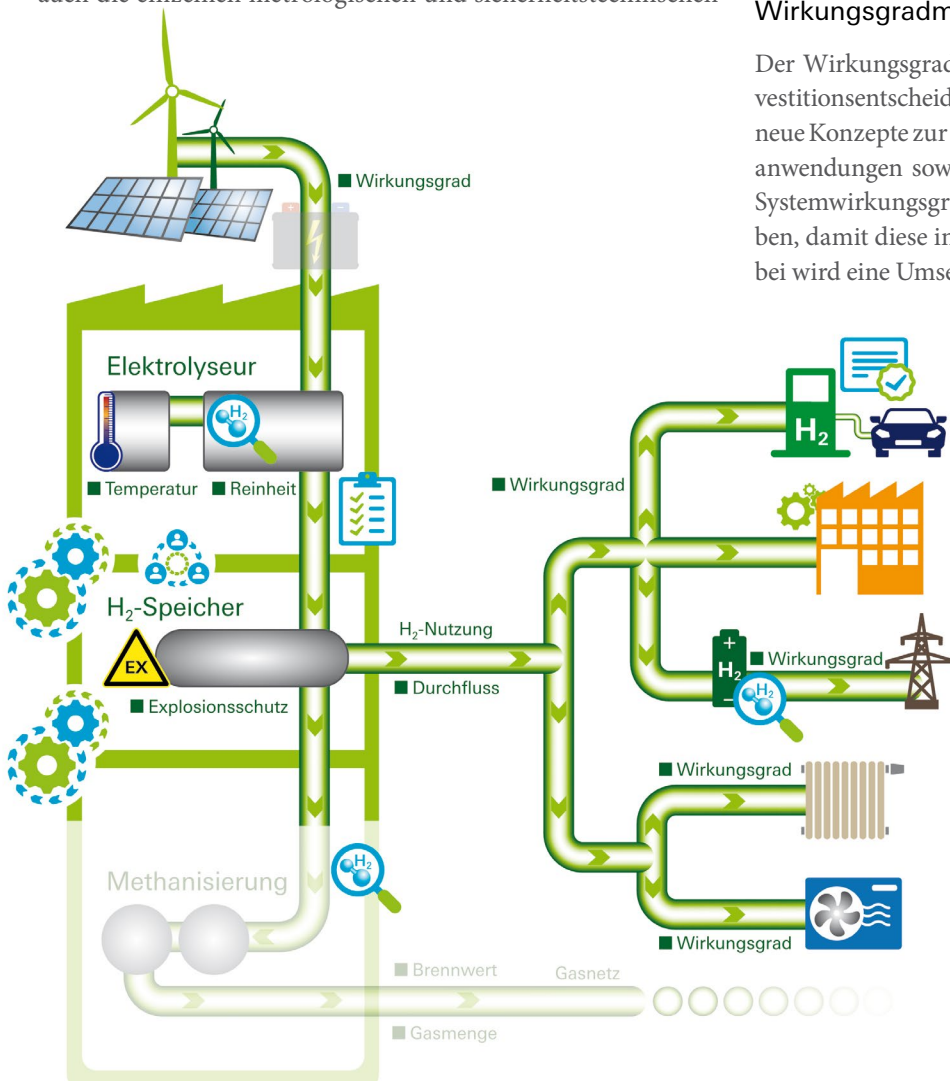
Regelwerk für Wasserstoff- und P2X-Anwendungen

Die gewonnenen Erkenntnisse der systemischen Betrachtung sicherheitstechnischer und metrologischer Fragestellungen an der H₂-Plattform plant die PTB in die für die Metrologie und den Explosionsschutz relevanten Gremien ab 2027 einzubringen. Dies beschleunigt die dringend benötigte Erstellung technischer Regelwerke, Normen und Standards für Wasserstoff- und P2X-Anwendungen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene.

Wissenstransfer und Innovationsförderung

Wirkungsgradmetrologie für Systeme

Der Wirkungsgrad, ein Maß für Anlageneffizienz, spielt für Investitionsentscheidungen eine zentrale Rolle. Die PTB erarbeitet neue Konzepte zur Definition des Wirkungsgrades in Wasserstoffanwendungen sowie dessen Methodik. Ziel ist es insbesondere, Systemwirkungsgrade entlang von Nutzungspfaden zu beschreiben, damit diese international harmonisiert werden können. Dabei wird eine Umsetzung ins Regelwerk ab 2030 angestrebt.



Die geplante H₂-Plattform der PTB soll alle wesentlichen Elemente eines Energiesystems enthalten, die in einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft relevant sind. So wird begleitend die benötigte systemische Mess- und Sicherheitstechnik entwickelt. Dazu gehören die Simulation von Stromerzeugungsprofilen aus erneuerbaren Energien, die Herstellung von Wasserstoff durch Elektrolyse, seine Nachbehandlung und Speicherung, die direkte Verwendung z. B. in Brennstoffzellen und Wasserstofftankstellen sowie Pfade für energetische und stoffliche Nutzung von Wasserstoff. Die Anlage ist so konzipiert, dass künftig auch die Metrologie und Sicherheitstechnik für Folgeprodukte wie Power-to-X abgedeckt werden können.

IV. Zusammenfassung und Ausblick

Als nationales Metrologieinstitut arbeitet die PTB federführend am Aufbau und an der Weiterentwicklung der Mess- und Qualitätsinfrastruktur für Wasserstoff. Die Wasserstoffstrategie der PTB zeigt die Ziele und geplanten Maßnahmen zur Etablierung von Qualitäts- und Sicherheitsstandards für Wasserstoff sowie für einen fairen Handel auf. Sie beantwortet dabei die mess- und sicherheitstechnischen Herausforderungen, die der ambitionierte Transformationsprozess mit sich bringt. Dabei blickt die Strategie auf den Zeitraum von 2024 bis 2035.

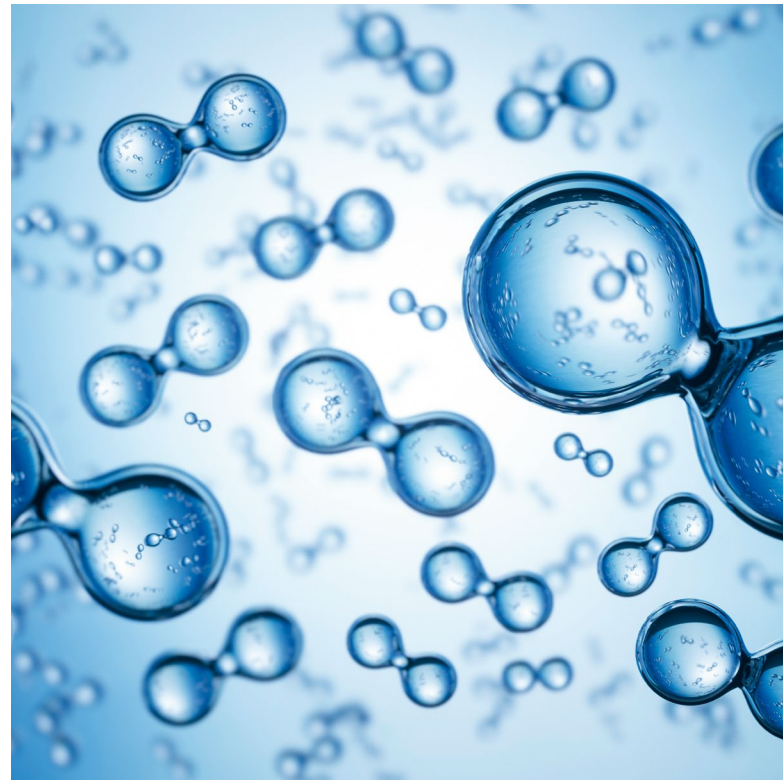
Wesentliche Ziele der PTB sind es, Verfahren und Konzepte zur Gewährleistung von Qualität, Sicherheit und Abrechnungsgerechtigkeit in der Wasserstoffanwendung zu entwickeln sowie Wissenstransfer und Innovationen in diesem Bereich zu stärken. Zur Umsetzung dieser Ziele hat die PTB die folgenden Maßnahmen erarbeitet:

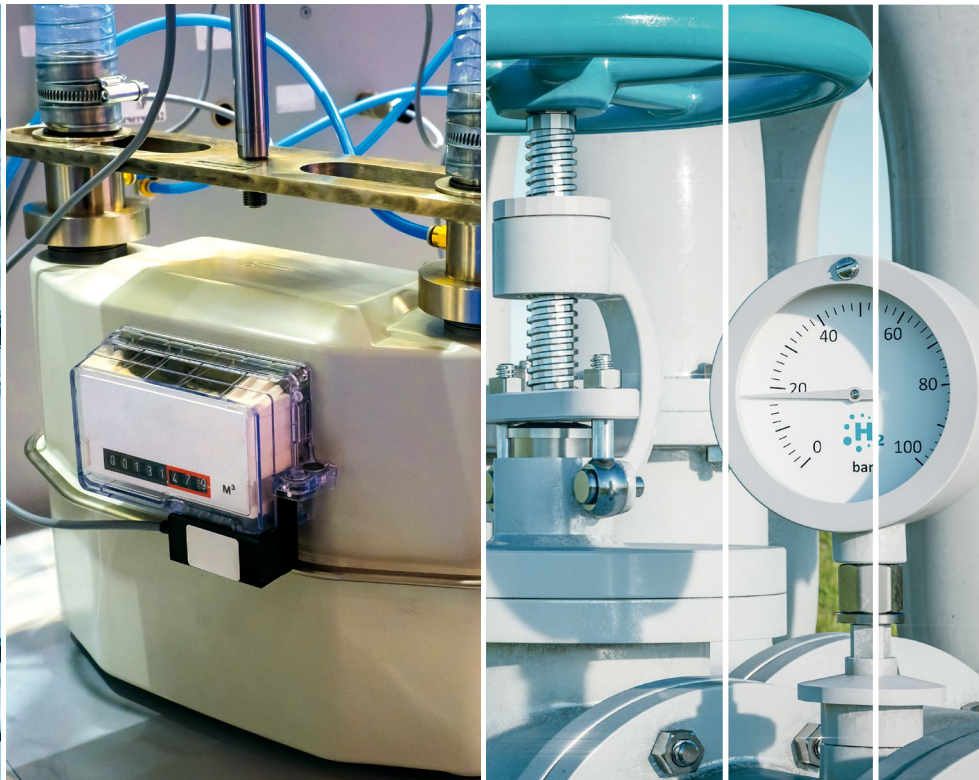
1. Forschung und Entwicklung für Wasserstoffmetrologie und -sicherheitstechnik
2. Ausbau und Weiterentwicklung von wissenschaftlich-technischen Kalibrierdienstleistungen für Wasserstoffanwendungen
3. Konformitätsbewertung für Wasserstoffmess- und Sicherheitstechnik zur Sicherstellung der Qualitätsinfrastruktur
4. Wissens- und Technologietransfer: technische Zusammenarbeit, Ausbau des Angebots von Forschungspartnerschaften
5. Aufbau einer systemischen Kompetenz im Wasserstoffbereich durch die H₂-Plattform der PTB

Die Maßnahmen dienen als erster Schritt zur Etablierung eines zukünftigen Kompetenzzentrums Wasserstoff in der PTB, in dem alle Aktivitäten in diesem Bereich gebündelt und somit eine zentrale Anlaufstelle für Metrologie und Sicherheitstechnik für Wasserstoff geschaffen wird. Übergreifend zu den genannten Maßnahmen arbeitet die PTB kontinuierlich an der Vernetzung mit Stakeholdern, die Akteure aus Verbänden,

Industrie, Wissenschaft und Normung umfassen. Zur Erreichung der Ziele der PTB wird für jede der genannten Maßnahmen ein Umsetzungsplan erarbeitet. Einige der Maßnahmen erfordern vorbereitende Forschungsarbeiten, für die Finanzmittel eingeworben werden und zum Teil Kooperationspartner – zum Beispiel für Verbundvorhaben – gefunden werden müssen.

Zusammenfassend stellt die Wasserstoffstrategie der PTB einen metrologischen und sicherheitstechnischen Rahmen für den beschleunigten Aufbau einer zukunftsfähigen und klimaneutralen Wasserstoffwirtschaft dar.





Fotos:
Wasserstoffpipeline: malp/Adobe Stock (Titelseite, Seite 1, Seite 9)
Qualitätskontrolle: Montri/Adobe Stock (Inhaltverzeichnis)
Ingenieur mit Tablet-Computer: scharfsinn86/Adobe Stock (Inhaltverzeichnis)
Wasserstoffmoleküle: Thomas/Adobe Stock (Inhaltverzeichnis)
Sonnenkollektoren mit Windkraftanlagen und Strommast: vencav/Adobe Stock (Seite 1)
Produktionskontrolle: _KUBE_/Adobe Stock (Seite 2)
Oszilloskop: ALEXEY FILATOV/Adobe Stock (Seite 2)
Wasserstoff-Brennstoffzelle: luchschenF/Adobe Stock (Seite 2, Seite 4)
Wasserstoffmoleküle: peterschreiber.media/Adobe Stock (Seite 8)
Gaszähler: Grispb/Adobe Stock (Seite 9)



Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, das nationale Metrologieinstitut, ist eine wissenschaftlich-technische Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz.



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Bundesallee 100
38116 Braunschweig

Dr. Michael Beyer
Leiter des PTB-Fachbereichs „Grundlagen des Explosionsschutzes“

Dr. Fabian Plag
Geschäftsführer des Innovationsclusters Energie

Jantje Kalin
Geschäftsführerin des Innovationsclusters Energie

Kontakt-Mailadresse: innovationscluster-energie@ptb.de
www.ptb.de

Stand: 01/2024