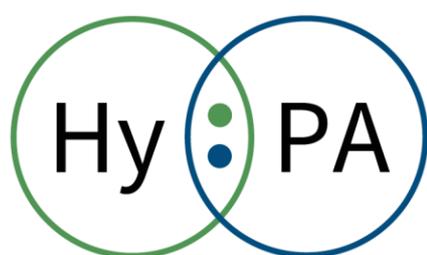


POSITIONSPAPIER: „TEST- UND MESSINSTRUMENTE IN DER WASSERSTOFFTECHNOLOGIE“



Hydrogen
Partnership
Austria

Autoren:

Thomas Stöhr	<i>HyCentA</i>
Alexander Trattner	<i>HyCentA</i>
Magdalena Lindl	<i>HyPA</i>
Johannes Lackner	<i>AVL</i>
Peter Prenninger	<i>AVL</i>

Version 1.0
September 2024

EINLEITUNG

Test- und Messsysteme sind in der Wasserstofftechnologie von entscheidender Bedeutung, um die Fortschritte und die Effizienz in der Wasserstoffwirtschaft zu sichern und zu beschleunigen. In einer Branche, die sich rasant entwickelt und das Potenzial hat, die Energiewirtschaft nachhaltig zu revolutionieren, spielen präzise und zuverlässige Messverfahren eine zentrale Rolle. Sie ermöglichen u.a., die Qualität und Reinheit von Wasserstoff zu überprüfen, die Leistungsfähigkeit von Brennstoffzellen zu bewerten, die motorische Nutzung von Wasserstoff voranzutreiben, die Energiedichte und Kinetik von Speichermaterialien zu bestimmen, die Auswirkung auf Produkte wie z.B. Stähle zu untersuchen und Sicherheitsstandards einzuhalten.

Ein besonders wichtiger Aspekt ist dabei die Vergleichbarkeit und einheitliche Darstellung der Energieeffizienz. Es ist essenziell zu wissen, wie viel Energie aufgewendet wird, um eine bestimmte Menge an Wasserstoff zu erzeugen. Nur durch zuverlässige und standardisierte Messmethoden sowie transparente Darstellungen dieser Energieaufwendungen kann eine fundierte Bewertung der verschiedenen Herstellungsverfahren erfolgen. Dies ermöglicht es nicht nur, die Effizienz zu steigern, sondern auch die Kosten zu senken und die Umweltbelastung zu minimieren. Ohne diese Systeme wäre es kaum möglich, die komplexen Prozesse der Wasserstoffproduktion, -speicherung und -nutzung zu kontrollieren und kontinuierlich zu optimieren. Damit sind Test- und Messsysteme ein unverzichtbares Instrument, um die Wasserstoffwirtschaft effektiv voranzutreiben und die damit verbundenen ökologischen und ökonomischen Vorteile voll auszuschöpfen.

Eine EU-weite Vereinheitlichung von Normen und Standards ist somit von höchster Relevanz. Dies ermöglicht eine zukunftssichere Entwicklung von Innovationen und vereinfacht die Erschließung von europäischen und internationalen Märkten.

Die nachstehenden Kapitel decken die drei Phasen des Produktlebenszyklus (Entwicklung, Zertifizierung und Produktion, Monitoring des Betriebs) der Technologie und deren Anwendungen ab, wobei keine Kategorisierung nach Dringlichkeit oder Wichtigkeit erfolgte. Dabei wird die komplette Wertschöpfungskette abgedeckt. Grenzwerte und die damit verbundenen Auswirkungen werden im gegenständlichen Dokument nicht behandelt.

ENTWICKLUNG: FORTSCHRITTLICHE METHODIK ZUR ENTWICKLUNG VON SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN FÜR WASSERSTOFF

Neue messtechnische Entwicklungen sind essenziell, um die Effizienz, Qualität, Umweltverträglichkeit und Sicherheit von Wasserstoff-Kerntechnologien zu bestimmen und voranzutreiben. Sie bilden die Grundlage um den erfolgreichen Einsatz von Wasserstoff als saubere Energiequelle in der Zukunft zu gewährleisten. Dies schließt auch Mess- und Testsysteme für die Entwicklung von Wasserstoff-Kerntechnologien, deren Hilfsaggregate (BoP-Komponenten), Komponenten und Materialien ein.

- **Effizienz:** Fortschrittliche Regelungssysteme optimieren die verfahrenstechnischen Betriebsbedingungen, die Energieeffizienz und Energieflüsse, es folgt eine Verbesserung des Wirkungsgrads. Sie tragen zusätzlich zur Leistungsfähigkeit und Lebensdauer bei. Um die Effizienz von Wasserstoffsystemen zu bestimmen, sind auch Messmethoden zur Bewertung der thermischen Eigenschaften (z.B. thermische Verluste) und Transportgrößen (z.B. Wärmeleitfähigkeit) sowie die kinetischen Betrachtungen (z.B. Reaktionsgeschwindigkeiten) notwendig.
- **Qualität und Quantität:** Messtechniken stellen sicher, dass Wasserstoff in der erforderlichen Reinheit bzw. Menge vorliegt und neue oder etablierte Materialien auf ihre Einsatzfähigkeit getestet werden können, um die Integrität und Langlebigkeit der eingesetzten Komponenten zu gewährleisten und um ressourcenschonend bewertet sowie eingesetzt werden zu können. Das gilt auch für Wasserstoffspeichertechnologien sowie bei Direktverbrennung des Wasserstoffs (z.B. Stahlindustrie).
- **Umweltverträglichkeit:** Sie helfen, Emissionen zu erfassen und zu minimieren, sowie unbeabsichtigte Freisetzungen in die Umwelt zu minimieren, was zur Umweltverträglichkeit der Wasserstofftechnologien beiträgt.
- **Kosteneffizienz:** Fortschrittliche Messtechnik ermöglicht die Entwicklung von Systemen mit hohen Leistungsdichten und damit eine gute Materialausnutzung sowie wettbewerbsfähigen Produktkosten.

Der Fortschritt der Prüfstands-, Test- und Messtechnologie spielt eine entscheidende Rolle bei der Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologie. Innovative Messmethoden und Prüfstandinfrastrukturen ermöglichen Tests von neuen Materialien, die sowohl zu Wirkungsgraderhöhungen und geringerer Degradation als auch zu höheren Speicherdichten bei Wasserstoffspeicher führen. Sowohl Second-Life-Qualifizierungen, Tests von Bipolarplatten und Einzelzelltestings als auch Stabilitäts- und kinetische Untersuchungen von Wasserstoffspeichermaterialien sind wichtige Aspekte dieses Fortschritts.

Die Entwicklung neuer und Adaption bestehender Messmethoden und Sensor-Fusion-Konzepte sowie die Anwendung von Data Analytics zur Verarbeitung von Messdaten sind von großer Bedeutung. Sowohl Messkonzepte für Digital Twins, Online-Zellmonitoring und umfassende Insitu- sowie Exsitu-Messungen an Zell-, Stack- und Systemkomponenten als auch auf Materialebene sind notwendig, um die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit von Wasserstoffsystemen, -subsystemen, -komponenten und -materialien zu gewährleisten.

KURZ- UND MITTELFRISTIGER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF HINSICHTLICH ELEKTROLYSETECHNOLOGIEN:

- **Betriebsoptimierung und Lebensdauer:** Verbesserung der Betriebsstrategien und Steuerungssysteme auf Basis von neuen Prüfstands-, Test- und Messtechnologien sowie Online-Monitoring-Systemen, um die Leistung und Effizienz der Elektrolyseprozesse unter variablen Lastbedingungen zu maximieren. Begleitende Modellierungen zur Degradation und Lebensdauer auf Basis der Messdaten mittels Data Analytics, maschinellen Lernalgorithmen und statistischen Datenanalysen zur Überwachung und Optimierung der Elektrolyseprozesse in Echtzeit, um Wartungsintervalle zu verlängern und die Zuverlässigkeit zu erhöhen.
- **Materialforschung:** Entwicklung von neuen innovativen Insitu- sowie Exsitu- Testmethoden für Materialtests von Zell, Stack und Systemkomponenten unter Einsatz von modifiziertem Testequipment, um die Effizienz und Langlebigkeit aller Komponenten von Elektrolysetechnologien zu evaluieren, sowie zur Bestimmung der Second-Life Qualifizierungen und der Randbedingungsbestimmung für Rezyklier-Prozesse. Erforschung von technologischen Innovationen zur Senkung der Herstellungskosten von Elektrolyseuren, einschließlich der Reduktion von Edelmetallkatalysatoren.
- **Skalierung und Systemintegration:** Forschung und Entwicklung über die Skalierung und maßgeschneiderte Einsatzfähigkeit von messtechnischen Methoden für die Anwendung in Elektrolysetechnologien, um den Übergang vom Labor- zum industriellen Maßstab zu erleichtern. Diese Skalierung ermöglicht es, von der Zelle über den Stack bis hin zum gesamten System zu profitieren und eine effizientere und wirtschaftlichere Produktion zu gewährleisten. Durch die verbesserten messtechnischen Methoden können präzisere Daten gewonnen und analysiert werden, was zu einer optimierten Leistung und Zuverlässigkeit der Elektrolysesysteme führt.
- **Qualitätsmonitoring:** Entwicklung von messtechnischen Technologien zur Sicherstellung der hohen Reinheit des produzierten Wasserstoffs für verschiedene Anwendungen und zur Bestimmung von Degradationsprodukten für die Optimierung und Lebensdauererhöhung der Elektrolyse.

KURZ- UND MITTELFRISTIGER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF HINSICHTLICH BRENNSTOFFZELLENTECHNOLOGIEN

- **Betriebsoptimierung und Lebensdauer:** Der aktuelle Stand der Technik ermöglicht bereits eine effiziente Steuerung von Brennstoffzellensystemen. Trotzdem sind Verbesserungen möglich, insbesondere im Hinblick auf Messmethoden zur Überwachung der Betriebszustände und Optimierung in Echtzeit. Durch die Nutzung von neuartigen Messkonzepten wie Digital Twins, Sensor-Fusion Konzepte, Online-Zellmonitoring, Data Analytics und maschinellen Lernalgorithmen können Betriebsstrategien weiter optimiert werden, um die Leistung und Effizienz unter verschiedenen Lastbedingungen zu maximieren. Dies kann auch dazu beitragen, die Lebensdauer der Brennstoffzellen zu erhöhen und Wartungsintervalle zu verlängern.
- **Materialforschung:** Es besteht erhöhter Bedarf an innovativen in situ- und ex-situ-Testmethoden für Zell-, Stack- und Systemkomponenten, um die Materialien zu verbessern. Der aktuelle Stand der Technik hat bereits die Effizienz und Langlebigkeit von Brennstoffzellen erhöht, jedoch könnten neue Materialien diese Eigenschaften weiter verbessern und gleichzeitig die Kosten senken. Durch die Entwicklung von Materialien mit verbesserten Katalysatoreigenschaften könnten beispielsweise teure Edelmetalle reduziert werden, ohne die Leistung zu beeinträchtigen. Gleichzeitig ermöglichen diese messtechnischen Entwicklungen die Bestimmung von Second-Life-Qualifizierungen und legen die Randbedingungen für zukünftige Arbeiten an der Wiederverwertbarkeit fest.
- **Skalierung und Systemintegration:** Die Anwendung neuartiger messtechnischer Methoden und Modellansätze auf den verschiedenen Ebenen - von der Einzelzelle über den Stack bis hin zum gesamten System - ermöglicht die Entwicklung eines umfassenden Verständnisses aller Degradationseffekte unter Berücksichtigung aller Wechselwirkungen und der Randbedingungen. Diese Erkenntnisse können modelltechnisch auf spezifische Anwendungsfälle und auf größere Skalen von Brennstoffzellensystemanwendungen übertragen werden, wodurch die Effizienz gesteigert und die Kosten gesenkt werden können. Fortschritte in der Systemintegration könnten zudem die Zuverlässigkeit der Systeme verbessern, insbesondere in größeren Anwendungen wie Heavy-Duty-Fahrzeuge, Schifffahrt oder Luftfahrt sowie Baumaschinen und stationären Systemen.
- **Qualitätsmonitoring:** Die Entwicklung neuartiger Analysemethoden für die Medienströme in Brennstoffzellen, wie sie für den Wasserstoff- und Luftpfad verwendet werden, weist hohe Anforderungen an Echtzeitfähigkeit, Genauigkeit und physikalische Kompatibilität auf. Dafür bieten sie das Potenzial, aussagekräftige Informationen über den Zustand der Zelle und die Art von Degradationsphänomenen zu liefern. Eine Herausforderung besteht darin,

Analysemethoden in Zusammenarbeit mit elektronischen Messkonzepten in der Zelle zu entwickeln, um die Auflösung der Degradationen über die Zelle hinweg genau zu bestimmen und daraus Online-Zellmonitoring und Brennstoffzellendiagnosetools zu entwickeln.

KURZ- UND MITTELFRISTIGER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF HINSICHTLICH WASSERSTOFF ALS BRENNSTOFF IN VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN

- **Materialforschung:** Es besteht erhöhter Bedarf an Testmethoden zur Bestimmung von Materialkennwerten von im Motor eingesetzten Werkstoffen, unter Belastungen wie im realen Motor. Das Werkstoffverhalten unter 100%iger Wasserstoffatmosphäre ist gut erforscht aber der Einfluss von Wasserstoffgemischen bei Drücken und Temperaturen, wie sie im realen Motor auftreten, ist nicht ausreichend erforscht. Es sind geeignete Testmethoden zu entwickeln die die Belastung im Motor unter Laborbedingungen reproduzierbar wiedergeben. Speziell standardisierte HCF, LCF und TMF Testmethoden sind zu entwickeln. Der Einfluss von Wasserstoff auf die Schmierstoffe ist noch nicht ausreichend erforscht. Ölqualitätssensoren können z.B. den Ölzustand überwachen und einen zustandsbasierten Wechsel des Motoröls auslösen.
- **Betriebsoptimierung und Lebensdauer:** Zur Bestimmung des zeitlichen- und lokalen Auftretens von Verbrennungsanomalien ist hochauflösende, kurbelwinkelbasierte Verbrennungsmesstechniken zu entwickeln. Damit wird die Optimierung von Wasserstoffbrennverfahren mit optimierten Motorkomponenten ermöglicht. Diese Verbrennungsmesstechniken müssen auch Verbrennungsanomalien zuverlässig und dauerhaft erfassen können. Aktuell verfügbare Sensoren und Messtechniken weisen sehr begrenzte Standzeiten auf.
- **Skalierung und Systemintegration:** Es ist eine kostengünstige Wasserstoffqualitätsmesstechnik inkl. der Sensorik und Regelalgorithmen zur Integration in die Motorregelungssysteme zu entwickeln. Und zwar sowohl die Sensorik als auch die Regelalgorithmen hierfür.
Zur Erreichung von erdgasähnlichen, hohen Leistungsdichten von Wasserstoffmotoren sind kostengünstige, hochauflösende, kurbelwinkelbasierte Verbrennungsmesstechniken inkl. der Mess- und Auswerteverfahren sowie Regelalgorithmen zur Integration in die Motorregelungssysteme zu entwickeln.
- **Qualitätsmonitoring:** Entwicklung geeigneter Wasserstoffsensoren im Motorabgasstrom zur Regelung des Motors und Überwachung der korrekten Funktionsweise.

KURZ- UND MITTELFRISTIGER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF HINSICHTLICH WASSERSTOFF ALS ERSATZ FÜR ERDGAS IN DER STAHLINDUSTRIE

- **Materialforschung:** Durch die Verbrennung von Wasserstoff statt Erdgas in der Stahlindustrie kommt es zur CO₂-Reduktion im Emissionsgas und somit zu einer Veränderung der Atmosphäre in der Stahlproduktion. Dies ändert die Verzunderung des Stahls und somit dessen Eigenschaften. Daher ist hier ein Forschungs- und Entwicklungsbedarf vorhanden um diese Verzunderungseffekte mittels z.B. adaptierter thermogravimetrischer Messsysteme, die für den Einsatz von Wasserstoff, und auch Wasserdampf geeignet sind, zu bestimmen.

KURZ- UND MITTELFRISTIGER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF HINSICHTLICH WASSERSTOFFSPEICHERTECHNOLOGIEN

- **Materialforschung:** Speichertechnologien wie Metallhydridspeicher oder Sorptionsspeicher werden durch die Speicherdichte und Kinetik des Speichermaterials definiert. Dazu sind Messverfahren notwendig, die einerseits die chemischen Reaktionen bzw. Sorptionseffekte gravimetrisch als auch thermisch bestimmen können, um die tatsächliche Energiedichte als auch in weiterer Folge den „State of Charge“ zu bewerten. Die Geschwindigkeit der Lade- und Entladezyklen (Kinetik) des Speichermaterials kann mittels dynamischer Messung betrachtet werden, jedoch sind die Messsysteme aufgrund des Reduktionspotentials des Wasserstoffs nicht für diese Messungen ausgelegt.

ZERTIFIZIERUNG UND ZULASSUNG

Prüfverfahren für die Zertifizierung und Zulassung sind ein zentrales Element zur Gewährleistung der Sicherheit, Qualität, Quantität und Nachhaltigkeit von Wasserstofftechnologien und unterstützen deren erfolgreiche Implementierung und Akzeptanz im Markt. Aktuell sind fehlende Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren ein Hemmschuh für eine beschleunigte Ausrollung der Wasserstoffwirtschaft.

Als Basis von Geschäftsprozessen und Dienstleistungen ist die Verfügbarkeit von zuverlässigen (dauerhaltbaren), geeichten Messinstrumenten und -verfahren ebenso sicherzustellen wie die Verfügbarkeit von unabhängigen Prüfstellen.

Erforderlich ist die Zusammenarbeit und Kooperation mit Metrologieinstituten, designierten Instituten, Prüfanstalten und Behörden zur Erfüllung unterschiedlichster normativer Vorgaben (z.B. Betankungsprotokoll) für behördliche Genehmigungen bzw. metrologisch-technischer Anforderungen (OIML R139-1,2 bzw. 137) für Zulassungen zur Eichung im Rechtsgeschäft.

H2-Abgabestellen:

- Aufbau von unabhängigen Abnahme- und Prüfstellen für H2-Abgabestellen (Tankstellen, Trailerfüllstellen, mobile Betankungsanlagen): Abnahme vor Ort durch geeignete Messapparatur vor Inbetriebnahmen und wiederkehrend während Nutzungsdauer der Anlage mit Fokus auf Einhaltung der geforderten Betankungsprotokolle und H2-Qualität/Quantität.
- Breite Verfügbarkeiten von geeichten Zählern für alle Druck- und Durchflussbereiche (Trailer, Tankstellen, etc.)
- Eichzyklen und Berücksichtigung des Langzeitverhaltens

Elektrochemische Einheiten (Stacks)

Entwicklung eines Messtechnikportfolios mit Messstrategien, -methodiken und -techniken für die Qualifizierung von Stacks (Elektrolyse und Brennstoffzelle) im Zulassungsprozess

- Entwicklung von anwendungsorientierten Prüfprozeduren, die checklistenmäßig abzuwickeln sind, um Stacks zu qualifizieren
- Funktions- und Charakterisierungstests für den Prüfstandsbetrieb
- Funktions- und Charakterisierungstests am Prüfstand für die Marktzulassung
- Entwicklung und Präzisierung des Zulassungsprozesses: Wie genau ist an welchen Stellen die notifizierte Stelle einzubinden – „Was muss man bei Prototypentests dürfen/können“ ohne finale CE-Kennzeichnung des Stacks

H2-Sicherheit

- Entwicklung von neuartigen H2-Leckageortungssystemen (z.B. kumulative Überwachung von komplexen H2-Anlagen) für die Erstprüfung vor der Aufnahme des Normalbetriebs und für wiederkehrende (Dichtheits-)Prüfungen bis zum Erreichen des Endes der Nutzungsdauer der Anlage
- Messtechnik zur Bestimmung der Ausblasesituation an H2-Anlagen: Festlegung und Validierung von EX-Schutzzonen im Zuge des IBN-/Abnahmeprozesses von H2-Anlagen.

MONITORING VON WASSERSTOFFTECHNOLOGIEN

Die Überwachung der repräsentativen Kenngrößen von Systemen und Komponenten der Wasserstoff-Wertschöpfungskette ist ein wesentlicher Baustein, um einen hoch-verfügbaren, ökonomischen und sicheren Betrieb zu gewährleisten. Besonders im Fokus stehen dabei die Aspekte der Sicherheit der Anwendung, der Qualitätssicherung und der Mengen des Wasserstoffs, Predictive Maintenance Strategien zur Erhöhung von Verfügbarkeit und Betriebseffizienz sowie die Überwachung von Emissionen.

Grundlage dafür sind geeignete Monitoring-Strategien, Sensorkonzepte und Sensortechnologien sowie die dahinterliegenden Modelle und Datenbanken.

Überwachung der Anlagen- und Komponentensicherheit

- Entwicklung von neuartigen H₂-Leckageortungssystemen (kumulative, Überwachung von komplexen H₂-Anlagen)
- Sensorkonzepte und Messstrategien zur integrativen Überwachung der Anlagensicherheit: H₂-Konzentration in der Atmosphäre, Sensorik für den Betrieb in H₂-Atmosphäre, Monitoring von Lastkollektiven.
- Entwicklung von Predictive Maintenance Konzepten für H₂-Erzeugungsanlagen und -Abfüllstationen. Identifikation von Schadensmechanismen, Modellbildung, Sensorkonzepte zum Monitoring, Ableitung von optimierten Wartungsplänen.
- Sensorik für den H₂-Pipeline-Transport: neuartige H₂-Leckageortungssysteme („Gasspüren“), Überwachung der Materialintegrität und Erkennung von Materialermüdung zur treffsicheren Identifikation von Wartungsbedarfen.
- Entwicklung von virtuellen Sensoren zur Reduktion von Hardware und Kosten in komplexen verfahrenstechnischen Systemen in diversen H₂-Anwendungen (Anlagen, Fahrzeuge, etc.).
- Erhebung und Bestimmung von Prüfintervallen zur zyklische Überprüfung der Einrichtungen

Qualitätssicherung des Wasserstoffs entlang der Wertschöpfungskette

- Kostengünstige, zuverlässige und robuste Online-Messtechnik zur anwendungsorientierten Überwachung der H₂-Qualität/Quantität in dezentralen H₂-Produktions- und Abfüllanlagen
- Qualitätsmonitoring im Wasserstoff-Netz inkl. der Einspeise- und Übergabestationen, Untergrundspeicher und Kavernen.
- Erfordernis der Rückführbarkeit der entsprechenden Messgrößen v.a. im Bereich des Qualitätsmonitoring (z.B. Gehaltsermittlung, Gasanalyse), Sicherheitswesen oder Materialforschung (z.B. Kalibrierung der Kraftmessdosen in Materialprüfmaschinen)

Zustandsüberwachung von elektrochemischen Gesamtsystemen und Einzelkomponenten

- Sensorkonzepte und -technik für State-of-health; State-of-operation Monitoring von Brennstoffzellen und Elektrolyseure im Realbetrieb

- Online-Fähigkeit von Schlüsseltechnologien wie Elektro-Impedanz-Spektroskope, Cyclovoltametrie, Zellmonitoring etc.
- Neue Messtechnik und Methodik für die Überwachung, Inspektion und Prüfung Typ IV / V Druckbehältern
- Sensorik für den Einsatz in H₂-Atmosphäre wie bspw. Dehnmessstreifen, Beschleunigungssensoren, Druck- und Temperaturmessungen etc.
- Sensorik für die Detektion der Emissionen von H₂-Technologien: PFAS-Belastungen, Verunreinigungen im Gasstrom.
- „State of Charge“ Bestimmung bei Wasserstoffspeichern
- Innovative, neue Messkonzepte zur Identifikation von Alterungen
- Qualitätsmonitoring von Reinstwasser für Elektrolyse
- Qualitätsmonitoring von allen Supply-Mitteln (H₂O, Kühlmittel und N₂)

ENTSTEHUNGSPROZESS

Der Entstehungsprozess des Positionspapiers gliederte sich in mehrere Phasen:

1. **Workshop mit Stakeholdern zur Identifizierung von Blindspots:** Zunächst wurden relevante Stakeholder zu einem Workshop eingeladen, um gemeinsam Blindspots im Bereich Test- und Messinstrumente zu identifizieren. Die gewonnenen Erkenntnisse bildeten die Grundlage für die weitere Ausarbeitung des Positionspapiers.
2. **Erstellung des ersten Entwurfs:** Basierend auf den Ergebnissen des ersten Workshops erstellten die Autoren des Positionspapiers einen ersten Entwurf. Dieser Entwurf umfasste die identifizierten Problemstellungen sowie mögliche Lösungsansätze und Empfehlungen.
3. **Vorstellung und Überarbeitung im erweiterten Teilnehmerkreis*:** In einem weiteren Workshop wurde der Entwurf einem erweiterten Kreis von Teilnehmern präsentiert. Die Diskussionen und Rückmeldungen aus diesem Workshop flossen in die Überarbeitung des Entwurfs ein.
4. **Diskussion und Freigabe im Beirat der Hydrogen Partnership Austria:** Die finale Version des Positionspapiers wurde schließlich im Beirat der Hydrogen Partnership Austria diskutiert. Nach eingehender Prüfung und Beratung wurde das Papier freigegeben.

Dieser iterative Prozess gewährleistete eine breite Einbindung relevanter Akteure und eine sorgfältige Abstimmung des Positionspapiers auf die Bedürfnisse und Herausforderungen im Bereich der Test- und Messinstrumente.

Unternehmen	Kontaktperson
AEA	Felix Bettin
AIT	Stephan Abermann
Andritz	Matthias Herneth
AVL List	Johannes Lackner
AVL List	Peter Prenninger
BEV	Petra Milota
BMAW	Sarah Löschl
BMAW	Katharina Schäfer
Endress + Hauser	Norbert Meszaros
Energie Steiermark	Stefan Fink
HyCentA	Thomas Stöhr
HyCentA	Martin Sagmeister
HyCentA	Alexander Trattner
HyPA	Magdalena Lindl
Innio Jenbacher	Hannes Angerer
Innio Jenbacher	Florian Kendlbacher
K1-Met	Erwin Reichel
Maximator Advanced Technologies	Lukas Rainer
Medpol	Wolfgang Stätter
Netz Burgenland	Gerhard Wischenbarth
RAG Austria	Stephan Bauer
Shimadzu	Stefania Bucconi
Shimadzu	Martin Dengler
SWAN Analytische Instrumente	Manuel Weppernig
TITUS Messtechnik	Christa Ambrosch
TITUS Messtechnik	Claudius Ambrosch
TÜV Süd	Christian Aichhorn
TÜV Süd	Robert Hermann
Verbund AG	Stefan Fichtenthal
Wien Energie	Lukas Fröhling
ÖVGW	Michael Obermann

LITERATURHINWEISE

Aufgrund der Jahrzehnte langer Nutzung von Wasserstoff, vor allem in der Industrie, gibt es bereits etablierte Verfahren und technologiespezifische Literatur. Durch die Ausrollung der Wasserstoffwirtschaft zeigen sich neue Anforderungen, Randbedingungen und Ziele für Genehmigungsverfahren, Sicherheitsmaßnahmen, weshalb sich ein Entwicklungs- und Optimierungsbedarf von bestehenden Regelwerken und Technologien darstellt. Nachstehend wird ein Auszug an bestehender Literatur gelistet, die in diesem Kontext von Relevanz sind.

- **HyPA-Positionspapier “Forschungsbedarf der österreichischen Stakeholder an Wasserstofftechnologien”**
- [Wasserstoff \(arbeitsinspektion.gv.at\)](https://www.arbeitsinspektion.gv.at)
- Die Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) hat mit der Erarbeitung eines eigenständigen Wasserstoff-Regelwerkes begonnen. Dieses ist durch den Kennbuchstaben „H“ (Hydrogen) gekennzeichnet, unterteilt sich in die Fachbereiche Errichtung „E“, Betrieb „B“ sowie Organisation „O“ und deckt die gesamte Wertschöpfungskette von der Erzeugung, über Transport, Verteilung und Speicherung bis zu Anwendung ab. Diese technischen Regeln dienen somit als Grundlage für die Planung, Genehmigung, Errichtung und Betrieb von Wasserstoffanlagen bzw. –leitungen. Ebenso wird ein Zertifizierungsprogramm „ÖVGW Qualitätsmarke Wasserstoff“ erarbeitet, in welchem Qualitätsanforderungen und Prüfverfahren für Wasserstoffprodukte festgehalten werden. Damit wird die Erfüllung höchster Anforderungen, die über die europäischen Mindestanforderungen der CE-Zertifizierung hinausgehen, bescheinigt. Das entsprechende Regelwerk wird mit „QS H“ gekennzeichnet. Eine Statusübersicht der bereits veröffentlichten sowie der aktuell in Bearbeitung befindlichen Richtlinien, mit Stand Juni 2024, ist nachstehend angeführt.
 - H E100 Wasserstoff-Erzeugungsanlagen
 - H E200 Wasserstoffleitungen
 - H E210 Umstellung auf Wasserstoffleitungen (in Bearbeitung)
 - H E310 Wasserstoff-Einspeiseanlagen
 - H E320 Wasserstoff-Druckregelanlagen (in Bearbeitung)
 - H E410 Wasserstoff-Mobile Speicher (in Bearbeitung)
 - H E510 Wasserstoff-Betankungsanlagen
 - H B100 Wasserstoff-Beschaffenheit
 - H B210 In- und Außerbetriebnahme sowie Arbeiten an Wasserstoffleitungen und -anlagen (in Bearbeitung)
 - H B250 Ortsbewegliche Wasserstoff-Betankungsgeräte (in Bearbeitung)
 - Weitere Richtlinien sind in Planung.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Bedeutung
BOP	Balance of plant
HCF	High Cycle Fatigue
IBN	Inbetriebnahme
LCF	Low Cycle Fatigue
PFAS	Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen
TMF	Thermal Mechanical Fatigue

KONTAKT

Magdalena Lindl, MSc

HyPA Clustermanagement

t [+43512576262-279](tel:+43512576262-279)
 m [+43676843101-279](tel:+43676843101-279)
 e magdalena.lindl@standort-tirol.at
www.hypa.at/cluster