



Tätigkeitsbericht 2025

Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.

INHALTSVERZEICHNIS

Allgemeiner Überblick	4
Bildungswerk	8
Cluster- und Netzwerkmanagement	10
Prüflaboratorium	17
Marktraumumstellung	18
Brennstoff- und Gerätetechnik	19
Industrie- und Feuerungstechnik	27
Publikationen	40
Impressum	46

Allgemeiner Überblick

Das GWI kann insgesamt positiv auf das Jahr 2025 zurückblicken, das – wie erwartet – wirtschaftlich anspruchsvoll verlief. Ausschlaggebend hierfür war insbesondere die im Herbst 2024 verhängte Haushaltssperre im damaligen BMWK, welche erhebliche negative Folgen für die Forschungsförderung hatte. Davon betroffen waren nicht nur das GWI selbst, sondern auch zahlreiche Partnerinstitute, deren Projektanträge in mehreren Fällen abgelehnt wurden.

Die Forschungsabteilungen Brennstoff- und Gerätetechnik (BGT) sowie Industrie- und Feuerungstechnik (IFT) konnten ihre Arbeiten an den Zukunftsthemen Wasserstoff und Ammoniak in Industriefeuerungen dennoch erfolgreich weiterentwickeln und ihr fachliches Know-how deutlich ausbauen. Durch die Erweiterung der Speicherkapazitäten für Wasserstoff und Ammoniak ist künftig eine noch effizientere Durchführung von Versuchen möglich.

Die Versuchsinfrastruktur – das Living Lab des GWI – umfasst nun insbesondere folgende zentrale Elemente:

- LNG-Speicheranlage mit bis zu 24 Tonnen Fassungsvermögen,
- Ammoniak-Speicheranlage mit einer Kapazität von 2 x 500 kg NH₃,
- Wasserstoffspeicher mit einem Volumen von ca. 50 m³, Speichervolumen H₂ ca. 2.250 m³ (15 °C, 1 bar), max. Betriebsdruck 45 bar,
- Hybrid-SOFC-Anlage mit einer elektrischen Gesamtleistung von 200 kW_{el},
- BHKW für den Einsatz mit 100 % Wasserstoff (Leistung 20 kW_{el}),
- PV-Anlage mit 94 kWp Leistung,
- Redox-Flow-Batterie mit einer Speicherfähigkeit von 140 kWh,
- digitale Infrastruktur auf Basis von intelligenten Laternen, die über Funk miteinander kommunizieren,
- Lademöglichkeiten für die Elektromobilität.

Weitere Erweiterungen befinden sich im Rahmen bewilligter Forschungsprojekte bereits in Vorbereitung, darunter beispielsweise der Aufbau einer Klimakammer (Temperaturbereich: -40 °C bis +70 °C; Außenmaße: 14.950 mm x 7.050 mm x 3.900 mm (L x B x H)).

Mit der Klimakammer als strategische Erweiterung wird das GWI seine Transformation zu einem techno-

logieoffen ausgerichteten Energie-Institut konsequent weiter vorantreiben können. Dies eröffnet insbesondere neue Forschungs- und Geschäftsfelder, wie etwa:

- die Entwicklung und Untersuchung von Elektrowärmepumpen,
- das Testen von Energieanlagen und -speichern im Rahmen der Materialforschung,
- die Prüfung von Batterien für Gebäude- und Fahrzeuganwendungen,
- das Testen und Bewerten von Elektrowärmepumpen hinsichtlich Einsatzbereichen, Effizienz und Kältemitteln,
- die Untersuchung sensibler Komponenten wie Sensoren und Armaturen sowie
- die Optimierung des Systembetriebs durch Modellvalidierung und realitätsnahe Simulationen in thermischen Grenzbereichen.

Bei der Beantragung von Forschungsprojekten und Infrastrukturförderungen konnte das GWI auf etablierte Prozesse und Strukturen innerhalb der Forschungsabteilungen zurückgreifen. Dazu gehört unter anderem die kontinuierliche Analyse relevanter Förderprogramme, gesteuert durch die zentrale Rolle des F&E-Koordinators. Inhaltlich konzentrierten sich die Forschungsschwerpunkte des GWI insbesondere auf folgende Themen:

 Wasserstofftechnologien & Infrastruktur
(Verbrennung, Geräte, Gasnetze, Qualität, Messtechnik)

 Ammoniak als Energieträger
(Verbrennung, NO_x-Reduktion, Thermoprosesstechnik, Industrie)

 Derivate & alternative Moleküle
(rDME, synthetische Gase, H₂-Derivate)

 Energieeffizienz & Industrieprozesse
(Optimierung von Prozessen, Verbrennung, Thermoprosesstechnik)

 Quartiersentwicklung & Wärmeversorgung
(Kommunale Wärmeplanung, integrierte Energieversorgungskonzepte)

 Energiesystemanalyse
(Transformationspfade, Sektorenkopplung, Szenarien, Digitalisierung)



ABB. 1: MITGLIEDSUNTERNEHMEN DES GWI, QUELLE: DIVERSE, 2026

Das GWI fühlt sich traditionell seinen Mitgliedsunternehmen verpflichtet, die aus unterschiedlichsten Bereichen der Energiebranche stammen (vgl. Abbildung 1). In zahlreichen Forschungs- und anwendungsnahen Projekten sind diese Unternehmen

aktiv eingebunden. Dabei kommt dem Forschungsnetzwerk des GWI eine besondere Bedeutung zu, insbesondere im Hinblick auf den Transfer von wissenschaftlichen Erkenntnissen in die industrielle Praxis.

Die Mitglieder tragen maßgeblich zur nachhaltigen Sicherung und Förderung des GWI-Satzungszwecks – insbesondere in den Bereichen Forschung & Entwicklung sowie Weiterbildung – bei. Daher bietet das GWI für seine Mitglieder folgende Angebote und Vorteile:

Austausch, Diskussion & Netzwerken

- Zugang zu einer aktiven Community aus Wissenschaft, Industrie und Politik
- Plattform für fachlichen Austausch und Kooperation

Information & Wissenstransfer

- Kontinuierliche Information zu GWI-Projekten
- Indirekter Zugang zum DVGW: Projekte, Regelwerk, aktuelle Infos

Exklusive Vorteile

- Sonderpreise für die Teilnahme an GWI-Veranstaltungen, Seminaren, Workshops
- Möglichkeit zur Präsentation eigener Innovationen und Projekte
- Sichtbarkeit und Positionierung innerhalb der Branche

Mitgestaltung & Einfluss

- Möglichkeit der aktiven Beteiligung an Forschungsprojekten
- Möglichkeit, Themen und Fragestellungen einzubringen
- Unterstützung bei der Umsetzung praktischer Lösungen

Multiplikator-Effekt

- Mitglieder werden auf der GWI-Homepage geführt
- Logo-Platzierung auf der GWI-"Mitglieder-Folie" in Präsentationen
- Verstärkte Sichtbarkeit in der Branche durch GWI-Kommunikation



Das GWI versteht sich zunehmend als Energie-Institut, das mit seinem breit angelegten Forschungsansatz ein umfassendes Spektrum von der Energiewandlung über den Transport bis hin zur Anwendung abdeckt. Dieses Selbstverständnis ist auch in den Kernelementen der Strategie GWI 2030 – Vision, Mission und Leitbild – verankert, s. Abbildung 2.

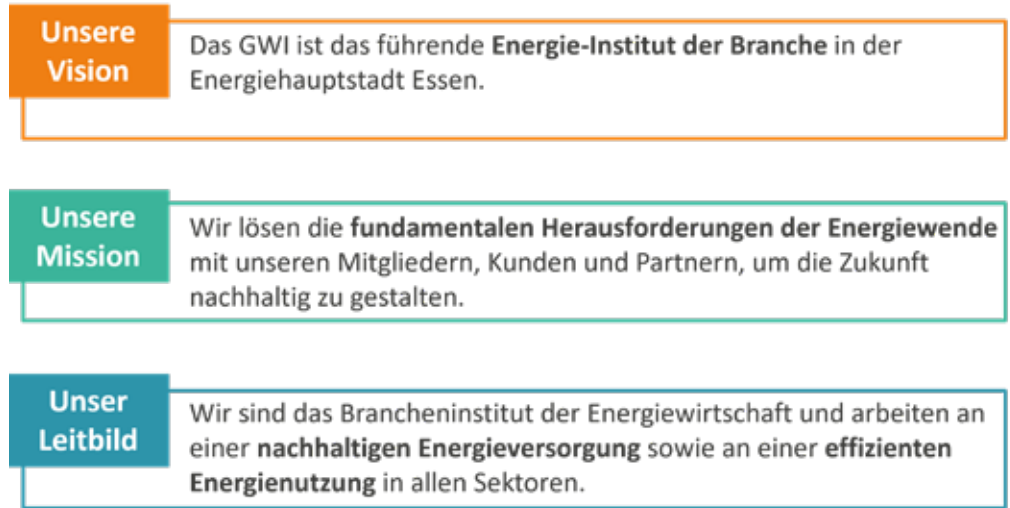


ABB. 2: STRATEGIE GWI 2030

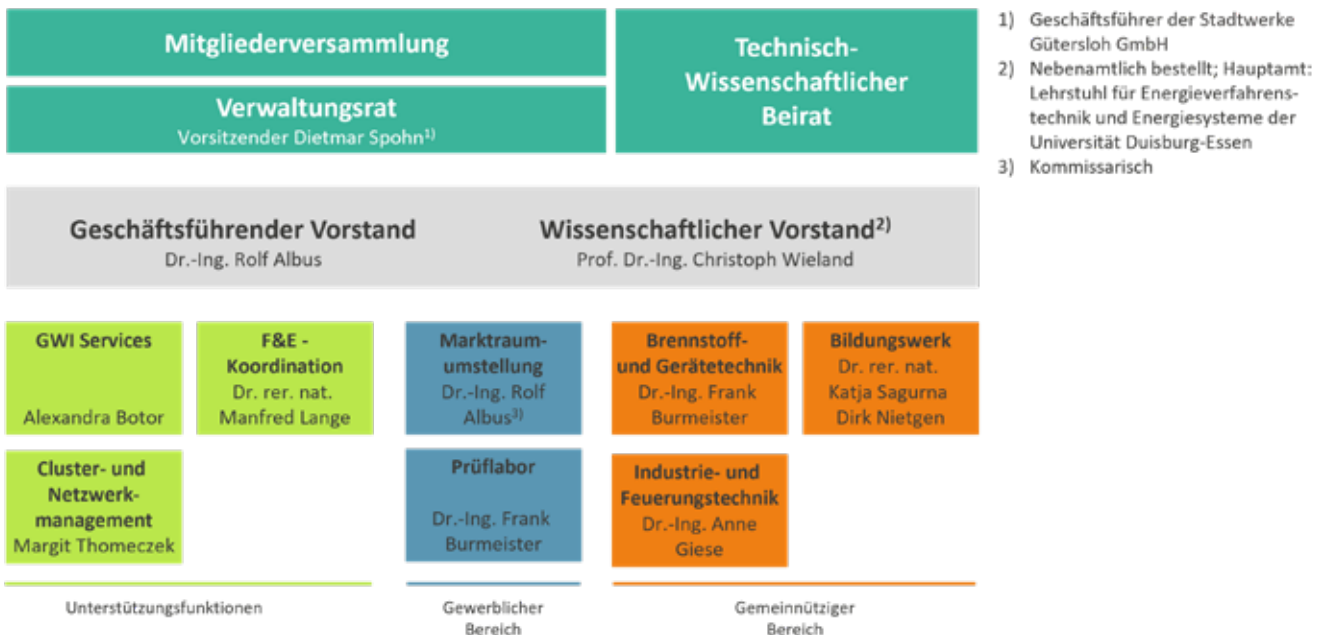


ABB. 3: ORGANISATIONSSTRUKTUR DES GWI (STAND 09/2025)

Die bewährte Organisationsstruktur des GWI mit den Forschungsabteilungen Brennstoff- und Gerätetechnik und Industrie- und Feuerungstechnik sowie dem Bildungswerk, Prüflabor und der Marktraumumstellung ist in Abbildung 3 dargestellt. Den operativen Abteilungen stehen die Unterstützungsfunktionen GWI-Services, F&E-Koordination sowie das Cluster- und Netzwerkmanagement zur Seite.

Der langjährige Leiter des GWI-Bildungswerks, Herr Dr.-Ing. Bernhard Naendorf, wurde im September 2025 in den wohlverdienten Ruhestand verabschiedet. Über viele Jahre hinweg hat er die Aktivitäten

des GWI-Bildungswerks in engem Austausch mit der Branche – insbesondere mit dem DVGW – nachhaltig geprägt und weiterentwickelt. Die Leitung des GWI-Bildungswerks wird seitdem von Frau Dr. rer. nat. Katja Sagurna und Herrn Dirk Nietgen übernommen.

Das GWI konnte im Jahr 2025 Erträge in Höhe von 14.125 T€ erwirtschaften. Die konservativen Planungen für das Jahr 2026 gehen von einer ähnlichen Ertragsituation wie 2025 aus. Die Ertragsentwicklung des GWI seit dem Jahr 2010 ist in Abbildung 4 dargestellt.

in T€	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 ¹⁾	2026 ²⁾
Erträge	4.834	4.857	4.128	6.110	7.921	6.579	7.164	8.505	10.568	11.504	13.504	15.184	16.597	16.175	14.596	14.125	12.787

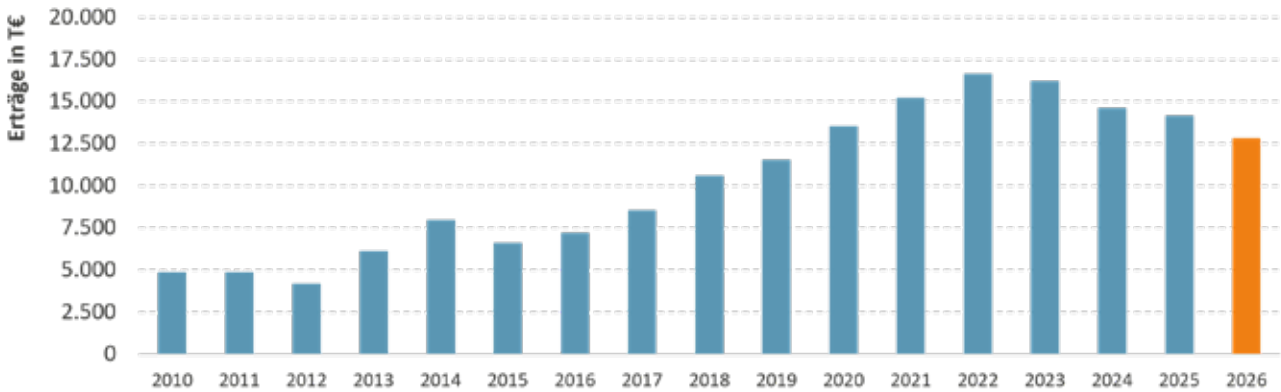


ABB. 4: WIRTSCHAFTLICHE ENTWICKLUNG IM MEHRJAHRESVERGLEICH, 2026 PLANZAHLEN, QUELLE: GWI 2026

Das GWI zählte zum 31.12.2025 insgesamt 85 fest angestellte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, 14 Studierende und 1 Aushilfe. Die Personalkapazitäten in der Abteilung MRU des GWI wurden mit Aus-

laufen des MRU-Großprojekts in Koblenz entsprechend angepasst, die Personalentwicklung in den Bereichen Forschung, Prüfung und Weiterbildung ist stabil, s. Abbildung 5.

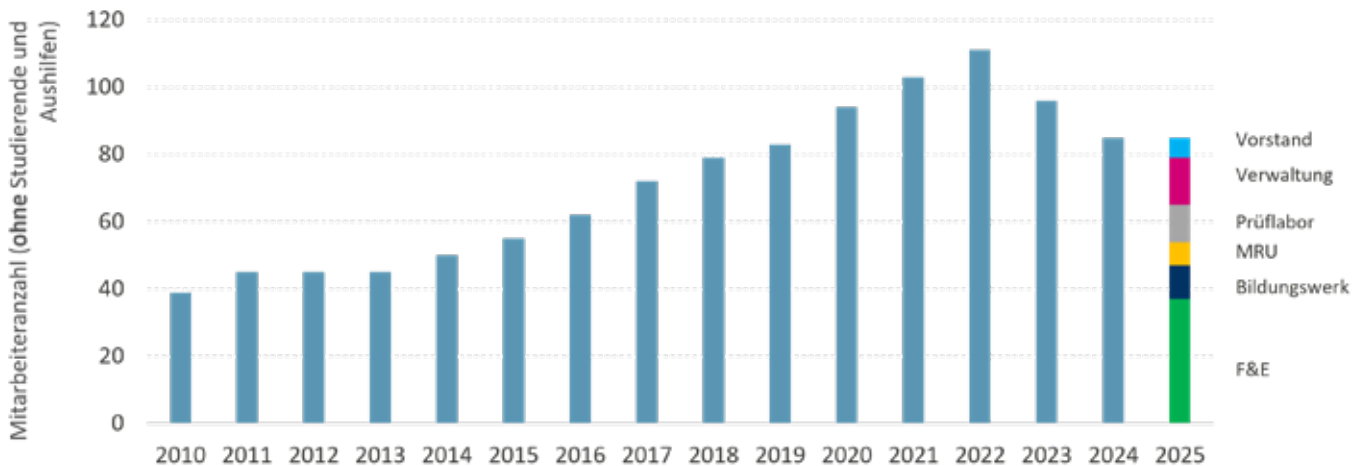


ABB. 5: PERSONALENTWICKLUNG IM MEHRJAHRESVERGLEICH, QUELLE: GWI, 2026

Das GWI sieht sich auch künftig sehr gut aufgestellt. Eine zentrale Rolle spielt dabei der nachhaltige Ausbau der Versuchsinfrastruktur, um das Konzept des LivingLabs für die Energiewende konsequent weiterzuentwickeln. Zugleich trägt dies dazu bei, das

fachliche Know-how des Instituts kontinuierlich zu erweitern und die Attraktivität des GWI für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie für qualifizierte Fachkräfte langfristig zu stärken.

Bildungswerk

Auch im Jahr 2025 konnte das Bildungswerk die positive wirtschaftliche Entwicklung der vergangenen Jahre erfolgreich fortsetzen. Erneut ist es gelungen, die Zahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

in den Veranstaltungen zu steigern (s. Abbildung 6) und damit auch das wirtschaftliche Ergebnis weiter zu verbessern.

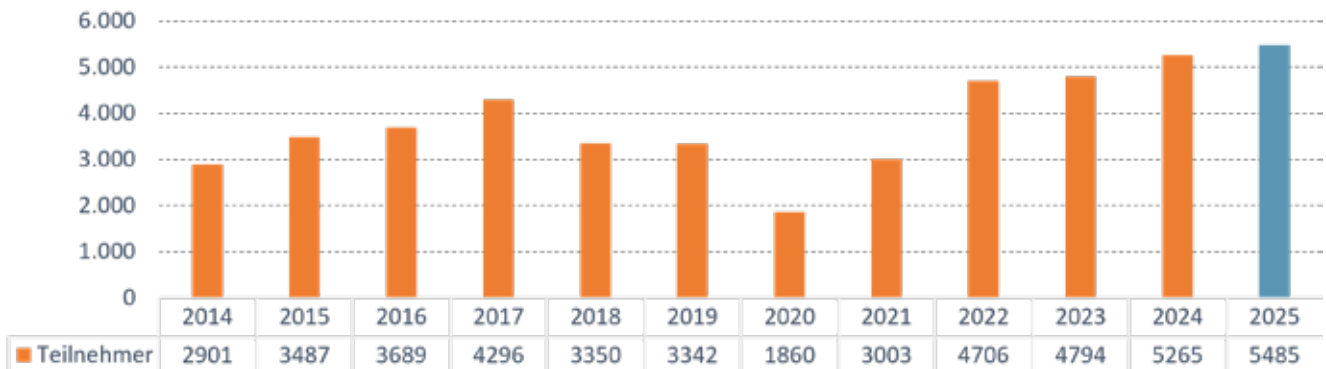


ABB. 6: ENTWICKLUNG DER TEILNEHMERZAHLEN DES GWI-BILDUNGSWERKS, QUELLE: GWI, 2026

Grundlage dieses Erfolgs sind aktuelle Themen der Energiewende sowie kontinuierliche Aus- und Weiterbildungsthemen aus dem Gasbereich – stets nah an der täglichen Praxis unserer Teilnehmenden. Der enge persönliche Austausch mit Referenten und Teilnehmenden macht für viele unserer Partner dabei den entscheidenden Unterschied aus.

H₂-Betrieb. Die neue Schulungsanlage wird sowohl in bestehende Seminare integriert als auch in gemeinsame Schulungsformate mit DUNGS für Industriebetriebe einfließen, s. Abbildung 7.

Der hohe Praxisbezug unserer Veranstaltungen wird möglich durch die stetige Weiterentwicklung unserer technischen Ausstattung. So haben wir u. a. umfangreiche, moderne Messtechnik von der Hermann Sewerin GmbH und der Esders GmbH zur Verfügung gestellt bekommen. Dieser wichtige Beitrag zu unseren Schulungen ermöglicht uns, mit unseren Veranstaltungen immer auf dem neuesten Stand der Technik zu bleiben und unsere Schulungen herstellerübergreifend und mit den in den Netzbetrieben eingesetzten Geräten durchzuführen.



ABB. 7: SCHULUNGSANLAGE DER FIRMA DUNGS

Für Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus der gasverwendenden Industrie konnten wir 2025 zudem eine besondere Schulungsanlage realisieren: Die Karl Dungs GmbH hat für das GWI eine hochmoderne Schulungs-Gasdruckregelstrecke gefertigt. Ab 2026 steht diese Anlage in der frisch renovierten Halle 3b für die praxisnahe Aus- und Weiterbildung von Fachpersonal an gasführenden Anlagen zur Verfügung. Die Anlage umfasst zwei separate Regelstrecken inklusive Brennersteuerung, die unterschiedliche Einzelkomponenten abbilden. Das ganze System ist H₂-Ready – inklusive Stickstoff-Spülprogramm nach

Auch die Kooperation mit externen Praxistrainingsanlagen ermöglicht es uns, die Vermittlung von theoretischem Wissen mit praktischer Anwendung zu verbinden. Im Rahmen der im Vorjahr mit Open Grid Europe und dem DVGW geschlossenen Kooperation wurden 2025 erstmals die gemeinsam entwickelten Wasserstoffseminare am GWI durchgeführt. Die Grundlagenschulung „Qualifizierung H₂-Betriebspersonal der Netzbetreiber“ bildet die Voraussetzung für die Teilnahme am Praxismodul auf der Trainingsstrecke in Werne und unterstreicht das weiterhin hohe Interesse am Thema Wasserstoff.

Ein besonderes Highlight war das DVGW-Praktikerforum NRW, das 2025 erstmalig und in den Räumen des GWI stattfand. Es tritt die Nachfolge der langjährig etablierten Bezirksgruppenfachtagung der DVGW-Landesgruppe NRW an. Rund 220 Teilnehmerinnen und Teilnehmer nutzten die Gelegenheit, sich in 36 Fach- und Praxisvorträgen sowie bei 40 Ausstellern aus der Gas- und Wasserbranche über aktuelle Themen und technische Neuerungen zu informieren (s. Abbildung 9).

Der fachliche Austausch zwischen Teilnehmenden, Referenten und Ausstellern wurde am Abend in entspannter Atmosphäre fortgeführt. Das durchweg positive Feedback aller Beteiligten spricht für sich: Künftig wird das DVGW-Praktikerforum NRW im zweijährigen Turnus am GWI stattfinden – das nächste Mal im Juli 2027 – und sich als zentrale Austauschplattform für die Fachwelt in NRW und darüber hinaus etablieren.

Auch der Bildungsverbund zwischen DVGW, GWI und rbv entwickelt sich kontinuierlich weiter. Re-



ABB. 8: LOGO BILDUNGSVERBUND

gelmäßige Treffen und themenspezifische Arbeitsgruppen verdeutlichen den hohen Mehrwert der partnerschaftlichen Zusammenarbeit bei der Entwicklung optimierter und zielgruppenorientierter Bildungsangebote.

Darüber hinaus ist unser Engagement in den regelsetzenden Gremien von DVGW und DIN ein wesentlicher Baustein unserer Arbeit. So bringen wir unsere Expertise als Bildungsanbieter aktiv in die Weiterentwicklung technischer Regelwerke ein und stellen zugleich sicher, dass aktuelle Themen aus den Gremien zeitnah in unsere Schulungsangebote einfließen.



ABB. 9: DVGW-PRAKTIKERFORUM 2025

Cluster- und Netzwerkmanagement

Zum Jahresauftakt am 22. Januar 2025 besuchte **Christian Mildenberger**, der Geschäftsführer der NRW.Energy4Climate, das GWI. In einem anregenden Meeting wurde die Wichtigkeit einer anwendungsnahen Forschung zum Gelingen der Energiewende herausgestellt. Hierzu streben GWI und NRW.Energy4Climate eine noch engere Zusammenarbeit an, damit Projekte schneller in die Umsetzung kommen.

Am 25. Februar 2025 hatte das GWI **Andreas Rimkus** zu Gast. Der damalige Bundestagsabgeordnete und Wasserstoffbeauftragte der SPD-Bundestagsfraktion freute sich, zum GWI zurückzukehren, das er noch aus seiner Zeit als Berufseinsteiger kennt, s. Abbildung 10. Herr Rimkus war sichtlich beeindruckt von den Projekten des GWI im Bereich Wasserstoff und Ammoniak, aber auch von den Aktivitäten für Haushalte, Gewerbe und Industrie.



ABB. 10: ANDREAS RIMKUS (ZWEITER V. RE.) INFORMIERTE SICH AM GWI ÜBER AKTUELLE PROJEKTE

Auf der **E-world 2025** in Essen vom 11. bis 13. Februar 2025 präsentierte sich das GWI wieder auf dem Gemeinschaftsstand des Wirtschaftsministeriums des Landes NRW. Gezeigt wurde das breite Portfolio an Zukunftsthemen, wie z. B. der Einsatz von Wasserstoff und Ammoniak in Industrie und Versorgung, KWK und Sektorkopplungstechnologien. Das GWI-Analysetool zur kommunalen Wärmeplanung erfreute sich besonderer Aufmerksamkeit. Die Besucherfrequenz war wieder sehr hoch und durch die große Anzahl an Fachgesprächen kann der GWI-Auftritt als voller Erfolg gesehen werden.

Als Mitglied einer hochrangig besetzten **Delegation** besuchte Prof. Dr. Christoph Wieland **Houston / USA – die Energiehauptstadt der Welt**. Das Programm

der dreitägigen Reise (10. bis 12. März 2025), die die Essener Wirtschaftsförderungsgesellschaft (EWG) organisierte, stand ganz im Zeichen der Energiewende und nachhaltigen Zukunftstechnologien. Essen und Houston verbindet eine gemeinsame Mission: Lösungen für die Energie- und Umweltwirtschaft der Zukunft entwickeln.

Judith Litzenburger, Gruppenleiterin in der Abteilung Energie im NRW-Wirtschaftsministerium und Mitglied des GWI-Verwaltungsrats, informierte sich am 18. März 2025 aus erster Hand über aktuelle Forschungsprojekte, z. B. im Bereich Wasserstoff für die Wärmebereitstellung in Industrie, Gewerbe und Haushalte. Das GWI ist dabei in mehrfacher Hinsicht aktiv. Die Bandbreite reicht hier vom Einsatz grüner Gase in der Prozessindustrie bis hin zur kommunalen Wärmeplanung.



ABB. 11: JUDITH LITZENBURGER (ZWEITE V. LI.) INFORMIERTE SICH AM GWI ÜBER FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN

Wichtig war der Gesprächsrunde, dass bei der Bewältigung der Energiewende nicht Strom, Gas oder Wärme für sich betrachtet werden, sondern diese zusammen gedacht werden müssen. Denn nur so kann die Energiewende im Gleichgewicht von Klimaschutz, Wirtschaftlichkeit und Versorgungssicherheit gelingen. Auch wurde darauf hingewiesen, dass es für die NRW-Förderlandschaft einen Übergang zwischen den EFRE-Förderperioden geben sollte.

Am 21. März 2025 informierte sich die **Firma Yokogawa Deutschland** am GWI über die Forschungsthemen und die dazugehörige Infrastruktur. Ziel des Besuchs war eine mögliche Nutzung des LivingLabs, in der die Firma ihre Automatisierungstechnik für die Prozessindustrie einsetzen und testen könnte.

Vom 31. März bis 2. April 2025 unternahm die Stadt Essen eine **Delegationsreise nach Kopenhagen und Umgebung**, um sich vor Ort über innovative Ansätze zur klimaneutralen Wärmeversorgung zu informieren. Die Reise bot den Teilnehmerinnen und Teilnehmern einen umfassenden Einblick in bewährte dänische Energie- und Wärmestrategien. Das Programm umfasste Besichtigungen wegweisender Projekte – darunter die Energieproduktion in Kopenhagens Kläranlagen, moderne Solarthermie-Lösungen sowie die Nutzung von Abwärme aus Rechenzentren für die Wärmeversorgung. Für das GWI nahm Dr. Manfred Lange an der Reise teil. In Gesprächen mit dänischen Fachleuten nutzte er die Gelegenheit, sich über das Erfolgsmodell der dänischen Fernwärme auszutauschen – mit besonderem Fokus auf Niedertemperatur-Fernwärmenetze, die in Dänemark bereits flächendeckend erprobt und angewendet werden.

Am 1. April 2025 fand die Veranstaltung **Energiewende Industrie** unter dem Leitthema „Prozesswärme – grün und machbar?“ statt.



ABB. 12: ANKÜNDIGUNG DER VERANSTALTUNG „ENERGIEWENDE INDUSTRIE 2025“ AM GWI

Die Veranstaltung verdeutlichte eindrucksvoll, wie vielfältig die Ansätze und Perspektiven auf dem Weg zu einer klimaneutralen Industrie sind. In Fachvorträgen aus Industrie, Wissenschaft – darunter auch ein Beitrag von Dr. Anne Giese – und Politik wurden zentrale Themen wie Wasserstoffanwendungen, CO₂-Management, Prozesswärme und regulatorische Rahmenbedingungen intensiv diskutiert.

Im Anschluss an das Vortragprogramm wurde der fachliche Austausch bei einem Rundgang durch die Versuchsanlagen des GWI fortgesetzt. Viele Teilnehmende hoben die große thematische Bandbreite und die hohe Relevanz der Inhalte hervor.

Am 3. April 2025 veranstalteten die IHK zu Dortmund und die Wirtschaftsförderung Dortmund in Kooperation mit der Wasserstoffallianz Westfalen GmbH die **Fachveranstaltung H₂ – Vom Bedarf zur Umsetzung: Wasserstoffversorgung für die regionale Wirtschaft**.

Dr. Anne Giese stellte die Forschungsaktivitäten des GWI zum Einsatz von Wasserstoff in der Industrie vor. Die Veranstaltung bot eine Plattform zum fachlichen Austausch und unterstrich die Bedeutung regionaler Zusammenarbeit für den Aufbau einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft.

Am 7. April 2025 fand in Münster der erste Stopp der **H₂ Roadshow NRW 2025** statt, zu der die IHK NRW eingeladen hatte. Als Gastredner referierte Prof. Dr. Klaus Görner für das GWI und RRP zum Thema Wasserstoff und grüne Gase für die Energiewende. Die Teilnehmenden erhielten fundierte Einblicke in technische Fragestellungen rund um die Umstellung industrieller Prozesse auf alternative Energieträger. Herr Görner beantwortete zahlreiche Fragen, die insbesondere für potenzielle Anwender aus der Wirtschaft von großem Interesse waren – etwa zu Infrastruktur, Verfügbarkeit und Einsatzmöglichkeiten grüner Gase.



ABB. 13: AUSTAUSCH ZWISCHEN WIRTSCHAFT, FORSCHUNG UND POLITIK ZUR UMSETZUNG VON WASSERSTOFFPROJEKTEN BEI DER IHK DORTMUND

Am 9. April 2025 stand in Oberhausen das Thema „CO₂ in einer klimaneutralen Zukunft“ im Zentrum des **3. HyMR F&E-Treffs**, zu dem das GWI gemeinsam mit der Hydrogen Metropole Ruhr (HyMR) eingeladen hatte. Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft diskutierten über Chancen, Herausforderungen und offene Fragen rund um das Carbon Management. Dabei wurden insbesondere

Technologien vorgestellt, mit denen abgeschiedenes CO₂ entweder dauerhaft gespeichert oder weiterverwertet (CCUS) werden kann. Die Veranstaltung setzte wichtige Impulse für den interdisziplinären Austausch und innovative Lösungsansätzen auf dem Weg zur Klimaneutralität.

Die Konferenz **Perspektive Forschung** des Kompetenzverbundes Wasserstoff im DVGW am 9. und 10. April 2025 in Leipzig war mit über 100 Teilnehmenden ein voller Erfolg. Im Zentrum der Veranstaltung standen aktuelle Forschungsergebnisse und strategische Perspektiven zur Integration klimaneutraler Gase in das Energiesystem der Zukunft. Die DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT, die DBI-Gruppe und das GWI Essen präsentierten ihre laufenden und abgeschlossenen Forschungsprojekte und boten damit fundierte Einblicke in zentrale Entwicklungsfelder. Die Beiträge unterstrichen die zentrale Bedeutung von Wasserstoff-Infrastrukturen (Erzeugung, Verteilung, Speicherung und Nutzung) und wasserstofffähigen Brenntechnologien für Industrie, Mittelstand und Gebäudesektor. Dabei wurde deutlich, dass die Transformation zu einer klimaneutralen Energieversorgung nicht nur auf nationaler, sondern auch auf regionaler Ebene aktiv gestaltet werden muss.



ABB. 14: DAS GWI STELLTE BÜRGERMEISTER ROLF FLISS AKTUELLE ENTWICKLUNGEN ZUR KLIMANEUTRALEN ENERGIEVERSORGUNG VOR

Am 23. April 2025 begrüßte das GWI **Herrn Rolf Fliß, Bürgermeister der Stadt Essen**, zu einem Besuch in den Institutsräumen. Als Forschungsinstitut mit tiefen Wurzeln in der Region ist das GWI der Stadt Essen in besonderer Weise verbunden. Der Austausch bot Gelegenheit, aktuelle

Entwicklungen in der Energieforschung sowie konkrete Beiträge des Instituts zur Energiewende auf kommunaler Ebene vorzustellen. Darüber hinaus informierte sich Herr Fliß eingehend über die Aktivitäten des GWI im Bereich der kommunalen Wärmeplanung. Hier unterstützt das Institut aktiv Städte und Gemeinden bei der Entwicklung strategischer Wärmepläne, die eine zentrale Rolle für eine erfolg-

reiche Umsetzung der Energiewende auf lokaler Ebene spielen.

Am 19. Mai 2025 trat der **Wasserstoffbeirat der Stadt Essen** zur 9. Sitzung zusammen. Der Einladung von Oberbürgermeister Thomas Kufen folgten mehr als 20 Unternehmen und Institutionen aus der Energiebranche. Gastgeber der Sitzung waren die Stadtwerke Essen, in deren Räumlichkeiten die Teilnehmenden aktuelle Entwicklungen und Zukunftsperspektiven rund um die Wasserstoffwirtschaft diskutierten. Im Mittelpunkt standen dabei Fragen zur Infrastruktur, regulatorischen Rahmenbedingungen sowie zur regionalen Umsetzung konkreter Wasserstoffprojekte. Für das GWI nahm Dr. Rolf Albus an dem Austausch teil. Die Sitzung unterstrich erneut die hohe Bedeutung eines engen Schulterschlusses zwischen Stadt, Industrie, Forschung und Versorgungsunternehmen, um gemeinsam die Transformation hin zu einer nachhaltigen, wasserstoffbasierten Energieversorgung in der Region zu gestalten.



ABB. 15: AUSTAUSCH ZU INFRASTRUKTUR UND WASSERSTOFFPROJEKTEN IM RAHMEN DER SITZUNG DES ESSENER WASSERSTOFFBEIRATS

Am 17. Juni 2025 nutzten Besucherinnen und Besucher im Rahmen des **Essener Wissenschaftssommers** die Gelegenheit, das GWI einmal „von innen“ kennenzulernen. Viele kannten das Gebäude an der Hafenstraße nur vom Vorbeifahren – was sich hinter den drei Buchstaben verbirgt, war für die meisten ein spannendes Rätsel. In einem intensiven Erlebnisrundgang erhielten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Einblicke in die Forschungswelt – etwa zu Wasserstoff, Ammoniak, LNG. Warum diese Gase der Schlüssel zur Energiewende sind und was das GWI zur Energiewende beiträgt, wurde praxisnah vermittelt. Ein besonderes Highlight: Die Besucherinnen und Besucher konnten selbst an einer (inaktiven) Gasleitung arbeiten, die sonst zu Schulungszwecken genutzt wird – ein anschauliches Beispiel für die praxisnahe Ausbildung.

Eine **Delegation der FDP aus dem Ruhrparlament** informierte sich am 12. August 2025 am GWI über aktuellen Arbeitsschwerpunkte. Im Mittelpunkt stand das Thema Kommunale Wärmeplanung. Dabei interessierten sich die Gäste nicht nur für strategische Ansätze, sondern auch für ganz konkrete Aspekte zur praktischen Umsetzung: Welche Erzeugungs- und Versorgungskonzepte sind realistisch? Welcher technische Entwicklungsaufwand ist noch notwendig, bis skalierbare Lösungen zur Verfügung stehen? Und wie lassen sich die erforderlichen Investitionen zwischen Endverbrauchern, Versorgungsunternehmen und Kommunen aufteilen?



ABB. 16: BESUCH EINER FDP-DELEGATION AUS DEM RUHRPARLAMENT AM GWI

Ralf Witzel, stellvertretender Fraktionsvorsitzender der FDP-Landtagsfraktion, betonte, dass die Kommunale Wärmeplanung regional gedacht werden muss. Diskutiert wurde daher insbesondere, wie die Vielzahl kommunaler Wärmepläne über Stadtgrenzen hinweg zu einem integrierten Konzept für das gesamte Ruhrgebiet zusammengeführt werden kann. Deutlich wurde, dass eine erfolgreiche Umsetzung der Wärmepläne nur durch gemeinsames Handeln von Kommunen, Wirtschaft sowie Bürgerinnen und Bürger gelingt.

Im Rahmen eines **Austauschs zur Defossilisierung der Prozessindustrie** diskutierten am 13. August 2025 Vertreterinnen und Vertreter des Wirtschaftsministeriums NRW, der IHK NRW, IHK Nord Westfalen, NRW.Energy4Climate sowie des Unternehmens Kueppers Solutions und das GWI über innovative Brennertechnologien und deren Beitrag zur Transformation industrieller Wärmeprozesse. In der Diskussion wurde deutlich, dass die Investitionsbereitschaft der Unternehmen derzeit noch

begrenzt ist, obwohl moderne Brennertechnologien Unternehmen bereits heute die Möglichkeit bieten, zukunftsorientiert zu investieren – und zwar nicht nur als Übergangslösung, sondern als Baustein einer langfristigen Dekarbonisierungsstrategie. Die Gäste sprachen sich dafür aus, die praktische Umsetzung innovativer Technologien in der Prozesswärme durch Vorträge und Exkursionen des GWI zu unterstützen und so den Wissenstransfer in die Praxis zu stärken.

Unter dem Motto „**was technisch geht, rechtlich zählt und praktisch hilft**“ boten die Essener Wasserstoff-Impulse am 28. August 2025 beim GWI praxisnahe Einblicke in den Markthochlauf von Wasserstoff. Eröffnet wurde der Tag von Oberbürgermeister Thomas Kufen, der Essens Rolle als europäische Energiehauptstadt hervorhob. Beiträge zu H₂-Infrastruktur und -Netzplanung zeigten, dass Verteilnetze, ein wachsendes Kernnetz und ein tragfähiges Regelwerk zentrale Erfolgsfaktoren sind. Zugleich bleiben Elektrolyseur-Zuverlässigkeit, Projektkosten und Grünstromverfügbarkeit wesentliche Herausforderungen. Der sich dynamisch entwickelnde Rechtsrahmen – vom EnWG über das EU-Gaspaket bis zum geplanten Wasserstoff-Beschleunigungsgesetz – war ein weiteres Schwerpunktthema. Praxisbeispiele, u. a. aus dem Projekt HyGlass, verdeutlichten technische Anforderungen an die Umstellung von Prozesswärme auf Wasserstoff. Die Essener Wirtschaftsförderung (EWG) präsentierte Unterstützungsangebote von der Machbarkeitsstudie bis zur Qualifizierung. In der regionalen Roadmap spielen dezentrale Produktion, Trailer-Versorgung und die künftige Anbindung an das H₂-Kernnetz eine zentrale Rolle. Die Essener Wasserstoff-Impulse sind ein etabliertes Austauschformat von GWI und EWG zur Vernetzung von Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung und zur Förderung der Wasserstoff-Transformation.



ABB. 17: AUSTAUSCH IM GWI-LABORATORIUM



ABB. 18: TEILNEHMERINNEN UND TEILNEHMER DES HY.SUMMIT.RHEIN.RUHR 2025

Auch 2025 war das GWI beim **Hy.SUMMIT.Rhein.Ruhr** vertreten. An der Auftaktgala am 1. September 2025 nahm der Wissenschaftliche Vorstand Prof. Dr. Christoph Wieland teil, der zugleich Vorstandsmitglied der Hy.Region.Rhein.Ruhr ist. Diese veranstaltete gemeinsam mit den Wirtschaftsförderungen der Städte Bochum, Dortmund, Duisburg, Essen und Hamm den Kongress. Beim Transferkongress am 2. September 2025 in Bochum präsentierte sich das GWI mit einem eigenen Stand. Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik diskutierten über die Zukunft des Wasserstoffhochlaufs.



ABB. 19: FACHLEUTE DISKUTIERTEN BEIM FACHFORUM KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG ÜBER DIE ZUKUNFT MODERNER KWK-SYSTEME

Beim **Fachforum Kraft-Wärme-Kopplung** am 4. September 2025 diskutierten 60 Fachleute aus ganz Deutschland die Rolle der KWK in zukünftigen Energiesystemen. Im Fokus standen Hybridlösungen für eine flexible und nachhaltige Energieversorgung. Vorgestellt wurden aktuelle Entwicklungen zu intelligenten Betriebs- und IT-Systemen, flexiblen Abrechnungsmodellen, Brennstoffen wie Wasserstoff sowie Kombinationen mit Wärmepumpen und erneuerba-

ren Energien. Praxisbeispiele zeigten eindrucksvoll: KWK bleibt unverzichtbar – als effiziente, anpassungsfähige Technologie und zentraler Baustein einer klimafreundlichen Energieversorgung. Veranstaltet wurde das Forum, das bei 2G in Heek stattfand, von Rhein Ruhr Power in Kooperation mit dem Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung und dem GWI.

Am 9. September 2025 tagte der Lenkungskreis der **Wissenschaftsstadt Essen** beim GWI. Unter der Leitung des Essener Oberbürgermeisters Thomas Kufen wurden die kommenden strategischen Ausrichtungen des Innovations- und Wissenschaftsstandortes Essen besprochen. Im Gremium sind Institutionen und Akteure von Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie aus Wirtschaft, Stiftungswesen, Bildung, Politik und Stadtverwaltung vertreten.

Fabian Schrupf, stellvertretender Fraktionsvorsitzender der **CDU-Landtagsfraktion NRW** und Vorsitzender der **CDU-Ratsfraktion Essen**, sowie **Sven-Martin Köhler** besuchten am 29. September 2025 das GWI, um sich über aktuelle Forschungsthemen zu informieren. Im Fokus standen Anwendungstechnologien mit Schwerpunkten auf Gas, Wasserstoff und Ammoniak. Besonderes Interesse galt einem neu entwickelten Erdgas-Wasserstoff-Ammoniak-Brenner, der gemeinsam mit einem Industriepartner realisiert wird und insbesondere für KMU praxisnahe Lösungen für die Energiewende bietet. Auch die Kommunale Wärmeplanung wurde diskutiert – mit Blick auf die konkrete Umsetzung kommunaler Strategien.

Am 7. und 8. Oktober fand in Dresden das 57. **Kraftwerkstechnische Kolloquium** statt. Rund 1.000 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Industrie, Politik und Wissenschaft nutzten die Veranstaltung als zentrale Plattform zum Austausch über aktuelle Entwicklungen und Innovationen in der Kraftwerkstechnik und Energieversorgung. Das GWI war erneut mit einem eigenen Stand vertreten. Besonderes Interesse weckte das ausgestellte Exponat – ein Ammoniak-Rekuperatorbrenner, der gemeinsam mit der Kueppers Solutions GmbH entwickelt wurde und zahlreiche Besucherinnen und Besucher anzog. Auch im Vortragsprogramm war das GWI stark präsent: Prof. Dr. Klaus Görner moderierte die Session „Wasserstoff II“, Dr. Marcel Biebl und Bernd Feller hielten Fachvorträge zur Ammoniak-Verbrennung. Dr. Rolf Albus stellte das Projekt HyDi.KWK vor.



ABB. 20: DISKUSSIONEN AM AUSGESTELLTEN AMMONIAK-REKUPERATORBRENNER IN DRESDEN

Am 10. Oktober 2025 eröffnete **Hylum Industries** seine erste europäische Niederlassung am GWI Essen. Das südkoreanische Unternehmen ist führend in der flüssigen Wasserstofftechnologie. Gemeinsam demonstrieren Hylum und das GWI ein H₂-Verflüssigungs- und Betankungssystem für Drohnen. Mit diesem Projekt stärkt das GWI die Technologiepartnerschaft zwischen Südkorea und Deutschland.

Am 28. Oktober 2025 veranstaltete das GWI Essen zum dritten Mal den Workshop „**Ammoniak ist mehr als ein Molekül**“ mit Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Industrie und Behörden. Diskutiert wurden Potenziale, Anwendungsfelder und regulatorische Herausforderungen von Ammoniak als Energieträger. Fachvorträge beleuchteten unter anderem die Rolle von Ammoniak in der industriellen Transformation, Kosten- und Wettbewerbsaspekte im Vergleich zu Wasserstoff und Methanol sowie sicherheits- und genehmigungsrelevante Fragestellungen. Beiträge zu emissionsarmer Am-

moniak-Verbrennung und zu Cracker-Technologien zeigten den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung. Die Veranstaltung stieß erneut auf sehr große Resonanz; insbesondere die hohe Beteiligung im World Café verdeutlichte den großen Bedarf an Orientierung und Strategien für einen erfolgreichen Einsatz von Ammoniak.



ABB. 21: VERTRETERINNEN UND VERTRETER DES STÄDTE- UND GEMEINDEBUNDS NRW INFORMIERTEN SICH AM GWI

Am 5. November 2025 besuchten Vertreterinnen und Vertreter des **Städte- und Gemeindebunds NRW** auf Einladung des DVGW das GWI, um sich insbesondere zur kommunalen Wärmeplanung auszutauschen. Im Fokus standen die Rolle von Wasserstoff sowie bestehende Unsicherheiten zu Einsatz und Verfügbarkeit. Das GWI betonte die Bedeutung technologieoffener, machbarer und bezahlbarer Konzepte sowie die aktive Einbindung der Bürgerinnen und Bürger und eine regelmäßige Evaluation der Planungen. Ein Rundgang vermittelte Einblicke in die Forschungskompetenzen des GWI, insbesondere zu Wasserstoff und Derivaten wie Ammoniak. Abschließend vereinbarten STGB, DVGW und GWI eine intensivere Vernetzung zur Stärkung des Wissenstransfers in die Kommunen.

Am 6. November 2025 fand im GWI der **4. HyMR F&E-Treff** statt, bei dem Akteure aus Forschung und Industrie aktuelle Entwicklungen und Erfolge im Bereich Wasserstoff diskutierten. Vorgestellt wurden Projekte, die den Übergang von der Forschung in die Umsetzung bereits vollzogen haben. Beiträge aus Industrie und Forschung zeigten die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff im Ruhrgebiet – von der Elektrolyseurentwicklung bis zur Anwendung in Gewerbegebieten. Praxisbeispiele, unter anderem aus dem öffentlichen Verkehr, verdeutlichten das Potenzial lokaler Wasserstoffkreisläufe für Klimaschutz und Ressourceneffizienz.

Das GWI begrüßte am 17. November 2025 den **Parlamentarischen Staatssekretär Matthias Hauer (BMFTR)** zu einem Austausch über die Zukunft der Energieversorgung und die Rolle der Forschung. Im Mittelpunkt des vom DVGW organisierten Termins stand Wasserstoff als Schlüsselement der Energiewende und insbesondere für den Wirtschaftsstandort Ruhrgebiet, der bereits heute durch zahlreiche Projekte eine Vorreiterrolle einnimmt. Matthias Hauer unterstrich dabei die große Bedeutung von Wasserstoff für die Zukunftsfähigkeit der Region und betonte, dass Forschung und Innovation gezielt gestärkt werden müssen, um die Energiewende erfolgreich zu gestalten.

Prof. Dr. Gerald Linke (DVGW) hob hervor, dass Deutschland das Potenzial hat, ein führender Standort für Wasserstofftechnologien zu werden, hierfür jedoch verlässliche Förderprogramme erforderlich sind. Dr. Rolf Albus hob die Beiträge des GWI zu wirtschaftlich umsetzbaren Lösungen zur Defossilisierung hervor, sowohl für die Industrie als auch für die kommunale Wärmeplanung. Der Besuch unterstrich die Notwendigkeit eines engen Austauschs zwischen Politik, Forschung und Wirtschaft, um den Technologietransfer in die Praxis zu beschleunigen.

Am 18. November 2025 fand ein gemeinsames Treffen von Ausschussmitgliedern aus den Bereichen Energie, Industrie und Umweltschutz der **Industrie- und Handelskammern aus NRW** statt. Im Mittelpunkt standen aktuelle Entwicklungen zum Thema Wasserstoff mit Fokus auf industrielle Anwendungen. Auf besonderen Wunsch der federführenden IHK Nord Westfalen wurde das Treffen beim GWI durchgeführt, das über besondere Expertise in der Brennerentwicklung verfügt. Im Rahmen eines Rundgangs erhielten die Teilnehmenden Einblicke in die breite Palette der laufenden Forschungsprojekte des Instituts.

Auch in 2025 war das GWI als Kooperationspartner auf der **HEATEXPO** mit einem Stand vertreten. Die Messe, die vom 25. bis 27. November 2025 zum dritten Mal in Dortmund stattfand, konnte die Ausstellerzahl weiter steigern: Mit über 200 Ausstellern waren es doppelt so viele wie zum Auftakt in 2023. Laut der Messe Dortmund gab es auch einen Zuwachs an internationaler Beteiligung sowie an Fachdelegationen und Teilnehmenden u. a. aus Skandinavien, den Benelux-Staaten und Osteuropa.



ABB. 22: AUSTAUSCH MIT DEM PARLAMENTARISCHEN STAATSEKRETÄR MATTHIAS HAUER (VIERTER VON LI.) ZUR ZUKUNFT DER WASSERSTOFFWIRTSCHAFT

Prüflaboratorium

Das Prüflaboratorium des GWI bearbeitete im Jahr 2025 ein breit gefächertes Auftragsportfolio rund um verschiedene Energieträger – darunter, wie im Vorjahr, Wasserstoff, Dimethylether und Erdgas. Prüfstände wurden weiter modernisiert, um aktuellen Anforderungen gerecht zu werden. Gleiches gilt für die Abgasmesstechnik mit neuen Anforderungen durch Wasserstoff. Ferner ist das Prüflabor in die Konzeption einer neuen Klimakammer integriert.

Das Prüfangebot umfasst Armaturen und weitere Ausrüstungen, Produkte der Gas- und Wasserinstallation, Feuerungstechnik für Gas, Heizöl und Strom einschließlich moderner Sicherheitselektronik in Wärmereizern sowie Bauprodukte der Abgastechnik – insbesondere auch im Hinblick auf die Zukunftsthemen Wasserstoff und rDME.

Im Rahmen der betrieblichen Forschung Gas des DVGW arbeitet das Prüflaboratorium bei folgenden DVGW-Forschungsvorhaben mit:

- Untersuchung von Sanierungsmöglichkeiten bei der Mehrfachbelegung durch Austausch von B11 Heizwertgeräten durch B5 Brennwertgeräte unter Nutzung eines bestehenden Schornsteins als Verlegeschat der Abgasleitung
- H₂-Umstellmanagement für Gasverteilnetze
- Entwicklungsmöglichkeiten für Brenner / Geräte zur Nutzung von 20 - 100 Vol.-% Wasserstoff in Methan bzw. Erdgas – zur Nutzung von Gemischen aus der 2. und 5. Gasfamilie
- Betriebs- und Sicherheitsaspekte bei 100% H₂-umgestellten Gasnetzen < 16 bar
- Experimentelle Untersuchung der Funktion von Sicherheitsmembranen bei handelsüblichen Gasdruckreglern mit bis zu 100 Vol.-% Wasserstoff
- Abgleich Einträge Anpassungsdatenbank zur H₂-Readiness mit F&E-Ergebnissen

Insgesamt sind die Aufgabenstellungen deutlich vielschichtiger geworden.



ABB. 23: MODERNE PRÜFSTÄNDE UND MESSTECHNIK IM PRÜFLABOR DES GWI

Marktraumumstellung

Seit Wiederbeginn der Marktraumumstellung im Jahr 2015 mit dem Start des Pilotprojekts der Branche in Schneverdingen, das das GWI federführend mit Partnern durchführte, konnten von den Dienstleistern bis Ende 2025 über 4,0 Mio. Gasgeräte angepasst werden. Nach Auswertung der bisherigen Erhebungszahlen und Abschätzungen entspricht dies ca. 78 % aller bis zum Jahr 2030 umzustellenden Gasgeräte. Mittlerweile ist nach der mehrjährigen Hochlaufphase die Plateauphase mit jährlichen Anpassungszahlen von ca. 520.000 Gasgeräten erreicht worden.

Das GWI begleitete im Jahr 2025 noch mehrere MRU-Projekte im technischen Projekt- und Qualitätsmanagement. So übernahm das GWI im Rahmen des technischen Projektmanagements die Koordination zwischen allen beteiligten Akteuren, darunter Kunden, Auftraggeber, Erhebungs-, Anpassungs- und Softwaredienstleister. Zudem verantwortete das GWI die Durchführung von Qualitätskontrollen gemäß dem Arbeitsblatt DVGW G 695 zur Qualitäts-

sicherung bei Erhebungs-, Anpassungs- und Umstellungsmaßnahmen an Gasgeräten (Ausgabe September 2025).

Grundlage der Tätigkeiten bildet das Arbeitsblatt DVGW G 680 zur Erhebung, Umstellung und Anpassung von Gasgeräten (Ausgabe März 2020). Eine Überarbeitung dieses Regelwerks wurde bereits begonnen und soll voraussichtlich im Jahr 2026 abgeschlossen werden.

Darüber hinaus bietet das GWI weiterhin Schulungen für Erhebungs- und Anpassungsmonteur gemäß dem Merkblatt DVGW G 106 (Qualifikationsanforderungen im Rahmen einer Änderung der Gasbeschaffenheit; Ausgabe August 2017) sowie für Prüfer gemäß dem Merkblatt DVGW G 107 (Qualifikationsanforderungen für die Qualitätssicherung; Ausgabe Februar 2020) an.



ABB. 24: SYMBOLBILD, DAS GWI BEGLEITET DIE UMSTELLUNG VON L- AUF H-GAS MIT FORSCHUNG, SCHULUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG

Brennstoff- und Gerätetechnik

Im Jahr 2025 standen neben Wasserstoffanwendungen, -normen, -transport und -derivaten vor allem sektorübergreifende Ansätze im Fokus. Im Mittelpunkt: die integrierte Betrachtung von Strom-, Gas- und Wärmenetzen einschließlich der zugehörigen Informations- und Kommunikationstechnik (IKT). Die Projekte adressieren sowohl die Modellierung des Gesamtsystems als auch volkswirtschaftliche Fragestellungen. Teil einer Wärmewende können auch Kraft-Wärme-Kopplungs-Konzepte in der Quartiersversorgung sein – jetzt mit Wasserstoff als Energieträger und einer Nutzung der Digitalisierung im Wechselspiel mit anderen Versorgungskonzepten. Als Beispiel dienen hier die weiter unten beschriebenen

Projekte Fahrplan Gaswende, Integrierte Plattform für Peer-to-Peer Energiehandel und marktbastriertes Netzengpassmanagement durch Sektorenkopplung – Teilvorhaben: Thermisches Systemdesign, Betriebsführung und Optimierung (InterPhaSe), Erweiterung des SimBench-Datensatzes auf den Gas- und Wärmesektor (SimBench Sektor) und Wasserstoffbasierte und digitalisierte KWK-Konzepte für eine emissionsarme und belastbare Energieversorgung (HyDi.KWK).

Die Abteilung Brennstoff- und Gerätetechnik hat sich mit einer Vielzahl an Projekten für die zukünftigen Rahmenbedingungen mit der folgenden Themenausrichtung aufgestellt:

Team Adaptive Energiesysteme:

- Deutschlandmodell-Typologien
- Wärmebedarfsanalysen
- Quellenanalysen zu Gas-, Fernwärme- und Stromnetzen
- GIS (Geo-Informationssystem)
- Quartierslösungen
- Modellierung und Simulation von gekoppelten Wärme-, Strom- und Gasnetzen
- Aufbau und Integration aller Energieströme im LivingLab
- Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)
- SmartMetering / Monitoring
- BigData
- EdgeComputing
- Digitalisierung
- Vernetzung von Städten / Sektoren (Wohnen, GHD, Industrie)
- Integration von Mobilitätslösungen und Digitalisierungsansätzen

Team Power-to-X:

- Untersuchung von Flexibilisierungsoptionen im Energiesystem
- Fragen zur Gasbeschaffenheit, insbesondere im Bereich der Einspeisung und Verwendung von Gasen aus erneuerbaren Energien in den einzelnen Sektoren
- Wissenschaftliche Untersuchungen von Gasanwendungstechnologien unter Beaufschlagung erneuerbarer Gase (z. B. LBG, Biogase inkl. Wasserstoff etc.)
- Wissenschaftliche Begleitung und Monitoring von Pilotprojekten und Feldtests
- Tests von Anwendungstechnologien mit H₂-reichen Gasen, Wasserstoff und DME
- Testen der Umstellung von Erdgas- auf Wasserstoffversorgung im Demo-Haus des GWI

Mit den Abteilungen Industrielle Feuerungstechnik (IFT), Prüflabor (PL) und Bildungswerk bestehen Schnittstellen bei den Themen Flexibilisierungsoptionen, Netze und Wasserstoff – hier insbesondere hinsichtlich der Leckage-Raten bei Verwendung von Wasserstoff. Mit neuen Versuchsaufbauten ist das Prüflabor in der Lage, eine Wasserstoff-Infrastruktur vom Speicher über eine Verteilung und Gasdruckregelanlage bis zur Installation und Anwendung abzubilden.

Fahrplan Gaswende

Der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft stockt und die Unsicherheit über die Marktentwicklung lässt potenzielle Erzeuger, Infrastrukturbetreiber und Verbraucher von Wasserstoff zögern. Während grüner Strom kontinuierlich günstiger wird, sind Wasserstofftechnologien noch an einem frühen Punkt der Learning Curve. In der aktuell herausfordernden wirtschaftlichen und politischen Lage erscheinen die in der nationalen Wasserstoffstrategie für das Jahr 2030 gesetzten Ziele zunehmend unerreichbar. Damit stellt sich weiterhin die Frage, wie die Klimaneutralität über alle Sektoren hinweg erreicht werden kann. Dass Biomethan, Wasserstoff und seine Derivate dazu einen Beitrag leisten müssen ist unbestritten, aber in welchem Maße und auf welchem Pfad bleibt offen. Eng damit verknüpft sind die Fragen nach den erforderlichen Infrastrukturen, aber auch dem für die Investitionen und den Betrieb der Anlagen benötigten regulatorischen Rahmen. An diesem Punkt setzt das Forschungsvorhaben Fahrplan Gaswende an. Dessen Fokus lag auf der Bestimmung der Rolle erneuerbarer Gase entlang des Pfades zu einem klimaneutralen Energiesystem. Betrachtet wurden dabei die Transformation und künftige Nutzung der Gasinfrastrukturen, die Wechselwirkung mit anderen Sektoren sowie die dafür notwendige Weiterentwicklung des regulatorischen Rahmens. Dafür wurde sowohl die Sicht des Gesamtsystems (gesamtwirtschaftlich optimierende Modellierung) als auch die Akteurssicht (betriebswirtschaftliche Untersuchung) berücksichtigt. Zu diesem Zweck wurden die bestehenden Energiesystemmodelle REMix und MuGriFlex erweitert. Grundlage der Modellierung war die Erfassung der Bestandsanlagen sowie aktueller techno-ökonomischer Parameter und Entwicklungsprognosen für alle relevanten Energietechnologien. Die Projektergebnisse geben Hinweise darauf, welche Technologien unter welchen Bedingungen, wann und in welchem Umfang gebraucht werden und welche regulatorischen Anpassungen zur Erreichung eines kostenoptimalen Zielbilds nötig sind.

Die Analyse der Infrastrukturtransformation im gekoppelten europäischen Energiesystem erforderte eine umfangreiche Weiterentwicklung der Modelle. Diese umfasst unter anderem die Option der Umrüstung von Bestandsanlagen von Erdgas auf Was-

serstoff sowie die Ergänzung weiterer Technologien, darunter die Dampfreformierung sowie Importterminals für Wasserstoff. Weiterhin wurden aktualisierte Rahmenszenarien verarbeitet. So wurden drei Storylines zur zukünftigen Nachfrage verschiedener Energieträger (Strom, Wasserstoff, synthetische Kraftstoffe) implementiert. Auf diese Szenarien und die Jahre 2030, 2040 und 2050 wurde REMix angewendet, um den Infrastrukturbedarf von erneuerbarer Stromerzeugung, flexibler Sektorenkopplung und insbesondere die Transformation des europäischen Gassystems durch gesamtwirtschaftliche Optimierung zu untersuchen.

Die Analysen zeigen, dass Europa einen hohen Anteil an Eigenversorgung mit Wasserstoff und Methan erreichen kann. Dazu tragen die Flexibilität der Sektorenkopplung und die Nutzung erneuerbarer Energiequellen bei. Die Ergebnisse bestätigen, dass es nur bedingte Konkurrenz- und Verdrängungseffekte zwischen den verschiedenen Optionen der flexiblen Sektorenkopplung gibt. Die Erzeugung von Wasserstoff konzentriert sich in Regionen mit hohen Kapazitätsfaktoren für Wind- und Photovoltaik-Strom. Importe von außerhalb Europas erfolgen bevorzugt pipeline-basiert und sind stark abhängig von den Preisen an der geographischen Systemgrenze. Wasserstoffnetze dienen der Versorgung von Mitteleuropa und verbinden die Nachfragezentren mit den Erzeugungs- und Speicherstandorten. Der Bau von Wasserstoffpipelines erfolgt überwiegend durch die Umwidmung bestehender Gaspipelines, während ein Neubau nur ergänzend erfolgt. Die optimale Netztopologie ergibt sich aus den jeweiligen Erzeugungsorten und Importrouten, die stark von den Szenarienannahmen zur Nachfrageentwicklung, Importkosten und möglichen Importrouten abhängen. Deren Vielfalt führt zu deutlichen Unterschieden in der Netzstruktur. Die Nutzung des Gastransportnetzes nahm in den Modellergebnissen bis 2050 um über 90 % ab, während das Modell Biomethan überwiegend innerhalb seiner Erzeugungsregionen einsetzte. Für die Speicherung von Wasserstoff kamen ausschließlich umgerüstete Erdgas-Kavernenspeicher zum Einsatz, wohingegen das Modell die teurere Option des Speicherneubaus nicht nutzte. Insgesamt muss die Ausgestaltung der Energiewende auf die Nutzung aller verfügbaren Flexibilitäten ausgerichtet sein, um eine hohe europäische Eigen-

versorgung mit erneuerbaren Energien zu erreichen. Dazu gehören auch die Flexibilisierung der Wärmeversorgung und das bidirektionale Laden von Elektrofahrzeugen.

In Ergänzung und aufbauend auf der REMix-Modellierung wurde mit dem Modell MuGriFlex der Frage nachgegangen, wie Investoren und Betreiber unter den für sie geltenden betriebswirtschaftlichen Bedingungen die benötigten Energiewandler bauen und betreiben würden und ob es Anpassungen des regulatorischen Rahmens bedarf, um die in REMix ermittelten Investitionen und Betriebsweisen anzureizen. Die Ergebnisse geben Hinweise auf notwendige regulatorische Anpassungen für die Realisierung der Energiewende in Deutschland. Dazu gehören die Förderung von Wärmepumpen, die Unterstützung von KWK-Anlagen und die Entwicklung von flexiblen Förderinstrumenten, die auf Marktbedingungen reagieren können. Die Analyse zeigt, dass eine gezielte Förderung von Wärmepumpen erforderlich ist, um den Markthochlauf zu beschleunigen. Parallel dazu kann eine fortgesetzte KWKG-Förderung sinnvoll sein, um die für Versorgungssicherheit und Systemdienstleistungen benötigten KWK-Kapazitäten zu erhalten und auszubauen. Die Ergebnisse unterstreichen auch die Notwendigkeit von flexiblen Förderinstrumenten, die adaptiv auf Marktbedingungen reagieren. Ein dauerhaft höheres Gaspreisniveau könnte den Markthochlauf von Wärmepumpen beschleunigen, zugleich aber zusätzliche Fördermechanismen für KWK erfordern. Die Analyse zeigt auch, dass es Potenziale zur Abwärmenutzung von Elektrolyseuren in Norddeutschland gibt. Allerdings überwiegt in der gesamtwirtschaftlichen Analyse der Betrieb in den Sommermonaten, so dass im Winter sekundäre Wärmequellen notwendig bleiben. Stand heute sind große Wasserstoff-Kraftwerke noch nicht verfügbar. Auch ein weitreichendes Wasserstoff-Transportnetz ist noch nicht realisiert und Importoptionen für Wasserstoff (und seine Derivate) sind erst im Entstehen. Damit die im Projekt gezeigten Modellergebnisse Teil der Realität der Energieversorgung in Deutschland werden können, sind erhebliche initiale Investitionen nötig. Alle Ergebnisse sind daher nur unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen zu interpretieren. Diese unterliegen den Unsicherheiten der tatsächlichen technologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Entwicklung.

Integrierte Plattform für Peer-to-Peer Energiehandel und marktbasierendes Netzengpassmanagement durch Sektorenkopplung - Teilvorhaben: Thermisches Systemdesign, Betriebsführung und Optimierung (Inter-PhaSe)

Dieses Vorhaben hat sich zum Ziel gesetzt, konkrete Lösungsansätze zu erarbeiten, um dem durch die Energiewende induzierten strukturellen Wandel im Strom- und Wärmesektor und den damit verbundenen Herausforderungen effektiv zu begegnen. Ziel ist es, dezentrale sektorenggekoppelte Energiesysteme durch dezentrale Handelsplattformen und autark agierende Agenten im Betrieb zu optimieren. Neben technischen Maßnahmen liegt der inhaltliche Fokus auf der Entwicklung eines hybriden Wärmesystemmodells. Dieses Modell verknüpft reale Anlagen und Hardwarekomponenten wie SMGW, Fernwirktechnik sowie Mess- und Regelungstechnik mit virtuellen Ebenen, darunter Simulationsmodelle und die PEAK-Plattform. Die Infrastruktur des GWI dient dabei als Testumgebung für Implementierungen und Voruntersuchungen im Hinblick auf die Weiterentwicklungen der PEAK-Plattform. Dies ermöglicht die Erprobung unterschiedlicher Technologieoptionen und -kombinationen, die im realen Netzbetrieb nicht ohne Weiteres verfügbar wären, ohne dabei die Versorgungssicherheit zu beeinträchtigen. Im Fokus steht die Konzeption und Entwicklung eines Modells, das reale Systeme wie Anlagen und Messsysteme flexibel mit virtuellen Systemen wie Optimierungs- und Vorhersagetools sowie simulierten Ebenen, z. B. von Anlagen-, Netz- und Quartiersmodellen, kombiniert. Die Systemarchitektur unterscheidet dabei zwischen dezentraler Intelligenz, die lokale Optimierungen in einzelnen Gebäuden ermöglicht, und zentraler Intelligenz, die netzweite Steuerung und Optimierung erlaubt. Das GWI-Konzept des Erkenntnishorizonts findet Anwendung – es definiert, in welchem Umfang und in welcher Granularität Informationen erfasst und genutzt werden können. Ebenfalls angestrebt wird die Entwicklung einer Co-Simulation, die es ermöglicht, unterschiedliche Simulationsmodelle der Projektpartner effizient zu koppeln. So können domänenspezifische Modelle für lokale Märkte, Verbraucher, Energieumwandlungsanlagen und Infrastrukturen integriert werden.

Virtuell / real gemischtes Energiesystemmodell

Um eine möglichst realitätsnahe Untersuchung der Kopplung der Peak-Plattform mit unterschiedlichsten Wärme- und Energiewandlungstechnologien im häuslich / gewerblichen Kontextes untersuchen zu können, soll in diesem Teilarbeitspaket ein virtuell-real-gemischtes Wärmesystemmodell konzeptioniert und entwickelt werden.

Im Detail bedeutet dies, dass unterschiedliche reale Systeme (z. B. Anlagen, Messsysteme, SMGW, Mess- und Monitoringsysteme) in unterschiedlichen Kombinationen mit virtuellen (z. B. Peak-Plattform, Optimierungssysteme, Vorhersagesysteme) bzw. simulierten Ebenen (z. B. Anlagenmodelle, Quartiersmodelle, Netzmodelle) verknüpft werden können.

Abbildung 25 soll exemplarisch die grundlegende Struktur des Ansatzes verdeutlichen. Die drei dargestellten Ebene sind dabei wie folgt definiert:

- Real – physisch vor Ort oder an einem anderen Standort existierende Anlagen, Verbraucher, Komponenten
- Simuliert – Modelle und Simulationen des physikalischen Verhaltens von realen Systemen oder Referenzsystemen (Typnetze, Referenzgebäude, Anlagen etc.)
- Virtuell – Forecast-, Regelungs-, Optimierungs-, zentrale und dezentrale Agenten-Systeme die sowohl auf reale als auch simulierte Systeme angewandt werden können

Abbildung 25 differenziert in der virtuellen Ebene dezentrale und zentrale Intelligenz. Diese Unterscheidung basiert auf den unterschiedlichen Erkenntnishorizonten der jeweiligen Ansätze. Die dezentrale Intelligenz-Schicht umfasst Systeme, die in einem Gebäude bzw. an einem lokal begrenzten Ort installiert sind und auch nur in diesem räumlichen Kontext Informationen zur Optimierung des Betriebs erfassen können. Die Schicht der zentralen Intelligenz beschreibt Systeme die auf Informationen aus einem ganzen Gebiet und von vielen verschiedenen Anlagen, Objekten oder z. B. mehreren dezentralen Agenten innerhalb eines Versorgungsgebietes zugreifen können, um Ausgleichs- und Optimierungsmaßnahmen umzusetzen. Im Kontext von Akteursrollen könnte die zentrale Intelligenz-Ebene z. B. bei einem Netzbetreiber oder einer Handelsplattform verortet sein, da beide sogenannte Daten-Aggregatoren im systemischen Sinn darstellen. Die Differenzierung dieser beiden Ebenen basiert dabei maßgeblich auf dem Konzept des Erkenntnishorizonts, welcher beschreibt, in welchem Umfang und in welcher räumlichen und zeitlichen Form die jeweiligen intelligenten Systeme Informationen erfassen und Rückschlüsse ziehen können.

Ziel ist es, in Abhängigkeit der spezifischen Fragen virtuelle, simulierte und reale Systeme in verschiedensten Kombinationen zu verknüpfen und in ihren Wechselwirkungen untersuchen zu können.

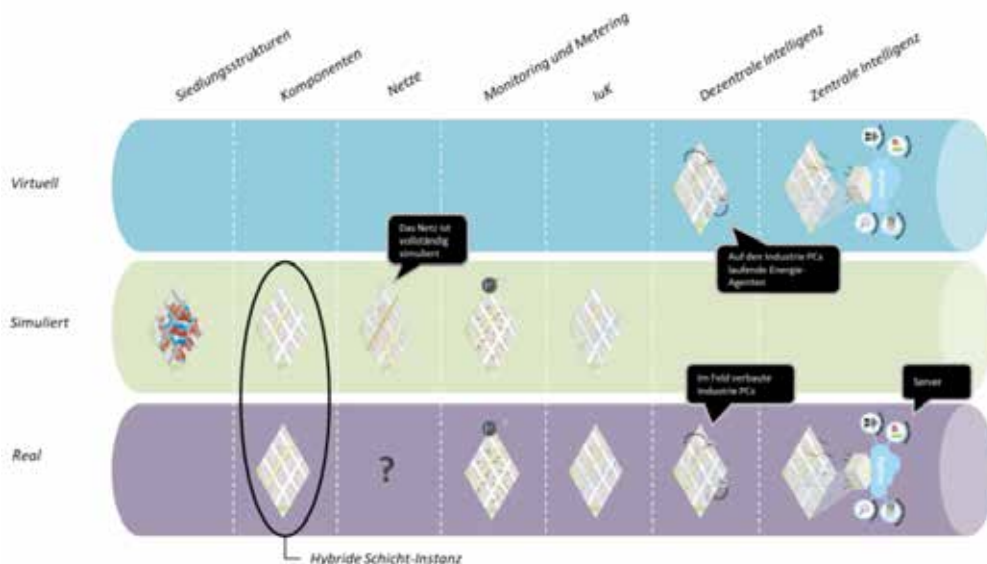


ABB. 25: EXEMPLARISCHES KONZEPT DES VIRTUELL-REAL-GEMISCHTEN WÄRMESYSTEMMODELLS



ABB. 27: INFRASTRUKTUR DES LIVINGLABS

LivingLab

Das vom GWI entwickelte LivingLab ist eine digitale Plattform, um die Sektorenkopplung (Strom, Gas und Wärme) am Institut zu demonstrieren und zu optimieren. Aus der Vielzahl an verschiedenen Sektoren und Herstellern ist die Interoperabilität eine zentrale Anforderungen and die Plattform. Weiterer Grundbestandteil ist die IoT Architektur, die es erlaubt, sowohl reale sensorische Datenquellen einzubinden als auch digitale Datenquellen. Dazu zählen reale Messeinrichtungen auf dem GWI-Campus, die den aktuellen Ressourcenverbrauch von Energie oder Stoffströmen erfassen. Ferner werden externe Informationen berücksichtigt, wie z. B. Wetterdaten oder andere Umwelteinflüsse sowie Markt- und Börsen-

preise, die mittels API oder csv-Schnittstelle digital eingebunden werden. Durch die Verwendung von internen und externen Prognosedaten bzw. Modellen kann der aktuelle Energiebedarf und die zu erwartende Energieproduktion geschätzt werden und für ein Energiemanagement genutzt werden.



ABB. 27: DAS LIVING-LAB-DASHBOARD

Um aus den Rohdaten die Energiebilanz des GWI-Campus zu ermitteln, werden gängige ETL-Strukturen eingesetzt, um die Daten zu verarbeiten und in Datenbanken zu speichern. Im Frontend werden die Daten in Echtzeit auf einem Dashboard visualisiert, s. Abbildung 27. Hier sind verschiedene Darstellungen möglich, die z. B. den zeitlichen Verlauf der Zustände zeigen und ferner Aggregationen ermöglichen und die aktuellen Zustände monitoren.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird eine Funktionserweiterung avisiert. Konkret geht es um die Entwicklung einer Co-Simulations-Plattform, die es ermöglicht, Simulationsmodelle mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Detailgraden gekoppelt zu betreiben. Dazu ist eine Standardisierung notwendig z. B. durch Verwendung des FMI-Standards oder mittels Containeransatz, um die spezialisierten Modelle aus den unterschiedlichen Domänen und von verschiedenen Partnern effizient zu nutzen, in die Plattform zu integrieren und zu koppeln.

Ferner ist der Aspekt der Steuerbarkeit ein Forschungsziel. Im ersten Schritt geht es darum, mittels Leitwarte bzw. relevanter IoT-Protokolle eine Steuerung zu ermöglichen. Dies kann eine Vorgabe eines konstanten Lastpunktes sein, eine exogene Zeitreihe oder eine dynamische echtzeitnahe Vorgabe der lokalen Steuereinheit. Dies verfolgt das globale Ziel, die Sektorenkopplung weiter zu erforschen und reale Anlagen effizient und optimiert zu betreiben.

Im Projekt wird abschließend eine Anbindung des LivingLabs in

die Interphase Plattform angestrebt. Das bedeutet, dass die lokale Intelligenz im Betrieb der Anlage mit einer dezentralen, übergeordneten Intelligenz der Plattform verknüpft wird. Konkret umfasst das Forschungsvorhaben hier das Themenfeld von Smart Meter Gateways, CLS-Schnittstellen sowie Mehrwertmodule. Die Integration eines Agenten in ein Energie Management System ist dabei ein zentraler Bestandteil. Der Agent wiederum soll dann die Interaktion mit der Interphase Plattform übernehmen und ermöglicht ganz neue Szenarien, z. B. die realen Anlagen am GWI mit anderen Marktteilnehmern zu koppeln, die virtuell oder real an einem anderen Ort sein können.

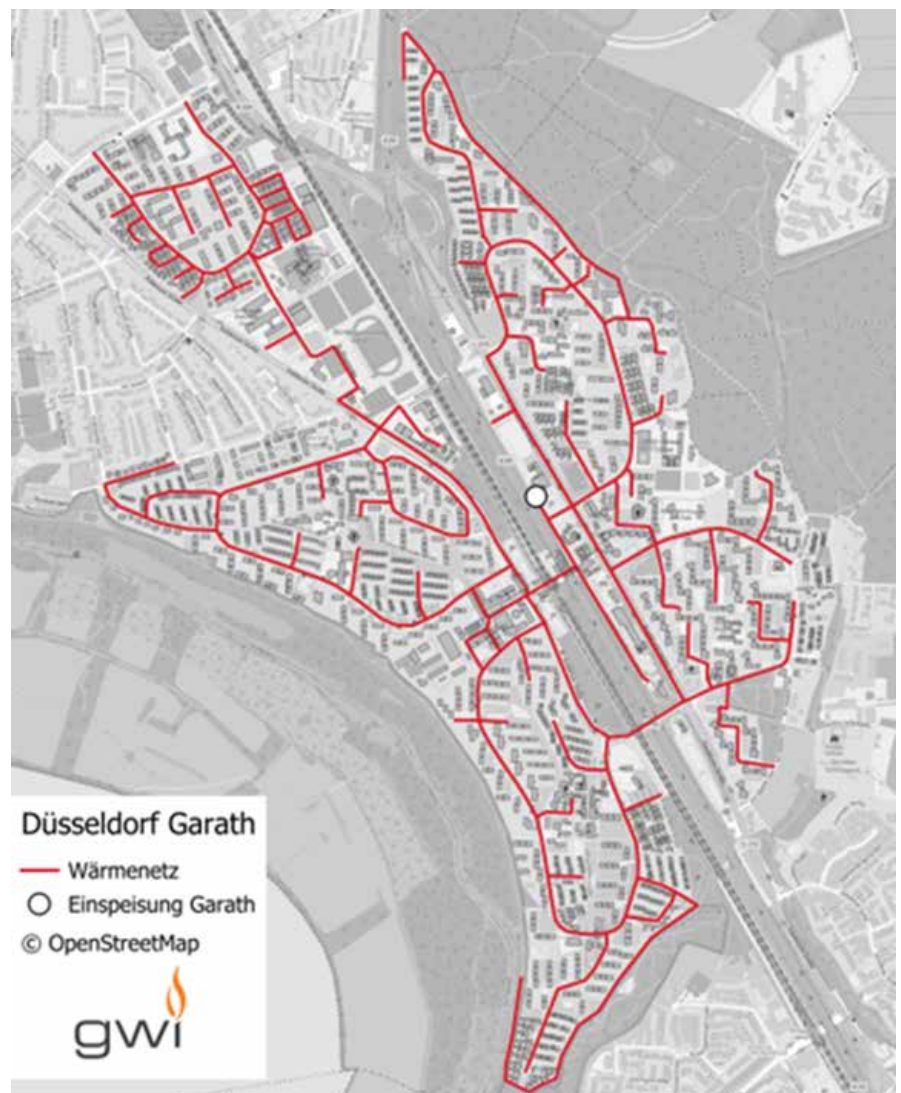


ABB. 28: KNOTEN-KANTEN-MODELL DES FERNWÄRMENETZES DÜSSELDORF GARATH IM STATUS QUO

Erweiterung des SimBench-Datensatzes auf den Gas- und Wärmesektor (SimBench Sektor)

Die Transformation des Energiesystems in Deutschland führt zu einer stärkeren Vernetzung der unterschiedlichen Sektoren (Strom, Gas und Wärme) und entsprechend auch zu einer stärkeren Kopplung der Energienetze. Die Wechselwirkungen werden in vielen verschiedenen Forschungsprojekten untersucht. Entsprechend groß ist der Bedarf an konsistenten Open-Source-Datensätzen.

Im Forschungsprojekt SimBench Sektor wurde ein Benchmark-Datensatz für elektrische Netze aller Spannungsebenen entwickelt. Dieser Datensatz ermöglicht die netzbetreiber-unabhängige Entwicklung und Bewertung von Lösungsansätzen und fördert zugleich die Vergleichbarkeit verschiedener Entwicklungen im Bereich elektrischer Netze.

Aufbauend auf diesem Datensatz soll im Rahmen des Projektes SimBench Sektor ein realistischer und konsistenter Datensatz über alle Sektoren (Strom, Gas und Wärme) hinweg entwickelt werden. Ziel dieses Folgeprojekts ist es, der Forschungslandschaft einen strukturell und methodisch konsistenten Datensatz zur Beschreibung der netzgebundenen Energieversorgung bereitzustellen, der für weiterführende, individuelle Forschungsfragen verwendet werden kann. Der erzeugte Datensatz soll als Open Data kostenneutral zur Verfügung gestellt werden. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IEE und der Hochschule Bonn-Rhein-Sieg durchgeführt.

Neben der Modellierung eines Wasserstoff-Transportnetzabschnittes, liegt der Schwerpunkt des GWI im Rahmen des Projektes insbesondere auf der Abbildung der Fernwärmenetze. Aufgrund der starken Heterogenität von Wärmenetzen konzentriert sich das Projekt hierbei auf die detaillierte Modellierung der Wärmenetze in zwei Referenzgebieten sowie auf die Weiterentwicklung und Erprobung einer Werkzeugkette zur automatisierten Generierung von Wärmenetzmodellen für beliebige Kommunen. Abbildung 29 zeigt das Knoten-Kanten-Modell eines Wärmenetzabschnittes in Düsseldorf (einem der Referenzgebiete) im Ist-Zustand. Die entwickelten Knoten-Kanten-Modelle werden im Rahmen des

Projektes in Dymola-Modelle überführt. Exemplarisch soll das Dymola-Modell eines Netzabschnittes anschließend innerhalb der vom GWI mitentwickelten Open-Source-Bibliothek TransiEnt veröffentlicht werden und so anderen Forschenden zur weiteren Nutzung zugänglich gemacht werden.

Wasserstoffbasierte und digitalisierte KWK-Konzepte für eine emissionsarme und belastbare Energieversorgung (HyDi.KWK)

Die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) spielt eine zentrale Rolle für eine effiziente und zuverlässige Energieversorgung. Um ihre Vorteile in einem klimaneutralen Energiesystem optimal nutzen zu können, muss sie sich jedoch technologisch und regulatorisch weiterentwickeln. Ein entscheidender Schritt ist der Übergang von fossilen Brennstoffen zu grünem Wasserstoff. Dieser ermöglicht eine CO₂-neutrale Energieversorgung, insbesondere in Wärmenetzen mit zentraler Erzeugung, ohne dass umfangreiche bauliche Maßnahmen erforderlich sind.

Parallel dazu gewinnt die Digitalisierung von KWK-Systemen an Bedeutung. Digitale Technologien eröffnen neue Möglichkeiten, um Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit zu steigern – von intelligenten Steuerungen bis hin zur datenbasierten Betriebsoptimierung.

In HyDi.KWK entwickeln die fünf Forschungspartner des Virtuellen Instituts | KWK.NRW neue Konzepte für wasserstoffbasierte und digital vernetzte KWK-Systeme. Ziel ist es, zukunftsfähige Technologien zu testen und zu bewerten, die den Weg in eine klimaneutrale Energieversorgung ebnen.

Dazu wird das LivingLab des GWI um zahlreiche innovative Technologien erweitert, darunter:

- eine H₂-Gasmischanlage für das bestehende Hybrid-SOFC-System,
- ein neues Wasserstoff-Blockheizkraftwerk,
- eine Redox-Flow-Batterie
- eine Elektro-Wärmepumpe und
- ein Power-to-Heat-Wärmespeicher.

Alle Komponenten werden über eine gemeinsame moderne Leittechnik miteinander vernetzt und in das Energie- und Datenmanagementsystem des GWI integriert. So entsteht eine komplexe Forschungsumgebung, in der reale und virtuelle Systeme zusammenarbeiten.

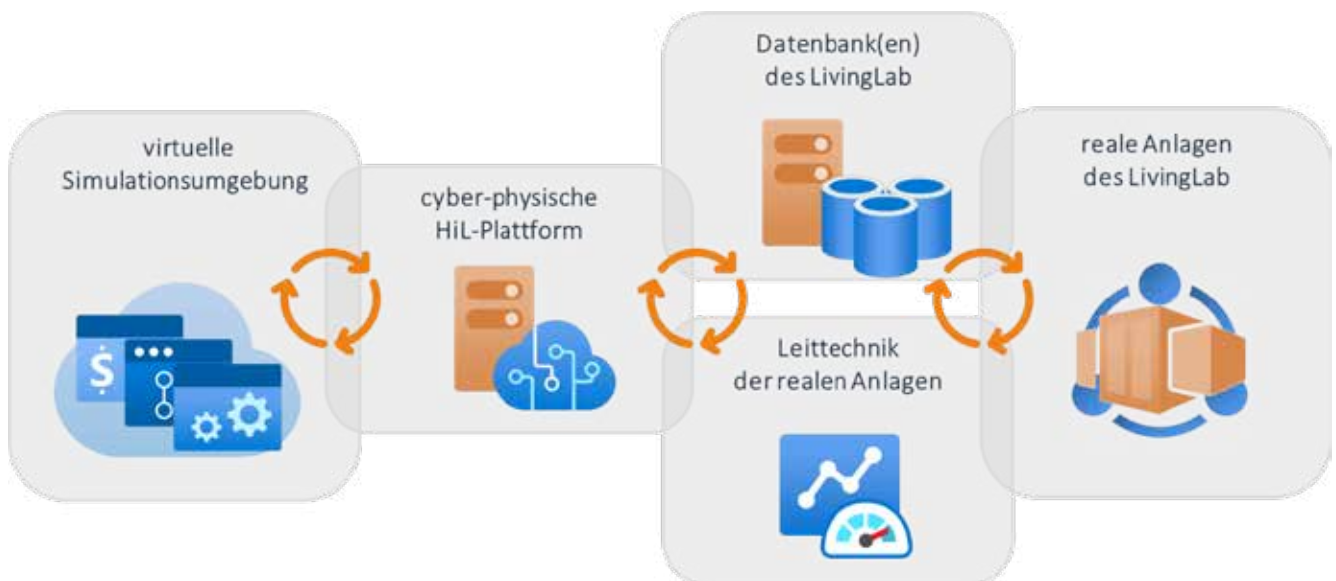


ABB. 29: KONZEPTIONELLER ANSATZ DER HiL-PLATTFORM AM GWI FÜR DIE CO-SIMULATION

Ein zentrales Element ist die Hardware-in-the-Loop (HiL)-Plattform – eine cyberphysische Simulationsumgebung. Hier werden reale Anlagen mit digitalen Modellen verknüpft, um verschiedene Systemkomponenten, Betriebsstrategien und digitale Zwillinge realitätsnah zu untersuchen, s. Abbildung 29.

So lassen sich Konzepte unter echten Bedingungen testen – noch bevor sie in der Praxis umgesetzt werden. Hierfür wurde ein neuer Server angeschafft, welcher über leistungsfähige Prozessoren, erweiterten Arbeitsspeicher sowie hochperformante Speicher- und Netzwerkschnittstellen verfügt, um die hohen Anforderungen hinsichtlich Echtzeitfähigkeit, Datenverarbeitung und Parallelisierung innerhalb der HiL-Plattform zuverlässig zu erfüllen.

Im Zuge der Inbetriebnahme wurden die bestehenden Datenflüsse sowie die eingesetzten Kommunikationsprotokolle vollständig auf die neue Serverinfrastruktur migriert. Durch die Migration wird die

Systemstabilität erhöht, die Skalierbarkeit verbessert und die Grundlage für die zukünftige HiL-Plattform geschaffen. Im Projektverlauf von HyDi.KWK wurden weitere wichtige Zwischenziele erreicht. Das BHKW wurde bestellt und zur Umrüstung von Erdgas auf Wasserstoff an den Forschungspartner WTZ Roßlau gGmbH übergeben. Die Elektro-Wärmepumpe wurde erfolgreich im Demo-Haus des GWI installiert und in Betrieb genommen. Auch die Redox-Flow-Batterie wurde bereits geliefert, s. Abbildung 30. Sie verfügt über eine Leistung von 30 kW und eine Kapazität von 140 kWh.

Die Kombination aus Wasserstoffnutzung, Digitalisierung und praxisnaher Demonstration ermöglicht es, skalierbare Strategien für eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu entwickeln. Ergebnisse für die Etablierung klimaneutraler KWK-Systeme in Nordrhein-Westfalen stärken somit über die Landesgrenze hinaus eine emissionsarme, flexible und resiliente Energiezukunft.



ABB. 30: LIEFERUNG DER REDOX-FLOW-BATTERIE

Industrie- und Feuerungstechnik

Veröffentlichungen 2025

Wie jedes Jahr stellte die Abteilung Industrie- und Feuerungstechnik (IFT) auch in 2025 ihre aktuellen Forschungsthemen und -projekte auf nationalen und internationalen Veranstaltungen und Konferenzen und in Fachzeitschriften vor.

Das Themenspektrum dieser Veröffentlichungen ist dabei ebenso vielseitig wie die Aktivitäten der Abteilung selbst und reichte von klassischen Themen wie den Auswirkungen und Konsequenzen schwankender Erdgasbeschaffenheiten über den Einsatz neuer Brenngase wie Wasserstoff und Ammoniak bis hin zu grundsätzlichen Fragestellungen, etwa zur Zukunft der Verbrennungstechnik in einer zunehmend dekarbonisierten Welt.

Zudem wurde eine Reihe von Berichten zu in 2025 abgeschlossenen öffentlich geförderten Forschungsprojekten veröffentlicht [1], [2], [3], [4].

Ein Forschungsschwerpunkt lag auch in diesem Jahr auf kohlenstofffreien Brenngasen wie Wasserstoff und Ammoniak, gerade im Kontext der Dekarbonisierung von industrieller Prozesswärme. Da für den Einsatz von Wasserstoff in der Prozesswärmebereitstellung viele technische Fragen bereits weitestgehend geklärt sind, behandelten die Veröffentlichungen vor allem die konkrete Umrüstung bestehender erdgasbefuerter Prozesse auf Wasserstoff [2], [3], [5], [6], [7], [8] sowie regulatorische Fragen, vor allem im Umgang mit Schadstoffemissionen [9], [10]. Hervorzuheben ist dabei vor allem auch das EU-geförderte Projekt „H2AL“, bei dem das GWI in Kooperation mit Partnern aus der gesamten EU die Umstellung einer erdgasbeheizten Anlage zum Aluminium-Recycling in Nord-Italien auf eine Wasserstoff-Sauerstoff-Verbrennung untersucht. Ein im Rahmen dieses Projekts und vom GWI geleitetes Deliverable [8] wurde im August veröffentlicht und beschreibt detailliert Unterschiede, Herausforderungen und Lösungen zum Einsatz der Wasserstoffverbrennung in der Thermoprozesstechnik im Vergleich zu Erdgas. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des GWI hatten auch die Gelegenheit, das Projekt im Rahmen des 2. NEDO / CHP-Workshops „Hydrogen Combustion Technologies“ in Kobe, Japan, vorzustellen [6].

Im Gegensatz zur Wasserstoffverbrennung sind beim Ammoniak hingegen noch einige verbrennungstechnische Fragestellungen zu lösen, um diesen Brennstoff für die Thermoprozesstechnik nutzbar zu machen. Die am GWI gewonnenen Erkenntnisse wurden 2025 in einer Reihe von Publikationen veröffentlicht [1], [11], [12], [13], [14], [15]. Aus den Untersuchungen zur Verbrennung von schwachkalorischen Gasen (inkl. Ammoniak) entstand auch das Promotionsvorhaben von Marcel Biebl, welches in diesem Jahr mit Auszeichnung abgeschlossen wurde [16]. Die wesentlichen Erkenntnisse dieser Arbeit wurden auch in einem „peer-reviewed“ Journal veröffentlicht [11].

Zwei in der Fachzeitschrift „Prozesswärme“ erschienen Beiträge [17], [18], ein Vortrag bei der GWI-Veranstaltung „Energiewende Industrie“ [19] sowie eine Keynote beim 32. Deutschen Flammentag für Nachhaltige Verbrennung in Paderborn [20] diskutierten etwas allgemeiner die Vor- und Nachteile von alternativen Brennstoffen in der Thermoprozesstechnik, vor allem im Vergleich zu elektrischen Beheizungstechnologien. Das GWI war zudem mit einer Reihe von weiteren Beiträgen bei dieser traditionellen Veranstaltung der deutschen Verbrennungsforschung präsent [9], [12]. Noch etwas allgemeiner diskutierte die Opening Keynote bei der „IFRF Conference on Sustainable and Safe Industrial Combustion“ in Sheffield die Rolle von Verbrennung, Brennstoffen und Verbrennungsforschung in einer zunehmend dekarbonisierten Welt [21]. Die Kooperation von IFRF (International Flame Research Foundation) und GWI wird weiter fortgesetzt: das GWI ist Gastgeber für das IFRF TOTeM 52 „Oxy-Fuel Combustion and CCUS“, das Ende Mai 2026 stattfinden wird. Auch auf dem Kraftwerkstechnischen Kolloquium war das GWI dieses Jahr wieder mit einem Messestand und einer Reihe von Vorträgen vertreten [13], [15].

Aus der Gremienarbeit der IFT in DVGW und MARCOGAZ ergaben sich zwei Veröffentlichungen, die sich mit schwankenden Erdgasbeschaffenheiten, auch vor dem Hintergrund sensibler industrieller Verbraucher und sich verändernder Gasmärkte, beschäftigten [22], [23].

Ein für die IFT recht neues Thema ist die CO₂-Abscheidung, die in [24] betrachtet wird.

Projekte und Themen

Die IFT befasste sich auch im Jahr 2025 mit den aktuellen Fragestellungen der Dekarbonisierung der Prozesswärmeerzeugung in der Industrie dazu wurden die Themenfelder erneuerbare Brennstoffe, aber auch MSR-Technik und erstmals das Thema Elektrifizierung in Form der Plasmabefeuerung bearbeitet.

Optische Systeme

Die Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff und Ammoniak führt in bestehenden Hochtemperaturprozessen zu einer deutlichen Veränderung der Verbrennungscharakteristik. Dabei verändern sich Flammgeometrie und -morphologie, Temperaturverteilung und Stabilität, was die Prozessführung erschwert. Besonders kritisch ist die genaue Erfassung der Temperaturverteilung, um Produktspezifikationen einzuhalten und Materialbelastungen zu vermeiden. Im Vorhaben „Mehrkamerasystem für die 3-dimensionale Erfassung der Verbrennungsvorgänge in industriellen Hochtemperaturprozessen bei Einsatz regenerativer Brenngase (TomoReg - FKZ: 01IF24504N)“ werden neue bildgebende 3D-Messverfahren entwickelt, die die Flammencharakteristik berührungslos, räumlich aufgelöst erfassen. Diese Technologien sollen helfen, den Brennstoffwechsel sicher, effizient und mit möglichst geringen Emissionen zu gestalten. Die optische Detektion der Verbrennungsvorgänge von regenerativ erzeugten Gasen wie H_2 und NH_3 erfordert die Anpassung an die veränderte Strahlungscharakteristik. Dazu kommen erstmalig UV-sensitive CMOS-Kamerasensoren in der aus dem Vorgängervorhaben „Tomo-Pro“ hervorgegangenen Mehrkammerasonde zum Einsatz. Die Erprobung der UV-Detektion zur Erfassung von Lage, Form und Morphologie der Flamme erfolgt anwendungsnah an H_2 -Feuerungen im Hochtemperaturversuchsofen des GWI. Darüber hinaus wird mit dem System die 3D-Erfassung von

Temperatur-Hotspots mit Hilfe der Background-Oriented-Schlieren-Tomographie (BOST) in der Ofenraumumgebung erprobt. Die gewonnenen Daten werden mit den Ergebnissen aus CFD-Simulationen verglichen. Mit Hilfe von Phantomstudien wird die Übertragbarkeit der erprobten Detektionsverfahren auf reale Anwendungen an einem konkreten industriellen Prozess aufgezeigt. Das Projekt soll die notwendigen Erkenntnisse für die technische Umsetzung kamerabasierter 3D-Detektionsverfahren liefern. Diese ermöglichen erstmalig ein ortaufgelöstes Monitoring des Verbrennungsprozesses und eröffnen neue Möglichkeiten zur Erfassung und Kompensation der Auswirkungen der Brenngassubstitution.

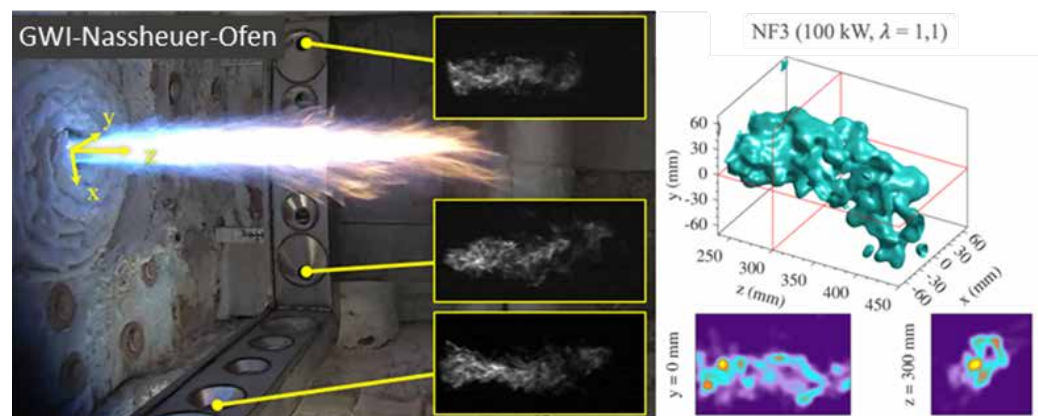


ABB. 31: ERPROBUNG DER TOMOGRAPHISCHEN OFENRAUMSONDE (LINKS) UND 3D-REKONSTRUKTION DER INSTANTANEN FLAMMENFRONT EINER TURBULENTEN 100-KW-ERDGAS-LUFT-FLAMME (RECHTS)

Dekarbonisierung der Industrie

Die Dekarbonisierung der fertigen Industrie und insbesondere der industriellen Prozesswärme stellt eine der zentralen Herausforderungen der Energiewende dar, nicht nur für die betroffenen Unternehmen selbst, sondern auch für die Energiewirtschaft. Prozesswärme ist in Deutschland heute für etwa 70 % des industriellen und 20 % des gesamten Endenergiebedarfs verantwortlich, wobei Erdgas mit weitem Abstand der wichtigste Energieträger für die Prozesswärmebereitstellung ist. Gleichzeitig ist die Thermoprozesstechnik charakterisiert durch ein hohes Maß an Diversität, Spezialisierung und Optimierung: ein Dampfkessel in einer Brauerei arbeitet unter völlig anderen Randbedingungen als etwa ein Industrieofen in einer Härterei oder eine Glaschmelzwanne. Entsprechend unterschiedlich müssen auch die Ansätze zur Dekarbonisierung dieser

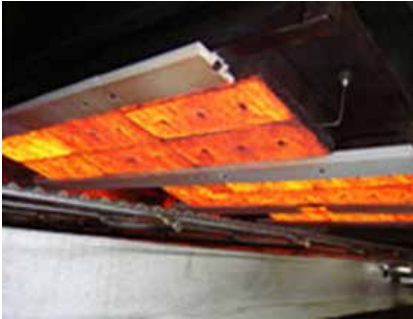


ABB. 32: TROCKNUNG
QUELLE: ERATEC



ABB. 33: WÄRMEBEHANDLUNG VON STAHL
QUELLE: THYSSEN KRUPP/WS

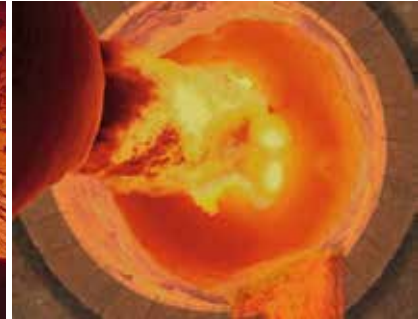


ABB. 34: ZEMENTHERSTELLUNG
QUELLE: SEVEN REFRACTORIES

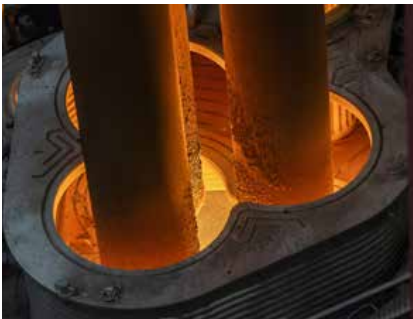


ABB. 35: STAHLSCROTT-RECYCLING
QUELLE: THYSSEN KRUPP



ABB. 36: GLASSCHMELZEN
QUELLE: HVG



ABB. 37: DAMPFERZEUGUNG
QUELLE: WATERLOO MANUFACTURING

Prozesse und Anlagen sein: für manche Anwendungen dürfte die Elektrifizierung der beste Weg sein, für andere der Einsatz von Wasserstoff, für dritte vielleicht die Kombination von Biomasse und Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS).

Dies ist der Ansatzpunkt des DVGW-Projekts Industrie-Dekarbonisation: Technologie-Alternativen, Standortfaktoren und Infrastrukturanforderungen, G 202432 (IDeAl). In diesem Projekt sollen, basierend auf einer Meta-Studie zum Prozesswärmebedarf und verschiedenen Dekarbonisierungsoptionen mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen, für eine Reihe von Standorten und Industriebranchen beispielhaft Dekarbonisierungsstrategien entwickelt werden, welche die Eigenheiten der relevanten Prozesse, die Standorte und auch die Anbindung an die lokale Energieversorgungsinfrastrukturen (etwa Strom, Gas oder zukünftig Wasserstoff) berücksichtigen. Ziel ist es dabei, anhand dieser Beispiele transparente und leicht übertragbare Handlungsempfehlungen für Industrieunternehmen zu entwickeln, um die Planung ihrer eigenen Dekarbonisierungsmaßnahmen (auch und gerade im Dialog mit ihren jeweiligen Energieversorgern und Netzbetreibern) voranzutreiben. Vor dem Hintergrund der nationalen und interna-

tionalen Klimaschutzziele sowie der Notwendigkeit einer signifikanten Reduktion industrieller Treibhausgasemissionen befasst sich das vorliegende Forschungsvorhaben mit der Entwicklung technologischer Konzepte zur treibhausgasneutralen Gestaltung der Zementproduktion. Ziel ist es, eine weitgehende Dekarbonisierung des energie- und prozessintensiven Herstellungsprozesses zu erreichen, ohne dabei die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Zementindustrie zu beeinträchtigen.

Ein wesentlicher Bestandteil der CO₂-Emissionen in der Zementproduktion resultiert aus prozessbedingten Emissionen, insbesondere aus der Kalzinierung des Kalksteins. Zur gezielten Abscheidung dieses prozessbedingten CO₂ wird im Rahmen des Projekts ein Oxyfuel-Verfahren untersucht. Durch die Verbrennung mit einem sauerstoffangereicherten beziehungsweise nahezu reinen Sauerstoffstrom entsteht ein Abgas mit hoher CO₂-Konzentration, was die anschließende Abtrennung und Nutzung oder Speicherung des Kohlendioxids erheblich erleichtert. Da die konventionelle Sauerstoffbereitstellung mittels kryogener Luftzerlegung mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist, wird im Projekt ein

innovativer Ansatz verfolgt. Dieser basiert auf der kombinierten Nutzung von Festoxid-Brennstoffzellen (Solid Oxide Fuel Cells, SOFC) und Festoxid-Elektrolysezellen (Solid Oxide Electrolysis Cells, SOEC). Durch die Integration dieser Hochtemperaturtechnologien soll eine energieeffiziente Sauerstoffbereitstellung ermöglicht und gleichzeitig eine systemdienliche Einbindung in das Gesamtenergiesystem erreicht werden. Die Konzeption, Dimensionierung sowie die prozesstechnische Integration dieses Konzepts in eine Oxyfuel-basierte Prozessführung der Zementherstellung erfolgen durch das Forschungsinstitut der Zementindustrie (VDZ) in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Energieverfahrenstechnik und Energiesysteme (LEE) an der Universität Duisburg-Essen.

Ergänzend zu diesen systemtechnischen Arbeiten werden am GWI sowohl experimentelle als auch numerische Untersuchungen zur Analyse der Verbrennung durchgeführt. Im Oktober 2025 wurde experimentell untersucht, welchen Einfluss die Anreicherung des Oxidators mit CO_2 sowie mit CO_2 und H_2O auf das Verbrennungsverhalten hat. Ziel dieser Versuchsreihen war es, die Auswirkungen veränderter Oxidatorzusammensetzungen – wie sie im Oxyfuel-Betrieb auftreten – auf Flammenstabilität, Reaktionskinetik und Temperaturverteilung zu charakterisieren. Die experimentellen Ergebnisse wurden umfassend ausgewertet und hinsichtlich ihrer Relevanz für den Einsatz im Drehrohrofen analysiert. Parallel zu den experimentellen Arbeiten wird die numerische Verbrennungsmodellierung des Drehrohrofens weiterentwickelt, abgestimmt und finalisiert. Grundlage bildet ein geometrisches Modell eines 57 m langen, um 3° zur Horizontalen geneigten Drehrohrofens. Zur detaillierten Abbildung der unterschiedlichen Prozesszonen wurde der Ofen in 40 Segmente mit einer Länge von jeweils 1,425 m unterteilt. Diese Segmentierung ermöglicht eine zonenspezifische Definition von Randbedingungen,

Stoffströmen und Reaktionsmechanismen und bildet die Grundlage für eine differenzierte Simulation der thermochemischen Vorgänge entlang der Ofenlängsachse, s. Abbildung 38.

Das Forschungsprojekt CMCVent (Fördernr.: 03EN2140 A) wurde im Rahmen des 8. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) initiiert. In Zusammenarbeit mit den Partnern Kera-tek GmbH, Rauschert-Tec Group, POLLRICH GmbH, Fraunhofer Institute for Silicate Research ISC-HTL, Alumina Systems GmbH, Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) und August Lücking GmbH & Co. KG. sollen innovative Heißgaslüfterräder aus oxidischen Ceramic Matrix Composites (O-CMC) entwickelt werden. Diese sollen bis 1.100°C betrieben werden und eine deutlich effizientere Luftumwälzung in keramischen Thermoprozessen ermöglichen. Dadurch lassen sich Brenneinsatz, Energiebedarf und CO_2 -Emissionen insbesondere in Tunnel- und Batchöfen erheblich reduzieren.

Die keramischen Lüfter sind korrosions- und thermoschockbeständig und bieten gegenüber metallischen Lüftern höhere Temperaturbeständigkeit und Lebensdauer. Die Lüfterräder werden in Differenzialbauweise mittels Fügetechnik gebaut. Abbildung 39 zeigt einen Fügedemonstrator aus oxidischem CMC von HTL. Im Projekt werden Design, Fertigung und Erprobung der Lüfter bis hin zur industriellen Anwendung entwickelt. Die Ergebnisse schaffen die Grundlage für den Einsatz in weiteren Hochtemperaturbranchen und leisten einen wichtigen Beitrag zur industriellen Defossilisierung. Ein erstes internes Kick-Off Meeting zum Forschungsprojekt CMCVent hat bereits stattgefunden. Gemeinsam mit den Projektpartnern wurden die Ziele, Arbeitspakete und nächsten Schritte abgestimmt und damit der Startschuss für die kommenden Monate gesetzt.

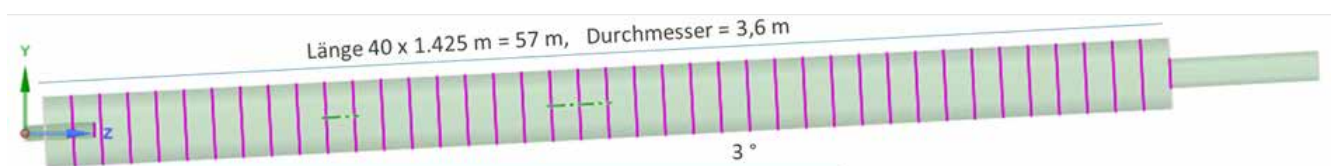


ABB. 38: GEOMETRIEMODELLIERUNG DES DREHROHROFENS

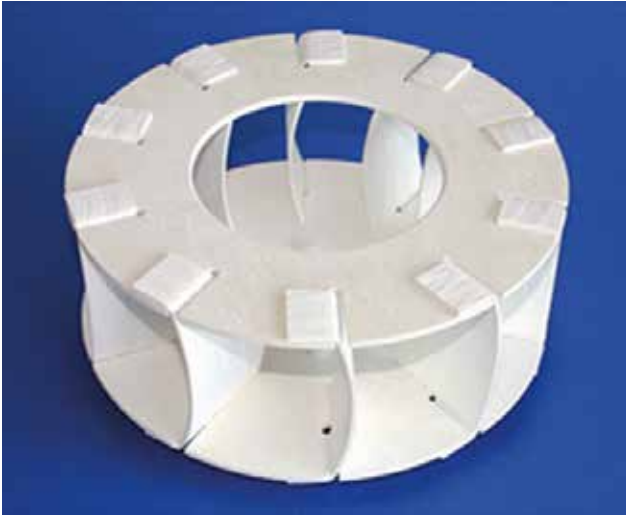


ABB. 39: FÜGEDEMONSTRATOR AUS OXIDISCHEM CMC VON HTL (PROJEKT ENERTHERM ©HTL)

Plasmabrenner

Beim Forschungsvorhaben „Entwicklung eines hybriden Mikrowellenplasma-Brenners zur effizienten Nutzung von regenerativen Plasmamedien durch Nach-Oxidation“ (Hybridplasma - FKZ: 03ENM2004) handelt es sich um ein vom Bund gefördertes Mikroprojekt mit einer Projektlaufzeit von neun Monaten, innerhalb der vorbereitende Grundlagenuntersuchungen für ein umfangreiches Forschungsprojekt durchgeführt werden sollen.

Zunächst werden im Labormaßstab experimentelle Untersuchungen zur Nutzung von Plasma zur Prozesswärmeerzeugung und zur Plasmaerzeugung mit unterschiedlichen gasförmigen Medien durchgeführt. Hierbei soll vor allem das Wärmeübertragungs- und Schadstoffverhalten der Plasmafackel im Vergleich zu einer Gasflamme bei vergleichbaren thermischen Leistungen untersucht werden. Nach erfolgreicher Durchführung der experimentellen Untersuchungen werden die Ergebnisse aller untersuchten Plasmamedien zusammengetragen und bewertet. Anschließend wird eine Nach-Oxidation konzipiert, in eine standardmäßige Mikrowellenplasmaquelle integriert und ebenfalls experimentell untersucht. Das Ziel der sogenannten Nach-Oxidation ist ein reaktives Plasmamedium als Brenngas zu nutzen und möglichst effizient und schadstoffarm chemisch umzusetzen.

Für die experimentellen Untersuchungen wird die Mikrowellenplasmaquelle in den in Abbildung 40 gezeigten Laborversuchsstand implementiert. Über die zylindrische Brennkammer aus Quarzglas ist eine qualitative Bewertung des Plasmas, neben der Messung der Emissionen und der Temperaturverteilung, für alle Betriebspunkte möglich. Zurzeit befindet sich der Laborversuchsstand im Aufbau. Die ersten experimentellen Untersuchungen mit der Plasmaquelle sind Ende Q1 in 2026 geplant.



ABB. 40: VERSUCHSSTAND MIT INTEGRIERTER MIKROWELLENPLASMAQUELLE

Wasserstoff und Ammoniak

Im Rahmen des ZIM-Projektes „Entwicklung eines multi-rekuperativen Brennersystems für eine stabile und schadstoffarme Verbrennung von Ammoniak in Thermoprozessanlagen“ (NH₃Preheat - FKZ: KK5554601MP3) arbeitete das GWI zusammen mit der Kueppers Solutions GmbH an der Entwicklung eines rekuperativen Brennersystems mit dem 100 % Ammoniak stabil, sicher und möglichst schadstoffarm verbrannt werden kann. Da Ammoniak ein reaktionsträges Brenngas ist und gleichzeitig über den im Brennstoff gebundenen Stickstoff zur erhöhten Bildung von Stickoxiden neigt, soll die Vorwärmung des verwendeten Brenngases hier ein Schlüssel sein, um die schlechten Verbrennungseigenschaften des Ammoniaks auszugleichen. Das Projekt konnte zu Beginn des Jahres 2025 erfolgreich und innerhalb des geplanten Projektzeitraums abgeschlossen werden. Innerhalb der Projektlaufzeit von eineinhalb Jahren wurden zunächst verschiedene experimentelle Untersuchungen im Labormaßstab durchgeführt, auf deren Basis ein Verbrennungskonzept mit kombinierter interner Vorwärmung und partiellem Cracken entwickelt wurde. Im Januar 2025 konnte so durch die Forschungspartner ein erster industrieller NH₃-Rekuperatorbrenner entwickelt und experimentell untersucht werden. Abgesehen vom Gehäuse des Brenners wurde der gesamte metallische Brennerkörper (s. Abbildung 40) als ein monolithisches Bauteil additiv gefertigt, was ein absolutes Novum innerhalb der Brennertechnik darstellt.

Im Versuchsbetrieb ohne vorgewärmte Verbrennungsluft war es mit dem entwickelten Brennersystem möglich NO_x-optimierte Betriebspunkte für verschiedene Ofenraumtemperaturen zwischen 850 – 980 °C unterhalb von 250 mg/kWh (im feuchten Abgas), bei gleichzeitig niedrigen Emissionen an N₂O

und NH₃, herauszufahren. Für den Betriebspunkt bei 960 °C konnten beispielsweise NO_x-Werte von < 100 mg/m³ bezogen auf 3 Vol.-% O₂ im trockenen Abgas erreicht werden, die unterhalb des gesetzlichen Grenzwertes und somit auf bzw. unterhalb des Niveaus von heutigen Erdgasbrennern liegen.

Im Projekt „NH₃-Ziegel“ (Laufzeit: 1. April 2023 – 30. Juni 2025) wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) die Auswirkungen von verschiedenen Erdgas-NH₃- und Wasserstoff-NH₃-Gemische bis hin zum Einsatz von reinem Ammoniak in der Ziegelindustrie untersucht. Wesentliche Aspekte der Forschung waren: Untersuchungen bezüglich der Flammenstabilität, dem NH₃-Schlupf und NO_x-Emissionen während der Verbrennung sowie die Auswirkungen von Gemischen aus Erdgas-NH₃ und H₂-NH₃ auf die Ziegelqualität.

Die Visualisierung der Flamme in Abbildung 41 zeigt auf, dass bei Einsatz von reinem Ammoniak eine Flammenstabilisierung durch eine konstruktive Luftverdrallung (Drallzahl 1,1) erreicht werden kann. Neben der konstruktiven Drallstabilisierung gibt es die Möglichkeit bei Zugabe von Wasserstoff oder Erdgasspuren im Ammoniak die Flamme chemisch zu stabilisieren.

In Bezug auf die Produktqualität wurde im Rahmen von Laboruntersuchungen festgestellt, dass die Materialzusammensetzung und die charakteristische Farbgebung bei allen Produkten unverändert bleiben. Zusätzlich weisen die mikroskopischen Strukturen eine gleichbleibende Homogenität auf, was darauf hindeutet, dass der Einsatz unterschiedlicher Brenngase keine Auswirkungen auf die mineralogische Entwicklung der Keramik hatte.



Abb. 40: 30 kW-REKUPERATORBRENNER FÜR DEN BETRIEB MIT 100 % AMMONIAK ALS BRENNGAS, QUELLE: KUESOLADDITIVE GMBH

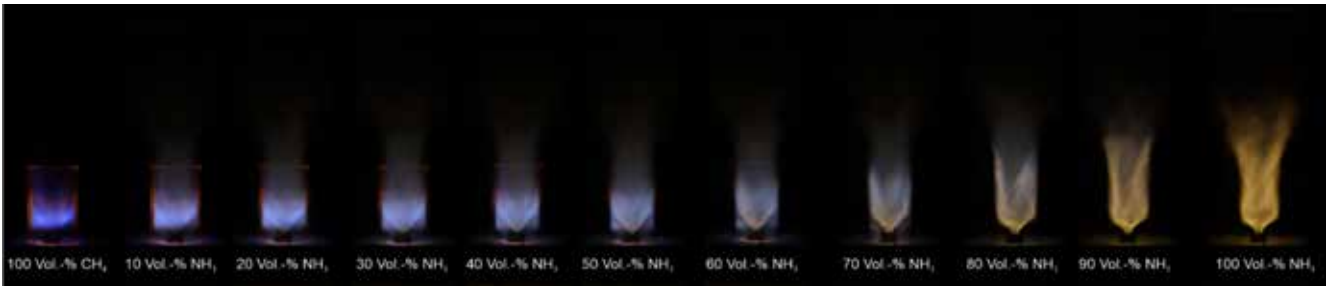
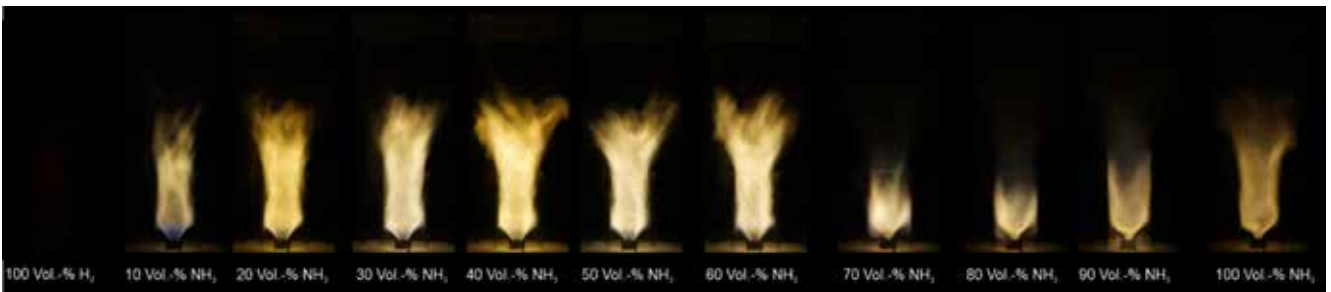
Erdgas-NH₃-GemischeWasserstoff-NH₃-Gemische

ABB. 41: FLAMMENBILDER BEI NH₃-ZUMISCHUNG IN ERDGAS (OBEN) UND IN WASSERSTOFF (UNTEN), DRALLZAHL 1,1, LUFTZAHL 1,2, QUELLE: GWI

Nutzung von grünem Ammoniak als klimafreundliche Alternative zur Verbrennung fossiler Brennstoffe, Teil 1: Grundlagenuntersuchung und Brennerentwicklung (GreenNH3)

Die Reduzierung der CO₂-Emissionen, die Erreichung der Klimaziele, der Kohleausstieg, die Einbindung erneuerbarer Energien sowie die gleichzeitige Bereitstellung einer konstanten und sicheren Energie-

menge stellen die großen Herausforderungen der nächsten Jahre dar. Gerade für NRW als einen der Standorte mit den energieintensivsten Industrien in Deutschland müssen alternative Konzepte entwickelt und umgesetzt werden.

Im Rahmen des vom Land NRW geförderten Projektes wurden die Möglichkeiten und Potenziale einer NH₃-Nutzung in Kesselanwendungen untersucht. Dazu gehörten generelle Grundlagenuntersuchungen, die Entwicklung eines schadstoffarmen Verbrennungssystems sowie die Übertragung auf reale Anlagen mit Hilfe von CFD-Simulationen. Das Projekt konnte 2025 erfolgreich abgeschlossen werden. Aktuell wird ein Nachfolgeprojekt erarbeitet, welches den Einsatz der entwickelten Technologie eine Umsetzung an einer realen Kesselanlage forciert.

Entwicklung eines innovativen Brennersystems zur Einsparung von CO₂ durch die flexible Nutzung von Gasen erneuerbaren Ursprungs und Prozessgasen der Industrie (BrEEga)

Das Ziel des erfolgreich abgeschlossenen BMWi-Forschungsvorhabens mit dem Akronym „BrEEga“ lag in der Dekarbonisierung von industriellen Feuerungs-



ABB. 42: GREENNH₃-KESSELBRENNER, BETRIEB MIT AMMONIAK BEI 300 kW

prozessen durch die Entwicklung eines variablen Brennersystems zur Nutzung erneuerbar erzeugter Brenngase und Prozessgasen zur Bereitstellung von Prozesswärme.

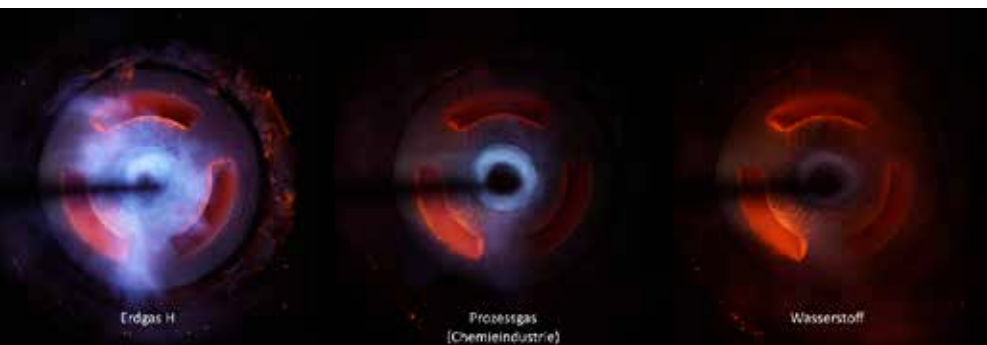


ABB. 43: BREEGA-BRENNER IM BETRIEB MIT VERSCHIEDENEN BRENNGASEN

Im Rahmen des genannten Vorhabens wurde ein Brennersystem entwickelt und bereits experimentell untersucht, das neben dem NO_x -armen Betrieb mit unterschiedlichen Brenngasen zudem einen hohen Regelbereich ermöglicht, s. Abbildung 43.

Entwicklung und industrieller Einsatz eines schadstoffarmen Oxy-Fuel-Brennersystems für die energetische Nutzung von grünem Ammoniak in der Stahlindustrie (AmmOx-Steel)

Im Forschungsprojekt AmmOx-Steel wird die Nutzung von grünem Ammoniak als klimafreundlicher Energieträger für industrielle Thermoprozessanlagen am Beispiel eines deutschen Stahlproduzenten untersucht und technisch umgesetzt. Hierzu werden zunächst grundlegende Untersuchungen zur primären NO_x -Minderung bei der Oxy-Fuel-Verbrennung von Ammoniak durchgeführt. Die gewonnenen Erkenntnisse fließen in die Entwicklung eines additiv gefertigten Oxy-Fuel-Brenners ein, der zunächst im semi-industriellen Hochtemperaturversuchsofen erprobt und anschließend in einem Wiedererwärmungsofen der GMH integriert wird. Zur Bewertung der Gesamtanlageneffizienz erfolgt eine CFD-gestützte Simulation eines vollständigen Brennerwechsels und der Vergleich mit dem bestehenden Warmluftbrennersystem. Das Vorhaben umfasst neben der Brennerentwicklung auch den Aufbau der erforderlichen Infrastruktur für Sauerstoff- und Ammoniakver-

sorgung sowie Langzeituntersuchungen des Systems unter Produktionsbedingungen. Zur Untersuchung der bislang wenig erforschten atmosphärischen NH_3 -Oxyfuel-Verbrennung wurden am GWI zunächst reaktionskinetische Simulationen durchgeführt. Hierfür wurde ein chemisches Reaktornetzwerk (CRN) entwickelt, das die Geometrie von Brenner und Brennkammer als Randbedingungen berücksichtigt. Obwohl keine quantitativen Emissionsvorhersagen möglich sind, erlaubt das Modell eine detaillierte Abbildung der Verbrennungschemie sowie qualitative Aussagen zum Betriebsverhalten und zur Brennerauslegung bei geringen Rechenzeiten. Auf dieser Basis wurden Parameterstudien mit einem

entwickelten Laborbrenner durchgeführt. Zur Validierung der Simulationen erfolgten experimentelle Untersuchungen im Labormaßstab. Hierzu wurde ein Prüfstand konzipiert und mit einem eigens entwickelten Laborbrenner (s. Abbildung 44) ausgestattet. Das Brennerdesign basiert auf einer Oxidator-Stufung (primär, sekundär, tertiär) mit variabler Sauer-

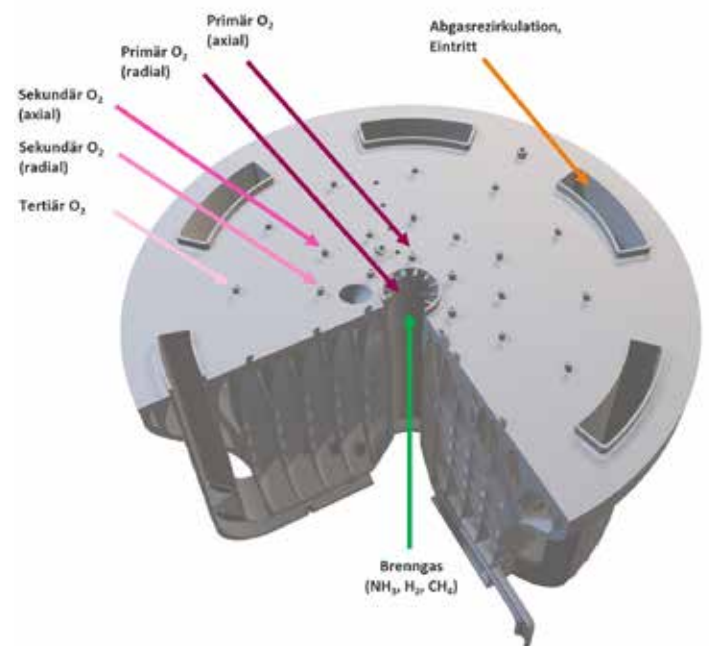


ABB. 44: 3D-MODELL DES OXY-FUEL-LABORBRENNERS

stoffinjektion sowie variierbaren Düsenstellwinkeln. Die konzentrische Brenngasinjektion ermöglicht zusätzlich eine interne Rauchgasrezirkulation,

wodurch eine primäre Schadstoffminderung unterstützt wird. Der Laborbrenner wurde vollständig in die Medien- und MSR-Infrastruktur integriert. Die Brennkammer ist als Glaszylinder ausgeführt und ermöglicht eine optische Beobachtung des Verbrennungsprozesses.

Schadstoffarme Verbrennung von Ammoniak in der Thermoprozesstechnik & Simulationsframework für die Verbrennung von Ammoniak in der Thermoprozesstechnik (Thermonia LowNO_x und EmiPredict)

Ammoniak (NH₃) rückt zunehmend in den Fokus als CO₂-freier Energieträger für industrielle Hochtemperaturprozesse. Sein Einsatz in Thermoprozessanlagen ist jedoch mit erheblichen technischen Herausforderungen verbunden. Neben erhöhten Anforderungen an Werkstoffe und Peripherie infolge der korrosiven Eigenschaften unterscheidet sich NH₃ in seinen verbrennungstechnischen Eigenschaften deutlich von konventionellen Brenngasen. Charakteristisch sind eine eingeschränkte Zündwilligkeit, geringe Brenngeschwindigkeiten sowie vergleichsweise niedrige Flammentemperaturen. Zudem begünstigt der im Brennstoff gebundene Stickstoff ohne geeignete Maßnahmen eine erhöhte NO_x-Bildung.

Im Leittechnologievorhaben „TherMonia“, das gemeinsam mit den Aachener Instituten IOB und ITV sowie dem IWT aus Bremen durchgeführt wird, übernimmt das GWI eine zentrale Rolle in den Teilprojekten TP1 (LowNO_x) und TP2 (EmiPredict). In TP1 führt das GWI experimentelle Untersuchungen zur NH₃-Verbrennung durch. Neben grundlegenden Analysen der Verbrennungseigenschaften werden insbesondere Strategien zur primären NO_x-Minderung entwickelt und bewertet. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf Zündversuchen zur Charakterisierung des Zündverhaltens von Ammoniak unter variierenden Randbedingungen. Ziel ist die Auslegung und Optimierung geeigneter Brennersysteme für die direkte und indirekte Beheizung von Thermoprozessanlagen. Parallel dazu bearbeitet das GWI in TP2 numerische Fragestellungen. Hierzu zählen die Weiterentwicklung und Validierung geeigneter Reaktionsmechanismen sowie deren Anwendung in simulationsgestützten Untersuchungen der in TP1 entwickelten Brennerkonzepte. Die enge Verzahnung von experimentellen und numerischen Arbeiten ermöglicht eine fundierte Bewertung des Emissionsverhaltens und unterstützt die systematische Weiterentwicklung emissionsarmer NH₃-Brennersysteme.

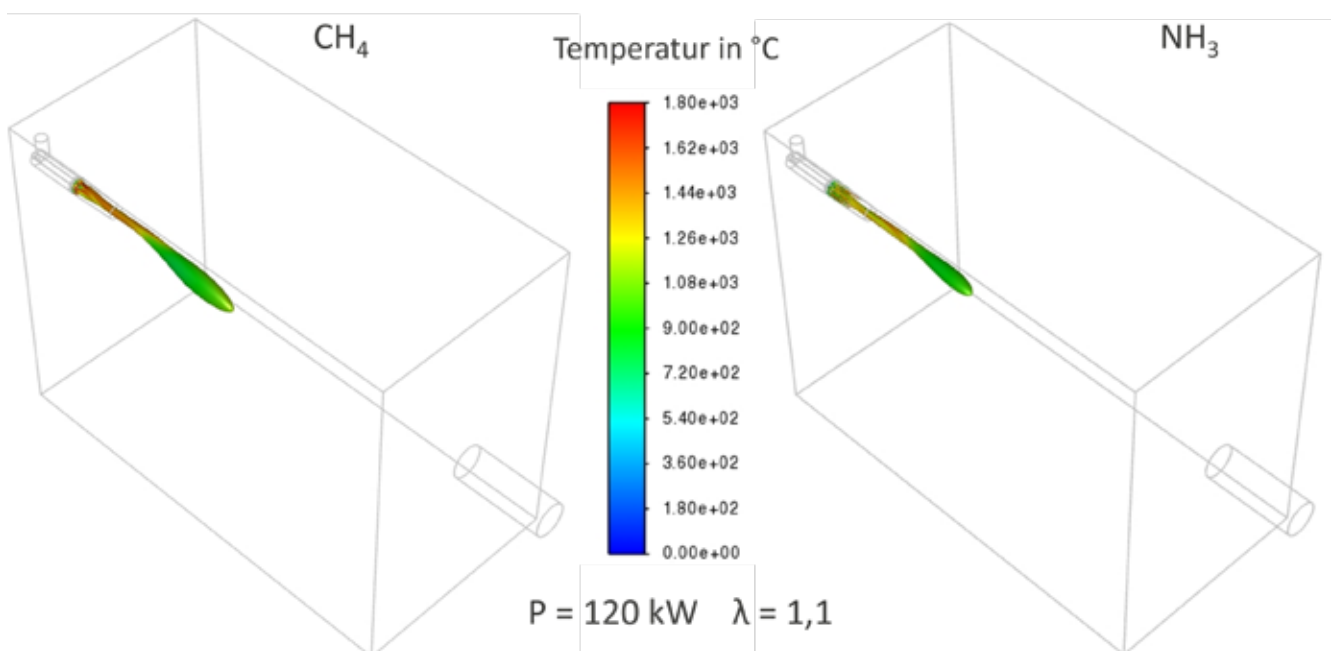


ABB. 45: CFD-SIMULATION: VERGLEICH DER VERBRENNUNG VON METHAN UND AMMONIAK MIT KONVENTIONELLEM BRENNERSYSTEM

Das IGF-Forschungsvorhaben „Einfluss von Wasserstoff im Erdgas auf die Erzeugung von Endogas und die Verwendung als Fetzungsgas beim Gasauflöhen“ (IGF-Förderkennzeichen: 01IF23259N) wird in Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien (IWT) bearbeitet. Im Projekt werden verschiedene Untersuchungen durchgeführt, um die Auswirkungen einer veränderten Erdgaszusammensetzung auf den Gasauflöhenprozess sowie auf die Qualität der behandelten Bauteile systematisch zu untersuchen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Analyse und Bewertung schwankender sowie variabler Wasserstoffgehalte im eingesetzten Erdgas. Darüber hinaus wird geprüft, inwieweit der Einsatz geeigneter Sensorik und die Umsetzung einer Regelungsstrategie dazu beitragen können, Schwankungen in der Erdgaszusammensetzung auszugleichen. Zusätzlich werden die Aufnahme von Wasserstoff in den Stahl sowie mögliche Versprödungserscheinungen infolge veränderter Gaszusammensetzungen untersucht. Ein weiterer inhaltlicher Fokus des Vorhabens ist die Analyse der Reaktionskinetik bei erhöhten Wasserstoffanteilen und deren Einfluss auf den β -Wert

(Kohlenstoffübergangszahl) sowohl im Endogas als auch im Fetzungsgas. Zur Umsetzung dieser Ziele wurde eine Gasmischeinheit für eine Glockenofenanlage aufgebaut, getestet und in Betrieb genommen. Abbildung 46 zeigt die Glockenofenanlage, Rohde BHC 50/60 am Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien. Erste Aufkohlungsversuche mit Zumischungen von Wasserstoff im Erdgas wurden durchgeführt. Der Einfluss der Wasserstoffzumischung im Erdgas auf die Ofenatmosphäre und die wärmebehandelten Proben wurde untersucht und dokumentiert. Parallel dazu wurden erste Messungen an einem Endogasgenerator durchgeführt die als Langzeitmessungen fortgesetzt wurden. Zur Wiederherstellung der katalytischen Aktivität wurde der Katalysator vor den Messungen regeneriert. Eine sehr geringe im Endogas gemessene Restmethankonzentration bestätigte die einwandfreie Funktion des Katalysators. Ein stationärer Zustand wurde dabei innerhalb einer angemessenen Zeit erreicht. Durchgeführte reaktionskinetische Berechnungen mit einem implementierten Nickeloxid-Katalysator zeigten eine gute Übereinstimmung mit den Messergebnissen.



ABB. 46 GLOCKENOFENANLAGE ROHDE BHC 50/60

Literatur / Quellen

- [1] Biebl, M., Islami, B., Giese, A., Sisek, Ö., Leicher, J., Rupietta, N.: Gemeinsamer Abschlussbericht des Forschungsvorhabens: Entwicklung eines innovativen Brennersystems zur Einsparung von fossilem CO₂ durch die flexible Nutzung von Gas erneuerbaren Ursprungs und Prozessgasen in der Industrie (BrEEga), Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. / Friedrich Ley GmbH, Essen, 03EN2070 A-B, 2025
- [2] CO₂-neutraler Saint-Gobain Industriestandort Herzogenrath - Machbarkeitsuntersuchungen (COSI-Ma), Saint-Gobain Glass Deutschland GmbH / Saint-Gobain Sekurit Deutschland GmbH / RWTH Aachen Universität / Gas- und Wärme-Institut Essen e.V., Herzogenrath, Abschlussbericht EFO 0133F, 2025
- [3] Koslowski, E., Giese, A., Michelis, C., Hackert-Oschätzchen, M.: Gemeinsamer Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben Werkstoffliche Grundlagenuntersuchungen für den Einsatz von regenerativem Wasserstoff bei der Herstellung von Sekundäraluminium (H₂-Alu), Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. / HMT Höfer Metall Technik GmbH & Co. KG / Otto-von-Guericke Universität, Essen, 01LI2106 A-C, 2025
- [4] Islami, B., Giese, A., Nowakowski, T., Behrend, R., Eckart, S., Grimm, V., Hasche, A., Krause, H., Golubeva, T., Knoche, S., Knoche, St., Köpsel, D., Löffelbein, B., Moseler, D.: CO₂-Einsparung bei der Glasherstellung durch neuartige und klimaschonende Beheizung (MiGWa), Schott AG / Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. / Technische Universität Bergakademie Freiberg, Schlussbericht 01LI2001 A-C, 2025
- [5] Leicher, J., Islami, B.: Impulsvortrag: Prozessumstellung in der Industrie, Westfälische Wasserstoff-Konferenz 2025, Dortmund, 2025
- [6] Leicher, J., Vaiani, I.: Full-scale demonstration of replicable technologies for hydrogen combustion in hard-to-abate industries: the aluminium case (H₂AL), 2nd Joint CHP / NEDO Workshop „Hydrogen/Ammonia Combustion Technologies“, Kobe, Japan, 2025
- [7] Lubrano Lavadera, M.: Forging a greener future for aluminium recycling with hydrogen, Aluminium International Today, Vol. 38, No. 5, pp. 15–19, 2025
- [8] Leicher, J., Giese, A.: D3.3. Technologies for optimized H₂ combustion, Gas- und Wärme-Institut Essen e.V., Essen, 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://h2al.ulb.be/wp-content/uploads/2025/09/d3.3-technologies-for-optimized-h2-combustion-2.pdf>
- [9] Leicher, J., Giese, A.: Stickoxidemissionen bei der Wasserstoffverbrennung: physikalische und messtechnische Aspekte, 32. Deutscher Flammentag für nachhaltige Verbrennung, Paderborn, 2025
- [10] Leicher, J., Giese, A.: Impact of hydrogen combustion on NO_x emissions – physical and regulatory considerations, IFRF Conference 2025, Sheffield, UK, 2025
- [11] Biebl, M., Leicher, J., Giese, A., Wieland, C.: A comprehensive study of non-premixed combustion of ammonia and its blends: Flame stability and emission reduction, Fuel, Vol 386, No. 134501, 2025, doi: 10.1016/j.fuel.2025.134501
- [12] Feller, B., Biebl, M., Giese, A., Wieland, C.: Thermisches Cracken zur Optimierung der Ammoniak-Verbrennung, 32. Deutscher Flammentag für Nachhaltige Verbrennung, Paderborn, 2025
- [13] Feller, B., Biebl, M., Giese, A., Wieland, C.: Konzept zur Optimierung der Ammoniak-Verbrennung für industrielle Brennersysteme, 57 Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden, 2025
- [14] Giese, A., Biebl, M.: Ammoniak als CO₂-freier Brennstoff für industrielle Anwendungen, 66. Erfahrungsaustausch der Chemiker und Ingenieure des Gasfaches, Groningen, Niederlande, 2025
- [15] Rosenbrock, C., Burkert, J., Biebl, M., Feller, B.: Kann die Verbrennung von Ammoniak der Schlüssel in eine emissionsfreie Zukunft sein? Ein Erfahrungsbericht aus einer 300 kW-Versuchsanlage, 57. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden, 2025

- [16] Biebl, M.: Entwicklung und experimentelle Untersuchung eines schadstoffarmen Brennersystems zur Dekarbonisierung von industrieller Prozesswärme durch flexible Nutzbarkeit von erneuerbar erzeugten Brenngasen und Prozessgasen, Dissertation, Universität Duisburg-Essen, Essen, 2025
- [17] Leicher, J., Giese, A.: Die Zukunft der industriellen (Hochtemperatur-)Prozesswärme Teil 1, Prozesswärme, Nr. 1, S. 28–32, 2025
- [18] Leicher, J., Giese, A.: Die Zukunft der industriellen (Hochtemperatur-)Prozesswärme Teil 2, Prozesswärme, Nr. 2, S. 50–55, 2025
- [19] Giese, A., Leicher, J.: Grüne Brennstoffe, Workshop „Energiewende Industrie: Prozesswärme – grün und machbar?“, Essen, 2025
- [20] Wieland, C., Leicher, J., Giese A.: Die Zukunft der Thermoprozesstechnik: Erneuerbare Gase vs. Strom, 32. Deutscher Flammentag für Nachhaltige Verbrennung, Paderborn, 2025
- [21] Leicher, J., Wieland, C.: The role of combustion (and fuels) in a decarbonizing world, IFRF Conference on Sustainable and Safe Industrial Combustion, Sheffield, UK, 2025
- [22] Leicher, J., Krause, H., van Almsick, T., Dreizler, D., Klaas, U., Vetter, S.: Schwankende Gasbeschafflichkeiten im Erdgasnetz – Herausforderungen für Gasproduktion, Netzbetreiber, Geräte- und Anlagenhersteller, Gasanwender und Regelwerk, Energie | Wasser-Praxis, Nr. 5, S. 30–41, 2025
- [23] Leicher, J.: The role of LNG quality when designing industrial gas appliances, MARCOGAZ TechForum on LNG Quality, Online Workshop, 2025 [Online]. Verfügbar unter: <https://www.youtube.com/watch?v=ZLX0GbF4pM0>
- [24] Leicher, J., Albus, R.: Prozesspfade zur CO₂-Abscheidung (CCUS), in Carbon Management, Bonn: wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, 2025, S. 14–15

Publikationen

Veröffentlichungen

Biebl, M., Leicher, J., Giese, A., Wieland, C.: A comprehensive study of non-premixed combustion of ammonia and its blends: Flame stability and emission reduction. Elsevier, Fuel, Volume 386, Januar 2025

Leicher, J., Giese, A.: Die Zukunft der industriellen (Hochtemperatur-) Prozesswärme (Teil 1). Prozesswärme 1 | 2025

Leicher, J., Giese, A.: Die Zukunft der industriellen (Hochtemperatur-) Prozesswärme (Teil 2). Prozesswärme 2 | 2025

Grube, E., Schaffert, J., Zeller, C.: Erweiterte Nutzung von erneuerbaren Gasen aus Biogasanlagen (DVGW-Projekt ENEVEG). Artikel im Tagungsband: 18. Biogas-Innovationskongress, DBU Zentrum für Umweltkommunikation, Mai 2025

Duggal, R., Burnell, J., Hinkley, J., Ward, S., Wieland, C., Massier, T., Rayudu, R.: Modelling Geothermal Energy Extraction from Low-Enthalpy Oil and Gas Fields Using Pump-Assisted Production: A Case Study of the Waihapa Oilfield. Energy Sustainability, März 2025

Leicher, J., Krause, H., van Almsick, T., Dreizler, D., Klaas, U., Vetter, S.: Schwankende Gasbeschafflichkeiten im Erdgasnetz – Herausforderungen für Gasproduktion, Netzbetreiber, Geräte- und Anlagenhersteller, Gasanwender und Regelwerk. Energie | Wasser-Praxis, Ausgabe 5

Leicher J., Albus, R.: Prozesspfade zur CO₂-Abtrennung (CCSU). Energie | Wasser-Praxis kompakt, Mai 2025

Biebl, M.: Entwicklung und Untersuchung eines schadstoffarmen Brennersystems zur Dekarbonisierung von industrieller Prozesswärme durch eine flexible Nutzbarkeit von erneuerbar erzeugten Brenngasen und Prozessgasen. DuEPublico Hochschulschriften

Martins, F. J. W. A., Foo, C. T., Unterberger, A., Röder, M., Pietsch, P., Mohri, K.: Portable multi-camera tomographic probe for 3D emission measurements in

industrial-scale high-temperature combustion processes. Applied Thermal Engineering, Volume 270, July 2025

Grube, E., Schaffert, J.: Erweiterte Nutzung von erneuerbaren Gasen aus Biogasanlagen (DVGW-Projekt ENEVEG). Biogas in der Landwirtschaft – Stand und Perspektiven, Tagungsband des FNR/KTBL-Kongress, September 2025 in Stuttgart, Herausgeber: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Hüting, F., Wieland, C.: Coupling of an amine-based carbon capture unit to a municipal solid waste incineration plant – an analysis of the dynamics. Applied Thermal Engineering, Volume 275, September 2025, 126847

Burmeister, F., Oberschelp, L., Joormann, N., Tali, E., Schaffert, J.: Dichtheitsprüfung von Flanschverbindungen in Anlagen zum Betrieb mit Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Gasen. Energie | Wasser-Praxis, Ausgabe 10, 2025

Albus, R., Müller-Syring, G.: Fakten statt Vorurteile – die Wärmewende braucht Ingenieurskunst. Editorial Energie | Wasser-Praxis, November 2025

Albus, R., Wieland, C.: Tätigkeitsbericht 2024 Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.. ISSN: 2570-0413 (Print-Version); ISSN: 2628-7269 (Online-Version)

Koj, C. K., Zapp, P., Wieland, C., Görner, K.: Green hydrogen production by PEM water electrolysis up to the year 2050. Journal of Industrial Ecology

Vorträge

Giese, A.: H₂ Anwendungen in der Industrie – alternativlos? Ausschusssitzung IHK Köln, IHK Bonn, 26. März 2025, Wesseling

Leicher, J., Vaiani, I.: H₂AL – Full-scale demonstration of replicable technologies for hydrogen combustion in hard-to-abate industries: the aluminium case. 2nd Joint CHP / NEDO Workshop, Hydrogen / Ammonia Combustion Technologies, 26. März 2025, Kobe, Japan

Giese, A.: Grüne Gase. Energiewende Industrie: Prozesswärme – grün und machbar?, 1. April 2025, Essen

Albus, R.: Transformation der Endanwendung (Industrie) hin zu Wasserstoff: Wir sind auf alles vorbereitet! 5. Technikforum Wasserstoff DVGW, 2. April 2025, online

Albus, R.: Perspektiven von Gasanwendungen im Zuge der Energiewende. Gaskurs 2025 EBI, 3. April 2025, Karlsruhe

Giese, A.: H₂ Anwendungen in der Industrie – Alternativen? H₂ – Vom Bedarf zur Umsetzung: Wasserstoffversorgung für die regionale Wirtschaft – Praxisveranstaltung der IHK Dortmund, 3. April 2025, Dortmund

Görner, K.: Wasserstoff und Grüne Gase für die Energiewende. H₂ Roadshow NRW 2025 – Wo stehen wir in NRW im Jahr 2025?, IHK NRW am 7. April 2025, Münster

Schaffert, J.: TC Gasmessung – Passt die Gastemperatur zur Abrechnungstemperatur? – Projekt „Temperaturkompensierte Gasmessung“. 28. Kolloquium Gas- und Wassermessung des DVGW, 8. April 2025, Online

Benthin, J.: Integrierte Analyse des H₂-Kernnetzes unter Einbindung eines gekoppelten Energiesystemmodells. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Biebl, M.: Die Rolle von Ammoniak als Wasserstoffderivat zur direkten energetischen Nutzung in industriellen Anwendungen. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Lange, M., Benthin, J., Feltges, O., Lucke, N., Huismann, P., Albus, R.: IQDortmund – Konzeptionierung eines integrierten Wärmenetzes zur sektorenübergreifenden Quartiersversorgung in Dortmund. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Benthin, J.: Integrierte Betrachtung von Strom-, Gas- und Wärmesystemen zur modellbasierten Optimierung des Energieausgleichs- und Transportbedarfs innerhalb der deutschen Energienetze (IntegraNet)

Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Benthin, J.: WärmePlan 2045 – Untersuchung der Wärmeversorgungsstruktur im Kontext der Energiewende. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Biebl, M.: Der „iRecu-Brenner“ – Innovationen mit dem GWI zur Marktreife. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Burmeister, F.: H₂-Infrastruktur: DVGW-Forschung für Innovation, Sicherheit und Zukunftsfähigkeit. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Giese, A.: IDeAL – Dekarbonisationsoptionen in der Industrie (G 202432). Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 10. April 2025, Leipzig

Biebl, M.: Entwicklung und Untersuchung eines schadstoffarmen Brennersystems zur Dekarbonisierung von industrieller Prozesswärme durch eine flexible Nutzbarkeit von erneuerbar erzeugten Brenngasen und Prozessgasen. Promotionsvortrag, Universität Duisburg-Essen, 29. April 2025, Essen

Giese, A.: H₂ Anwendungen in der Industrie Techniktreff der Freiformschmieden und Ringwalzwerke, 7. Mai 2025, Siegen

Leicher, J.: The role of LNG quality when designing industrial gas appliances. MARCOGAZ TechForum on LNG Quality, 20. Mai 2025, Online-Workshop

Grube, E., Schaffert, J.: Erweiterte Nutzung von erneuerbaren Gasen aus Biogasanlagen. 18. Biogas-Innovationskongress. Digital und in Präsenz im DBU Zentrum für Umweltkommunikation, 21.–22. Mai 2025, Osnabrück

Wieland, C.: No-regret Technologien für die Energiewende. Ringvorlesung UDE4Future, 22. Mai 2025, Essen

Wieland, C.: Zwischen Anspruch und Wirklichkeit: Carbon Capture im deutschen Energiesystem. Ge-

sprachskreis Energiewirtschaft und Energieinfrastruktur, 10. Juni 2026

Leicher, J., Wieland, C.: The role of combustion (and fuels) in a decarbonizing world. IFRF Conference, Sustainable and Safe Industrial Combustion, 17. Juni 2025, Sheffield, England

Foo, C. T., Röder, M., Martins, F. J. W. A., Pietsch, P., Giese, A., Mohri, K.: 3D Tomographic imaging of flame emission in industrial thermal processes. IFRF Conference 2025: Sustainable and safe industrial combustion, 17.–19. Juni 2025, Sheffield, England

Giese, A.: Bewertung von NO_x-Emissionen im Kontext der Verbrennung wasserstoffhaltiger Brenngase. Workshop Vollzugsleitfaden Zukunftstechniken, 18. Juni 2025, Bonn

Albus, R.: Anwendungstechnologien im Realitätscheck. 39. Round-Table – Gespräch der deutschen Gaswirtschaft mit führenden Herstellern und Dienstleistern, 25. Juni 2025, Berlin

Giese, A.: H₂ Anwendungen in der Industrie: Was beachtet werden muss? Essener Wasserstoff-Impulse, 28. August 2025, Essen

Lucke, N.: HyDi.KWK und LivingLab am GWI: Intelligente Energiezukunft in Echtzeit. 2. Fachforum, KWK – Baustein einer integrierten Energieversorgung, 4. September 2025, Heek

Grube, E., Schaffert, J.: Potenziale und Erweiterte Nutzungsoptionen Erneuerbarer Gase – ENEVEG Biogaskongress, 9. September 2025, Stuttgart

Wieland, C., Leicher, J., Giese A.: Die Zukunft der Thermo- und Verbrennungstechnik: Erneuerbare Gase vs. Strom 32. Deutscher Flammentag für Nachhaltige Verbrennung, 15.–17. September 2025, Paderborn

Biebl, M., Feller, B., Giese A.: Ammoniak als CO₂-freier Brennstoff für industrielle Anwendungen. 66. Erfahrungsaustausch der Chemiker und Ingenieure des Gasfaches, 18. September 2025, Groningen, Niederlande

Lange, M., Biebl, M., Feller, B., Giese, A.: Ammoniak als CO₂-freier Brennstoff für industrielle Anwendungen. DVGW Kongress 2025, 24.–25. September 2025, Bonn

Albus, R.: H₂ – Aktuelles aus der Forschung. DVGW-Praktikerforum Nordrhein-Westfalen 2025, 30. September 2025, Essen

Biebl, M., Rosebrock, C. D., Burkert, J.: Kann die Verbrennung von Ammoniak der Schlüssel in eine emissionsfreie Zukunft sein? Ein Erfahrungsbericht aus einer 300 kW Versuchsanlage. 57. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, 7.–8. Oktober 2025, Dresden

Feller, B.: Konzept zur Optimierung der Ammoniak-Verbrennung für industrielle Brennersysteme. 57. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, 7.–8. Oktober 2025, Dresden

Lucke, N., Albus, R.: HyDi.KWK Wasserstoffbasierte und digitalisierte KWK-Konzepte für eine emissionsarme und resiliente Energieversorgung. 57. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, 7.–8. Oktober 2025, Dresden

Biebl, M., Feller, B., Giese A.: Emissionsarme Brennertechnik. 3. Workshop: Ammoniak – mehr als ein Molekül, 28. Oktober 2025, Essen

Biebl, M., Giese, A., Rupietta, N.: Entwicklung eines flexiblen Brennersystems zur Einsparung von fossilem CO₂ durch die Nutzung von Gasen erneuerbaren Ursprungs und Prozessgasen der Industrie. Fachforum Industrielle Brennertechnik und nachhaltige Wärmezeugung, 5. November 2025, Ijmuiden, Niederlande

Leicher, J., Islami, B.: Impulsvortrag: Prozessumstellung in der Industrie. Westfälische Wasserstoff-Konferenz, 12. November 2025, Dortmund

Biebl, M., Giese, A.: Ammoniak als CO₂-freier Brennstoff für Kraftwerke. Forum Gaskraftwerke, 12. November 2025, Essen

Albus, R.: Wasserstoff – wo stehen wir? Beiratssitzung Bad Honnef AG, 21. November 2025, Bad Honnef

Biebl, M., Feller, B., Giese A.: Ammoniak als Energieträger. Techniktreff Freiformschmieden und Ringwalzwerke, 26. November 2025, Lüdenscheid

Paper

Dressler, M., Wieland, C.: Methanol Synthesis Integration: Enhancing Flexibility in Combined-Cycle Power Plants. 38th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, 29 June – 4 July 2025, Paris, France

Cerga, A., Waag, F., Wieland, C.: Investigating Climate Effects on an Aqueous Solvent-Based Direct Air Capture System – a Simulation-Based Analysis. 38th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, 29 June – 4 July 2025, Paris, France

Leicher, J., Giese, A.: Stickoxidemissionen bei der Wasserstoffverbrennung: physikalische und messtechnische Aspekte. 32. Deutscher Flammentag für Nachhaltige Verbrennung, 15.–17. September 2025, Paderborn

Feller, B., Biebl, M., Giese, A., Wieland, C.: Thermisches Cracken zur Optimierung der Ammoniak-Verbrennung. 32. Deutscher Flammentag für Nachhaltige Verbrennung, 15.–17. September 2025, Paderborn

Feller, B., Biebl, M., Giese, A., Wieland, C.: Konzept zur Optimierung der Ammoniak-Verbrennung für industrielle Brennersysteme. 57. Kraftwerkstechnische Kolloquium, 7.–8. Oktober 2025, Dresden

Poster

Steyer, N., Himmler, L., Manig, R., Benthin, J., Heyer, A., Hotz, C., Glockner, F., Köppel, W.: RegioPlan – Phase 1: Deutschlandweite Untersuchung der sektorenübergreifenden und regionalen Wechselwirkungen zwischen Energiebereitstellung, Energienachfrage und Infrastruktur bis zum Zeithorizont 2045. Perspektive Forschung – Das DVGW-Netzwerksymposium Energie, 10. April 2025, Leipzig

Schmid, D., Teodosic, M., Mindrup, A., Rehtanz, C., Namockel, N., Junkermann, J., Lencz, D., Heyer, A., Benthin, J., Feltges, O., Huismann, P., Görner, K.: GreenVEgaS – Gesamtsystemanalyse der Sektorenkopplung. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Feller, B., Biebl, M., Leicher, J., Giese, A., Wieland, C.: Low-NOx ammonia combustion: chemical reactor network simulations vs experiments. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Foo, C. T., Martins, F. J. W. A., Unterberger, A., Röder, M., Pietsch, P., Giese, A., Mohri, K.: Tomographic camera probe for 3D emission measurements in high-temperature industrial-scale furnaces. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Gils, H. C., Fette, M., Schaffert, J., Meyer, R., Schmutge, J.: Fahrplan Gaswende – Techno-ökonomische Analyse von Pfaden zu einer klimaneutralen und flexiblen Gasversorgung im integrierten Energiesystem der Zukunft. Perspektive Forschung – Das DVGW Netzwerksymposium Energie, 9.–10. April 2025, Leipzig

Leicher, J., Giese, A.: Impact of hydrogen combustion on NO_x emissions – physical and regulatory considerations. IFRF Conference, Sustainable and Safe Industrial Combustion, 17. Juni 2025, Sheffield, England

Giese, A.: Ammoniak als klimaneutraler Brennstoff für eine dekarbonisierte Industrie – Herausforderungen und Lösungen. 2. Energieforschungskonferenz des BMWK – Energie-Innovation für Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz, 11.–12. November 2025, Berlin

Berichte

Biebl, M., Islami, B., Giese, A., Sisek, Ö., Leicher, J., Rupietta, N.: Entwicklung eines innovativen Brennersystems zur Einsparung von fossilem CO₂ durch die flexible Nutzung von Gasen erneuerbaren Ursprungs und Prozessgasen der Industrie (Akronym: BrEEga) Fördermittelgeber: BMWK, Förderkennzeichen:

03EN2070 A, Projektlaufzeit: 3 Jahre (9/2021 – 8/2024)

Tali, E., Schaffert, J., Bäuerle, M., Burmeister, F., Kühn, M.: Leckgeräten und Konzentrationsfelder in Räumen – Phase 1 (HyLeak). Fördermittelgeber: DVGW, Förderkennzeichen: G 202412, Projektlaufzeit: 7/2024 – 10/2024

Brücken, N., Stopper, R., Heidbreder, L., Terwort, J.: TransHyDE-Projekt LNG2Hydrogen – TransHyDE-Projekt LNG2Hydrogen, Fördermittelgeber: BMBF, Förderkennzeichen: 03HY210H, Projektlaufzeit: 6/2023 – 11/2024

Hüttenrauch, J., Glandien, J., Hoffmann, M., Knorr, C., Pietsch, P., Sperlich, J., Burmeister, F., Janßen, N., Köppel, W., Khayatzaheh, A.: H₂-Umstellmanagement für Gasverteilnetze, Fördermittelgeber: DVGW Förderkennzeichen: G 202312, Projektlaufzeit: 9/2023 – 3/2025

Islami, B., Giese, A., Nowakowski, T., Behrend, R., Eckart, S., Grimm, V., Hasche, A., Krause, H., Golubeva, T., Knoche, S., Knoche, St., Köpsel, D., Löffelbein, D., Moseler, D.: CO₂-Einsparung bei der Glasherstellung durch neuartige und klima-schonende Beheizung – MiGWa, Fördermittelgeber: BMFTR, Förderkennzeichen: 01LJ2001 A-C, Projektlaufzeit: 1/2021 – 6/2025

Leicher, J., Giese, A.: D3.3. Technologies for optimized H₂ combustion - H2AL-Projekt, Fördermittelgeber: EU, Förderkennzeichen: 101137610, Projektlaufzeit: 1/2024 – 12/2026

Biebl, M., Feller, B., Islami, B., Lazaroski, N., Giese, A., Burkert, J., Rosebrock, C.: GreenNH₃: CO₂-neutraler Kessel: Nutzung von grünem Ammoniak als klimafreundliche Alternative zur Verbrennung fossiler Brennstoffe. Teil 1: Grundlagenuntersuchung

und Brennerentwicklung, Fördermittelgeber: Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, Förderkennzeichen: EFO 0197 A, Projektlaufzeit: 8/2023 – 6/2025

Islami, B., Giese, A., Ilg, A., Giese R.: NH₃-Ziegel: Ammoniak als erneuerbar erzeugter Energieträger in der Ziegelindustrie – Untersuchung der Auswirkung auf die Ziegelqualität, Verbrennungsverhalten und Schadstoffemissionen Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Förderkennzeichen: 01|F22893 N, Projektlaufzeit: 4/2023 – 6/2025

Gils, H. C., Schaffert, J., Fette, M., Schmutz, J., Kimmer, L., Meyer, R., Gardian, H.: Fahrplan Gaswende: Techno-ökonomische Analyse von Pfaden zu einer klimaneutralen und flexiblen Gasversorgung im integrierten Energiesystem der Zukunft, Fördermittelgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Förderkennzeichen: 03EI1030, Projektlaufzeit: 1/2021 – 6/2025

Studentische Arbeiten

Müller, M.: Modellierung des temperaturabhängigen Heizbedarfs in Deutschland unter zukünftigen Klimaszenarien mittels maschinellen Lernens. Bachelorarbeit, TU Dortmund, Oktober 2025

Promotionen

Biebl, M.: Entwicklung und Untersuchung eines schadstoffarmen Brennersystems zur Dekarbonisierung von industrieller Prozesswärme durch eine flexible Nutzbarkeit von erneuerbar erzeugten Brenngasen und Prozessgasen. Universität Duisburg-Essen, April 2025



ABBILDUNG 45: PROF. CHRISTOPH WIELAND UND DR. ROLF ALBUS, QUELLE: GWI ©DIRK BANNERT

Impressum

*Geschäftsführender Vorstand: Dr. Rolf Albus
Wissenschaftlicher Vorstand: Prof. Christoph Wieland*

*Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
Hafenstraße 101 | 45356 Essen*

T: +49 201 3618-0

*E: info@gwi-essen.de
I: www.gwi-essen.de*

*Registergericht: Amtsgericht Essen
Registernummer: GWI Allg. II 1691
USt.-ID.: DE 119655769*

*Inhaltlich verantwortlich:
Dr.-Ing. Rolf Albus | Prof. Christoph Wieland | Hafenstraße 101 | 45356 Essen | T: +49 201 3618-0*

*Tätigkeitsbereich 2025 Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
Erscheinungsort: Essen, Deutschland
ISSN: 2570-0413 (Print-Version)
ISSN: 2628-7269 (Online-Version)
Die PDF-Version ist frei verfügbar unter:
www.gwi-essen.de/publikationen/publikationen-am-gwi/abschlussberichte/taetigkeitsbericht-2025*



Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.
Hafenstraße 101 | 45356 Essen

☎ +49 201 3618-0
✉ info@gwi-essen.de