

IKV INSIGHT



SCHWERPUNKT / FOCUS

Erfolgreicher Start für das Hydrogen Business and Technology Forum / Successful start for the Hydrogen Business and Technology Forum

FORSCHUNG / RESEARCH

Kreislauffähige Monomaterial-Bodenbeläge durch Rezyklierung von Polyamid / Recyclable monomaterial floor coverings through recycling of polyamide

VERANSTALTUNGENT / EVENTS

DKG West meets Science: die Zukunft der Kautschukforschung / DKG West meets Science: the future of rubber research

PREISE / AWARDS

SAMPE zeichnet Martin Giersberg für seine Masterarbeit aus / SAMPE awards Martin Giersberg for his Master's thesis

NETZWERK / NETWORK

In Kooperation mit PlasticsEurope: IKV engagiert sich in der Lehrerfortbildung / In cooperation with PlasticsEurope: IKV supports the training of school teachers



**INSTITUT FÜR
KUNSTSTOFF
VERARBEITUNG**

in Industrie und Handwerk
an der RWTH Aachen

Liebe Mitglieder der Fördervereinigung, liebe Leserinnen und Leser,

die Wasserstoffwirtschaft ist ein zentraler Baustein zum Erreichen der Klimaziele, eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit. Mit den Technologien zur Erzeugung, Speicherung, zum Transport und zur Nutzung von Wasserstoff als Energieträger eröffnen sich für viele Anwendungsfälle – im privaten wie im industriellen Sektor – Möglichkeiten zur Dekarbonisierung. Die Einführung von energie- und kosteneffizienten Systemen birgt beachtliches wirtschaftliches Potenzial für High-Tech-Standorte.

Seit seiner Gründung hat sich das IKV dem Ziel verschrieben, Unternehmen entlang der Kunststoff-Wertschöpfungskette bei der Erschließung und Entwicklung von zukunftsorientierten Geschäftsfeldern zu begleiten. In Anbetracht des hohen gesellschaftlichen Bedarfs und der damit verbundenen beträchtlichen Investitionen und verfügbaren Fördermittel hat die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung erfahren und wir zählen sie inzwischen zu einem vielversprechenden neuen Forschungs- und Geschäftsfeld für die Kunststoffbranche.

In meiner Rolle als wissenschaftlicher Direktor für das Themenfeld Leichtbau habe ich mich persönlich vor allem mit der Entwicklung von Wasserstoffspeichern aus CFK- Kunststoffen und Kunststoff-Bipolarplatten befasst. Als Professor Hopmann mir 2021 die Leitung für die umfassende Erschließung des Themas "Wasserstoffwirtschaft" übertrug, konnte ich nur erahnen, wie vielfältig die Anforderungen in den verschiedenen Technologiezweigen und Wertschöpfungsketten sein würden. Mit einem Team aus Wissenschaftlern und Studierenden des IKV sowie mehr als 20 Unternehmen haben wir uns auf den Weg gemacht, um für die Kunststoffindustrie relevante Informationen aus dem breit gefächerten Feld der Märkte, Anwendungsfälle, Technologien und Systeme zusammenzutragen. Unsere Ambition ist es seitdem, eine Community zu etablieren, die auf Basis eines umfassenden Lagebilds Optimierungspotenziale für bestehende Kunststoffanwendungen identifiziert und Ideen für neue Anwendungen entwickelt. Ein Etappenziel haben wir 2022 mit dem erfolgreichen Abschluss der Markt- und Technologiestudie erreicht. Mit dem „Hydrogen Business and Technology Forum“ läuten wir nun die Phase der Verstetigung ein: Beim Kick-off-Meeting waren sich 50 begeisterte Teilnehmer einig, dass die Kunststoffindustrie eine entscheidende Rolle einnehmen wird, um die enormen Herausforderungen der Hersteller von Wasserstoffsystemen beim Scale-Up zu bewältigen.

Wir laden Sie herzlich ein, diese Entwicklung gemeinsam mit uns zu gestalten. Das internationale Forum ist offen für Unternehmen jeglicher Größe, egal ob aus der Kunststoff- oder Wasserstoffbranche.

Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre dieser Ausgabe, die sich schwerpunktmäßig dem hochaktuellen und nachhaltigen Thema „Wasserstoff“ widmet.

Ihr



Kai Fischer



Kunststoffe für die Wasserstoffwirtschaft von morgen – Märkte, Technologien, Szenarien / *Plastics for the hydrogen economy of tomorrow – markets, technologies, scenarios*

1. MARKETS

Umfassende Marktanalyse in den Segmenten Erzeugung, Speicherung, Transport und Nutzung von Wasserstoff in einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft

Comprehensive market analysis in the segments of production, storage, transport and use of hydrogen in a future hydrogen economy

→ ERGEBNIS / OUTCOME:

Identifizierung von 41 Submärkten / *Identification of 41 sub-markets*

Grüner Wasserstoff ist eine Schlüsseltechnologie zur Umsetzung der Energiewende. Mit dem vielfältig einsetzbaren Energieträger lassen sich erneuerbare Energien flexibel speichern und in andere Energieformen umwandeln. Gleichzeitig spielt Wasserstoff eine wesentliche Rolle bei der Sektorenkopplung, d. h. der Vernetzung von Strom-, Wärme- und Mobilitätssystemen. Darum hat das Thema Wasserstoff auf europäischer und internationaler Ebene in den letzten Jahren eine hohe Dynamik entwickelt.

Vor diesem Hintergrund hat das IKV gemeinsam mit 22 Industriepartnern die über die Dauer eines Jahres laufende Studie „Opportunities for Material Technologies in a Hydrogen Economy“ erarbeitet, mit der Anwendungsmöglichkeiten von Kunststoffen entlang der gesamten Wertschöpfungskette einer zukünftigen H₂-Wirtschaft identifiziert wurden. Nach der Präsentation der Ergebnisse im November 2022 setzt das IKV nun seine Zusammenarbeit mit den Netzwerkpartnern fort, indem es im Rahmen des regelmäßig stattfindenden „Hydrogen Business and Technology Forums“ Vertreter aus der Kunststoff- und Wasserstoffindustrie zusammenbringt. Das Forum ist offen für neue Mitglieder.

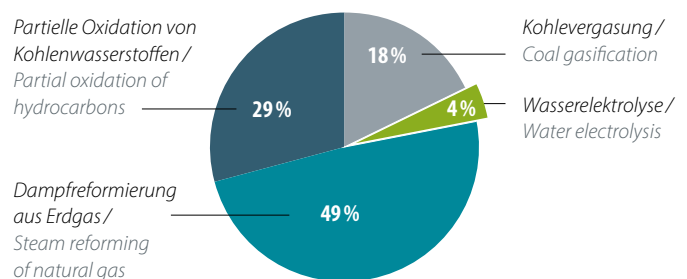
In der IKV-Studie wurden umfassende Erkenntnisse über den möglichen Einsatz von Kunststoffen in einer zukünftigen H₂-Wirtschaft zusammengetragen. Sie gibt einen strukturierten Überblick über die bestehenden Technologien – angefangen bei der Erzeugung über Speicherung und Transport bis hin zur Nutzung. Bei allen betrachteten Marktsegmenten innerhalb der H₂-Wertschöpfungskette zeigte sich, dass es nur mithilfe einer intelligenten Kombination verschiedener Materialien gelingen kann, grünen Wasserstoff effizienter und wettbewerbsfähiger zu machen. Demnach ist das Potenzial für Kunststoffe und komplexe Komponenten in der Wasserstoffwirtschaft der Zukunft riesig.

Green hydrogen is a key technology for implementing the energy turnaround. With this versatile energy source, renewable energies can be flexibly stored and converted into other forms of energy. At the same time, hydrogen plays a key role in the linking-up of various sectors, i.e. the interlinking of electricity systems, heat systems and mobility systems. For this reason, the topic of hydrogen has developed so much dynamism at European and international level in the last few years.

Against this background, IKV, together with 22 industry partners, has compiled over the course of a year, a study entitled "Opportunities for Material Technologies in a Hydrogen Economy", with which application possibilities for plastics are identified along the entire value chain of a future H₂ economy. Following the presentation of the results in November 2022, IKV is now continuing its cooperation with the network partners, bringing together representatives from the plastics and hydrogen industries in a regular Hydrogen Business and Technology Forum. The forum is open to new members.

The IKV study describes a whole range of findings and results on the potential use of plastics in a future H₂ economy. It gives a structured overview of the existing technologies – starting with

Industrielle Verfahren zur Wasserstoffproduktion und ihre Bedeutung / *Industrial processes for hydrogen production and their significance* | Source: U.S. Energy Information Administration



2022

2. TECHNOLOGIES

Mehr als 1000 Ergebnisseiten zu den relevantesten Submärkten aus Phase 1 und Analyse der jeweiligen Systemkonfigurationen, Technologien, Komponenten und Materialien unter den Aspekten:

- Anwendungsfelder
- technologische Herausforderungen
- Technologiereifegrad (TRL)

More than 1000 results pages on the 25 most relevant submarkets from phase 1 and analysis of respective system configurations, technologies, components and materials regarding:

- Application fields
- technological challenges
- Technology readiness level (TRL)

→ ERGEBNIS / OUTCOME:

Ermittlung von über 50 Technologie- und Systemkonfigurationen und Anforderungskataloge für mehr als 60 Komponenten / *Identification of over 50 technology and system configurations and requirement catalogues for more than 60 components*

3. SCENARIOS

Detaillierte Betrachtung der in Phase 2 identifizierten Teilsysteme und Komponenten unter folgenden Fragestellungen:

- Was sind die spezifischen Anforderungen der Anwendung?
- Wo liegen die Einsatzpotenziale für Kunststoffe?
- Welche bestehenden Werkstoffe können substituiert werden?

Detailed analysis of the sub-systems and components identified in phase 2 with regard to the following questions:

- What are the specific requirements of the application?
- What are the potential uses for plastics?
- Which existing materials can be substituted?

→ ERGEBNIS / OUTCOME:

Entwicklung von Auslegung, Bauteilgestaltung und Fertigung unter technologischen und wirtschaftlichen Aspekten / *Development of layout, component design and manufacturing under technological and economic aspects*

2023

HYDROGEN BUSINESS AND TECHNOLOGY FORUM

Mai 2023: Kick-off Hydrogen Business and Technology Forum

Neue Mitglieder im Forum sind herzlich willkommen. Informationen zu den Vorteilen für teilnehmende Unternehmen finden Sie auf Seite 10.

New members to the Forum are welcome. Information about the benefits for participating companies is provided on page 10.

Wie wird grüner Wasserstoff wettbewerbsfähig?

Die Herausforderung besteht darin, dass Märkte, die derzeit nur eine geringe Bedeutung haben, stark ausgebaut werden müssen, um die europäischen Emissionsziele zu erreichen. Damit verbunden sind zahlreiche technologische Entwicklungen und Verbesserungen, die reichlich Chancen bieten, in neue Geschäftsfelder einzusteigen. Besonders interessant ist hier der Bereich Energie: die Stromerzeugung und -speicherung, die Versorgung von Gebäuden mit Strom und Wärme und der Transportsektor.

Die im September 2021 begonnene H₂-Studie nahm in drei Phasen den Markt, die Technologien und schließlich konkrete Szenarien für die Kunststoffindustrie unter die Lupe. In Phase 1 wurden zunächst 41 Submärkte entlang der gesamten Wertschöpfungskette identifiziert. Für die 25 relevantesten Märkte wurden dann in Phase 2 die jeweils zugrundeliegenden Technologien, Systemkonfigurationen, Komponenten und Materialien dargestellt und diese hinsichtlich ihres Anwendungsfeldes, ihrer Funktionsweise und ihres Technologiereifegrades (TRL, Technology Readiness Level) analysiert. Dabei wurden mehr als 50 Technologie- und Systemkonfigurationen und mehr als 60 Komponenten untersucht. In Phase 3 ging es um konkrete Anwendungsszenarien. Auf Basis der Potenzialabschätzung aus Phase 2 wurden die ausgewählten Teilsysteme und Komponenten detailliert betrachtet und ihre anwendungsspezifischen Anforderungen eruiert. Nach der Ermittlung möglicher Einsatzpotenziale von Kunststofftechno-

the production, through storage and transport, to their utilisation. With all the studied market segments within the H₂ value chain, it was found that it will only be possible to make green hydrogen more efficient and more competitive with the help of an intelligent combination of different materials. Accordingly, the potential for plastics and complex components in the hydrogen economy of the future is enormous.

How will green hydrogen become competitive?

The challenge is that markets that are currently of only minor importance must be significantly expanded to attain the European emission targets. Connected with this are numerous technological developments and improvements that offer a wealth of opportunities to enter new areas of business. Of particular interest here is the field of energy: electricity production and storage, the supply of buildings with electricity and heat, and the transport sector.

The H₂ study that began in September 2021 closely examines, in three phases, the market, the technologies and finally concrete scenarios for the plastics industry. In the first phase, 41 submarkets along the entire value chain were identified. For the 25 most relevant markets, the respective basic technologies, system configurations, components and materials were then, in phase 2, described and then analysed with regard to their field of application, mode of functioning and technology readiness level (TRL). More than 50 technology and system configurations and more than 60 components were investigated. Phase 3 involves specific application scenarios. Based on the estimate of potential

Bauteile, Komponenten / Components:

- Stacks
- Bipolarplatten / *Bipolar plates*
- Membrane / *Membranes*
- Diffusionsschichten / *Diffusion layers*
- Dichtungen / *Gaskets*
- Speicher / *Storage tanks*
- Gas- und Wasseraufbereitungssysteme / *Gas- and water treatment systems*

ERZEUGUNG / GENERATION

durch Elektrolyse /
by electrolysis

- mit Elektrolyseuren /
with electrolyzers

CHANCEN FÜR KUNSTSTOFFE ENTLANG DER H₂-WERTSCHÖPFUNGSKETTE / OPPORTUNITIES FOR PLASTICS ALONG THE H₂ VALUE CHAIN

Bauteile, Komponenten / Components:

- Thermoplastische
Composites /
*Thermoplastic
composites*
- Carbonfaser-
verstärkung /
*Carbon fibre
reinforcement*
- Liner
- Ventile / *Valves*
- Dichtungen /
Gaskets

SPEICHERUNG, TRANSPORT / STORAGE, TRANSPORT

als Gas, Flüssiggas oder in
chemisch gebundener Form /
*as compressed gas, liquid
hydrogen or material based*

- in Druckbehältern (Drucktanks,
Kryotanks, Puffertanks,
On-Board-Tanks) / *in pressure
vessels (Pressure tanks, cryo-tanks,
buffer and on-board tanks)*
- in Pipelines
- in Rohren / *Pipes*

logien wurden Konzeptstudien erstellt, wie bestehende Werkstoffe ersetzt werden können, und unter technologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten Eckpunkte für die konkrete Auslegung, Bauteilgestaltung und Fertigung entwickelt. Eine wichtige Erkenntnis ist, dass es bei den Anforderungsdefinitionen an Kunststoffe nicht mit der Beständigkeit unter H₂-Atmosphäre getan ist. Vielmehr spielen im Kontext der Wasserstofftechnologien eine Vielzahl von unterschiedlichen Medien eine Rolle. Ebenso ist der Einfluss der Kunststoffe auf die Kontamination der Medienströme entscheidend für die nachhaltig konstante Effizienz der Umwandlungssysteme.

Im Folgenden werden verschiedene Beispiele für das Potenzial für Kunststofftechnologien entlang der gesamten H₂-Wertschöpfungskette im Einzelnen erläutert.

Erzeugung: Industriell etablierte Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff sind die Dampfreformierung aus Erdgas oder Methan, die Kohlevergasung, die partielle Oxidation von Kohlenwasserstoffen und das Elektrolyseverfahren. Am verbreitetsten ist die Dampfreformierung von Erdgas, das gleichzeitig wichtigster Primärenergieträger für die Erzeugung von Wasserstoff ist. Das heißt, die Wasserstoffherzeugung basiert derzeit zum großen Teil auf fossilen Rohstoffen und Energien. Nachhaltig wird Wasserstoff aber nur dann, wenn er auf Basis erneuerbarer Energien hergestellt wird („grüner“ Wasserstoff). Möglich wird dies vor allem durch Elektrolyseverfahren, deren Anteil am Wasserstoffmix derzeit jedoch noch im einstelligen Prozentbereich liegt. Im Vergleich zur Wasserstoffherzeugung

from phase 2, the selected part systems and components were studied in detail, and their application-specific requirements were identified. After determining the application potential of plastics technologies, concept studies were drawn up as to how existing materials could be replaced and, under technological and economic aspects, cornerstones were fixed for the actual construction, component design and production. One important finding was that, when defining the requirements made on the plastics, it is not sufficient to look only at their resistance in a H₂ atmosphere. In fact, in the context of hydrogen technologies, a variety of different media play a role. Also, the influence of the plastics on the contamination of the media flows is decisive for the constant efficiency of the conversion systems.

Below, detailed explanations are given of examples for the potential offered by plastics technologies along the entire H₂ value chain.

Production: *There are four industrially established processes for the production of hydrogen: steam reforming from natural gas or methane, coal gasification, the partial oxidation of hydrocarbons and the electrolysis process. The most common is steam*

ENERGETISCHE NUTZUNG /
ENERGETIC USE

über Brennstoffzellen /with fuel cells

- im Mobilitätsbereich (Pkw, Busse, Züge, Flugzeuge) / Transport sector (Passenger cars, buses, trains, aeroplanes)
- in der Industrie (Maschinen und Fahrzeuge) / in the industry (machines and vehicles)

Bauteile, Komponenten / Components

- Brennstoffzellenstacks / Fuel cell stacks
- Luftaufbereitungsanlage / Air processing
- Thermomanagement / Thermal management

Potenziale für Kunststofftechnologien finden sich entlang der gesamten H₂-Wertschöpfungskette, von der Elektrolyse über Speicherung und Transport bis hin zur Nutzung.

Potential for plastics technologies can be found along the entire H₂ value chain, from electrolysis to storage, transport and use. | Pictures: NEA GmbH, Ensinger GmbH, Strohm, Toyota Motor Corporation, Freudenberg FST GmbH

auf fossiler Basis ist die Elektrolyse vergleichsweise teuer. Bei einem zügigen Markthochlauf könnten entsprechende Skaleneffekte dazu beitragen, dieses Verfahren in den kommenden Jahren wettbewerbsfähiger zu machen. Für die Wasserstoffelektrolyse werden deshalb innovative Materialien gesucht, mit denen sich ein schneller Markthochlauf effizient umsetzen lässt.

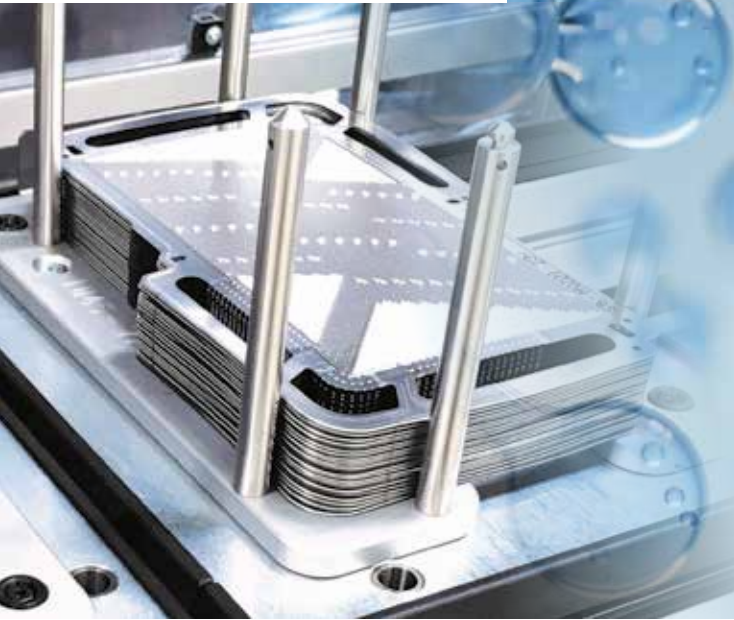
Die elektrolytische Wasserstoffproduktion erfolgt im großtechnischen Maßstab in Elektrolyseuren. Den Kern bilden Stacks aus Elektrolysezellen, in denen die chemische Reaktion stattfindet. Bipolarplatten verbinden diese Elektrodenelemente miteinander und sind Träger für die beiden Pole der Elektrolysezellen. Zur Leitung des Wassers und der entstehenden Gase sind Strömungsprofile in die Platten integriert. Typische Materialien sind Metalle, Graphit oder spezielle Keramiken. Die Technologiestudie des IKV analysiert verschiedene Technologien zur Produktion von Bipolarplatten und zeigt Anforderungen sowie Szenarien für den Einsatz von Kunststoffen auf.

Ein weiterer Bereich, den die Studie beleuchtet, ist die Peripherie des Elektrolyseurs, in der Kunststoffe beispielsweise für Membrane, Diffusionsschichten und Dichtungen genutzt werden. Insgesamt ist der Bereich der Wasserstoffherzeugung durch Elektrolyse ein stark kostengetriebener Markt, der die Kosten für grünen Wasserstoff maßgeblich beeinflusst. Der Trend geht derzeit in Richtung großer Anlagen, wobei rund 50% der Kosten auf die Peripherie der Elektrolyseure entfallen. Durch hochintegrierte Komponenten und Standardisierungen könnten gerade diese Kosten deutlich gesenkt werden. Für den Einsatz von Kunststoffen bietet sich hier deshalb ein großes Potenzial.

reforming from natural gas, which is, at the same time, the most important primary energy source for the production of hydrogen. This means that hydrogen production is currently based predominantly on fossil raw materials and energy sources. Hydrogen will, however, only become sustainable when it is produced on the basis of renewable energies ("green" hydrogen). This will become possible above all through electrolysis processes. However, the proportion of these processes in the hydrogen mix is currently still in the single-digit percentage range. Compared with fossil-based hydrogen production, electrolysis is comparatively expensive. With a fast market scale-up, corresponding scale effects could contribute to this process becoming more competitive in the coming years. For hydrogen electrolysis, innovative materials are therefore being sought, with which a rapid market scale-up can be effectively carried out.

Electrolytic hydrogen production is carried out on an industrial scale in electrolyzers. The core is formed by stacks of electrolysis cells, in which the chemical reaction takes place. Bipolar plates connect these electrode elements to each other and are carriers for the two poles of the electrolysis cells. To guide the water and the gases that are formed, flow profiles are integrated into the plates. Typical materials are metals, graphite or special ceramics. The IKV technology study analyses various technologies for the production of the bipolar plates, and describes the requirements and scenarios for using plastics.

Another area covered by the study is the peripheral of the electrolyser, in which plastics are used for example for membranes, diffusion layers and seals. Overall, the field of hydrogen production by electrolysis is a heavily cost-driven market, which decisively influences the cost of green hydrogen. The trend is currently moving in the direction of large plants, whereby around 50%



Oben: Stacks aus Elektrolysezellen sind Kernelemente von Elektrolyseuren und Brennstoffzellen. / Stacks of electrolysis cells are core elements of electrolyzers and fuel cells. | Photo: EtringKlinger

Speicherung: Wasserstoff wird entweder physikalisch als komprimiertes Gas (CGH_2), Kryo-Gas (CH_2) oder Flüssigwasserstoff (LH_2) gelagert und transportiert oder in chemisch gebundener Form, z. B. als Ammoniak oder in organischen Verbindungen, sog. LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier). Die Lagerung erfolgt in Druckbehältern, deren Form und Größe an die jeweilige Anwendung angepasst ist: von großen Puffertanks am Ort der Erzeugung bis hin zu On-Board-Tanks in den verschiedensten wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen.

In der Transportindustrie beispielsweise finden Druckbehälter vom Typ IV Anwendung, die aus einem innenliegenden Thermoplast-Liner zur Abdichtung und einem aus Verbundwerkstoffen gewickelten Mantel zur Lastaufnahme bestehen. Solche Composite-Druckbehälter sind deutlich leichter als Druckbehälter aus Metall. Darüber hinaus zeigen sie ein besseres Ermüdungsverhalten und sind erheblich korrosionsbeständiger. Das Marktpotenzial für die in den Composite-Druckbehältern verwendeten Carbonfasern sowie für die Liner-Materialien wird in der Studie des IKV analysiert.

Transport: Transportiert werden kann Wasserstoff als Gas in Pipelines und als Flüssiggas in den bereits beschriebenen chemisch gebundenen Formen in Tanks. An die Materialien und Komponenten, vor allem Rohre, Dichtungen und Tanks, ergeben sich spezielle Anforderungen, die in der Studie aufgezeigt werden. Dichtungen, die in der Peripherie der Elektrolyseure, beim Transport und bei der Nutzung mit Wasserstoff in Berührung kommen, sind wichtige Komponenten. Das farb- und geruchlose Gas diffundiert leicht, ist sehr reaktionsfreudig und hochentzündlich und stellt daher besondere Anforderungen an die Leitungs- und Dichtungskomponenten. Um das Gefähr-

of the cost is attributable to the peripherals of the electrolyzers. Through highly integrated components and standardisations, these costs in particular could be significantly reduced. There is thus considerable potential here for using plastics.

Storage: Hydrogen is stored and transported either physically as a compressed gas (CGH_2), cryo gas (CH_2) or liquid hydrogen (LH_2), or in chemically bound form, e.g. as ammonia or in organic compounds, so-called LOHCs (liquid organic hydrogen carriers). It is stored in pressure tanks, the form and size of which is adapted to the respective application: from large buffer tanks at the production site, through to on-board tanks in the many different hydrogen-powered vehicles.

In the transport industry, for example, Type IV pressure vessels are used, which consist of an internal thermoplastic liner for sealing and a jacket for load absorption made from composite materials. Such composite pressure tanks are much lighter than pressure tanks made of metal. In addition, they have better fatigue behaviour and are considerably more corrosion-resistant. The market potential for the carbon fibres used in the composite pressure tanks and for the liner materials are analysed in the IKV study.

Transport: Hydrogen can be transported as a gas in pipelines and as liquid gas in the previously described chemically bound forms in tanks. Special demands are made on the materials and components used for transport, above all pipes, seals and tanks, and these are described in the study. Sealing components that come into contact with hydrogen in the peripherals of the electrolyzers during transport and use play an important role. The colourless and odourless gas diffuses easily and is highly reactive and highly flammable and therefore makes special demands on the seals. To minimise the hazard risk through leaking gas and avoid high losses through volatilisation, it is important above all to pay attention to low hydrogen permeability of the materials. One particular challenge for sealing components is the high temperature fluctuations to which they are subjected both through ambient temperatures and also during filling and emptying processes. It is also very important to prevent contamination of the hydrogen by diffusion of substances from the plastics.

Apart from hydrogen, there are other challenging media with which the components come into contact under extreme temperatures and high pressure. Mention should be made here above all of deionised water, which is used as the starting material in hydrogen production under a pressure of several bar in the electrolyser and, conversely, is produced during the consumption of hydrogen in the fuel cell. Ethylene glycol and ethylene glycol/water mixtures are



used in fuel cell applications as a cooling medium, and necessitate a corresponding design of the cooling circuit.

dungsrisiko durch austretendes Gas zu minimieren und hohe Verluste durch Verflüchtigung zu vermeiden, muss vor allem auf eine geringe Permeabilität der Materialien für Wasserstoff geachtet werden. Eine besondere Herausforderung für Dichtungen sind die großen Temperaturschwankungen, denen sie sowohl durch Umgebungstemperaturen als auch bei jedem Befüllungs- und Entleerungsvorgang ausgesetzt sind. Sehr wichtig ist auch, die Kontamination des Wasserstoffs durch Ausdiffundieren von Substanzen aus den Kunststoffen zu verhindern.

Neben dem Wasserstoff gibt es weitere herausfordernde Medien, mit denen die Komponenten bei extremen Temperaturen und hohem Druck in Kontakt kommen. Zu nennen ist hier vor allem deionisiertes Wasser, das bei der Wasserstoffproduktion unter einem Druck von mehreren Bar im Elektrolyseur als Ausgangsstoff gebraucht wird und umgekehrt beim Verbrauch von Wasserstoff in der Brennstoffzelle entsteht. Ethylenglycol bzw. Ethylenglycol/Wasser-Gemische dienen in Brennstoffzellenanwendungen als Kühlmittel und erfordern eine entsprechende Auslegung des Kühlkreislaufs.

Was für die Dichtungen gilt, gilt auch für Rohre und Pipelines für den Transport von Wasserstoff und in der Wasserstoffperipherie. Anforderungen wie Medienresistenzen, große Temperaturschwankungen und hohe Drücke können mit thermoplastischen Compositrohren (thermoplastic composite pipes, TPC) sehr gut erfüllt werden. Gegenüber den derzeit noch vorwiegend verwendeten Stahlrohren haben sie eine Reihe von Vorteilen: Sie sind leichter und flexibler, lassen sich besser verschweißen und können mit einem wesentlich geringeren Energieaufwand produziert werden. Das ermöglicht sowohl erhebliche CO₂-Einsparungen als auch deutliche Kostenreduktionen. Entsprechend groß ist das Marktpotenzial. Darüber und über Herausforderungen und Lösungen bei Materialentwicklung und Qualifizierung informiert die Studie des IKV.

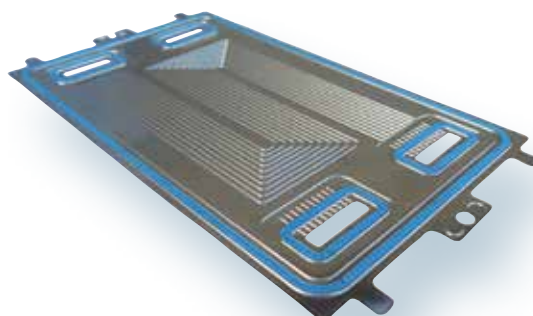
Nutzung: Die Nutzung von Wasserstoff zur Energiegewinnung erfolgt überwiegend in Brennstoffzellen. Hier verbindet sich der Wasserstoff kontrolliert mit Sauerstoff und setzt dabei Wasser und Energie frei. Da es sich um den Umkehrprozess der Wasserstoffelektrolyse handelt, werden für die Brennstoffzellen auch ähnliche Komponenten wie bei der Wasserstoffherzeugung benötigt. Auch hier stellen die Stacks die zentrale Komponente dar und Bipolarplatten spielen eine große Rolle. Am Markt gibt es bereits Mikro-Blockheizkraftwerke, in denen

What applies to the seals also applies to pipes and pipelines for the transport of hydrogen and in the hydrogen peripherals. Requirements such as media resistance, resistance to high temperature fluctuations and to high pressures can be fulfilled very well with thermoplastic composite pipes (TPC). Compared with the steel pipes predominantly still used at present, they have a number of advantages: They are lighter in weight and more flexible, can be more easily welded and can be produced with much lower energy consumption. This enables both considerable CO₂ savings and significant cost reductions. The market potential is correspondingly large. The IKV study provides information on this and on challenges and solutions in material development and qualification.

Use: The use of hydrogen for producing energy is carried out predominantly in fuel cells. Here, the hydrogen combines under controlled conditions with oxygen and releases water and energy. Because this involves the reverse process of hydrogen electrolysis, similar components are needed for the fuel cells as for hydrogen production. Here, too, the stacks form the central component, and bipolar plates play an important role. Micro-cogeneration systems are already on the market in which the heat released by the fuel cell during electricity production is used at the same time for heating. This is utilised, for example, in multi-family houses, office buildings, hospitals and small industrial companies. In con-

Oben: Wickelanlage im IKV-Technikum: Hier können aus Carbonfasern Außenhüllen für Typ-IV-Druckbehälter gewickelt werden, wie sie in der Automobilindustrie Anwendung finden / Above: Winding system in the IKV technical centre: Here, outer casings for Type-IV pressure vessels, as used in the automotive industry, can be produced from carbon fibres. | Photo: IKV

Unten: Bipolarplatten verbinden in den Stacks die einzelnen Elektrolyseelemente. / Below: Bipolar plates form the connection between the individual electrolysis elements in the stacks. | Photo: Freudenberg FST GmbH



die von der Brennstoffzelle bei der Stromerzeugung freigesetzte Wärme gleichzeitig zum Heizen genutzt wird. Anwendung finden sie beispielsweise in Mehrfamilienhäusern, Bürogebäuden, Krankenhäusern und kleineren Industrieunternehmen. In Zusammenhang mit einem vorgeschalteten Gasreformer zur Erzeugung von Wasserstoff aus Erdgas ist diese Technologie bereits gut etabliert und vor allem in Asien weit verbreitet. Derzeit hemmen hohe Kosten eine Ausweitung des Einsatzes in Wohnimmobilien. Hier sieht die IKV-Studie großes Potenzial, aber auch Forschungsbedarf für die Funktionsintegration durch Kunststofftechnologien.

Brennstoffzellen sind prinzipiell auch gut für die dezentrale und die Notstromversorgung geeignet. Gerade letztere basiert derzeit noch überwiegend auf Dieselgeneratoren mit allen ökologischen Nachteilen. Als Notstromaggregate sind Brennstoffzellen schon heute wettbewerbsfähig. Trotzdem besteht auch hier die Notwendigkeit der Kostenreduzierung. Immer kleiner und leichter konstruierte Systeme bieten großes Anwendungspotenzial für Kunststofftechnologien.

nection with an upstream gas reformer for producing hydrogen from natural gas, this technology is already well established and commonly used above all in Asia. At the present time, the high costs are preventing its increased use in residential buildings. Here, the IKV sees considerable potential, but also the need for research for functional integration through plastics technologies.

Fuel cells are on principle also highly suitable for decentralised and emergency power supply. Particularly the latter is currently still based predominantly on diesel generators with all their ecological disadvantages. Fuel cells are already competitive as emergency power units. Nevertheless, there is also a need here for reducing costs. Ever smaller and lighter systems offer considerable application potential for plastics technologies.

Wenn Sie an den Ergebnissen der Studie interessiert sind und wissen möchten, welche Chancen die Wasserstoffwirtschaft Ihrem Unternehmen bietet, sprechen Sie uns gerne an. / If you are interested in the results of the study and want to learn more about opportunities for your company in the hydrogen economy, please contact us.

h2@ikv.rwth-aachen.de

Warum ein Wasserstoffnetzwerk für Kunststofftechnologien wichtig ist / Why join a plastics-related H₂ network?

Damit Wasserstoff ein wirtschaftlich tragfähiger Teil der Energiewende wird, braucht die Wasserstoffindustrie Kunststoffe, um ihre Technologien zu skalieren. Deshalb hat das IKV ein enges Netzwerk zwischen der Wasserstoffwirtschaft und der Kunststoffindustrie geknüpft.

Der intensive Austausch bietet Anbietern und Nutzern von Wasserstofftechnologien den fundierten Einblick in die Leistungsfähigkeit technischer Kunststoffe, den sie benötigen, um neue Möglichkeiten zu erkennen und zu bewerten. Gleichzeitig bekommen Kunststoffhersteller und -verarbeiter die Chance, die Anforderungen einer sich rasant entwickelnden Wertschöpfungskette kennenzulernen und zu verstehen. Wir wollen die besten Köpfe beider Branchen zusammenbringen und gemeinsam die neuesten Trends und Innovationen in der Kunststofftechnologie und Wasserstoffwirtschaft diskutieren.

For hydrogen to become an economically viable part of the energy transition, the hydrogen industry will need plastic materials to scale up their technologies. That is why IKV has built up a close network between the hydrogen economy and the plastics industry.

The intensive exchange offers the profound insight into the performance and capabilities of technical plastic materials, the hydrogen community needs to assess new opportunities. At the same time, plastics manufacturers and processors will have the chance to develop a deep understanding for the requirements of a value chain that is developing rapidly. We bring together experts of both worlds to discuss the latest trends and innovations in plastics technology and the hydrogen economy.

INTERAKTIVE WORKSHOPS

- Hier knüpfen Sie Kontakte zu anderen Industrieführern und tauschen Fachwissen aus.
- Sie bringen sich in themenübergreifenden interaktiven Workshops auf den neuesten Stand.
- Sie finden Sparring-Partner zum Austausch über individuelle Anwendungen und Technologien.
- Sie haben die Möglichkeit, neu zu entwickelnde Kunststoff- und Wasserstofftechnologien mit Partnern aus beiden Bereichen zu diskutieren.

MARKET & TECHNOLOGY MONITORING

- Sie erhalten regelmäßig auf Ihre Anforderungen zugeschnittene Informationen zu neuesten Entwicklungen und Technologietrends.
- Sie schärfen Ihr Profil als „Wasserstoffexperte“.
- Sie bleiben über neueste Trends und Fortschritte auf dem Laufenden.
- Das Monitoring liefert eine fundierte Wissensbasis und versetzt Sie in die Lage, andere Abteilungen oder Ihr Management mit genauen Informationen zu versorgen und überlegte Entscheidungen in Bezug auf Ihre Geschäftsstrategie zu treffen.

Drei gute Gründe, um dem Forum beizutreten:

1. Seit 2021 haben wir mit mehr als 20 Partnerunternehmen eine umfassende Analyse für das Potenzial von Kunststoffen in der Wasserstoffwirtschaft erstellt, die die Grundlage für dieses neue Forum bildet und kontinuierlich fortgeführt wird.
2. Das IKV ist Teil des Wasserstoff-Ökosystems der RWTH mit dem H₂ Future Cluster oder dem Center for Sustainable Hydrogen Systems. Damit sind wir in einer einzigartigen Position, Wasserstoff- und Kunststoffwissen in das Forum zu transferieren.
3. Wir sind seit Jahrzehnten Experten in industrienahen Forschungsthemen und können Ihre Ideen kurzfristig in konkrete Kooperationen und Projekte umsetzen.

INTERAKTIVE WORKSHOPS

- *Get in touch with other industry leader and share your expertise*
- *Bring yourself up to date in interactive workshops on overarching topics.*
- *Find suitable sparring partners for the discussion of individual applications or technologies.*
- *Discuss the necessary developments in plastic and hydrogen technologies with the experts from both industries.*

MARKET & TECHNOLOGY MONITORING

- *Get regular information about the latest trends and innovations in the industry – compiled and evaluated for your purposes.*
- *Sharpen your profile as a „hydrogen expert“.*
- *Keep abreast of emerging trends and advances.*
- *Make informed decisions regarding your business strategy and provide other departments or your management with accurate information.*

Three Reasons to join our forum

1. *With more than 20 companies, we have been creating the most comprehensive analysis for the potential of plastics in the hydrogen economy as a basis for this new forum since 2021.*
2. *IKV is part of RWTH's hydrogen eco-system, such as the H2 Future Cluster or the Center for Sustainable Hydrogen Systems, and thus in a unique position to transfer knowledge to the forum.*
3. *We have been experts in industry-related research topics for decades – we can turn your ideas into concrete collaborations and projects in the short term.*

Sie sind an der Teilnahme interessiert?

Gerne besprechen wir mit Ihnen die Vorteile für Ihr Unternehmen und machen Ihnen ein Angebot.

Interested in getting involved?

Please schedule a call to discuss the benefits for your company and to receive a financial offer for your participation.

Dr.-Ing. Kai Fischer

Wissenschaftlicher Direktor / Scientific Director
H2@ikv.rwth-aachen.de



Erfolgreicher Start für das Hydrogen Business and Technology Forum / Successful start for the Hydrogen Business and Technology Forum

Das vom IKV initiierte internationale Hydrogen Business and Technology Forum hatte einen fulminanten Start: Rund 50 Teilnehmer aus mehr als 20 Unternehmen haben am 16. Mai 2023 gemeinsam den Grundstein für den stetigen Technologie- und Informationsaustausch zwischen Experten der Kunststoffbranche und der Wasserstoffwirtschaft gelegt.

Das erste Treffen des Forums war geprägt von einem intensiven Austausch und offenen und transparenten Diskussionen. Die Pausen wurden aktiv genutzt, um neue Kontakte zu knüpfen. Die Speed-Pitches der Unternehmen zu Beginn der Veranstaltung machten es leicht, schnell den richtigen Ansprechpartner zu identifizieren.

„Das war eine großartige Veranstaltung! In den Pausen sind die Visitenkarten nur so geflogen, jeder hat sich großartig vernetzt“, schwärmt Dr.-Ing. Kai Fischer, wissenschaftlicher Direktor am IKV und Initiator der Studie. „Von beiden Seiten habe ich einen großen Bedarf wahrgenommen, die Systeme in den unterschiedlichen Bereichen zu verstehen. Mit dem Forum haben wir nun die Basis für einen kontinuierlichen Austausch geschaffen.“

The international Hydrogen Business and Technology Forum initiated by the Institute for Plastics Processing (IKV) in Industry and Trade at RWTH Aachen University got off to a flying start. On 16 May 2023, around 50 participants from more than 20 companies jointly laid the foundation for the continuous exchange of technology and information between experts from the plastics industry and the hydrogen economy.

The first meeting of the Forum was characterised by an intensive exchange and open and transparent discussions. The breaks were used very actively to make new contacts. The companies' speed pitches at the beginning of the event made it easy to pinpoint the right contact person at once.

"This was a great event! Business cards were literally flying in during the breaks, everyone did a great deal of networking," enthuses Dr.-Ing. Kai Fischer, scientific director at the IKV and initiator of the study. "From both sides I perceived a great need to understand the systems in the different areas and with the forum we have now created the basis for a continuous exchange."





International Hydrogen Business and Technology Forum: Impressionen von der Auftaktveranstaltung und aus den Workshops / Impressions from the opening and the workshops

Zum Einstieg gab es noch einmal eine kurze Übersicht zu den Ergebnissen der gemeinsam erarbeiteten Markt- und Technologiestudie, die die Grundlage für die Arbeit im Netzwerkforum ist. In drei Phasen dort wurden zwischen September 2021 und November 2022 Märkte, Technologien und Szenarien für den Wasserstoff-Scale-Up untersucht.

In vier Keynote-Vorträgen kamen anschließend Mitgliedsunternehmen des Forums zu Wort. Als Anwender von Wasserstofftechnologien thematisierten TOPSOE und TOYOTA MOTOR EUROPE Anforderungen, Herausforderungen und „Pain points“ von Komponenten in der Brennstoffzelle sowie der Elektrolyse. „Use of plastics in large scale alkaline water electrolysis – we have questions“, formulierte Dr. Klink von TOPSOE. Das Unternehmen ist für das Scale-Up neuer Elektrolisetchnologien sehr an unabhängigen Einschätzungen zum sinnvollen Einsatz von Kunststoffen interessiert. Klink beschrieb detailliert Komponenten und Materialanforderungen und ging dabei besonders auf das Thema Medienresistenz ein – nicht nur gegenüber Wasserstoff, sondern auch in Hinblick auf andere Gase, Flüssigkeiten sowie Kühlmittel. Weitere Herausforderungen sah er in der Prozesssicherheit und dem sicheren Umgang mit Sauerstoff.

The opener of the meeting was a brief summary of the results of the jointly developed market and technology study, which is the basis for the work in the network forum. In three phases, markets, technologies and scenarios for hydrogen scale-up were examined between September 2021 and November 2022.

Member companies of the Forum then had their say in four exciting keynote lectures. As users of hydrogen technologies, TOPSOE and TOYOTA MOTOR EUROPE addressed requirements, challenges and "pain points" of components in fuel cells and electrolysis. "Use of plastics in large scale alkaline water electrolysis-we have questions", Dr. Klink from TOPSOE expressed his concern. The company is very interested in an independent assessment of the intelligent use of plastics for the scale-up of new electrolysis technologies. Klink described components and material requirements openly and in detail. A major issue is media resistance not only to hydrogen, but also to other gases and liquids, as well as coolants. Other challenges are process safety and the safe handling of oxygen.

The presentations from the plastics industry (MOCOM and Freudenberg) dealt with the testing of plastics to ensure compliance with hydrogen-specific requirements. In addition to the corresponding mechanical properties and media resistances, further



Links: Die Teilnehmer des Kick-off-Meetings vor dem IKV / Left: The Kick-off-participants in front of the IKV

In den Vorträgen aus der Kunststoffindustrie (MOCOM und Freudenberg) wurde insbesondere das Prüfen von Kunststoffen zur Erfüllung wasserstoffspezifischer Anforderungen thematisiert. Neben den entsprechenden mechanischen Eigenschaften und Medienresistenzen ist dabei eine möglichst geringe Ionenauswaschung („Ion leeching“) und das Verhalten von Additiven und Füllstoffen entscheidend.

In den abschließenden Workshops wurde in kleinen Gruppen die Ausrichtung des Forums diskutiert und erarbeitet. Für das Market and Technology Monitoring wünschten sich die Teilnehmer neben einer kontinuierlichen Beobachtung neuer Trends und Technologien regelmäßige Informationen zu Materialinnovationen – vor allem zu solchen, die sich bereits in der industriellen Anwendung befinden. Außerdem sollte es ein regelmäßiges Monitoring zu neuen Veröffentlichungen und Start-up-Aktivitäten geben. Anforderungen und Spezifikationen für Materialien und Bauteile sollten ebenso Thema sein wie regulatorische Informationen, unter anderem zu PFAS. Darüber hinaus wurde angeregt, in den regelmäßigen Berichten einschlägige Testergebnisse zu teilen.

Die Teilnehmer schätzten an der Veranstaltung vor allem die Mischung aus Präsentationen und Workshops. Künftige Workshops sollen jeweils die Kernfragen des letzten Meetings aufgreifen. Darüber hinaus wurden zu spezifischen Themen zusätzliche Workshops bei Mitgliedsunternehmen vereinbart. Damit hat das Kick-off-Meeting gezeigt, dass sich hier zwei Branchen aufeinander zu bewegen, die den Open-Innovation-Ansatz des Forums mit Begeisterung aufgreifen. Beide Industrien zeigten sich bereit, sehr offen über Herausforderungen zu sprechen und nach gemeinsamen Lösungen zu suchen. Und diesen fruchtbaren Austausch werden sie sicher fortsetzen.

important aspects are the minimisation of ion leeching and the behaviour of additives and fillers.

In the concluding workshops, the future orientation of the forum was discussed and developed in small groups. For Market and Technology Monitoring, in addition to continuous monitoring of new trends and technologies, the participants would welcome regular information on material innovations, especially those that are already in industrial use. There should also be regular monitoring of new publications and start-up activities. Requirements and specifications for materials and components should also be a topic, as well as regulatory information, among others on PFAS. It was also suggested to share relevant test results in the regular reports.

Participants appreciate the mix of presentations and workshops. It was suggested that future workshops should address the key issues of the last meeting. Besides, additional workshops at member companies on specific topics were mutually agreed upon. Once again, it became clear that two industries are really moving towards each other here, and that they are enthusiastically embracing the Forum's open innovation approach. Both industries showed a willingness to talk very openly about challenges and to look for joint solutions. And they will certainly continue this fruitful exchange.

„Wasserstoff soll das Rückgrat der Energiewende werden!“

„Hydrogen should become the backbone of the energy turnaround!“

Interview mit Dr. Kai Fischer zu den Zielen der Markt- und Technologiestudie Wasserstoff und zum „Hydrogen Business and Technology Forum“, mit dem die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Industriepartnern fortgesetzt werden soll / *Interview with Dr. Kai Fischer on the importance and targets of the market and technology study on hydrogen that was initiated by IKV, and on the "Hydrogen Business and Technology Forum", with which the cooperation between the participating industry partners is to be continued.*



Dr. Ing. Kai Fischer, wissenschaftlicher Direktor am IKV und verantwortlich für das Themengebiet Wasserstoffwirtschaft, leitet die Markt- und Technologiestudie. / Dr. Ing. Kai Fischer, scientific director at IKV and responsible for the topic hydrogen economy, heads the market and technology study.



Auf die in den vergangenen zwei Jahren erstellte Wasserstoffstudie folgt nun das „Hydrogen Business and Technology Forum“, um den Austausch zwischen Wasserstoff- und Kunststoffindustrie zu intensivieren. Warum ist das jetzt wichtig? *Following the hydrogen study produced in the past two years, we now have the "Hydrogen Business and Technology Forum" to intensify the exchange between the hydrogen industry and the plastics industry. Why is that now important?*

Fischer: Wasserstoff soll das Rückgrat der Energiewende werden. Heute werden ca. 96 % aus fossilen Ressourcen wie Erdgas und Kohle gewonnen. Nur 4 % werden mittels Elektrolyse hergestellt. Dabei wird mit Elektrizität – man kennt vielleicht aus der Schule noch den Hofmannschen Wasserzersetzer – Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Elektrolyse ist aber der Weg zur Herstellung von „grünem“, also klimaneutralem Wasserstoff. Und selbst für diese 4 % Elektrolyse wird derzeit nur ein geringer Teil erneuerbarer Energien eingesetzt. In der Konsequenz heißt das, dass bis jetzt nur ein ganz, ganz kleiner Teil der Produktionskapazität überhaupt geeignet ist, grünen Wasserstoff zu produzieren. Die Projektionen heute zielen jedoch alle darauf, grünen Wasserstoff herzustellen. Man muss also tatsächlich sehen, dass hier vieles komplett neu entwickelt werden muss. Es müssen

große Stückzahlen an Elektrolyseuren und die entsprechende Infrastruktur dafür bereitgestellt werden. Auch das bringt große Stückzahlen mit sich, und große Stückzahlen sind immer prädestiniert für Kunststoffe. Deshalb glauben wir, dass Kunststoffe die Befähiger sind, um die Wasserstoffproduktion wirtschaftlich skalierbar zu machen.

Hydrogen is intended to become the backbone of the energy turnaround. Today, approx. 96 % is obtained from fossil resources such as natural gas and coal. Only 4 % is produced by electrolysis. For this – as some people may remember from school – water is broken down into hydrogen and oxygen using electricity. Electrolysis is the way to produce "green", i.e. climate-neutral, hydrogen. And even for this 4 % electrolysis, only a small proportion of renewable energy is currently being deployed. Consequently, only a very, very small part of the production capacity is at present suitable for producing green hydrogen. Yet all today's projections are aimed at producing green hydrogen. It is indeed important to see that a great deal needs to be done here with completely new development work. Large numbers of electrolyzers and the corresponding infrastructure have to be put in place. That again means working with large numbers, and large numbers are always predestined for plastics. For this reason, we believe that plastics are the enablers to make hydrogen production economically scalable.

Und deshalb müssen sich Kunststoff- und Wasserstoffindustrie jetzt austauschen. *And that is why you believe the plastics industry must get together with the hydrogen industry to exchange information and ideas?*

Fischer: Genau. Denn die Wasserstoffindustrie kennt alle Anforderungen der verfahrenstechnischen Anlagen, die Medien, die Temperaturen, die Drücke usw. Aber natürlich denken die nicht in Kunststoffprodukten, sondern eher in Metall. Es ist jedoch nicht so, dass die Bauweise einfach von Metall auf Kunststoff übertragen wird. Davon hätte man keinen Vorteil. Um für die Anforderungen von Systemen neue Lösungen zu finden, muss man über die Substitution von einzelnen Bauteilen aus Metall durch einzelne Bauteile aus Kunststoff hinausgehen und Funktionsintegration betreiben. Genau dafür muss dieses Anwendungs-Know-how kommuniziert werden, damit die Kunststoffwertschöpfungskette sagen kann, wie Lösungen in Kunststoffen idealerweise aussehen würden.

Exactly. The people in the hydrogen industry are familiar with all the requirements of the process engineering plants, the media, the temperatures, the pressures etc. But, of course, they think not in plastic but in metal. It is not the case that the construction can simply be switched from metal to plastic. That would not bring any advantages. In order to find new solutions for the

Rechts: Zu Beginn der Auftaktveranstaltung fasste Dr. Fischer die Ergebnisse der Markt- und Technologiestudie zusammen.

Right: At the beginning of the Hydrogen Business and Technology Forum kick-off event, Dr Fischer gave a summary of the market and technology analysis.



requirements of systems, it is necessary to go beyond substituting single metal components with single plastic components, and to look at functional integration. Precisely for this, this application know-how must be communicated so that the plastic value chain can say how solutions would ideally look in plastics.

Gibt es in der Wasserstoffindustrie schon Beispiele? *Are there already examples in the hydrogen industry?*

Fischer: Ja natürlich: Nehmen wir als Beispiel die Endplatten der Brennstoffzelle. Hier müssen viele Medien geführt werden, sowohl gasförmig als auch flüssig. Und es müssen Anschlüsse integriert werden. Baut man mit Metall, sind das sehr viele Einzelteile, die montiert werden. Inzwischen gibt es erste Anwendungen, in denen das durch ein einziges großes Spritzgussteil gelöst wird, in dem sämtliche Medienleitungen, Anschlüsse, Elektronik usw. bereits integriert sind.

Yes of course. As an example, let us look at the end plates of a fuel cell. Here, many media have to be conveyed, both gaseous and liquid. Connections also have to be integrated. If they are made of metal, it means that a very large number of individual components have to be mounted. In the meantime, there are some applications in which this is solved by a single large injection-moulded part in which all media lines, connections, electronics etc. are already integrated.

Das heißt, die Wasserstoffindustrie ist sich der Möglichkeiten der Kunststoffindustrie noch gar nicht ausreichend bewusst? *This means that the hydrogen industry is not yet aware of the possibilities offered by the plastics industry?*

Das sind zwei vollkommen unterschiedliche Welten. Die Anlagen für die Erzeugung oder die Umwandlung von Wasserstoff sind klassische verfahrenstechnische Anlagen. Sie bestehen überwiegend aus Edelstahl mit Edelstahlverrohrung. Die Hersteller solcher Anlagen kennen die Möglichkeiten von Kunststoffen tatsächlich eher selten. Deshalb ist es so wichtig, die Wasserstoff-OEM mit ihrer Kenntnis der Anforderungen und die Kunststoffindustrie mit ihrem Know-how und ihren technischen Möglichkeiten zusammenzubringen. Nur so kann man anfangen, in hochintegrierten Produkten zu denken, die in Massen in sehr, sehr hohen Stückzahlen automatisiert gefertigt werden können. Und das ist eine absolute Notwendigkeit, wenn das Scale-Up grüner Wasserstofftechnologien in angemessener Zeit und zu angemessenen Kosten gelingen soll.

These are two completely different worlds. The facilities for producing or converting hydrogen are classic process engineering plants. They consist predominantly of stainless steel with stainless steel pipes. The producers of such plants are indeed only seldom aware of the possibilities offered by plastics. For this reason it is important to bring the hydrogen OEMs with their knowledge of the requirements together with the plastics specialists with their know-how and their technical capabilities. Only in this way can we start to think in terms of highly integrated products that can be automatically manufactured in very, very large numbers. This is an absolute necessity if the scale-up of green hydrogen technologies is to succeed within a reasonable time and at reasonable cost.

Wie kam es zu der Idee eines Netzwerkforums? *How did the idea of a network forum come about?*

Die Idee eines Netzwerkforums kam daher, dass wir als IKV in Kooperation mit mehr als 20 Unternehmen 2021 eine Markt- und Technologiestudie gestartet haben, um uns dieses Themengebiet ganzheitlich zu erarbeiten. Die Studie ist aber eigentlich nur die Grundausstattung. Unser Ziel war ja immer, einen kontinuierlichen Austausch zu betreiben, in dem identifiziert wird, wie Kunststoffe bei der Etablierung von Wasserstoff helfen können. Dafür braucht man Kontinuität. Und die haben wir jetzt in Form dieses Forums implementiert, das sich regelmäßig zweimal pro Jahr treffen wird. Ergänzt werden diese Treffen durch ein kontinuierliches Technologie-monitoring. Beim Kick-off haben wir außerdem beschlossen, dass es zwischen den Terminen auch einzelne Workshops zu speziellen Themen geben soll.

The idea of a network forum came because, in 2021, we at IKV launched a market and technology study in cooperation with more than 20 companies in order to deal with this issue holistically. The study is, however, only really the basic package. Our aim was always to operate a continuous exchange to identify how plastics can help in establishing hydrogen. For this, we need continuity, and we have now implemented this in the form of this forum, which will meet regularly twice a year. These meetings will be supplemented by continuous technology monitoring. At the kick-off meeting, we also decided that there would be individual workshops on special topics between the meetings.

Was waren Ihre Eindrücke vom Kick-off und was nehmen Sie inhaltlich mit? *What were your impressions of the kick-off meeting and what did you think of the content?*

Das war eine großartige Veranstaltung! Wir hatten in Summe etwa 50 Teilnehmer im Raum und vier Keynote-Präsentationen, die zu gleichen Teilen zwischen Anwendern von Wasserstoffsystemen und Lösungsanbietern aus der Wertschöpfungskette Kunststoffe aufgeteilt waren. Es waren sehr offene und transparente Diskussionen. In den Pausen sind die Visitenkarten nur so geflogen, jeder hat sich großartig vernetzt. Als Teil der Veranstaltung haben wir auch die Weichen gestellt, um bedarfsgerecht für diese beiden Zielgruppen die Elemente der weiteren Zusammenarbeit zu definieren.

Inhaltlich nehme ich mit, dass ein sehr, sehr großer Bedarf besteht, die Systeme in den unterschiedlichen Bereichen zu verstehen – gerade auf der Seite der Kunststoffindustrie. Ich nehme auch mit, dass es viele Firmen gibt, die ungeachtet des Wettbewerbs in ihren Wasserstoffsystemen bereit sind, über die Herausforderungen zu sprechen, weil sie sich den Push des Open-Innovation-Ansatzes – also den Push aus

der Zulieferindustrie – erhoffen und sich darüber künftig Wettbewerbsvorteile verschaffen wollen.

Ein weiterer Aspekt, den ich mitnehme, ist, dass die teilweise im Wettbewerb stehenden Unternehmen der Kunststoffwertschöpfungskette sehr offen für die Kooperation untereinander sind. Beispielsweise haben wir besprochen, dass wir im Konsortium sondieren, welche Prüf- und Charakterisierungsverfahren in welchen Unternehmen zur Verfügung stehen, damit sich die Unternehmen untereinander ergänzen können. So können auch ergänzende Bedarfe identifiziert und Maßnahmen zur Umsetzung abgeleitet werden. Man konnte merken, dass alle darauf gepolt sind, diesen sehr wachstumsfähigen Kuchen gemeinsam größer zu backen anstatt Wettbewerb zu schaffen und zu versuchen, vom kleinen Kuchen das größte Stück zu bekommen. „Growing the cake!“ schien mir der Spirit zu sein.

It was a great event! We had a total of 50 participants in the room and four keynote presentations that were divided in equal parts between users of hydrogen systems and solution providers from the plastics value chain. We had very open and transparent discussions. In the breaks, the business cards were flying

around and everyone was networking on a grand scale. As part of the event, we also charted the course for defining, according to the requirements, the elements of further cooperation for these two target groups.

As far as the content was concerned, I felt that a very lively demand exists for understanding the systems in the various segments – especially on the part of the plastics industry. I also felt that there are many companies who, irrespective of the competition in their hydrogen systems, are prepared to talk about the challenges because they hope for the push of the open-innovation approach – in other words the push from the supplier industry – and want to create competitive advantages through this in future.

Another aspect that I took from the meeting is that the companies in the plastics value chain, some of which are competing with each other, are very open to

Unten: Die Themenwände, die einen detaillierten Überblick zu den Inhalten der Wasserstoffstudie boten, inspirierten die Teilnehmer zu einer sehr offenen und transparenten Diskussion.

Below: The thematic walls, which provided a detailed overview of the contents of the hydrogen study inspired the participants to a very open and transparent discussion.



cooperation. For example, we discussed the fact that we would sound out in the consortium which testing and characterisation processes are available in which companies so that the companies can supplement each other. In this way, it will also be possible to identify supplementary demands and derive measures to realise them. It was truly noticeable that everyone is keen on baking this large pie together instead of generating competition and trying to grab the biggest slice of a small pie. This seemed to me to reflect the spirit of the meeting generally.

Wie Sie eingangs sagten, bildet die Markt- und Technologiestudie die Grundlage für dieses Netzwerk. Was daraus sind für Sie die wichtigsten Take-aways? As you said at the beginning, the market and technology study forms the basis for this network. What are the most important things you have taken from this?

Die Wasserstoffindustrie ist noch sehr stark von klassischen verfahrenstechnischen Anlagen getrieben. Eine wesentliche Erkenntnis ist aber, dass wir die Kunststoffindustrie nicht revolutionieren müssen, um der Wasserstoffwirtschaft Lösungen anzubieten. Kunststoffe kön-

nen kompatibel sein und es gibt zahlreiche Anwendungen und gute Beispiele für die Umsetzung hochintegrierter und funktionsintegrierter Bauteile. Wenn also der Scale-Up erforderlich ist und die Stückzahlen wachsen müssen, kann die Kunststoffindustrie diese Lösungen bieten, ohne die Welt neu zu erfinden. Man kann vieles aus anderen Industrien transferieren, muss aber natürlich die spezifischen Anwendungen kennen, um für die Wasserstoffindustrie geeignete Lösungen vorschlagen zu können. Die gute Nachricht ist: Es liegen jetzt nicht erst zehn Jahre Entwicklung vor uns und die Kunststoffindustrie muss sich auch nicht grundlegend wandeln oder komplett neue Produkte entwickeln. Sie kann für jede Industrie aus dem schöpfen, was bereits da ist, um es weiterzuentwickeln und zu transferieren.

The hydrogen industry is still driven very much by traditional process engineering plants. An important finding is, however,

that we do not have to revolutionise the plastics industry in order to offer solutions to the hydrogen industry. Plastics can be compatible and there are numerous applications and good examples for the implementation of highly integrated and function-integrated components. This means that if the scale-up is necessary and the number of pieces must increase, the plastics industry can offer these solutions without reinventing the world. It is possible to transfer a lot from other industries, but it is naturally not necessary to be familiar with the specific applications in order to be able to suggest suitable solutions for the hydrogen industry. The good news is that we do not now have ten years of development ahead of us and the plastics industry must not fundamentally change or develop completely new products. For each industry it can take what is already there in order to further develop it and transfer it.

Wie geht es nun weiter? What happens now?

Bei einem Hersteller von Elektrolyseuren und Brennstoffzellensystemen soll es zusätzlich zu den halbjährlichen Treffen als nächstes einen Workshop geben, um die Fragen, die beim Kick-off relativ offen adressiert wurden, mit den Teilnehmern aus dem Forum zu diskutieren, um die Kunststoffexpertise in die Entwicklung



Links: Die ehrgeizigen Zielsetzungen erfordern es, dass sich die Experten aus Kunststoffbranche und Wasserstoffwirtschaft in engen zeitlichen Abständen austauschen. Die ersten Termine für das geplante Markt- und Technologiemonitoring standen beim Kick-off-Meeting bereits fest.

Left: The ambitious goals require that the experts from the plastics industry and the hydrogen economy exchange information at close intervals. The first dates for the planned market and technology monitoring were already set at the kick-off meeting.

der neuen Systeme mit einbringen zu können. Die Idee dazu wurde während des Kick-offs geboren und wir werden sie jetzt weiterverfolgen.

Weiterhin startet das Team nun mit dem Markt- und Technologiemonitor, um den Markt kontinuierlich weiter zu beobachten. Wir haben vereinbart, dass es mehr als eine einfache Sammlung der verfügbaren Informationen sein soll. Die Informationen sollen hinterfragt, evaluiert und eingeordnet werden. Wir werden genau schauen, wie belastbar sie sind und wie realistisch die Umsetzungsszenarien sind. So erarbeiten wir eine kuratierte Liste an Informationen, die wir vierteljährlich an die Partner im Forum weitergeben.

In addition to the half-yearly meetings, the next thing is that a workshop will be held at a manufacturer of electrolyzers

and fuel cell systems in order to discuss, with the participants from the forum, the questions that were addressed relatively openly at the kick-off meeting in order to be able to incorporate the plastics expertise into the development of the new systems. The idea for this was born during the kick-off meeting and we will now pursue it further.

Furthermore, the team will now start with the market and technology monitor in order to continuously watch the market. We have agreed that it should be more than simply collecting the available information. The information should be questioned, evaluated and categorised. We will look exactly how reliable it is and how realistic the implementation scenarios are. In this way we will draw up an organised list of information, that we will pass on at three-month intervals to the partners in the forum.

Besteht die Möglichkeit, noch ein-zusteigen? Is it still possible to join?

Ja, die Möglichkeit besteht. Wir zielen natürlich darauf, dieses Netzwerk weiter wachsen zu lassen und freuen uns sowohl auf kleine als auch auf große Firmen der Kunststoffwertschöpfungskette und natürlich auf Firmen der Wasserstoffwertschöpfungskette. Durch die Synergien beider Industrien können wir ein Scale-Up für grünen Wasserstoff meistern und wirtschaftlich gestalten.

Yes, it is. We naturally want this network to grow, and are pleased to have both small and large companies from the plastics value chain and naturally companies from the hydrogen value chain. Through the synergies of both industries, we can master a scale-up for green hydrogen and make it economical.



Links: Kooperationen mit Beteiligung des IKV zur Umsetzung mittel- und langfristiger Forschungsziele im Bereich Wasserstofftechnologien / Left: Cooperations with participation of the IKV for the implementation of medium- and long-term research goals in the field of hydrogen-technologies



- Nutzung und Stärkung von Netzwerken: 27 Industrie- und 18 Forschungspartnern / Utilizing and strengthening of networks: 27 industry and 18 research partners
- Bildung einer Modellregion / Formation of a model region

- Identifizierung von Chancen für Kunststoffe in der Wasserstoffwirtschaft / Identifying opportunities for plastics in Hydrogen Economy
- Ableitung eines Fahrplans für gemeinsame F&E-Projekte / Deriving a road-map for joint R&D-projects
- Aufbau von Kooperationen / Initiating cooperations

- Bündelung und Koordination von Lehre, Forschung, Transfer / Bundling and Coordinating Teaching, Research, Transfer
- Infrastruktur (Planung und Koordination) / Infrastructure (Planning and Coordination)
- Stärkung der strategischen Forschungsposition / Strengthen the Strategic Research Position