



# INGENIEUR forum

AUSGABE  
2/2022  
H 45620

## Windstrom

Der Ausbau der Windenergie nimmt wieder Fahrt auf.

## Photovoltaik

Neue Technologien steigern weiter den Wirkungsgrad.

## Wasserstoff

Die Dekarbonisierung der Industrie hat begonnen.



**TITELTHEMA:**

# Energie und Umwelt

Schicksalfrage Energie: Neue Lösungen sind gefragt.

# DÖRKEN

# FLÜSSIGES HIGHTECH

## FUNKTIONIERT BEI WIND UND WETTER

Bauteile der Windindustrie müssen einigen Strapazen Widerstand leisten. Unsere Zinklamellen-Systeme eignen sich deshalb für Doppelenden oder Rotorblattverschraubungen und schmiegen sich perfekt an jedes Gewinde an. Premium-Qualität, die unterschiedlichen Belastungen standhält und möglichst lange Wartungsintervalle ermöglicht. Doch wir geben uns nicht mit dem Besten zufrieden und suchen stets nach neuen Lösungen und Innovationen - für jedes Problem, für jede Herausforderung.



Hoher kathodischer Korrosionsschutz

Definierte Reibungszahlen möglich

System aus Base- und Topcoat

[www.doerken.com](http://www.doerken.com)

**CORROSION EXPERTS**

Dörken Coatings GmbH & Co. KG · Wetterstraße 58 · D-58313 Herdecke · Telefon 02330 63243



# Energieversorgung

neu aufgestellt und bürokratisch entschlackt?

Mit dem jüngst vom Bundeskabinett beschlossenen LNG-Beschleunigungsgesetz soll der Bau von Terminals für Flüssigerdgas (LNG) erheblich vereinfacht werden und dann zügig erfolgen. Bis 2024, so der Plan, sollen russische Gaslieferungen fast vollständig aus anderen Quellen gedeckt werden, einen erheblichen Anteil daran soll Flüssiggas, LNG, haben.

Zum Gesamtaspekt der Energieversorgung gehören ein schneller Ausbau der Erneuerbaren Energien einschließlich wirtschaftlicher Speichertechnologien und ein schnellst möglicher Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft. Wasserstoff spielt eine Schlüsselrolle für die Dekarbonisierung der Industrie. Entsprechend gefragt sind Grünstrom und Elektrolysetechnologien zur Wasserstoffherzeugung. Der VDI stellt dazu umfangreiches Material zur Verfügung und bietet mit Veranstaltungen Informationen und Weiterbildung zu aktuellen Themen.

Eine sehr allgemein gehaltene, auch Nichttechnikern leicht verständliche Einführung ins Thema bietet der DIHK mit einer Übersichtsbroschüre zum Download.

Windanlagenbauer und Investoren dürfen mit einem Urteil des Oberlandesgerichtes Hamm auf Rückenwind hoffen. Ein zentrales Hemmnis für den Ausbau der Windenergie an Land sind langwierige Genehmigungsverfahren und juristische Prozesse gegen die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen. Das aktuelle Urteil des OLG Hamm zum Thema Infraschall könnte viele festgefahrene Verfahren beschleunigen, Seite 4. Herzlichst

GERD KRAUSE, CHEFREDAKTEUR  
REDAKTION@VDI-INGENIEURFORUM.DE

## TECHNIKFORUM

Neue Lösungen für die Energiewende: Flüssigmetallforschung: Beschleuniger der Dekarbonisierung .....	2
Windenergie: Windstrom für die energieintensive Industrie ...	4
Windenergie: Infraschall-Urteil beschert Windkraftgegnern Niederlage .....	6
Netzausbau: Windstrom für den Süden.....	8
Windenergie: XXL-Rotorblatt im Prüfstand .....	10
Prozesswärmeversorgung: Industriezukunft braucht klimaneutrale Prozesswärme .....	12
Batteriegroßspeicher: Batteriegroßspeicher an ehemaligen Kraftwerkstandorten sinnvoll.....	14
Photovoltaik: Solarzellen der nächsten Generation bei 24 Prozent Wirkungsgrad .....	16
Wasserstofftechnologie: Werkstoffe und Komponenten für Wasserstoffeinsatz .....	18
Wasserstoff: Kostenanalyse für Wasserelektrolyse-Systeme ...	20
Laser-Mikrofügen: Ressourcenschonende Solarzellen-Verschaltung durch Laser-Mikrofügen.....	24
Speichertechnologien: Flüssigmetall-Batterie als Pufferspeicher für grüne Energie .....	26

## BV FORUM

Aus den Bezirksvereinen.....	27
Veranstaltungskalender.....	33

## INDUSTRIEFORUM

Dekarbonisierung: Grüner Stahl für nachhaltige Anwendungen .....	54
Proton Motor: Umweltfreundlichkeit für die Straße: Brennstoffzellen-Antriebe von Proton Motor für Nutzfahrzeuge .....	56
Dekarbonisierung: Dekarbonisierung von Fertigungsprozessen mit – ELWA Power-to-Heat (P2H) .....	57
Wasserstoff: Wasserstoffnutzung in der Industrie .....	57
Windenergie: Korrosionsschutz im Herzen der Windkraftanlage .....	58
Windenergie: Sechsstellige Einsparungen durch Rotorblattüberwachung .....	59
Karriere: Führungskräfteausbildung für Ingenieure und Naturwissenschaftler .....	59
Photovoltaik: Photovoltaik-Anlagen richtig messen .....	60
Forschungsprojekt: Unter Wasser sicher und kosteneffizient verschrauben .....	61

## JUNGFORSCHERFORUM

Experiment: Bergketten und Gesteine entstehen lassen .....	62
------------------------------------------------------------	----

## LITERATURFORUM

Sachbuch: Die überaus fantastische Reise mit Einstein und Galilei.....	64
Technikpraxis für Kinder: Technik-Werkstatt .....	64
Vorschau/Impressum.....	65

# Flüssigmetallforschung: Beschleuniger der Dekarbonisierung

Ob thermische Energiespeicher, neue Prozesswege für die emissionsfreie Produktion von Wasserstoff oder innovative Solargroßkraftwerke: Mit Flüssigmetalltechnologien aus dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) soll sich die Dekarbonisierung des Energiesystems beschleunigen lassen.

Der aktuelle Sonderbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) zum Klimawandel hätte deutlicher kaum ausfallen können: Nur, wenn der Menschheit die rasche Umsetzung von beispiellosen Veränderungen in allen Bereichen der Gesellschaft gelingt, dann lassen sich nach Erkenntnissen der am IPCC-Bericht beteiligten Klimaforscherinnen und -forscher katastrophale Folgen der Erderwärmung vielleicht noch abwenden. Entscheidend für einen Erfolg dieser Bemühungen seien die nächsten Jahre. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des KIT unterstützen den notwendigen Wandel zum Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen mit praxisnahen Innovationen. Neue Ansätze und langjährige Erfahrungen verbindet dabei die Liquid Metal Competence Platform Karlsruhe (LIMCKA), in der mehrere Institute und Labore des KIT ihre Expertise bündeln. „Metallschmelzen haben ausgezeichnete thermische Eigenschaften. Sie können Wärme sehr gut aufnehmen, transportieren und speichern. Damit eignen sie sich für eine ganze Reihe neuartiger klimafreundlicher Energietechnologien“, sagt Dr. Alfons Weisenburger, der Koordinator von LIMCKA. „Bei einer entschlossenen Umsetzung könnten sie die notwendige Dekarbonisierung des Energiesystems beschleunigen.“

## Speicher für Wärme und Strom

Der IPCC-Sonderbericht nennt einen zügigen Kohleausstieg als wichtige Voraussetzung für eine Begrenzung der Folgen des Klimawandels. Allerdings tragen Kohlekraftwerke aktuell noch zur Netzstabilität bei einer zunehmend volatilen Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien bei. Die mögliche Lösung: Kohlekraftwerke ließen sich – bei Weiterverwendung der vorhandenen Turbinen, Generatoren und Netzanbindung – in thermische Energiespeicherkraftwerke umrüsten. „Das Kernelement einer solchen Anlage, der thermische Speicher, aber auch die Rückverstromung, könnten mit flüssigen



Foto: Karsten Litfin, KIT

In den Versuchsanlagen des Karlsruhe Liquid metal Laboratory (KALLA) wird die Thermofluidynamik von Metallschmelzen erforscht.

Metallen besonders effizient betrieben werden“, erläutert Dr. Julio Pacio vom Karlsruher Flüssigmetalllabor KALLA des KIT. Auch die direkte Speicherung elektrischer Energie in Flüssigmetallbatterien ist Teil der Forschung zu innovativen Energiespeichern mit großer Kapazität. Einen Schlüssel hierzu bilden Materialinnovationen aus dem KIT.

Gemeinsam mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) arbeitet das KIT zurzeit am Aufbau einer entsprechenden gemeinsamen Forschungsinfrastruktur, dem Nationalen Demonstrator für Isentrope Energiespeicher (NADINE).

## Mit Methanspaltung zu sauberem Wasserstoff

Erdgas wird oft als eine saubere Alternative zur Kohle betrachtet. Doch auch das hauptsächlich aus Methan bestehende fossile Erdgas erzeugt bei der Verbrennung noch klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des KIT sowie des Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) in Potsdam ist es aber gelungen, Erdgas klimaneutral nutzbar zu machen: „Wir nutzen die Flüssigmetalltechnologie, um das

Methan in gasförmigen Wasserstoff und festen, elementaren Kohlenstoff zu trennen“, sagt Professor Thomas Wetzel vom Institut für Thermische Verfahrenstechnik des KIT. Bei dem Pyrolyseverfahren wird das Methan von unten in eine auf bis zu 1200 °C gehaltene Säule aus flüssigem Zinn kontinuierlich eingebracht und steigt darin als Blasenschwamm auf. Dabei erreicht das Gas in den Blasen die für die Spaltung notwendige Temperatur und zerfällt. An der Oberfläche des flüssigen Zinns entweicht dann der gasförmige Wasserstoff und der pulverförmige Kohlenstoff kann entfernt werden. „Im Labormaßstab konnten wir den kontinuierlichen Betrieb bei einer Umwandlungsrate von bis zu 78 % nachweisen“, so Wetzel.

## Sonnenkraftwerke der nächsten Generation

Nur etwa ein Viertel des weltweit erzeugten Stroms stammt nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) bislang aus erneuerbaren Energien. Eine für den global notwendigen weiteren Ausbau geeignete Technologie ist Concentrated Solar Power (CSP). In CSP-Kraftwerken wird Sonnenlicht



Mithilfe von Flüssigmetalltechnologien kann der Wirkungsgrad eines konzentrierenden solarthermischen Kraftwerks signifikant erhöht werden. Das Foto zeigt die Pilotanlage SOMMER am KIT.

mit Spiegeln auf einen Absorber konzentriert, einer Vorrichtung in der sich ein Wärmeträgerfluid durch das konzentrierte Licht erhitzt. Die Wärme kann dann sofort über einen klassischen Kraftwerksprozess in Strom gewandelt oder preiswert zwischengespeichert und während sonnenarmer Tage oder in der Nacht bedarfsgerecht verstromt werden.

Mit Flüssigmetallen lässt sich die Wirtschaftlichkeit von CSP-Kraftwerken gegenüber der aktuellen, auf Salzschnmelzen beruhenden Technologie steigern. „Mit den höheren möglichen Fluidtemperaturen können wir einen höheren Umwandlungswirkungsgrad im Kraftwerksprozess erreichen und durch die hervorragenden Wärmetrans-

porteigenschaften können die Absorber bei gleicher Leistung in ihrer Größe halbiert werden“, sagt Professor Robert Stieglitz vom Institut für Angewandte Thermofluidik des KIT, „entsprechend groß ist das Interesse aus der Industrie.“ Zudem entwickeln die Forscher in LIMCKA innovative Direktwandler auf Natrium-Basis, sogenannte Alkali-Metal-Thermal-Electric-Converter-Zellen (AMTEC-Zellen), mit denen Wärme in Sonnenkraftwerken zukünftig auf elektrochemischem Weg direkt in Elektrizität gewandelt werden kann. „Wir haben einen entsprechenden Prototyp bereits erfolgreich im Labormaßstab realisiert und betrieben“, berichtet Dr. Wolfgang Hering vom Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik des KIT, das ebenfalls Teil von LIMCKA ist.

LIMCKA kombiniert Expertisen zu Thermofluidodynamik, Materialwissenschaften und Prozesstechnik mit jahrelanger Ingenieurserfahrung im Betrieb von Versuchsanlagen zur Flüssigmetallforschung. Dieses interdisziplinäre Zusammenspiel ist der Schlüssel zu den beschriebenen Entwicklungen. Mehr Informationen zu LIMCKA und den beteiligten Partnern unter: <http://limcka.forschung.kit.edu/index.php>. QUELLE: KIT

# Connecting a sustainable world

PFISTERER zählt zu den weltweit führenden Spezialisten und Systemanbietern für eine nachhaltige und sichere Energieinfrastruktur - mit einem Komplettsortiment an Kabelgarnituren, Freileitungstechnik und Komponenten entlang der gesamten Übertragungskette von der Energieerzeugung bis zum Verbrauch.

## PFISTERER



Windstrom zur Dekarbonisierung der energieintensiven Industrien: Offshore-Windpark Borkum Riffgrund 2. Stand 2018.

## WINDENERGIE

# Windstrom für die energieintensive Industrie

Ørsted und BASF unterzeichnen Vertrag über Lieferung deutscher Offshore-Windenergie mit einer Laufzeit von 25 Jahren. Auch der Stahlerzeuger Salzgitter setzt auf Windstrom.

BASF und Ørsted haben einen Festpreis-Stromliefervertrag abgeschlossen, der die Abnahme von 186 MW Leistung aus dem von Ørsted geplanten Offshore-Windpark Borkum Riffgrund 3 in der deutschen Nordsee vorsieht.

Der Offshore-Windpark wird eine installierte Gesamtleistung von 900 MW haben und im Jahr 2025 den Betrieb aufnehmen. Ørsted hat dafür kürzlich die Planfeststellung des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) erteilt bekommen.

BASF und Ørsted werden über diesen Stromliefervertrag als konkreten ersten Schritt hinaus prüfen, wo in Zukunft gemeinsame Interessen bestehen, um die Reduzierung von Emissionen in der chemischen Industrie weiter voranzutreiben. Der vereinbarte Liefervertrag wird dazu beitragen, den erhöhten Strombedarf von BASF durch den Einsatz emissionsarmer Technologien zu decken, und das Unternehmen dem Ziel näherbringen, bis 2050 klimaneutral zu werden.

Der Vertrag hat eine Laufzeit von 25 Jahren und ist damit das längste bisher angekündigte Corporate Power Purchase Agreement im Bereich der Offshore-Windenergie. Diese Vereinbarung ist ein wichtiger Schritt für Ørsted, um die bis Ende 2021 erwartete endgültige Investitionsentscheidung für Borkum Riffgrund 3 zu treffen.

Borkum Riffgrund 3 war der erste große Offshore-Windpark der Welt, der den Zuschlag mit einem Nullgebot im Ausschreibungsverfahren erhalten hat. Ermöglicht wurde dies durch mehrere Faktoren, welche die Kosten positiv beeinflussen. Dazu zählen die Installation von modernsten Windenergieanlagen, die sehr günstigen Standortbedingungen mit hohen Windgeschwindigkeiten sowie zu erwartende verlässliche Einnahmen durch Stromabnahmeverträge mit Industriepartnern wie zum Beispiel BASF.

„Die Liefervereinbarung mit Ørsted ist ein weiterer wichtiger Schritt, um zusätzliche Mengen erneuerbarer Energie für BASF zu sichern“, sagt Martin Brudermüller, Vor-

standsvorsitzender der BASF SE. „Wir wollen unsere CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um 25 % im Vergleich zu 2018 reduzieren. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, müssen wir in den kommenden Jahren große Mengen an fossiler Energie durch erneuerbare Energien ersetzen. Ørsted kann die erforderlichen zusätzlichen Mengen durch den Bau neuer Windparks bereitstellen und uns bei unserer Energietransformation unterstützen.“

Mads Nipper, Vorstandsvorsitzender von Ørsted, sagt: „Für die Chemiebranche wird die Dekarbonisierung eine große Herausforderung, aber sie hat auch das Potenzial, einen besonders großen Beitrag zu leisten. Aus diesem Grund müssen Länder wie Deutschland auf die enorme Nachfrage nach erneuerbarem Strom reagieren, indem sie mehr Flächen für dringend benötigte Offshore-Windprojekte zur Verfügung stellen und ihre Ambitionen für den Einsatz großflächiger erneuerbarer Energiequellen wie der Offshore-Windenergie erhöhen. Offshore-Wind in der Nord- und Ostsee ist eine äußerst ergiebige Quelle für grünen Strom.“ Durch konkretere und ambitioniertere politische Maßnahmen könnte das volle Potenzial ausgeschöpft werden.

BASF arbeitet daran, emissionsarme Technologien in industriellem Maßstab zu realisieren. BASF erwartet, nach 2030 Technologien wie CO<sub>2</sub>-freie Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff und elektrisch beheizte Steamcracker einzuführen, die den Bedarf an erneuerbarer Energie deutlich erhöhen werden.

Ørsted hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2025 eine CO<sub>2</sub>-neutrale Energieerzeugung und bis 2040 die vollständige Dekarbonisierung seiner gesamten Wertschöpfungskette zu erreichen – als weltweit erstes Energieunternehmen mit wissenschaftlich überprüften Plänen. Bis 2030 will Ørsted 50 GW an erneuerbarer Energiekapazität installiert haben, wovon 30 GW auf Offshore-Windenergie entfallen.

Auch weitere energieintensive Unternehmen wie der Stahlerzeuger Salzgitter setzen auf Energiepartnerschaften. Die Salzgitter AG und Ørsted arbeiten künftig als strategische Partner zusammen. Gemeinsam streben die Unternehmen an, geschlossene Wertschöpfungsketten in ihren Geschäftsbeziehungen zu etablieren. Diese sollen neben der Lieferung von Offshore-Windstrom, der Nutzung von nachhaltig produziertem Wasserstoff auch die Produktion von CO<sub>2</sub>-armen Stahl und dessen Einsatz in den Komponenten für die Offshore-Windparks von Ørsted beinhalten. Außerdem ist vorgesehen, Schrott aus ausgemusterten Windrädern in den Stahlproduktionsprozess zurückzuführen.

QUELLE: ØRSTED/BASF/SALZGITTER

# Bei Windkraft haben wir den Dreh raus.

Aus Tradition zukunftsorientiert: Seit 1861 dreht sich bei uns von thyssenkrupp rothe erde alles um die Wünsche anspruchsvoller Kunden.

Profitieren Sie auch bei Windenergieanlagen (on- und offshore) von unserem Know-how und unserer Erfahrung: Als einer der führenden Hersteller von nahtlos gewalzten Ringen und Großwälzlagern unterstützen wir Sie mit individuellen Blatt-, Turm- und Rotorlagern in Spitzenqualität – wirtschaftlich, zuverlässig, langlebig und wartungsfreundlich. Nutzen Sie unsere Kompetenz für Ihren Erfolg! [www.thyssenkrupp-rotheerde.com](http://www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

engineering.tomorrow.together.



thyssenkrupp



## WINDENERGIE

# Infraschall-Urteil beschert Windkraftgegnern Niederlage

Ein zentrales Hemmnis für den Ausbau der Windenergie an Land sind langwierige Genehmigungsverfahren und juristische Prozesse gegen die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen. Ein Urteil des Oberlandesgerichtes Hamm (OLG Hamm) zum Thema Infraschall könnte viele festgefahrene Verfahren beschleunigen.

Das OLG Hamm hat die Klage gegen zwei Windenergieanlagen aufgrund von Beeinträchtigungen durch Infraschall abgewiesen. Der Zivilsenat am OLG Hamm sieht sich an die Rechtskraft der zuvor erteilten rechtskräftigen Urteile des Verwaltungsgerichtes Minden gebunden. Das OLG Hamm hat die Revision zum Bundesgerichtshof nicht zugelassen. Die Kläger können daher nur noch Nichtzulassungsbeschwerde zum Bundesgerichtshof erheben.

Der 24. Zivilsenat des Oberlandesgerichtes Hamm hat mit am 5. Mai 2022 verkündeten Urteilen über die Berufungen von zwei Klägern entschieden und die Abweisungen der Klagen bestätigt. In den beiden Fällen ging es um die Klagen von zwei Parteien aus Horn-Bad Meinberg und Borchen, die von den Betreibern von Windenergieanlagen (WEA) Schadenser-

satz wegen der Beeinträchtigung ihrer Grundstücke durch Infraschall verlangt haben. Die Kläger sind Eigentümer von selbst genutzten Wohngrundstücken in einer Entfernung von rund zwei Kilometern Entfernung zu den WEA. Sie haben ihre Schadenersatzforderungen mit der Behauptung gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch Infraschall begründet, der von den WEA auf ihre Grundstücke gelange. Nach Abweisung der Klagen durch die Landgerichte Detmold und Paderborn haben sie ihre Klagen jeweils mit einer Berufung vor dem OLG Hamm weiterverfolgt.

Zur Begründung führen die Richter am OLG Hamm aus, dass die Kläger aufgrund der Rechtskraft der zuvor erteilten verwaltungsgerichtlichen Entscheidungen nicht mehr mit der Behauptung der vorgebrachten Beeinträchtigungen gehört werden können. Beide Kläger

Die Windenergiebranche mahnt schnellere Genehmigungsverfahren am Land an. Das Urteil des OLG Hamm könnte dazu beitragen.

waren vor dem Verwaltungsgericht Minden ohne Erfolg gegen die Genehmigung der WEA vorgegangen. Der Zivilsenat sieht sich aus Rechtsgründen an die rechtskräftigen Urteile des Verwaltungsgerichtes Minden gebunden. Dieses hatte die Anfechtungsklagen jeweils mit der Begründung zurückgewiesen, dass eine rechtlich relevante Beeinträchtigung der klägerischen Grundstücke nicht vorliege.

Zusätzlich, so der Zivilsenat, spreche aufgrund der im Zivilverfahren eingeholten Sachverständigengutachten viel dafür, dass von den Windenergieanlagen der Beklagten keine wesentlichen Beeinträchtigungen auf die Grundstücke der Kläger einwirken. Der Sachverständige habe überzeugend dargelegt, dass die theoretisch bestimmbar Schalldruckpegel des Infraschalls auf den Grundstücken der Kläger um mehrere Größenordnungen unterhalb der menschlichen Wahrnehmung lägen. Zudem sei der von den WEA ausgehende Infraschall auf den Grundstücken der Kläger praktisch nicht mehr messbar, da die von den Anlagen ausgehende Schallwelle in einer Entfernung von rund zwei Kilometern in dem vom Wind verursachten Schall untergehe.

## LEE NRW sieht bundesweite Signalwirkung

Die Begründung der Richter des OLG Hamm ist für Franz-Josef-Tigges, langjähriger Verwaltungsjurist und Vorstandsmitglied des Landesverbandes Erneuerbare Energien NRW (LEE NRW), „bemerkenswert“. Das OLG Hamm habe dem Versuch der Kläger, den Windpark über eine zweite juristische Ebene auszuhebeln, einen Riegel vorgeschoben. „Das Urteil aus Hamm hat deshalb bundesweite Signalwirkung, weil es klarstellt, dass Windenergiegegner, deren Klage gegen die Windenergieanlagen im Verwaltungsprozess endgültig abgewiesen wurde, schon aus formellen Gründen (Rechtskrafterstreckung des vorgehenden Verwaltungsgerichtsurteils) gehindert sind, danach mit dem gleichen Ziel noch einmal vor die Zivilgerichte zu ziehen. Da die Zivilgerichte sich mit der Sache selbst nicht mehr auseinandersetzen müssen, bleiben Windmüllern erhebliche Verzögerungen erspart“, so Tigges. „An dem Urteil vom OLG Hamm werden sich weitere Gerichte orientieren, bei denen noch Klagen in Sachen Infraschall ausstehen“, so das Fazit von Tigges.

QUELLE: IWR, 2022



# PFIFFNER MOSER GLASER ALPHA-ET HAEFELY HAVECO



Innovative Produkte  
und Lösungen von fünf  
Schweizer Marken für das  
Stromnetz der Zukunft  
und die Bahnindustrie.



- Fundiertes Wissen in der Hochspannungstechnik
- Pioniere für Isolationsmaterial
- Hochwertiges Design von T&D-Produkten und -Lösungen
- Prüfexperten für T&D Geräte
- Spezialisten im Netz- und Anlagebau
- Projekte für Energiespeichersysteme und Umspannwerke

[www.pfiFFner-group.com](http://www.pfiFFner-group.com)

## NETZAUSBAU

# Windstrom für den Süden

Um den Strom vom Norden in den Süden Deutschlands zu transportieren, werden leistungsstarke Stromverbindungen wie SuedLink gebaut. Das Besondere an diesem Netzausbauvorhaben ist die geplante Realisierung in Erdkabelbauweise.

Erdkabel werden von Teilen der Bevölkerung eher akzeptiert als Hochspannungsmasten. Doch dabei entstehen Eingriffe in den Boden, die von Landwirten zum Teil skeptisch betrachtet werden, da sie Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit der Bodenabschnitte befürchten.

Mit einem symbolischen ersten Spatenstich haben Niedersachsens Ministerpräsident Stephan Weil und der COO des Übertragungsnetzbetreibers (ÜNB) Tim Meyerjürgens den Aufbau eines Erdkabel-Untersuchungsfeldes in Gut Dunau bei Seelze (Region Hannover) in gestartet. Damit setzt Tennet eine von der Landwirtschaft seit Beginn der Planungen zum SuedLink gewünschte Maßnahme um.

Er könnte gut verstehen, dass Landwirte neben Praxiserfahrungen aus anderen Teilen Deutschlands auch ganz konkret gezeigt bekommen möchten, wie sich das SuedLink-Kabel in den spezifischen Böden verhält, durch die SuedLink verlaufen soll. Deshalb begrüße er, dass Tennet die bisherigen Erfahrungen in einer wissenschaftlich

begleiteten Felduntersuchung transparent überprüfen lasse, so der Ministerpräsident über das Projekt.

Durch die Ergebnisse der Untersuchungen möchte Tennet nach Angaben von Meyerjürgens die Bodenschutzkonzepte von Tennet validieren und zeigen, wie der Boden vorbeugend geschützt werden kann und welche Maßnahmen helfen, ihn naturnah wiederherzustellen. „Tennet hat in Deutschland bereits mehr als 1 000 km Gleichstrom-Kabel verlegt und verfügt über umfangreiche Betriebserfahrungen. Unsere positiven Praxiserfahrungen fließen in die SuedLink-Planungen ein, um Einflüsse auf den Boden zu minimieren und dauerhafte landwirtschaftliche Ertragsverluste zu vermeiden“, so Meyerjürgens.

SuedLink wird als Gleichstrom-Kabelverbindung errichtet und ist das zentrale Infrastrukturvorhaben der Energiewende, das ab 2028 Windenergie aus dem Norden Deutschlands nach Bayern und Baden-Württemberg transportieren soll. Tennet ist einer der beiden Vorhabenträger und richtet insgesamt drei Erdkabeluntersuchungsfelder in Niedersach-

sen ein: in Heeslingen (Landkreis Rotenburg (Wümme)), Walsrode (Landkreis Heidekreis) und Seelze. Dort wird wissenschaftlich betrachtet, wie sich der Boden vom Baueingriff erholt und welche Wechselwirkungen es zwischen Bau und Betrieb einerseits und dem Pflanzenertrag andererseits gibt.

Die Tests überprüfen zudem die vorgenommenen Berechnungen zum Wärmeeintrag der SuedLink-Kabel in den Boden. Die Standorte wurden so gewählt, dass sie möglichst repräsentative Böden abdecken, durch die SuedLink später verlaufen soll.

Die Felduntersuchungen werden von unabhängigen Expert/innen der Leibniz Universität Hannover, der Fachhochschule Kiel und der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg, umgesetzt und wissenschaftlich begleitet.

Alle drei Untersuchungsfelder sollen bis Ende 2022 eingerichtet werden und danach vier Jahre lang kontinuierlich untersucht werden. In dieser Zeit werden die Flächen von den Landwirten voll in die umliegende Bewirtschaftung integriert. QUELLE: IWR

Foto: Tennet



Welchen Einfluss haben Erdkabel auf die Landwirtschaft? Das Erdkabel-Untersuchungsfeld in Gut Dunau bei Seelze in der Region Hannover soll wichtige Erkenntnisse liefern.

# MANNESMANN ist

die Entwicklung erfolgreicher Lösungen. Ob in der Gewinnung von Solarenergie, der Nutzung von Geothermie, dem Transport und der Speicherung von Wasserstoff oder verankert in den Gründungsstrukturen von Windrädern, Mannesmann ist beteiligt am regenerativen Energiemix der Zukunft.

Unsere Rohre arbeiten im Dienst der Menschheit auf den zweiten und dritten Blick. Überall. Seit 130 Jahren.



MANNESMANN. Das Rohr.  
[www.mannesmann.com](http://www.mannesmann.com)

## WINDENERGIE

# XXL-Rotorblatt im Prüfstand

Der erste Kunde für den neuen Rotorblatt-Prüfstand des Fraunhofer-Instituts für Windenergiesysteme IWES steht fest: Der dänische Windenergieanlagenhersteller Vestas wird dieses Jahr das Rotorblatt des neuen Prototypen V236-15.0 MW in Bremerhaven testen.

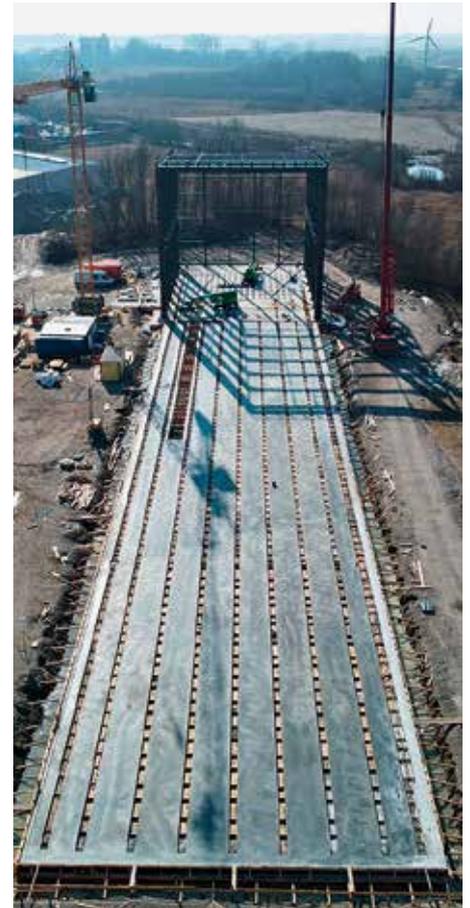
Der moderne Prüfstand bietet umfassende Testmöglichkeiten für Rotorblätter von mehr als 120 m. Hersteller können neben biaxialen Ganzblatttests auch nur einzelne Teilesegmente eines Rotorblattes prüfen. Der modulare und umrüstbare Aufbau des Prüfstandes ermöglicht den Wissenschaftler\*innen des Fraunhofer IWES hierbei, flexibel auf Anforderungen zu reagieren und intelligente Testmethoden weiterzuentwickeln. Der aktuell noch im Bau befindliche Rotorblatt-Prüfstand wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) mit 14,8 Mio. € und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit 4 Mio. € gefördert.

Die immer größeren und leistungsfähigeren Rotorblätter stellen die Windindustrie vor neue Herausforderungen, denn die Testmöglichkeiten für diese Prototypen sind begrenzt. Das Fraunhofer IWES schließt diese Lücke mit dem sich im Aufbau befindlichen neuen großmaßstäblichen Rotorblatt-Prüfstand in Bremerhaven. Dieser kann Rotorblätter mit einer Länge von mehr als 120 m prüfen und

schafft somit eine Testumgebung für die nötigen Validierungsnormen und Zertifizierungsstandards besonders für Offshore-Rotorblätter. Mit Vestas hat ein weltweit führender Hersteller der Windenergiebranche die erste Testkampagne auf dem neuen IWES-Prüfstand gebucht.

Mit der Windenergieanlage V236-15.0 MW, die für Effizienz in Offshore-Umgebungen auf der ganzen Welt entwickelt wurde, erreicht Vestas branchenweit die größte überstrichene Fläche mit einem Kapazitätsfaktor von über 60 % aus den 115,5 m langen Rotorblättern.

„Für uns ist die Entwicklung unserer neuen Windenergieanlage ein wichtiger Schritt, um technologische Innovationen in der Windindustrie weltweit weiter und schneller voranzubringen. Wir freuen uns darauf, gemeinsam mit dem Fraunhofer IWES den für uns notwendigen Rotorblatttest unseres Prototypen V236-15.0 MW mit einem Rotordurchmesser von 236 m durchzuführen, damit wir gesichert in die für 2024



geplante Serienproduktion starten können, sagt Christian Fenselau, Chief of Test and Verification bei Vestas.

Dr.-Ing. Steffen Czichon, Abteilungsleiter Rotorblätter, Fraunhofer IWES, ergänzt: „Ein über 115 m langes Rotorblatt ist für uns auch nach über 30 erfolgreich abgeschlossenen Prüfungskampagnen eine besondere Herausforderung, die eine besonders enge Zusammenarbeit aller Beteiligten erfordert.“ Die Testumgebung sei in dieser Größe weltweit einmalig. Entscheidend ist sei nicht nur die Infrastruktur – auch die Testmethoden würden laufend weiterentwickelt, um die Prüfungen realistischer und schneller durchzuführen.

Der Aufbau des neuen Prüfstands in Bremerhaven geht derzeit mit großen Schritten voran. In den kommenden Monaten wird der Prüfblock montiert und die Messtechnik eingerichtet, so dass die Prüfungskampagne mit dem 115,5 m langen Rotorblatt von Vestas voraussichtlich ab Herbst dieses Jahres starten wird.

QUELLE: FRAUNHOFER IWES



Fotos: Fraunhofer IWES

Auf dem neuen Prüfstand sollen Rotorblätter mit einer Länge von mehr als 120 m geprüft werden. Im Bild: Besuch der Baustelle des neuen Rotorblatt-Prüfstandes in Bremerhaven mit dem Fraunhofer IWES-Team und Vestas im März.

# Außen: Stahl der Zukunft

# Innen: Mobilität der Zukunft

Mit unserem CO<sub>2</sub>-armen Elektrostahl bewegen wir die Elektromobilität von morgen. Auf unseren Stahl vertrauen die Vorreiter der Elektromobilität. Dabei gehen wir mit immer neuen Lösungen selbst voran, sparen Ressourcen, verbessern Gesamtwirkungsgrade von Endprodukten und schöpfen Leichtbaupotenziale aus.

Erfahren auch Sie, wie wir mit Green Steel E-Mobility möglich machen:  
[www.greensteel.de](http://www.greensteel.de)



**GREEN  
STEEL**  
GMH GRUPPE



Foto: GMH Gruppe



Elektrolichtbogenofen des Stahlwerks Georgsmarienhütte (GMH) bei Osnabrück. Die Elektrifizierung von Prozessen und Anwendungen ist die Voraussetzung für die Energiewende. Die GMH-Gruppe will die Prozesse und den Energieeinsatz weiter optimieren.

**PROZESSWÄRMEVERSORGUNG**

# Industriezukunft braucht klimaneutrale Prozesswärme

Nicht nur private Haushalte, sondern vor allem Industriebetriebe haben einen hohen Wärmebedarf. Auf dem Weg zur Klimaneutralität muss die Prozesswärmeversorgung der Industrie stärker in den Fokus rücken – besonders im Industrieland Nordrhein-Westfalen. Das zeigt das Impulspapier des Klimaschutz-Thinktanks IN4climate.NRW. Unternehmen wie das Stahlwerk Georgsmarienhütte sind dabei.

Prozesswärme macht 67% des Energieverbrauchs der deutschen Industrie aus. Das sind fast 20 Prozent des gesamten deutschlandweiten Energiebedarfs. Kein Wunder: Egal ob Glas, Metall, Zement oder Papier geschmolzen, geschmiedet, gebrannt oder getrocknet werden – all diese Verfahren benötigen Prozesswärme. Und das teilweise bis zu einer Temperatur von 3 000 °C. IN4climate.NRW formuliert in dem Impulspapier „Prozesswärme für eine klimaneutrale Industrie“ Ansätze und Handlungsempfehlungen für eine Prozesswärmewende. Insgesamt dreizehn Partner der Initiative haben das Papier mitgezeichnet.

Samir Khayat, Geschäftsführer von NRW.Energy4Climate: „Die Umstellung auf eine nachhaltige Prozesswärmebereitstellung ist einer der entscheidenden Hebel, damit die Transformation der Industrie gelingen kann.“

Mit der Initiative IN4climate.NRW bringen wir die Kompetenzen aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft an einen Tisch und entwickeln konkrete Strategien, um Klimaneutralität in der Industrie in die Praxis umzusetzen.“

Verschiedene Zahlen verdeutlichen den notwendigen Handlungsbedarf: Nur 6% des Energiebedarfs für Prozesswärme werden bislang durch Erneuerbare Energien gedeckt. Auch Strom macht derzeit nur einen Anteil von 8% aus – als Energiequelle ist er im heutigen Strommix noch längst nicht emissionsfrei, muss es aber durch die Umstellung auf 100% Erneuerbare perspektivisch werden.

**40% des Prozesswärmebedarfs von ganz Deutschland benötigt allein NRW**

Tania Begemann, Projektmanagerin Industrie und Produktion bei NRW.Energy4Climate

und Autorin des Papiers: „Die nachhaltige Umstellung von Prozesswärme war bei IN4climate.NRW schon immer ein wichtiges und dringendes Thema, wird in Zeiten einer globalen Energiekrise aber noch brisanter. Schätzungsweise 40% des Prozesswärmebedarfs von ganz Deutschland benötigt allein NRW. Um langfristig wirtschaftsstarke und Industrieland zu bleiben, ist es für NRW daher von ganz besonderer Bedeutung, zeitnah unabhängig von fossilen Prozesswärmequellen zu werden. Darauf möchten wir mit dem Papier aufmerksam machen. Gleichzeitig bietet sich mit dieser enormen Herausforderung für NRW auch die Chance, Vorreiter zu werden.“

Wie das gehen kann? Das Impulspapier zeigt zentrale Ansätze und Handlungsempfehlungen auf:

- ▷ Effizienz steigern: Die Entwicklung und der Einsatz von Hochtemperatur-Wärmepumpen sollte im Rahmen von Pilotanlagen und -konzepten gezielt gefördert werden. Zudem sollten Unternehmen bei der Erstellung und Umsetzung von Konzepten unterstützt werden, die Prozesstemperaturen minimieren und innerbetrieblich Abwärme nutzen.
- ▷ Erneuerbare Wärmequellen fördern: Lokale, erneuerbare Energiequellen wie Tiefengeothermie und Solarthermie können ein wichtiger Baustein zur klimaneutralen Prozesswärmeversorgung sein und gleichzeitig die Abhängigkeit von Energieimporten reduzieren. Dort, wo Erneuerbare industrielle Wärmebedarfe decken können, sollten sie auch genutzt werden. Diese Energieformen sollten deswegen durch Erkundungen und Ausschreibungen gezielt unterstützt werden.
- ▷ Erneuerbaren Strom erhöhen: Die Elektrifizierung von Prozessen und Anwendungen ist die Voraussetzung für die Energiewende. Die erneuerbare Stromerzeugung

mitsamt einem soliden Stromnetz auszubauen, wettbewerbsfähige Preise für grünen Strom zu schaffen und flexible Systeme zu entwickeln, sind somit zentrale Aufgaben.

- ▷ Speicherbare alternative Energieträger forcieren: Um Prozesswärme auch dann erzeugen zu können, wenn Erneuerbare Energien nicht zur Verfügung stehen, benötigt die Industrie große Mengen an speicherbaren Energieträgern. Insbesondere nachhaltiger Wasserstoff muss zu wettbewerbsfähigen Preisen verfügbar sein und die dafür nötigen Voraussetzungen wie zum Beispiel eine Transport- und Speicherinfrastruktur geschaffen werden. Neben Wasserstoff ist Biomasse ein wertvoller und speicherbarer Energieträger und zugleich Rohstoff. Diese limitierte Ressource gilt es daher gezielt und effizient einzusetzen.

Prozesswärme klimaneutral zu erzeugen, ist für ganz Deutschland, aber besonders für das Industrieland NRW von hoher Bedeutung und gleichzeitig eine große Herausforderung.

Die Wärmewende der Industrie erfordert eine gesamtsystemische und überregionale Betrachtung und Strategieentwicklung. Einerseits sollten solche Strategien das Zusammenspiel verschiedener Sektoren berücksichtigen. Andererseits sollten sie alle Wärmebedarfe – von Gebäuden bis zur Industrie – miteinbeziehen. Entscheiderinnen und Entscheider aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft finden in diesem Papier erste Anhaltspunkte und Impulse für diese wichtige, gemeinsame Aufgabe.

Das Papier hat die Initiative IN4climate NRW unter dem Dach der Landesgesellschaft NRW.Energy4Climate erarbeitet. Mitgetragen wird es von den Instituten Fraunhofer UMSICHT, RWTH Aachen (Lehrstuhl Technische Thermodynamik), der Forschungseinrichtung des VDZ sowie dem Wuppertal Institut, den Unternehmen Amprion, Currenta, Deutsche Rohstofftechnik (RHM-Gruppe), Georgsmarienhütte, Kabel Premium Pulp and Paper, Lhoist, Pilkington Deutschland (NSG Group) und Speira sowie dem Bundesverband Glasindustrie.

QUELLE: FRAUNHOFER UMSICHT

INFO: IMPULSPAPIER UNTER [HTTPS://S.FHG.DE/2F6](https://s.fhg.de/2f6)

## DIE BESTE ERFAHRUNG RUND UM TRANSFORMATOREN.



### Transformatoren – Made in Germany

Für jede Anforderung der passende Transformator: Individuell entwickelt oder als bewährte Standardlösung – wir liefern höchste Qualität für jede Branche.

**Gießharztransformatoren // Öltransformatoren  
Anlasstransformatoren // Prüffeldtransformatoren  
Drosseln // Sonder- und Regeltransformatoren**



[www.htt-trafo.de](http://www.htt-trafo.de)

## BATTERIEGROSSSPEICHER

# Batteriegroßspeicher an ehemaligen Kraftwerkstandorten sinnvoll

Für eine sichere Stromversorgung basierend auf 100% erneuerbarer Energie werden dezentrale und zentrale stationäre Batteriespeicher in großem Umfang notwendig. Bis 2030 werden nach den Szenarienrechnungen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Deutschland etwa 100 GWhel an elektrischer Speicherkapazität benötigt, bis 2045 etwa 180 GWhel.

In der Kurzstudie »Batteriespeicher an ehemaligen Kraftwerksstandorten« hat das Institut den systemischen und netztechnischen Nutzen von Großspeichern untersucht. Ein Ergebnis ist, dass es sinnvoll ist, Batteriespeicher an ehemaligen Standorten von fossilen oder Atomkraftwerken zu installieren, da die dort bereits verfügbare Anschlussleistung genutzt werden kann. Bis zu 65% des bis 2030 in Deutschland benötigten Speicherbedarfs könnte damit gedeckt werden.

Stationäre Großspeicher können als schnell verfügbare Kurzzeitspeicher große Mengen fluktuierender und regional verteilter Einspeisung aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen ins Stromnetz integrieren. Sie nutzen zudem durch eine zeitliche Verschiebung die Übertragungskapazitäten der Stromnetze besser aus und reduzieren damit den benötigten Netzausbau. Auf Grund ihrer hochdynamischen Regelbarkeit spielen Batteriespeicher, die mit netzbildenden Wechselrichtern ausgestattet sind, zukünftig eine zentrale Rolle bei der dynamischen Stabilisierung der Stromnetze. Großspeicher

übernehmen dabei die Netzstabilisierung der Spannungs- und Frequenzregelung, die bisher von konventionellen Must-Run-Kraftwerken erbracht wurde.

## Nachnutzung konventioneller Kraftwerksstandorte

„Diese Großspeicher können an ehemaligen fossilen oder Atomkraftwerksstandorten installiert werden und so die dort vorhandene Anschlussleistung an das Stromnetz weiter nutzen“, erklärt Dr.-Ing. Bernhard Wille-Hausmann, Gruppenleiter Netzbetrieb und Netzplanung. „Weitere Vorteile sind die bereits für die Energiewirtschaft gesicherten und akzeptierten Flächen, die vorhandene hochwertige Infrastruktur und das Fachpersonal. Zudem könnte man für den Abriss geplante Kosten einsparen oder umwidmen.“

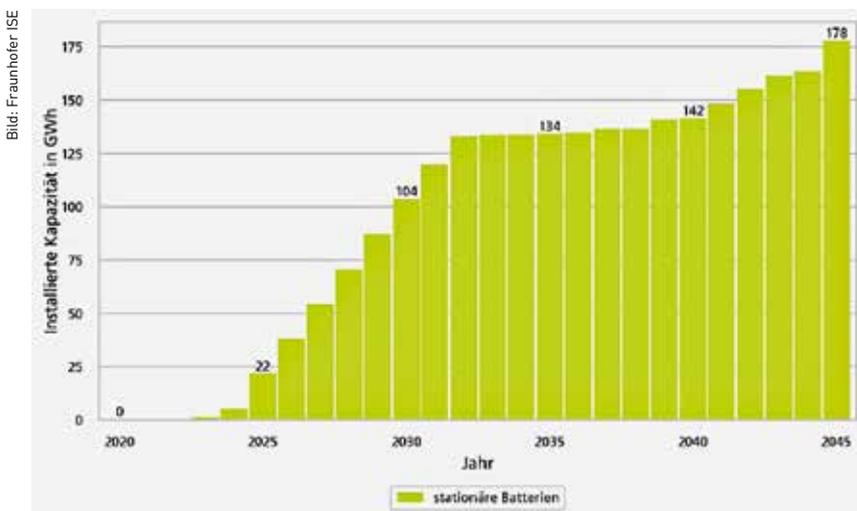
In der Studie wurde für jede der zehn definierten Regionen, welche sich an deutschen Bundesländern orientieren, der Bedarf an stationären Großbatteriespeichern ermittelt und der Anschlussleistung der Kraftwerke gegenübergestellt. Dabei zeigte sich, dass

in einigen Bundesländern ein signifikanter Anteil der benötigten Großspeicher an Kraftwerksstandorten angeschlossen werden kann. So stehen in Baden-Württemberg 10,2 GW Anschlussleistung zur Verfügung, damit könnten alle für 2030 berechneten stationären Batteriespeicher (8,7 GW) angeschlossen werden. In Nordrhein-Westfalen steht mit 16 GW an jetzigen Kohlekraftwerksstandorten nahezu die doppelte Anschlussleistung der benötigten Speicher (9,4 GW) zur Verfügung. Dies ist allerdings nicht in allen Regionen der Fall. In der Region Sachsen-Anhalt-Thüringen steht die geringste Leistung (1,1 GW) einem Speicherbedarf von 7,6 GW gegenüber.

„Allein die AKW-Standorte mit ihrer Gesamt-Anschlussleistung von 26,8 GW könnten bis zu einem Viertel der für die Energiewende bis 2030 benötigten Anschlussleistung für Batterien bereitstellen. Betrachtet man die verfügbare Fläche, könnten rund die Hälfte der benötigten 100 GWhel Speicherkapazität an diesen Standorten platziert werden“, so Wille-Hausmann weiter. Unter Hinzunahme der Steinkohle- und Braunkohlekraftwerke erhöht sich die Anschlussleistung nochmals erheblich auf 67,6 GW, das entspricht 65% des bis 2030 benötigten Speicherbedarfs.

## Speicher reduzieren Netzbelastung

In der Studie modellierte das Forscherteam des Fraunhofer ISE mit dem Energiesystemmodell REMod auch die zukünftigen Lastkurven in den 10 deutschen Regionen und berechnete mit dem Netzmodell PyPsa die Auslastung der Stromleitungen zwischen den Regionen im Jahr 2030. Dabei wurde der Netzausbau entsprechend dem Netzentwicklungsplan einbezogen. Besonders zwischen Norden (Windstrom) und Süden (PV-Strom) sowie zwischen Osten und Westen sind danach Überlastungen der Leitungen zu erwarten. QUELLE: IDW/ FRAUNHOFER ISE



Für die Systemintegration des fluktuierenden Stroms werden bis 2030 etwa 100 GWhel und bis 2045 etwa 180 GWhel am stationären Batteriespeichern benötigt.

# TRUSTED PARTNER

## in Clean Energy Solutions



Mitsubishi Power Europe is a market leader in the field of innovative and environmentally-friendly energy solutions. We are committed to enabling

the energy transition for our customers across the EMEA region and to contribute to the future of a clean and sustainable, low-carbon society.



## PHOTOVOLTAIK

# Solarzellen der nächsten Generation bei 24 Prozent Wirkungsgrad

Ein Forschungsteam hat eine Tandem-Solarzelle aus Perowskit und organischen Absorberschichten mit hoher Effizienz entwickelt, die kostengünstiger herzustellen ist als herkömmliche Solarzellen aus Silizium. Die Weiterentwicklung dieser Technologie soll eine noch nachhaltigere Gewinnung von Solarenergie ermöglichen.

Ein deutsches Forschungsteam hat eine Tandem-Solarzelle entwickelt, die einen Wirkungsgrad von 24 % erreicht – gemessen anhand des Anteils der in Strom (Elektronen) umgewandelten Photonen. Damit stellt das Team einen neuen Weltrekord auf: Es ist der höchste Wirkungsgrad, der bislang durch die Kombination von organischen und Perowskit-basierten Absorbern erzielt werden konnte. Die Solarzelle wurde in der Arbeitsgruppe von Professor Dr. Thomas Riedl an der Universität Wuppertal zusam-

men mit Forscher:innen vom Institut für Physikalische Chemie der Universität zu Köln und weiteren Projektpartner:innen von den Universitäten Potsdam und Tübingen sowie dem Helmholtz-Zentrum Berlin und dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf entwickelt. Die Ergebnisse wurden unter dem Titel „Perovskite/organic tandem solar cells with indium oxide interconnect“ in der Fachzeitschrift *Nature* veröffentlicht.

Herkömmliche Solarzellentechnologien basieren überwiegend auf dem Halbleiter Sili-

zium und gelten inzwischen als so gut wie „ausoptimiert“. Signifikante Verbesserungen ihres Wirkungsgrades – das heißt, mehr Watt elektrischer Leistung pro Watt eingesammelter Sonnenstrahlung – sind kaum noch zu erwarten. Vor diesem Hintergrund ist die Entwicklung neuer Solartechnologien, die im Kontext der Energiewende einen entscheidenden Beitrag leisten können, dringend erforderlich. Zwei solcher alternativen Absorbermaterialien wurden in der vorliegenden Arbeit kombiniert. Zum einen kamen organische Halbleiter zum Einsatz, also Kohlenstoffverbindungen die unter bestimmten Bedingungen elektrischen Strom leiten können. Diese wurden mit Perowskit-Halbleitern kombiniert, welche auf einer Blei-Halogen-Verbindung basieren und hervorragende halbleitende Eigenschaften besitzen. Zur Herstellung beider Technologien ist der Bedarf

an Material und Energie bedeutend geringer als bei konventionellen Siliziumzellen, was die Möglichkeit eröffnet, noch nachhaltigere Solarzellen zu entwickeln.

Da Sonnenlicht aus verschiedenen Spektralanteilen, sprich Farben, besteht, müssen effiziente Solarzellen einen möglichst großen Anteil dieses Sonnenlichtes in Strom umwandeln. Dies kann mit sogenannten Tandem-Zellen erreicht werden, bei denen in der Solarzelle verschiedene Halbleitermaterialien kombiniert werden, welche jeweils unterschiedliche Bereiche des Sonnenspektrums absorbieren. In der aktuellen Studie kamen organische Halbleiter für den ultraviolett und sichtbaren Teil des Lichtes zum Einsatz, während Perowskit den nahen Infrarotbereich effizient absorbieren kann. An ähnlichen Materialkombinationen wurde schon in der Vergangenheit geforscht, doch dem Forschungsteam gelang es nun, deren Leistungsfähigkeit entscheidend zu steigern.

Zu Projektbeginn hatten die weltweit besten Perowskit/Organik-Tandemzellen einen Wirkungsgrad von circa 20 %. Unter Federführung der Universität Wupper-

Da Sonnenlicht aus verschiedenen Spektralanteilen, sprich Farben, besteht, müssen effiziente Solarzellen einen möglichst großen Anteil dieses Sonnenlichtes in Strom umwandeln. Dies kann mit sogenannten Tandem-Zellen erreicht werden.

tal konnten die Kölner Forscher und Forscherinnen zusammen mit den weiteren Projektpartnern den neuen Bestwert von 24 % erzielen. „Um solch hohe Effizienz zu erreichen, mussten innerhalb der Solarzelle die Verluste an den Grenzflächen zwischen den Materialien minimiert werden“, erklärt Dr. Selina Olthof vom Institut für Physikalische Chemie der Uni Köln. „Hierzu entwickelten die Wuppertaler Forscher einen sogenannten Interconnect, der die organische Subzelle mit der Perowskitzelle elektrisch und optisch verbindet.“

Um Verluste so gering wie möglich zu halten, wurde als Interconnect eine nur 1,5 nm

dünne Schicht aus Indiumoxid in die Solarzelle integriert. Die Forscher:innen aus Köln trugen hier maßgeblich dazu bei, die Grenzflächen sowie den Interconnect elektrisch und energetisch zu untersuchen, um Verlustprozesse zu identifizieren und eine weitere Optimierung der Bauteile zu ermöglichen. Simulationen der Wuppertaler Arbeitsgruppe zeigen, dass mit diesem Ansatz in Zukunft Tandemzellen mit einem Wirkungsgrad jenseits der 30 Prozent erreichbar sind.

QUELLE: IDW/ UNI KÖLN

DIE GESAMTE PRESSEMITTEILUNG KÖNNEN

SIE IM WWW ABRUFEN UNTER:

[HTTPS://IDW-ONLINE.DE/DE/NEWS791781](https://idw-online.de/de/news791781)

## HOCHGENAUE, SICHERE UND ZUVERLÄSSIGE MESS- UND STROMWANDLER

Jahrzehntelange Erfahrung machen REDUR zum Technologieführer für die kompaktesten Wandler in innovativen Branchen



Schalt-  
anlagenbau



Verrechnungs-  
messung



Erneuerbare  
Energien



Ladesäulen  
für E-Autos

Nur bei REDUR:  
Alle Stromwandler  
optional mit Schutz  
vor schädlichen  
Magnetfeldern

### IHR STARKER PARTNER:

- Produktion in Deutschland – im Herzen des Rheinlands
- Hohe Flexibilität, auch bei kurzfristigen Anfragen
- Zuverlässiger Kundenservice und Top-Beratung

### UNSERE PRODUKTE:

- Individuelle & vielseitige Stromwandler und Spannungswandler sowie innovative Messumformer
- Eichrechts konforme Stromwandler für DC-Schnellladesäulen
- Konformitätsbewertung nach Modul D

### JETZT NEU:

Durch den Zusammenschluss mit der ISMET erweitert REDUR seine Produktpalette um Transformatoren und Drosseln der Marke Platthaus

## WASSERSTOFFTECHNOLOGIE

# Werkstoffe und Komponenten für Wasserstoffeinsatz

Das Fraunhofer LBF stellte während der Hannover Messe aktuelle Analysekonzepte und individuelle Validierungsmethoden für Materialien und Systeme im Umfeld der Wasserstofftechnologie in den Mittelpunkt.

Foto: Ursula Raapke/ Fraunhofer LBF



Versuchseinrichtung zur Durchführung von temperierten Ermüdungsversuchen unter Druckwasserstoff und Stickstoff im Fraunhofer LBF.

Die Sicherheit und Zuverlässigkeit von Wasserstoff-exponierten Werkstoffen und Komponenten sind wesentliche Voraussetzungen bei der Etablierung von Wasserstoff als zukünftigen regenerativen Energieträger oder -speicher. Die Steigerung der Akzeptanz von Wasserstoff durch Validierung und Verbesserung der Zuverlässigkeit und Sicherheit von Wasserstoff-führenden Komponenten für die emissionsfreie Mobilität sowie die Versorgungsinfrastruktur, sind hierbei zentrale Herausforderungen.

## Lebensdauer und Sicherheit in der Wasserstoffwirtschaft

Wie kann Wasserstoff für mobile Anwendungen im Verkehr genutzt werden? Können hierfür bestehende Infrastrukturen genutzt werden? Welche Herausforderungen hinsichtlich Zuverlässigkeit und Lebensdauer ergeben sich daraus für Wasserstoff-beaufschlagte Materialien und Systeme? Mittels individuell entwickelter Analyse- und Validierungsmethoden und den hierfür erforderlichen Infrastrukturen werden am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt die Einflüsse von Wasserstoff unter realitätsnahen Beanspruchungen auf die Ermüdung von Materialien, Bauteilen und Komponenten ermittelt und daraus optimierte Methoden zur Lebensdauerabschätzung abgeleitet. Dieses Vorgehen schützt Hersteller von Produkten für die Wasserstoffwirtschaft vor Nutzungsausfällen und Systemversagen. Lebensdauer und Sicherheit in der Wasserstoffwirtschaft

## Schwingfestigkeitsverhalten unter Druckwasserstoff gegenüber elektrochemisch angebotenem Wasserstoff

Für die Untersuchung des zyklischen Werkstoffverhaltens unter dem Medium Wasserstoff steht im Fraunhofer LBF eine spezielle Versuchseinrichtung zur Durchführung von kraft- und dehnungsgeregelten Versuchen

unter Druckwasserstoff mit Partialdrücken von 7 bar bis 50 bar bereit. Neben der Durchführung von Referenzuntersuchungen unter Stickstoffatmosphäre mit einem Druck von 10 bar, besteht auch die Möglichkeit zur Temperierung des Autoklavs, mit regelbaren Temperaturen zwischen minus 40 °C und plus 130 °C.

In einem Forschungsprojekt wurde zusätzlich zur Werkstoffcharakterisierung unter Druckwasserstoff eine elektrochemische Zelle entwickelt, um simultan bei Anlegen einer äußeren Last eine Werkstoffprobe mit elektrochemisch angebotenen Wasserstoff zu beladen. Nach Optimierung der Versuchsparameter konnte für den untersuchten Schmiedestahl 1.5132 und einem Lasthorizont im Kurzzeitfestigkeitsbereich nachgewiesen werden, dass es möglich ist, den schwingfestigkeitsmindernden und damit schädigenden Einfluss einer Druckwasserstoffumgebung durch elektrolytisch angebotenen Wasserstoff abzubilden. Die Untersuchungen werden aktuell fortgesetzt, um diese Versuchstechnik auch für den höherzyklischen Lebensdauerbereich zu qualifizieren.

In einem Forschungsprojekt wurde zusätzlich zur Werkstoffcharakterisierung unter Druckwasserstoff eine elektrochemische Zelle entwickelt, um simultan bei Anlegen einer äußeren Last eine Werkstoffprobe mit elektrochemisch angebotenen Wasserstoff zu beladen.

Unternehmen aus den Bereichen Transport, Energie sowie des Maschinen- und Anlagenbaus können durch Anwendung von kundenspezifischen oder individuellen Analyse- und Versuchskonzepten am Fraunhofer LBF abschließen, dass aufgrund von Unkenntnis ein frühzeitiges Versagen von Bauteilen und Systemkomponenten in Verbindung mit Wasserstoff auftritt, was möglicherweise zu fatalen Folgen für den Nutzer führt.

### Wasserstoffleistungszentrum GreenMat4H2

Im Kontext Wasserstoff entwickelt das Fraunhofer LBF in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWKS sowie mit Vertretern aus Forschung und Industrie Methoden zur Beschreibung des Einflusses von Wasserstoff auf die Lebensdauer von Werkstoffen, Bauteilen und Systemen. Dies wird im neu gegründeten Leistungszentrum „GreenMat4H2“ durch Forschung mit Hochschulen und Industriepartnern aus der Region Rhein-Main verstärkt. Entscheidend für die Arbeiten im Leistungszentrum ist die unmittelbare Übertragung der Forschungsergebnisse auf industrielle Anwendungen. Als zentrale Anlaufstelle für die Wasserstoff-Wirtschaft im Rhein-Main-Gebiet und überregional ist das Leistungszentrum das Bindeglied, um Materialkreisläufe der Wasserstoff-Wirtschaft nachhaltig zu schließen.

QUELLE: IDW/ FRAUNHOFER LBF

### WASSERSTOFF GETRIEBEN

Ingenieur\*in  
bei H-TEC  
SYSTEMS



# GIB DEINER KARRIERE WASSERSTOFF!

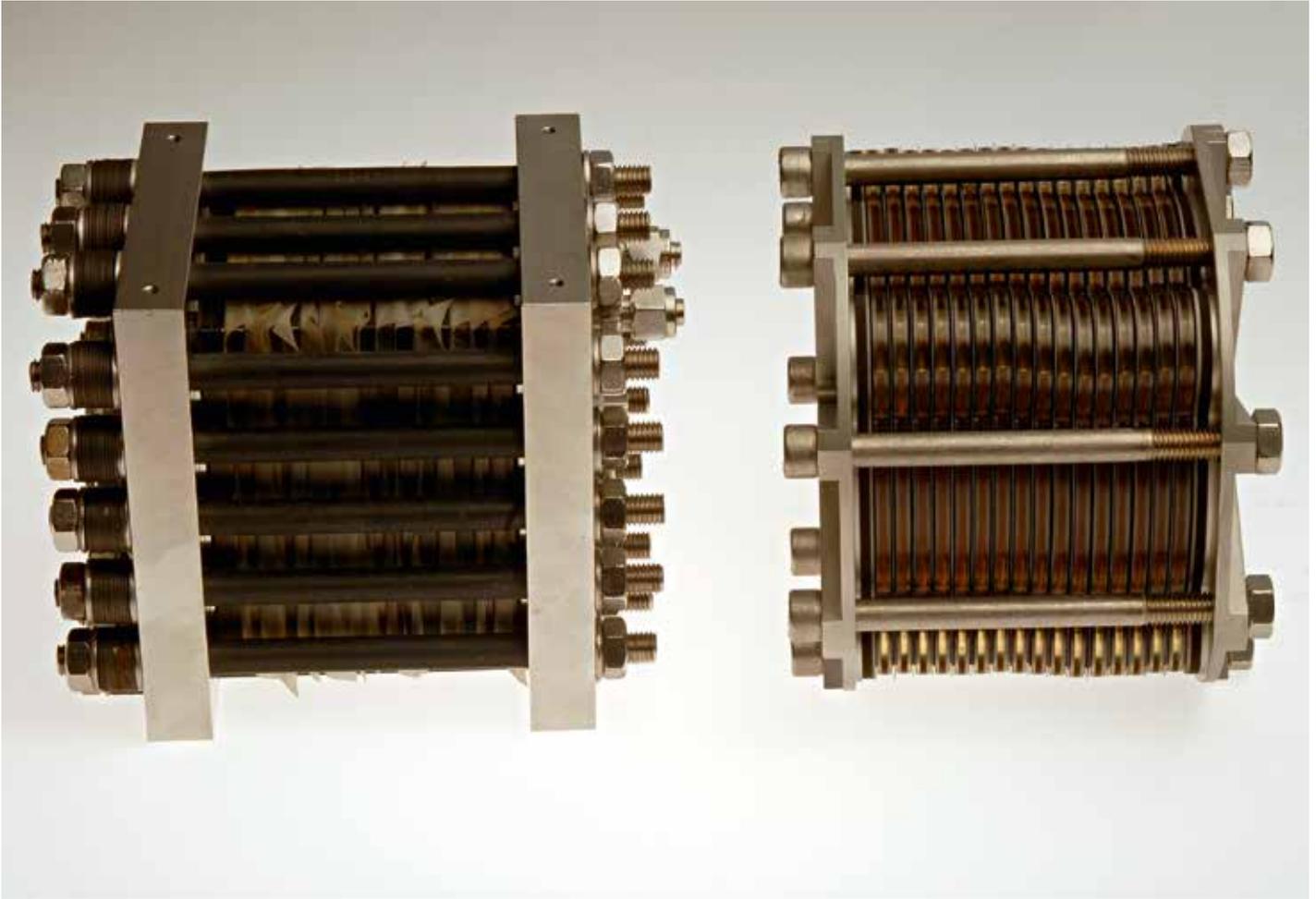
### Arbeite an der Energie von morgen schon heute – mit H-TEC SYSTEMS.

Wir glauben, dass Mobilität, Produktion und Konsum emissionsfrei möglich sind. Mit unseren PEM-Elektrolyseuren wollen wir den globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß verringern. Werde Teil davon!

### Unsere wichtigste Energiequelle bist du!

Treibe mit deiner Kompetenz bei uns den grünen Wasserstoff voran! Mit unseren Teams in Augsburg und Braak entwickeln wir innovative PEM-Elektrolyseure und Elektrolyse-Stacks für die Erzeugung von grünem Wasserstoff. Und das seit 25 Jahren. Kannst du dir eine wichtigere Aufgabe für Ingenieur\*innen vorstellen? Investiere deine Energie in H-TEC SYSTEMS.

➔ Die Energiewende braucht dich. Jetzt!



Zukunftstechnologie: PEM-Stacks für PEM-Elektrolysesysteme zur Erzeugung von Wasserstoff.

## WASSERSTOFF

# Kostenanalyse für Wasserelektrolyse-Systeme

Die Erzeugung von grünem Wasserstoff durch Wasserelektrolyse hat in den letzten Jahren enorm an Interesse gewonnen, und in der Elektrolysebranche werden erhebliche Anstrengungen unternommen, um Zellen und Stacks zu vergrößern und die Produktionskapazitäten deutlich zu erhöhen. Parallel dazu ist die aktuelle Diskussion über die Kosten von Elektrolyseanlagen von widersprüchlichen Aussagen mit einer großen Bandbreite an Preisprognosen geprägt, was eine verlässliche Bewertung von Elektrolyseuren erschwert.

Um in dieser Diskussion um die Investitionskosten der Wasserelektrolyse die notwendige Transparenz zu schaffen, hat das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE im Auftrag der NGO Clean Air Task Force (CATF) ein

Bottom-up-Kostenmodell erstellt und eine Kostenstudie durchgeführt. Damit kann ein breites Verständnis für die Kostenstrukturen von Niedertemperatur-Wasserelektrolysesystemen aufgebaut werden.

Angesichts der Tatsache, dass grüner Wasserstoff als nachhaltiger Energieträger eine wichtige Rolle beim Klimaschutz spielen wird, werden derzeit weltweit erhebliche Anstrengungen unternommen, um die Elektrolysetechnologie technisch ausgereift und wirtschaftlich wettbewerbsfähig für den großtechnischen Einsatz zu machen. In diesem Zusammenhang ist ein verlässliches Verständnis der Kostenstrukturen solcher Wasserelektrolysesysteme notwendig, um damit sinnvolle Maßnahmen für die Weiterentwicklung der Technologie zu ergreifen.

Daher wurde in einer Auftragsstudie für CATF ein grundlegendes Kostenmodell für

die alkalische und PEM-Wasserelektrolyse entwickelt, das es erlaubt, die Abhängigkeiten der Kostenanteile der einzelnen Technologien detailliert zu bewerten und individuelle Kostensenkungspotenziale für diese Elektrolyse-Technologien abzuleiten.

In der nun veröffentlichten Studie werden sowohl für die alkalische als auch für die PEM-Wasserelektrolyse zwei Anlagengrößen von 5 MW und 100 MW betrachtet, um sowohl den Bedarf für dezentrale als auch für zentrale Anwendungen abzudecken. Darüber hinaus wird in den Modellen eine Technologieprognose für beide Technologien berücksichtigt, um die Kostenstrukturen für heute verfügbare Komponenten und Materialien (2020) mit den erwarteten Entwicklungen der »nächsten Generation« von alkalischen und PEM-Elektrolysesystemen (2030) zu vergleichen.

Die Kostenmodelle basieren auf einem Bottom-up-Ansatz des Instituts, bei dem zunächst typische Layouts der Elektrolyseanlagen entworfen und dann technische Parameter durch eine stationäre Simulation der Energie- und Massenbilanzen in den Systemen bestimmt werden. Ausgehend von

Wie erwartet, zeigen die Ergebnisse in allen betrachteten Fällen, dass der Zellstapel (Stack) die teuerste Komponente in einem Elektrolysesystem ist. Alkalische Stacks haben einen Kostenvorteil gegenüber PEM-Stacks, und dies wird auch in Zukunft der Fall sein.

diesen Vorgaben werden die Kostenanteile der einzelnen Teilsysteme und Komponenten über Preisangebote von Herstellern und Lieferanten und über spezifische Kostenfunktionen ermittelt. Zusätzliche Kosten wie Engineering etc. werden über eine Zuschlagskalkulation berücksichtigt. Für die verschiedenen Stacks wird ein eigenes Modell verwendet, das ebenfalls auf einer Quantifizierung der verwendeten Komponenten und spezifischen Kostenfunktionen basiert. „Der Mehrwert solcher Kostenmodelle hängt in erster Linie von der Qualität der Preis- und Kosteninformationen der Hersteller und Zulieferer ab. Am Fraunhofer ISE können wir aufgrund

unserer langjährigen Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern aus der Industrie hier auf eine umfangreiche Datenbasis zurückgreifen. Das ist der entscheidende Vorteil unserer Kostenmodelle“, berichtet Marius Holst, einer der Autoren der Studie.

### Kostenvorteil für alkalische Stacks

Wie erwartet, zeigen die Ergebnisse in allen betrachteten Fällen, dass der Zellstapel (Stack) die teuerste Komponente in einem Elektrolysesystem ist. Alkalische Stacks haben einen Kostenvorteil gegenüber PEM-Stacks, und dies wird auch in Zukunft der Fall sein. Auf-

ELWA

TIME FOR A  
CHANGE.

P2H

built for a change

## ELWA P2H – Systeme für die Dekarbonisierung

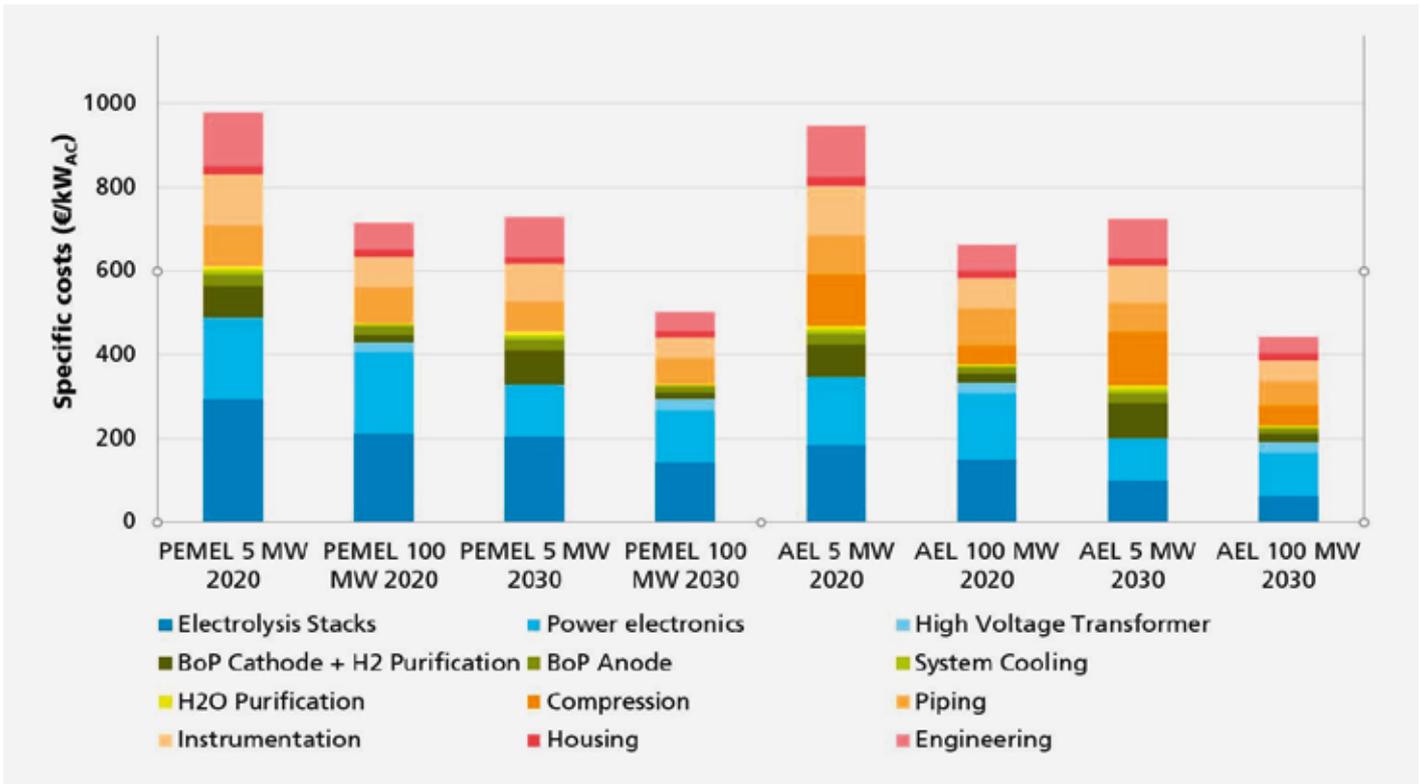
ELWA P2H Power-to-Heat Systeme und ergänzende Anlagen ermöglichen die sofortige Umstellung zentral versorgter oder dezentraler thermischer Prozesse auf elektrische Beheizung. Neben der hohen Verfügbarkeit können diese Anlagen aufgrund der flexiblen Steuerung nahtlos in Bestandsysteme integriert werden. Ersetzen Sie Ihr fossiles System durch eine zukunftsfähige Technologie!

- > **Skalierbare Leistung:** Ein modulares Konzept ermöglicht zentralen oder dezentralen Aufbau und jederzeit Erweiterungen
- > **Ergänzende Produkte** wie Tankheizungen / Tankentnahmeheizungen oder Wärmetauscher
- > **Klassische Power-to-Heat Aufgaben** wie Regelleistungen oder Aufladen thermischer Speicher
- > **Temperaturbereich** bis ca. 300°
- > **Hoher Druckbereich** bis 30 bar
- > **Einsatz unterschiedlichster Wärmeträger:** Wasser, Thermalöle, geschmolzene Salze
- > **Zentrale Steuerung** der verteilten Systeme
- > **Auswechselbare Heizelemente** sorgen für lange Betriebszeiten und Investitionssicherheit
- > **Spitzenlastkappung** in Verbund mit BHKW und Großwärmepumpen



ELWA  
ELEKTRO-WÄRME GMBH & CO. KG  
Frauenstr. 26, D-82216 Maisach

tel +49-8141-2 28 66-0  
fax +49-8141-2 28 66-10  
email sales@elwa.com  
web www.elwa.com  
www.power2heat.de



Kosten von alkalischen und PEM-Elektrolyse-Systemen für verschiedene Systemkapazitäten in den Jahren 2020 und 2030.

# Megger<sup>®</sup>

## BLITZSCHUTZ AN WINDENERGIEANLAGEN EFFEKTIV PRÜFEN

**DLRO2**  
2 A MIKROOHMMETER

**KC100C**  
KELVIN-PRÜFLEITUNG

MIT EXTRA LANGEN PRÜFLEITUNGEN FÜR DIE BLITZSCHUTZ-PRÜFUNG

grund des technologischen Fortschritts und einer Vergrößerung des aktiven Zellfläche können die spezifischen Stackkosten jedoch innerhalb von 10 Jahren für beide Arten von Elektrolyse-Stacks praktisch halbiert werden, und zwar von etwa 200 €/kWDC auf unter 90 €/kWDC für AEL-Stacks und von 380 €/kWDC auf etwa 220 €/kWDC für PEM-Stacks.

### Fast gleiche Systemkosten in der Zukunft

Dennoch dominieren die Stackkosten nicht allein die Systemkosten. Vielmehr setzen sie sich aus vielen Einzelkomponenten wie Gas- und Wasseraufbereitung, Kühlsystemen und Leistungselektronik zusammen, siehe Grafik. Insbesondere die Kosten der Leistungselektronik (Gleichrichter und Transformator) sind nicht zu unterschätzen und tragen als zweit teuerste Komponente in der gleichen Größenordnung zu den Systemkosten bei wie die Stacks. „Dies ist ein wichtiges Ergebnis, insbesondere für weitere Kostensenkungsstrategien bei Elektrolysesystemen, und muss bei zukünftigen Entwicklungen

stärker berücksichtigt werden“, so Marius Holst abschließend. Die Kostenanalyse zeigt weiter, dass alkalische Systeme auch in Zukunft zu niedrigeren Systemkosten führen werden. Allerdings gleichen sich die Kosten nahezu an, wenn man den Aufwand für die nachgeschaltete Verdichtung mit einbezieht. Insgesamt ist im Jahr 2030 mit Systemkosten von ca. 400 bis 500 €/kW zu rechnen, wobei dezentrale kleinere Anlagen deutlich teurer bleiben werden.

„Diese Ergebnisse geben uns wichtige Erkenntnisse für unsere eigenen Systemanalysen und zeigen uns, dass es durch Innovation und Erfahrung auch in Zukunft noch deutliche Kostensenkungen in der Elektrolyse geben wird. Wir hoffen, dass diese Studie ihren Beitrag zu einer objektiven Diskussion über zukünftige Kosten leisten kann“, so Mike Fowler, der die Studie seitens der CATF maßgeblich betreut hat.

QUELLE: FRAUNHOFER ISE

### ÜBER DIE CLEAN AIR TASK FORCE

Die Clean Air Task Force (CATF) ist eine gemeinnützige Organisation, die sich aktiv für den Schutz vor den negativen Klimawandelfolgen einsetzt, indem sie die rasche Entwicklung und den Einsatz von CO<sub>2</sub>-armen Energien und anderen klimaschützenden Technologien weltweit vorantreibt.



### MesH - Next Level Wind Engineering

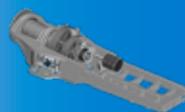
Ihr Kompetenzpartner für **Dynamische Analyse** und **Virtual Prototyping** in allen Bereichen der Windtechnologie:

- Kompetenzen**
- ▲ Vibroakustik
- ▲ Aeroelastische Stabilität
- ▲ Triebstrangdynamik
- ▲ Digital Twins
- ▲ Computational Fluid Dynamics

- Services**
- ▲ Dynamische Lastsimulationen
- ▲ Zertifizierung gemäß GL- und IEC-Richtlinie
- ▲ Beratung und Weiterbildung
- ▲ SIMPACK, ADAMS, ANSYS, HYPERWORKS...



+49 (0) 711 686 8818 26  
wind@mesh-engineering.de  
www.mesh-engineering.de



### AC-/DC-Ladesäulen

Intelligent. Eichrechtskonform. Förderfähig.



(zertifiziert durch PTB)

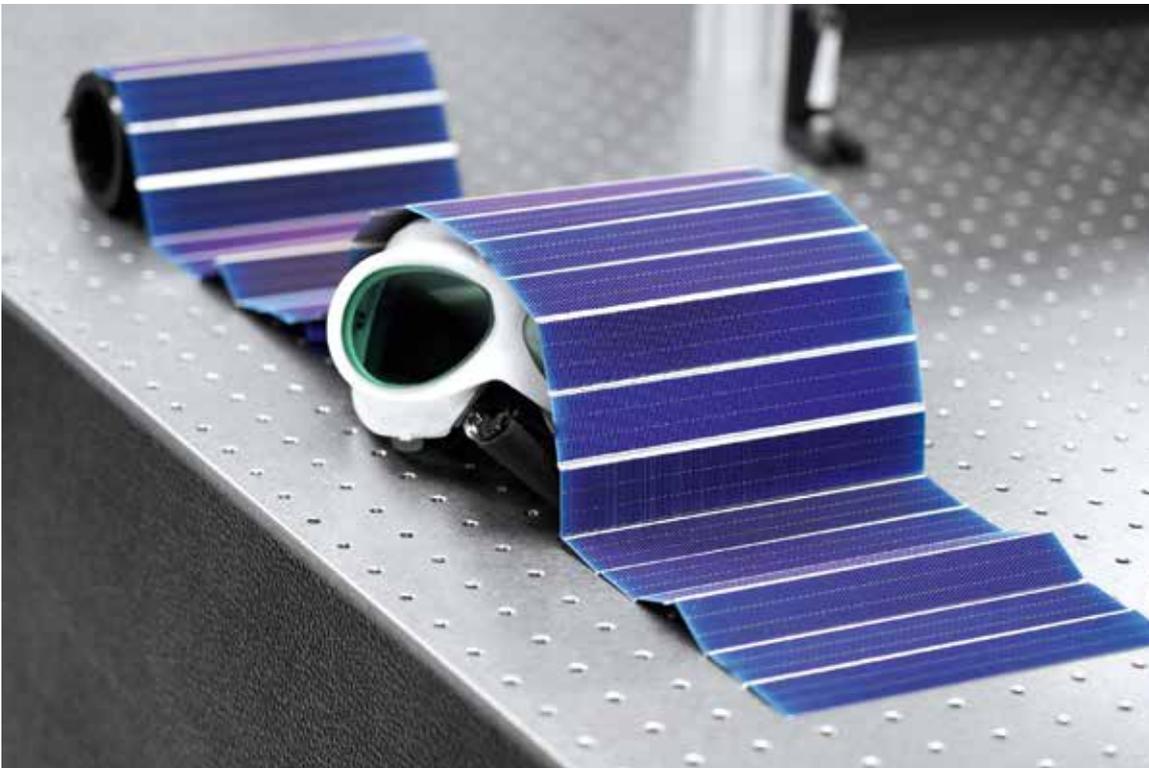
[www.uesa.de](http://www.uesa.de)

## LASER-MIKROFÜGEN

# Ressourcenschonende Solarzellen-Verschaltung durch Laser-Mikrofügen

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE hat ein Laserverfahren entwickelt, mit dem Busbarfreie PERC- und TOPCon-Solarzellen durch eine Aluminiumfolie ressourcensparend und flexibel verschaltet werden können.

Bilder: Fraunhofer ISE



String aus Schindellzellen, die mit dem FoilMet®-Verfahren verschaltet wurden.

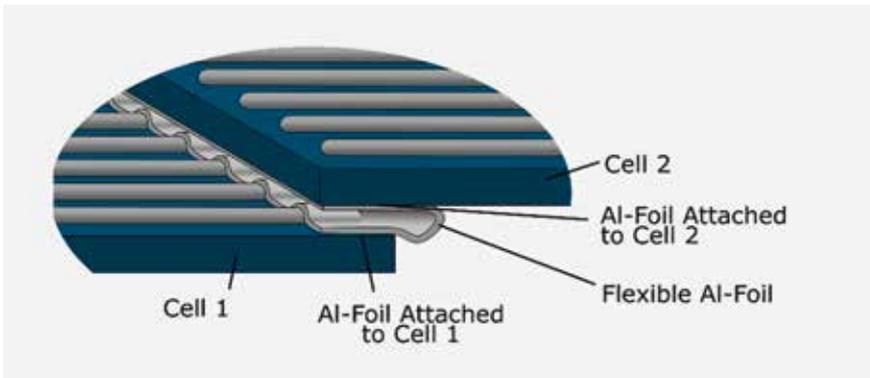
Die FoilMet-Technologie kommt ohne leitfähigen Klebstoff oder Lot aus und erlaubt eine Reduktion des Silberverbrauchs im Solarmodul um bis zu 30 %. Die mechanisch flexible Verbindung ermöglicht neben einer gekrümmten Auslegung des Strings sowohl eine Anordnung als geschindelte Zellen für maximale Moduleffizienz, als auch das in der Massenproduktion übliche „Nebeneinanderlegen“ der Zellen mit geringem Abstand für eine möglichst kosteneffiziente Modulbauweise. Auf der Intersolar Europe (11.-13.5.2022, Messe München, Stand A1.540) zeigte das Institut einen Solarzellenstring aus 30 Zellen, der mit dem Laserverfahren verschaltet wurde.

Bei dem neuen laserbasierten Verschaltungskonzept verbindet ein dünner Streifen Aluminiumfolie die benachbarten Zellen miteinander. Den Forscherinnen und Forschern des Fraunhofer ISE gelang es, die Folie direkt mit den Leiterbahnen durch einen speziellen Laser-Mikroschweißprozess zu verbinden und im Zwischenfingerbereich an die Siliziumnitrid-Oberfläche zu bonden. Das ganze Verfahren dauert weniger als eine zehntel Sekunde pro Wafer. Es gewährleistet sehr niedrige Kontaktwiderstände zwischen Folie und Elektroden und ermöglicht damit höchste Modulwirkungsgrade. Der Clou dabei: Das Verfahren benötigt die sonst für

die Verschaltung notwendigen Silber-Busbars und -Lötpads nicht mehr. Je nach Elektrodenlayout können so bis zu 30 % Silber eingespart werden. Zusätzlich werden die mit Blei-haltigem Lot ummantelten Kupferverbinder oder der silberhaltige Klebstoff durch günstigeres Aluminium ersetzt.

## Starke Verbindung, geringe Widerstände

Weiterentwicklungen in der Wafer-Herstellung führen in der Solarindustrie seit Jahren zu immer größeren Formaten. Daher hat es sich mittlerweile zum Industriestandard entwickelt die großen Zellen zu zerteilen. „Ver-



Schemazeichnung des Verbindungsbereichs zweier benachbarter Zellen mittels des Randverbinders aus Aluminiumfolie (Das Beispiel zeigt die Ausführung in Schindelbauweise).

schaltet man viele kleine Zellen anstelle von wenigen Großen, wird der darin generierte Strom und Widerstandsverlust kleiner und die Spannung größer. Trotz dieser vorteilhaften Eigenschaften ist ein Solarmodul aus vielen kleinen Zellen aufwendiger und teurer in der Verschaltung – genau das adressieren wir mit FoilMet“, erklärt Jan Paschen, Doktorand der Gruppe Laserprozessstechnologie am Fraunhofer ISE.

### Hohe Flexibilität im String und bei der Zellanordnung

Die Befestigung der Folie im Zwischenfingerbereich führt zu einer sehr starken mechanischen Haftung, die über die Festigkeit der Metallfolie hinausgeht. Die hohe mechanische Flexibilität der Folie erlaubt sowohl das Verschalten in Schindelbauweise, bei dem die Solarzellen einen leichten Überlapp bilden, als auch die Anordnung der Zellen direkt nebeneinander. In

beiden Fällen sind sehr kleine Biegeradien des Strings möglich. Das Verschaltungsverfahren kann gleichermaßen für PERC- und TOPCon Solarzellen eingesetzt werden.

„Das faszinierende an unserer Technologie ist, dass es einerseits aufgrund der geringen elektrischen Widerstände und der Möglichkeit zum Schindeln hohe Modulwirkungsgrade und Ästhetik verspricht und zusammen mit der sehr hohen mechanischen Flexibilität des Strings für Nischenanwendungen in der integrierten Photovoltaik prädestiniert erscheint. Andererseits macht das hohe Potenzial zur Kosten- und Materialeinsparung das Verfahren zusätzlich interessant für den PV-Massenmarkt“ so Dr. Jan Nekarda, Abteilungsleiter Strukturierung und Metallisierung am Fraunhofer ISE.

Als nächstes plant das Forschungsteam den Aufbau einer Pilotanlage, um größere Stückzahlen reproduzierbar herstellen zu können. Gleichzeitig wird die Technologie im Modul erste Gebrauchsdaueranalysen durchlaufen. Dies ist umso wichtiger, da mit Aluminium kein Standardmaterial für die Verschaltung eingesetzt wird. QUELLE: FRAUNHOFER ISE

**J. Schneider  
Elektrotechnik**

# ENERGIEWENDE – FÜR DIE ZUKUNFT

**Die Energiewende ist der Grundstein für unsere Zukunft.  
Mit unseren Produkten stellen wir die Weichen dazu.**

Ob in Windkraft, Photovoltaik, Wasserstoffherzeugung oder Ladetechnik wir sind der kompetente Ansprechpartner, wenn es um sichere und konstante Energieversorgung und Spannungsumwandlung geht!

**Transformatoren, Drosseln und USV-Anlagen  
für den Einsatz in regenerativen Energien.**

## SPEICHERTECHNOLOGIEN

# Flüssigmetall-Batterie als Pufferspeicher für grüne Energie

Einfacher Aufbau macht Alkalimetall-Iod-Batterie aus Forschersicht wettbewerbsfähig.

Ein unscheinbarer Stahlzylinder – rund sieben Zentimeter im Durchmesser und zehn Zentimeter hoch – könnte der Energiewende einen dringend benötigten Schub verleihen. Denn die Flüssigmetall-Batterie, die Dr. Juhan Lee und sein Team am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) entwickelt haben, glänzt vor allem durch ihren einfachen und kostengünstigen Aufbau.

Die Idee für das innovative Batteriekonzept hatte Juhan Lee während seiner Arbeit am Projekt SOLSTICE (Sonnenwende). Bei dem Vorhaben, das die Europäische Union über das Forschungsprogramm Horizont 2020 mit 8 Mio. € fördert, wollen Wissenschaftler\*innen des HZDR zusammen mit ihren Projektpartnern neuartige Stromspeicher auf der Basis von flüssigem Natrium und flüssi-

gem Zink entwickeln. „Auch wenn es sich bei dem Stromspeicher meines Kollegen Juhan Lee strenggenommen um eine Hochtemperatur-Batterie handelt, arbeitet sie doch bei einer angenehm niedrigen Betriebstemperatur“, sagt Dr. Tom Weier vom Institut für Fluid-dynamik des HZDR, einer der Mitinitiatoren von SOLSTICE. „Die Arbeitstemperatur des geschmolzenen Salzes liegt bei etwa 240 Grad Celsius.“ Für tragbare Geräte wie Smartphones oder Laptops ist sie deshalb nicht geeignet. Und auch für Kraftfahrzeuge ist sie wegen des flüssigen Zellinventars und der nötigen Wärmedämmung eher unpraktisch. Aber das stört nicht, denn die Forschenden zielen mit ihrer Batterie ohnehin auf ein ganz anderes Anwendungsgebiet ab.

„Das hohe Potential von Flüssigmetall-Batterien wie der unseren liegt dort, wo große Anlagen ständig Energie speichern und wieder abrufen“, erläutert der Materialwissenschaftler Juhan Lee. „Nämlich als Pufferspeicher zur Stabilisierung des Energiesystems.“ Das ist besonders deshalb wichtig, da erneuerbare Energiequellen wie Sonne und Wind nicht grundlastfähig sind. Das heißt, sie stehen nicht rund um die Uhr gleichmäßig zur Verfügung. „An solche Pufferspeicher werden einige Anforderungen gestellt“, erklärt Weier „Sie müssen günstig in der Herstellung sein und sich einfach skalieren lassen. Beide Herausforderungen soll unser

neuer Batterietyp in Zukunft meistern.“

## Membranlose Flüssigmetall-Batterie

Die Batterie besteht derzeit noch aus einem Nickelschwamm mit eingebettetem Lithium als Anode, einem keramischen Isolator und einer Salzmischung, die bei Betriebstemperatur flüssig ist. Zur Ableitung der Elektronen im unteren Zellbereich dient ein Graphitfilz. Komplizierte Membranen, die bei anderen Batteriekonzepten nötig sind, gibt es hier nicht. Beim Entladevorgang gibt das im Nickelschwamm eingebettete Lithium Elektronen ab und löst sich im Salz. Beim Ladevorgang läuft dieser Prozess in umgekehrter Richtung ab, sodass der Nickelschwamm am Ende wieder mit metallischem Lithium gefüllt ist. Im unteren Bereich der Zelle geht Iod von der ionischen in die molekulare Form über und tauscht dabei Elektronen mit dem Graphitfilz aus.

Der einfache Aufbau hat gleich mehrere Vorteile: Selbst für eine Serienproduktion wären keine Hightech-Fertigungslinien erforderlich. Der Preis der Batterie basiert also zum größten Teil auf den Kosten des Materials – und die sind vergleichbar mit denen bewährter Batterietechnologien. Auch am Ende ihrer Lebenszeit kommt der einfache Aufbau zum Tragen, denn beim Recycling lässt sich die Batterie sehr leicht in ihre einzelnen Bestandteile zerlegen.

QUELLE: HELMHOLTZ-ZENTRUM DRESDEN-ROSSENDORF

**InnoTrans 2022**  
20.–23. SEPTEMBER · BERLIN  
Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik

**Your. Future.**

**Karrierestart in der Mobilitätsbranche?**  
Mehr Informationen unter [innotrans.de/campus](https://www.innotrans.de/campus)

**Jetzt bewerben – Job abgreifen!**  
Eurailpress Career Boost nur am 21. September, 14:00 Uhr

RecruitingLAB | Talent Stage | Jobwall | Career Tours |  
Ermäßigte Studententickets

Messe Berlin  
200 Jahre Gastgeber von Welt

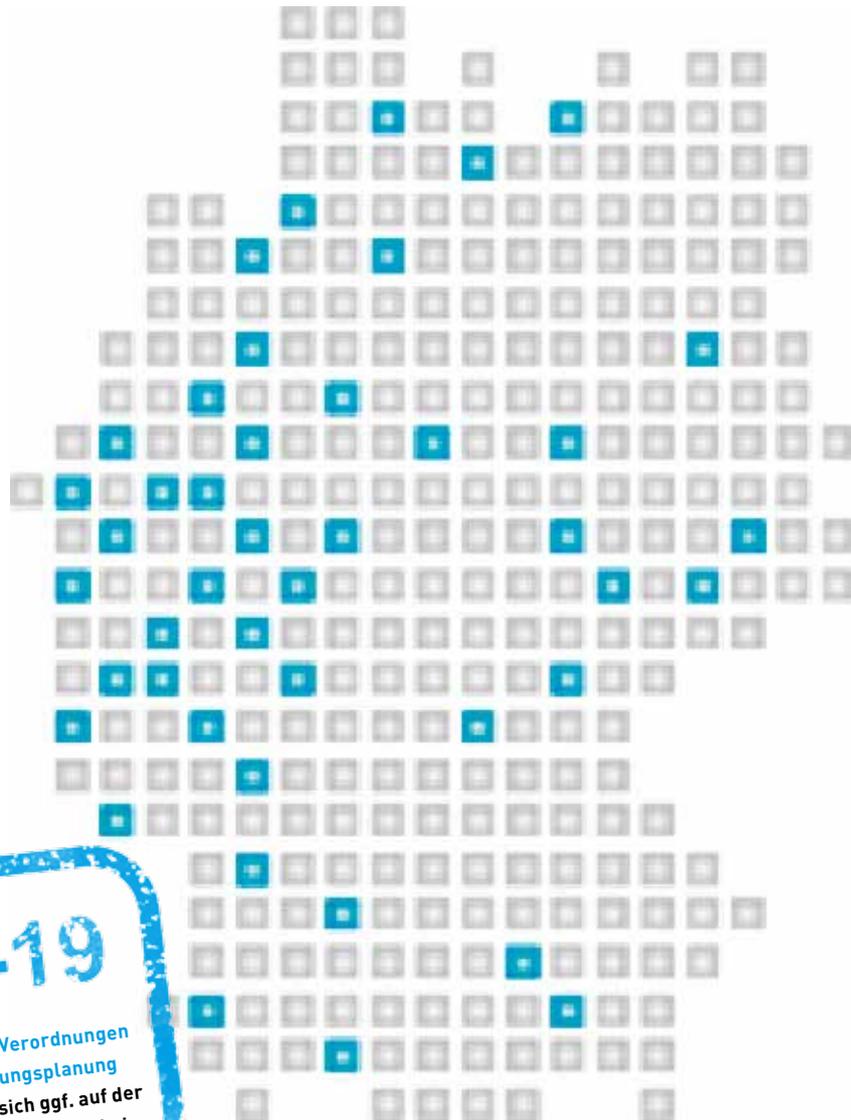


# REGIONAL forum

VDI LANDESVERBAND NORDRHEIN-WESTFALEN

BERGISCHER BV  
BOCHUMER BV  
EMSCHER-LIPPE BV  
LENNE BV

MÜNSTERLÄNDER BV  
OSNABRÜCK-EMSLAND BV  
RUHR BV  
SIEGENER BV



**COVID-19**

Aufgrund behördlicher Corona-Verordnungen ist eine verlässliche Veranstaltungsplanung nicht möglich. Informieren Sie sich ggf. auf der Homepage Ihres VDI Bezirksvereins bzw. bei den zuständigen Veranstaltungsleitern.

Nachrichten   Terminkalender   Mitteilungen

## Brandschutz als Kostentreiber und Bauverzögerer?

Strukturierter Brandschutz kann die Baukosten senken und die Bauabläufe beschleunigen. Ein neuer Brandschutznachweis erleichtert eine angepasste Planung. Er kann dazu beitragen, Zeitabläufe zu verkürzen und die Baukosten zu senken.

Brandschutz ist kompliziert und teuer. Er wird in der Bauordnung konkretisiert. Die Anzahl der Regelungen ist sehr hoch und, damit sie auch kontrolliert werden können, müssen Bauherren eine Vielzahl von Nachweisen vorlegen. Die Nachweise sind mit hohen Kosten verbunden, die schon mal bis auf 1,5 Mio. Euro ansteigen können. Innerhalb eines Gebäudes werden Elektroleitungen, Wasser-, Abwasser-, Abluft-, Heizungsrohre etc. in einem Schacht verlegt, der sich durch die Geschossdecken zieht. Die Nachweise für den Brandschutz, die dazu erforderlich sind, hat sich Markus Berger, Director of building physics bei der Viega Technology GmbH & Co. KG, Attendorn, in seinem Vortrag in der Online-Veranstaltungsreihe „VDI NRW Netzwerk-Sessions“ im März genauer angeschaut. Er stellte einen Anwendungsnachweis vor, der allen Anforderungen gerecht wird, aber auch große Freiheit bei der Planung zulässt und damit auch zu einer Reduzierung der Kosten führen kann.

Die Bauteilöffnungen (Deckendurchbrüche) werden beispielsweise als Rechteckdurchbruch hergestellt oder durch eine Kernbohrung. „Die besonderen Herausforderungen liegen darin“, so erläuterte Markus Berger, „den Durchbruch wieder zu schließen“. Häufig ist dann kein Maurer mehr vor Ort, es sind aber Bewehrungen notwendig und Schalungen müssen montiert bzw. demontiert wer-



Die Dämmung mit komprimierter Mineralwolle erspart Arbeitszeit und Kosten.

### VDI NRW NETZWERK-SESSIONS

Die Online-Veranstaltungsreihe zu technischen Themen des Landesverbands und der Bezirksvereine wird auch in diesem Jahr fortgesetzt mit je einer Session pro Monat. Die Online-Vorträge erfreuen sich großer Beliebtheit, da sie aktuelle Themen aus allen Bereichen der Ingenieurwissenschaften aufgreifen. Ideengeber für die erste Veranstaltung in diesem Jahr war der Aachener Bezirksverein e.V.

den. Auch müssen die Abstände zwischen den Leitungen genau beachtet werden. Der Zeitaufwand ist sehr hoch. Die Kosten nur für den Ringspaltverschluss liegen dann schon mal in der Größenordnung des eigentlichen Rohrs. Hinzu kommen die diversen Anwendbarkeitsnachweise, die dokumentieren, dass die eingesetzten Rohre und Leitungen auch den Anforderungen des Brandschutzes entsprechen. So braucht man zum Beispiel für eine V2A Zirkulationsleitung ein Prüfzeugnis, für die Warmwasser-Mischinstallation eine Bauartgenehmigung. Diese benötigt man auch für die Elektroleitung und die Abwasserleitung. „Hat man acht unterschiedliche Leitungen in einem Schacht, braucht man auch acht Anwendbarkeitsnachweise“, so Berger. Prüfzeugnisse, Bauartgenehmigungen etc. sind in der Regel auch sehr umfangreich in der Dokumentation. Die hohen Prüfkosten verteuern die Produkte.

### Ein Schacht – ein Anwendungsnachweis

Berger berichtet jetzt aber von einem neuen Anwendbarkeitsnachweis für Deckendurchbrüche, der nur 19 Seiten und 50 Anlagen umfasst, d.h. es gibt für einen Schacht nur einen Anwendbarkeitsnachweis! Darin werden Rohre, Brandschutzmanschetten, Dämmung, Abstände etc. mit ihren entsprechenden Nachweisen aufgeführt, die auch zusammen verbaut werden können. Es sind in dem einen Nachweis alle notwendigen Nachweise zusammengefasst. Dies hat zudem noch einen Vorteil: es gibt eine Auswahl unter verschiedenen geeigneten Rohrsystemen, Manschetten, Dämmungen, etc., die alle zusammenpassen und die die entsprechenden Nachweise mitbringen.

Auch wird für ein Problem, nämlich die Dämmung und den Deckenverschluss, eine einfache Lösung aufgezeigt (Bild 1).

Die Dämmschale darf seit neuestem bis zu einem Drittel komprimiert werden. Das hat mehrere Vorteile. Zum einen wird dann kein Ringspaltverschluss notwendig. Dadurch können Probleme, wie ein nicht mittig sitzendes oder ein schräg im Spalt sitzende Rohr einfach ausgeglichen werden. Auch der aufwändige Verschluss von Ringspalten, die durch Bohrtoleranzen entstehen, entfällt.

**Übersichtlicher, einfacher, schneller, wirtschaftlicher**

Der Verbundnachweis ermöglicht eine optimierte Planung. Bei Einsatz der komprimierten Dämmung entfallen Zusatzkosten oder Bauverzug für den nachträglichen Ringverschluss (Bild 2). Dokumentation und Kennzeichnung werden vereinfacht. Die Montagezeiten reduzieren sich. In Anbetracht der zurzeit vorhandenen Lieferengpässe für einige Materialien ermöglicht der Verbundnachweis, aus einer vorgegebenen Auswahl geeigneter und mit Nachweis dokumentierter Materialien auszuwählen, ohne dass ein neuer



Alle Anwendbarkeitsnachweise in einem macht die Arbeit übersichtlicher, schneller und wirtschaftlicher

Nachweis eingeholt werden muss, wenn ein anderes als das geplante Material eingesetzt wird. „Das vereinfachte Sys-

tem bietet also viele Vorteile für den Brandschutz der Gesamtinstallation“, erklärte Berger.

Bilder: M. Berger, Viega Technology



27 ————— 30  
September 2022



WindEnergy  
Hamburg

The global on & offshore event

**H<sub>2</sub> EXPO & CONFERENCE**  
Held in parallel with WindEnergy Hamburg

Be sure to take part in the world's biggest and most important business platform for the onshore and offshore wind industry!



windenergyhamburg.com

Exploring new horizons:  
**It's time to put climate first!**

Organised by:



In co-operation with:



Global Partner:



European Partner:



Partners:



# Anforderungen an Gebäude der Zukunft

Nachhaltiges Bauen bekommt heute einen immer größeren Stellenwert. In allen Bereichen von der Bauchemie über die Konstruktion bis hin zum Bauprozess sind viele Aktivitäten zur Nachhaltigkeit zu sehen. Dabei erweisen sich Zertifizierungssysteme als gut geeignet zur Steuerung und Kommunikation der Prozesse.

Die Leitidee der Nachhaltigkeit wird geprägt durch die Vereinbarkeit von Ökologie, Ökonomie und Sozialem, aber auch durch die Idee der Zukunftsverträglichkeit und der Zukunftsfähigkeit. Prof. Dr. Michaela Lambertz, die das Lehr- und Forschungsgebiet Green Building Engineering an der TH Köln vertritt, berichtete über die Anforderungen, die in der Zukunft an Gebäude gestellt werden, in der Online-Veranstaltungsreihe „VDI NRW Netzwerk-Sessions“ im April.

Ein nachhaltiges Gebäude zeichnet sich durch eine Vielzahl an Faktoren aus. Dazu zählen u.a. der Verbrauch von Wasser, Energie, Rohstoff, Abfall, die Energieeffizienz, Dauerhaftigkeit und Recyclingfähigkeit, optimierte Lebenszykluskosten, aber auch gestalterische Qualität, Gesundheit, Sicherheit und Komfort. Ebenso soll ein Gebäude auch flexibel hinsichtlich einer Umnutzung sein, Bild.

## Zertifizierungssysteme bringen Transparenz

„Die Anforderungen sind hier zum Teil sehr widersprüchlich und komplex“, erläuterte Prof. Lambertz. So ist es oft schwierig, Kosten-, Energie- und Komfortansprüche

zusammenzuführen. Zur Steuerung und Quantifizierung sind deshalb geeignete Bewertungsmethoden erforderlich. Hierzu eignen sich Zertifizierungssysteme, die weltweit auch schon zahlreich vorhanden sind. Sie bringen Transparenz, zum Beispiel im Bereich der Baustoffe. Aus den Datenblättern der Materialien geht hervor, welche Inhaltsstoffe verwendet werden. Sie dokumentieren, wie nachhaltig der Baustoff einzuordnen ist. Die Ökobilanzierung hat durch die Label an Bedeutung gewonnen, wobei Lebenszyklusanalysen bisher eher selten berücksichtigt werden.

Die Zertifizierungssysteme führen dazu, dass die Qualität des Bauens und der Gebäude auf einen höheren Standard gehoben wird. Die Ziele für das nachhaltige Bauen werden ambitionierter, hob Lambertz als wichtigen Verdienst der Label hervor. Besonders hervorzuheben sei in diesem Feld der europäischen „Green Deal“. Für sieben Sektoren, einer davon ist der Baubereich, werden sechs Umweltziele definiert (u.a. Klimaschutz, Ressourcenschonung, Kreislaufwirtschaft). Die Vorgaben des „Green Deal“ sind, einen wesentlichen Beitrag zu mindestens einem Umweltziel zu leisten und die anderen aber

nicht zu verletzen. Zudem sollen soziale Mindestkriterien sichergestellt werden.

## Ökobilanz zeigt Einsparpotential auf

Bauherren prüfen, bzw. werden in Zukunft verstärkt prüfen, wie konform ihr Bau zum „EU Green Deal“ ist. Dazu geeignet ist zum Beispiel die Ökobilanz, in der Baurohstoffe, die Herstellung der Baustoffe, die Bauausführung, die Nutzung des Gebäudes, das Lebensende mit Entsorgung und Recycling der Baumaterialien betrachtet wird. Dabei kann sich beispielsweise herausstellen, dass bei einer Holzkonstruktion gegenüber der konventionellen Konstruktion 50% Ressourcen eingespart werden können. So sollte auch bei der Entscheidung Abriss/Neubau oder Sanierung eines alten Gebäudes geschaut werden, welche Methode am besten geeignet ist. Es zeigt sich häufig, dass bei einer Sanierung 40 bis 45 % Einsparungen in der Gesamtbilanz gegenüber dem Neubau zu erzielen sind.

Besonders im Fokus stehen die Baustoffe. Inhaltstoffe, Verfügbarkeit, Preis, Gesundheit, Luftqualität, insbesondere auch die Kreislauffähigkeit müssen hier betrachtet werden. „Das Gebäude sollte als Wertstofflager angesehen werden“, forderte Prof. Lambertz. Unter dem Konzept des nachhaltigen Bauens wird ein Gebäude nicht auf Null abgeschrieben, da die Materialien bei Rückbau oder Abriss einen hohen Wert haben.

Durch die fortschreitende Digitalisierung ergeben sich große Chancen, die EU Umweltziele umzusetzen. So gibt es zum Beispiel Plattformen für Baustoffe, die Auskunft über die Nachhaltigkeit geben und damit auch die Transparenz in diesem Sektor erhöhen.



Eine Vielzahl an Eigenschaften zeichnet ein nachhaltiges Gebäude aus.

Bild: M. Lambertz, TH Köln

## Führen in Zeiten des Wandels

### Herausforderungen der digitalen Transformation.

Das Thema Nachhaltigkeit beschäftigt zurzeit die Unternehmen und stellt sie aber auch vor große Herausforderungen. Dabei stellt sich für die meisten die Frage, was produzieren wir in den nächsten zehn Jahren? Wie sieht die Produktion dann aus? Wie sieht zukünftig die Arbeit an sich aus? In der Automobilindustrie werden zum Beispiel demnächst keine Einspritzpumpen oder bestimmte Getriebeteile produziert, da überwiegend E-Mobile gefertigt werden. Da wird eine Neupositionierung notwendig. Auch müssen Geschäftsmodelle überarbeitet werden. Die Corona Epidemie hat eine große Innovationswelle hervorgebracht. In den großen Bereichen Mobilität, Energie, Produktion, aber auch Gesundheit und Ernährung wird es zu großen Veränderungen kommen. Dabei wird die Digitalisierung eine besondere Rolle spielen. Aber es gibt viel Unsicherheit, wie die Zeit nach der Pandemie aussehen wird.

„Dies sind alles gute Gründe, warum wir uns jetzt mit Führung im Unternehmen beschäftigen sollten“, erläutert Dr. Gerhard Gudergan, Fire e.V. an der RWTH Aachen, in seinem Vortrag in der Online-Veranstaltungsreihe „VDI NRW Netzwerk-Sessions“ im Februar. „Die großen Wenden, die sich bei Mobilität, Energie, Produktion, aber auch bei Gesundheit und Ernährung abzeichnen, zwingen die Unternehmen zur Transformation“, so Gudergan. Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit hat sich zum Beispiel Volkswagen das Ziel gesetzt, die gesamte Wertschöpfungskette CO2-neutral zu gestalten. Dieses beeinflusst eine ganz Industrie, da Volkswagen seine 40 000 Zulieferer künftig nach Nachhaltigkeit bewerten wird. Die umfassenden Wenden bei Mobilität, Energie, Produktion, Gesundheit und Ernährung erzeugen große Unsicherheit. Deshalb sind die Führungskräfte jetzt gefordert, den Mitarbeitern Vertrauen zu geben.

### Die Digitalisierung erfordert Vertrauen

Die Wenden werden durch die Digitalisierung begleitet, aber auch gesteuert. „In dieser Transformation zur Digitalisierung braucht es Vertrauen, damit das

Unternehmen nicht auseinander fällt“, sagt Gudergan. Er zitiert Umfragen von Gartner (2020) und Rüdiger (2021), nach denen mehr als 50 % der Führungskräfte Arbeiten im Home-Office ablehnen, weil sie ihren Mitarbeitern nicht trauen. Andererseits sind 80 % der Führungskräfte überzeugt, dass gegenseitiges Vertrauen die Teampformance erhöht und 65 % der Angestellten finden, dass ihre Entwicklung gefördert wird, wenn die Führungskräfte ihnen vertrauen. „Vertrauen trägt Früchte“, so Gudergan. Weniger Stress, größere Produktivität, größeres Engagement, höhere Lebenszufriedenheit, weniger Krankentage und Burn-Out Erkrankungen sind die positiven Entwicklungen in Unternehmen, die eine hohe Vertrauenskultur aufweisen.

Als Führungskraft kann man Vertrauen auch erlernen. Dabei spielen Charakter, Kompetenz, Integrität und Leistungsfähigkeit eine große Rolle. Digitale Strategie und Geschäftsstrategie sind untrennbar miteinander verbunden. Bei ihrer Umsetzung können vertrauensbil-

»Als Führungskraft kann man Vertrauen auch erlernen. Dabei spielen Charakter, Kompetenz, Integrität und Leistungsfähigkeit eine große Rolle. Digitale Strategie und Geschäftsstrategie sind untrennbar miteinander verbunden.«

dende Maßnahmen Kosten reduzieren und die Geschwindigkeit der Transformation beschleunigen.

### Welche Faktoren sind für eine moderne Führungskraft wichtig?

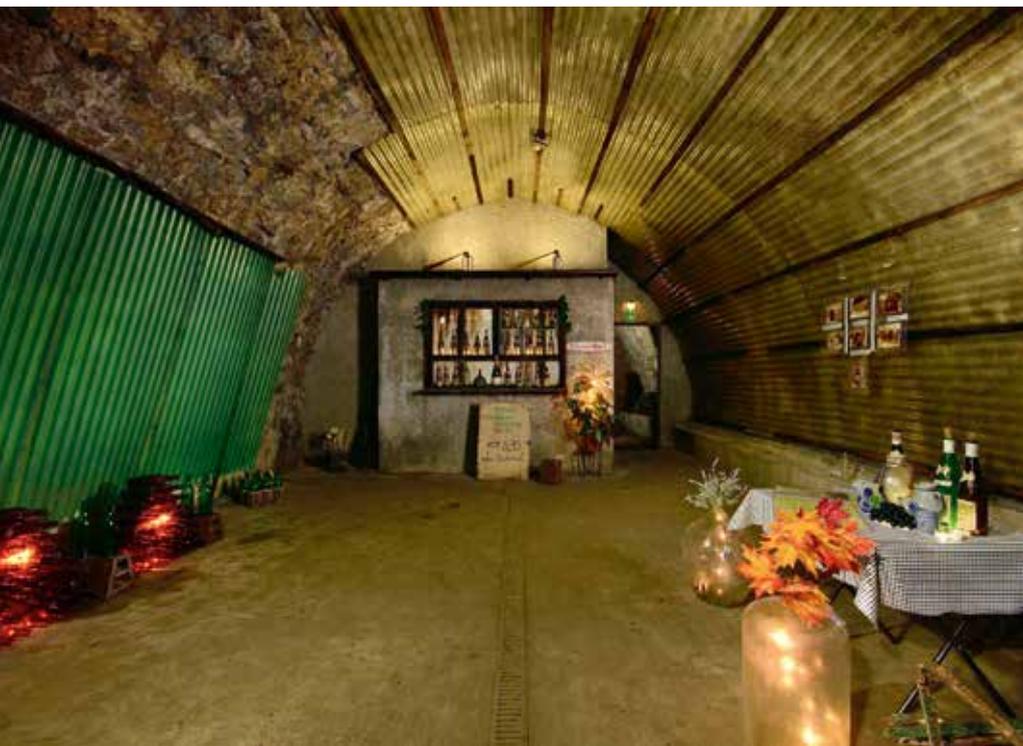
Es gibt eine Reihe von Faktoren, die für eine moderne Führungskraft von großer Bedeutung sind. Dazu gehören u.a. Ehrlichkeit, Kompetenz, Mut, Stil, Wissen, Fähigkeit, Talent, eine Agenda, das Verhalten und auch die Erfolgsbilanz und die Ergebniskommunikation. Dazu kommen aber auch, nach einer Umfrage, die Gudergan und Partner in

2012 durchgeführt haben, als wichtige Punkte Ethical AI (ethische KI = verantwortungsvolle Nutzung künstlicher Intelligenz, Einbettung ethischer Grundsätze in KI-Anwendungen und Prozesse) und Growth Mindset.

Dabei bedeutet Ethical AI u.a. dass Strukturen in den Unternehmen aufgebaut werden, die sicherstellen, dass es trotz großer Transparenz keinen Missbrauch von Daten gibt, erklärt Gudergan. Große Transparenz bei verschiedenen Tools ist zum Beispiel bei Microsoft zu beobachten: z.B. wie lange wird gebraucht, um ein Email zu bearbeiten, was antworten wir, wieviel Zeit verbringen wir in Meetings, wie lange arbeiten wir. Aber wieviel Transparenz wollen wir wirklich im Unternehmen haben? „Es müssen Strukturen geschaffen werden, die einen sachgerechten und moralisch vertretbaren Zugang zu Daten und KI sicherstellen“, fordert Gudergan.

Der andere Punkt, der für Führungskräfte wichtig ist, so Gudergan, wird unter Growth Mindset zusammengefasst. Anhand von Studien unter Schülern, die Dr. Carol Dweck von der Stanford University durchführte, ist ersichtlich, dass viele Schüler lernen, dass man sich helfen lassen kann. Dieser als fixed Mindset beschriebene Effekt wird verstärkt, wenn man viel probiert und immer wieder negative Ergebnisse bekommt.

Im Gegensatz dazu werden Menschen, denen man zutraut über ihren Schatten zu springen, auch springen. Sie sehen schwierige Aufgaben als spannende, aufregend Herausforderungen an. Dieser als Growth Mindset beschriebene Effekt hat einen Einfluss auf die Führungskultur. So hat zum Beispiel Microsoft dieses Konzept auf das Unternehmen ausgedehnt. Wir sind nicht eine Gruppe, die alles weiß, sondern wir wollen alles lernen, hat CEO Satya Nadella das Konzept beschrieben. Wenn man den Mitarbeitern etwas zutraut und ihnen vertraut, werden sie kreativ etwas leisten. Dieses Konzept prägt die Firmenkultur, die Produkte und die Unternehmensentwicklung. „Es muss jetzt auch in anderen Unternehmen Einzug finden“, fordert Gudergan. Alle müssen lernen, dass man neugierig sein muss und an sich selber und darüber hinaus wachsen kann.



BERGISCHER BEZIRKSVEREIN

## Luftschutzbunker bot Einblicke in die (Nach-)Kriegszeit

Der Felsenbunker, eine vor 30 Millionen Jahren entstandene Naturhöhle, wurde vor dem Zweiten Weltkrieg zu einem Luftschutzbunker umgebaut. Er befindet sich im Herzen Wuppertals in Elberfeld auf dem Paradeberg unter der Kirche der evangelisch-lutherischen Gemeinde Sankt Petri, in deren Besitz der Bunker zugleich ist. Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Bergische Bezirksverein hatte Anfang April 2022 die Gelegenheit, die nicht mehr funktionsfähige Anlage zu besichtigen.

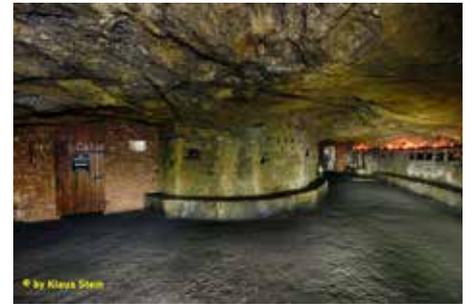
Rund 20 interessierte VDI-Mitglieder – obligatorisch ausgestattet mit Masken, Taschenlampen und festem Schuhwerk – führte Bunkerexperte und „Unter-Tage“-Fotograf Klaus Stein durch den Schutzraum, der Platz für bis zu 700 Menschen bot. Sie suchten dort Schutz, als während des Zweiten Weltkrieges rund 2 300 t Spreng- und Brandbomben auf Elberfeld niedergingen und 5 500 Gebäude zerstörten oder beschädigten – auch die Sankt Petri Kirche wurde dabei zerstört. Etwa 1 900 Wuppertaler/-innen starben bei diesen Angriffen.

### Zeitzeugen berichteten aus dem Bunker

Während der Führung folgten die Teilnehmer/-

innen den Worten eines Zeitzeugen, der die schweren Angriffe auf Elberfeld ab Juni 1943 als Kind erlebte und sie in einer Audioaufnahme festhielt. Eine weitere Tondatei stellte die Zustände im Bunker nach dem Krieg dar, als er zur Massenunterkunft hergerichtet wurde. Nicht im Felsenbunker, aber in anderen Hoch- und Tiefbunkern in Wuppertal lebten Menschen noch bis 1957 – unter schweren Bedingungen, in engen Räumen bei hoher Luftfeuchtigkeit.

Weitere Eindrücke zum Ausharren im Bunker boten die ausgestellten Schutzraum- belüftungsanlagen, eine davon mit Baujahr 1938, die auch mechanisch vorgeführt werden kann. So hatten die Führungsteilnehmer/-innen die Gelegenheit, zu spüren, wie anstren-



Fotos: Klaus Stein

gend die Frischluftversorgung des Bunkers bei Stromausfall ist, wenn die Anlagen händisch bedient werden müssen.

### Bunker wurde später zur Weinhandlung

Zwischen 1984 und 1987 herrschten bessere Zeiten: Zu diesen unterhielt die Weinhandlung Max Wehr dort die Filiale „Felsenkeller“, die mit einem Getränkeausschank, Sitzplätzen und bunt dekorierten Tischen zum Verweilen einlud. „Dank Fotoaufnahmen, die die Familie Wehr zur Verfügung gestellt hat, konnten wir den 'Felsenkeller' rekonstruieren“, freut sich Klaus Stein.

„Klaus Stein hat uns einen beeindruckenden Einblick in die Wuppertaler Geschichte gegeben, die sein Team und er im Felsenbunker konserviert und so noch vielen Besucher/-innen präsentieren kann. Für diese Führung und das Engagement bedanken wir uns als VDI herzlich!“ so Nele Gardner, Vorsitzende des VDI Bergischer Bezirksvereins.

Touren durch Wuppertals Bunkeranlagen können über die Wuppertal Touristik (0202/ 563 – 21 80 und www.wuppertalshop.de) gebucht werden. Klaus Stein bietet zudem Sonderführungen an, die unter klaus-stein@gmx.de angefragt werden können.



Lilian Abu Dalou, Ebru Cetin und Nadia Friedrich (v.l.n.r.).

**BERGISCHER BEZIRKSVEREIN**

## Warum Maschinenbau oder Sicherheitstechnik in Wuppertal studieren?

Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik und Verein Deutscher Ingenieure (VDI) Bergischer Bezirksverein werben gemeinsam für ein Studium an der Bergischen Universität

Über 13 Prozent aller Industriearbeitsplätze im Bergischen Städtedreieck – Wuppertal, Solingen und Remscheid – sind laut aktuellen Angaben des Maschinenbaunetzwerkes Bergisch Land im Maschinenbau angesiedelt. Waren die Neueinschreibungen in den Fächer Maschinenbau und Sicherheitstechnik in den letzten Jahren immer stabil, so sind die Anfängerzahlen jetzt auch an der Bergischen Universität Wuppertal spürbar zurückgegangen.

### FÜHRUNGSKRÄFTEAUSBILDUNG FÜR INGENIEURE BERUFSBEGLEITEND STUDIEREN

<p><b>MBA General Management</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Weiterbildung in Management mit internationaler Ausrichtung</li> <li>▶ Interdisziplinäres Studium Generale</li> <li>▶ Vorlesungen im Hybridmodell</li> </ul>	<p><b>Master Digital Business Engineering</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Direkt nach dem Bachelorabschluss studierbar</li> <li>▶ Weiterbildung in Engineering, Digitalisierung, IT und Management</li> <li>▶ Individuelle Schwerpunktwahl</li> </ul>	<p><b>Hochschulzertifikate</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Lean Management Kaizen Practitioner</li> <li>▶ Six Sigma Yellow Belt</li> <li>▶ Six Sigma Green Belt</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Akademische Weiterbildung | [www.th-deg.de/weiterbildung](http://www.th-deg.de/weiterbildung) | Tel. 0991 / 3615 - 8245 | [nina.schulz@th-deg.de](mailto:nina.schulz@th-deg.de)

Der bundesweite Rückgang und die damit verbundene Sorge über einen Fachkräftemangel wird durch den Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) bestätigt.

Vor diesem Hintergrund hat sich eine gemeinschaftliche Initiative des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) Bergischer Bezirksverein und der Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik gebildet. Seit einigen Wochen werden in deren Rahmen Studierende als sogenannte Studienbotschafter/innen in die Schulen geschickt, um dort junge Menschen über die beiden Studienfächer zu informieren. Ein zentrales Anliegen ist es zudem, mehr Frauen für diese Fächer zu begeistern.

Der jüngste Termin fand am Mittwoch, 27. April 2022, im Berufskolleg am Haspel statt. 40 Schüler/innen folgten aufmerksam dem Vortrag von Nadia Friedrich, Ebru Cetin und Lilian Abu Dalou, die selbst die vorgestellten Fächer studieren.

### Flexibles Studium im familiären Umfeld

Konstruktion, Mechatronik, Arbeitssicherheit oder Umweltschutz – die späteren Aufgabengebiete nach einem Maschinenbau- oder Sicherheitstechnik-Studium sind vielfältig. Studentin Nadia Friedrich betonte ein Alleinstellungsmerkmal an der Bergischen Universität: „Im Gegensatz zu anderen Hochschulen muss bei Studienbeginn in Wuppertal kein Schwerpunkt festgelegt werden. Dieser kann im Verlauf des Studiums gewählt werden.“

Alle drei Vortragenden hoben zudem die umfassenden Hilfs- und Unterstützungsangebote der Fakultät Maschinenbau und

Sicherheitstechnik, etwa zur Auffrischung der mathematischen Kenntnisse, und die familiäre Atmosphäre innerhalb der Fächer hervor. Lilian Abu Dalou berichtete zudem von dem guten Verhältnis von Studierenden zu Mitarbeiter/innen an der Fakultät: „Dozierende und Studierende kennen sich beim Namen, Kontakte zu knüpfen fällt leicht.“ Zusätzlich betonte sie die hervorragende Infrastruktur an der Universität: „In den Laboren am Hauptcampus Griffenberg, die uns als Maschinenbauer/innen zur Verfügung stehen, können wir auf eine umfangreiche technische Ausstattung zurückgreifen, zu der zum Beispiel 3D-Drucker oder Industrieroboter gehören, um praxisorientiert an unseren Projekten zu arbeiten.“

„An der Bergischen Universität haben die Studierenden eine breite Auswahl an Studienangeboten. Dazu zählen zum Beispiel das Studium des Sicherheitstechnikers und die Master-Vertiefung im Qualitätsingenieurwesen oder in Prozesstechnik. Zusätzlich bietet die Universität die Möglichkeiten eines dualen Studiums im Bachelor an“, ergänzt Studienbotschafterin Ebru Cetin.

### Enger Kontakt zur Wirtschaft und zu lokalen Unternehmen

Enge Kontakte existieren auch in Richtung Wirtschaft und Unternehmen. „Bei uns ist das Verhältnis Studierende zu Industrieunternehmen sehr gut. Viele unserer Studierenden arbeiten bereits parallel zum Studium in Unternehmen in der Region. Mitgliedsunternehmen des Maschinenbaunetzwerkes Bergisch Land halten sogar die Vorlesung 'Sondermaschinenbau' bei uns an der Universität. So sind unsere

Absolventen/innen besser für den Sondermaschinenbau gerüstet und es ergeben sich früh direkte Kontakte zu den Unternehmen. Das hat für beide Seiten große Vorteile“, so Univ. Prof. Dr.-Ing. Peter Gust. Auch innerhalb der Bergischen Universität können Studierende ihre Fähigkeiten in der Praxis erproben – zum Beispiel beim Green Lion Racing Team, wie Friedrich vortrug: „Beim Racing Team entwickelt ihr euren eigenen Rennwagen und nehmt an einem internationalen Konstruktionswettbewerb teil. Damit sammelt ihr nicht nur wertvolle Erfahrungen, sondern könnt mit diesem Engagement künftige Arbeitgeber/innen beeindruckern.“

Abgerundet wurde der Auftritt am Berufskolleg durch einen Vortrag der Zentralen Studienberatung (ZSB), der beispielsweise die Themen Studienfinanzierung und Hochschulzugangsberechtigung behandelte, und „Uni-Tüten“ für die Schüler/innen mit umfangreichen Informationen zu den Studienfächern.

Der nächste Schulbesuch der Fakultät Maschinenbau und Sicherheitstechnik soll am 21. Juni 2022 am Städt. Gymnasium Sedanstraße erfolgen. „Schulen im Bergischen Städtedreieck und darüber hinaus können sich bei Interesse an einem Vortrag bei uns melden, wir kommen gerne vorbei“, so Ebru Cetin, die auch den Besuch am Haspel abgestimmt hat. Interessenten können sich bei Projektkoordinator Marco Kuhlmeier von der Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik melden.

Kontakt: Marco Kuhlmeier, Fakultät für Maschinenbau und Sicherheitstechnik, Vorstandsmitglied VDI Bergischer Bezirksverein, Tel. 0202/439-2080, E-Mail: marco.kuhlmeier@uni-wuppertal.de

## EINFACHE LÖSUNGEN AUS EINER HAND.

Komplexe Industriestandorte verlangen durchdachte Energielösungen. Perfekt abgestimmte Lösungen, die durch Wirtschaftlichkeit bestechen und durch echte Nachhaltigkeit in guten Händen. Damit Sie sich auf das konzentrieren können, was zählt: Ihr Kerngeschäft. Sichern Sie sich die GETEC-Expertise für alles was Sie vorhaben. Profitieren Sie von mehr Leistung, mehr Effizienz und reduzieren Sie Ihren Carbon-Footprint.

ENERGIE FÜR MEHR.

WWW.GETEC-ENERGYSERVICES.COM



GETEC



OSNABRÜCK-EMSLAND BEZIRKSVEREIN

## Abenteuer Zeitmessung

Vor wenigen Tagen haben die VDini Osnabrück mit der Gruppe der 4- bis 8-Jährigen das Uhrenmuseum in Bad Iburg besucht.

Das historische Gebäude am Fuß der Schloss- und Klosteranlage Iburg, beeindruckt schon auf den ersten Blick mit der größten funktionsgesteuerten Taschenuhr der Welt, die an der Fassade prangt. Von da an sind Klein und Groß garnicht mehr aus dem Staunen heraus gekommen.

Über 800 Uhren füllten die Räumlichkeiten, von der französischen Sonnenuhr

aus dem Jahr 1470, über verschiedene Kirchturmuhren, bis hin zu aufwendig verzierten Schwarzwälder Uhren.

Es gab Uhren zu jedem Anlass zu entdecken. Solche, die in Manschettenknöpfe eingepasst wurden, andere, die einst prunkvoll den Kaminsims schmückten und jene, die uns im Alltag schon mal ärgern: die Parkuhren. Die Führung durch die Ausstellung wurde

begleitet von einer kleinen Schatzsuche, welche die jungen Besucher natürlich erfolgreich meisterten. Die gesuchten Uhren konnten alle entdeckt werden.

Aber mindestens so spannend wie die Schatzsuche war jedes Mal der Moment, wenn der stolze Besitzer dieser Sammlung eine der Uhren so umstellte, dass kurz darauf ein lauter Ton erklang, oder aber ein kleines Männchen die Leiter hoch zur Bauerstochter stieg und ein anderes Männchen sich eine Portion Klöße zu Gemüte führte.

Im Anschluss an die Führung gingen die kleinen Entdecker erstmal auf die Suche nach ihren Favoriten; gar nicht so einfach bei so einer Auswahl!



# KOOPMANN

ENERGIE- UND ELEKTROTECHNIK

[www.hk-c.de](http://www.hk-c.de)

PROFESSIONELLER SERVICE  
IN DER **ENERGIETECHNIK**

  
INSTANDHALTUNG 4.0

  
KABEL

  
ENERGIEZENTRALEN

  
SCHALTGERÄTE

  
PRÜFUNG & DIAGNOSE

  
TRANSFORMATOREN

  
BLITZSCHUTZ

  
SCHUTZ- & LEITTECHNIK

BERLIN  
BREMEN  
CLOPPENBURG  
HAMBURG  
HANNOVER  
KAMEN  
KASSEL  
KIEL  
OSNABRÜCK  
NIEDERRHEIN  
KÖLN  
WESSELING  
SIEGEN  
DUISBURG

**KOOPMANN Gruppe** | Zum Brook 21 | 49661 Cloppenburg  
Tel.: 04471 9494 0 | E-Mail: info@hk-c.de

# PRODUKTE? WIR LEBEN LÖSUNGEN.



## Unsere Kompetenz:

Kettensysteme und Bauteile für breiteste und anspruchsvollste Anwendungen.

## Unser Anspruch:

Passgenaue Lösungen, die Ihren spezifischen Anforderungen entsprechen. Von der Stange? Können wir natürlich auch.



Sie finden uns auch bei



## RUHRBEZIRKSVEREIN

### Großreinemachen an Rhein und Ruhr

Wieder findet am zweiten Samstag im September, am 10. 9. ein RheinCleanUp und ein RuhrCleanUp statt.

Bei den CleanUps sollen die Ufer der Flüsse möglichst vollständig von Müll befreit werden, damit nicht weiterhin riesige Mengen von Müll über die Flüsse ins Meer gelangen. Als VDI Ruhrbezirksverein möchten wir die Aktion unterstützen. Insbesondere suchen wir Organisatoren und Teilnehmer für einen CleanUp. Interessenten melden sich bitte bei [Werkstofftechnik@bv-ruhr.vdi.de](mailto:Werkstofftechnik@bv-ruhr.vdi.de)

## RUHRBEZIRKSVEREIN

### Das eMotion Racing Team der HRW

Das eMotion Racing Team ist ein Formel Rennstall der Hochschule Ruhr West in Mülheim an der Ruhr. 2014 wurde das Team als zunächst lockeres Zusammentreffen einiger Studierender der Hochschule Ruhr West gegründet, bis es sich zu einem festen Bestandteil innerhalb der Hochschule entwickelte. Als Team mit Studierenden aller Semester, Fakultäten und Fachrichtungen, jedoch vor allem mit den Schwerpunkten in der Fahrzeugelektronik, Mechanik, Informatik, Elektrotechnik und der Wirtschaftswissenschaften, entwickelt das eMotion Racing Team einen einsitzigen elektrischen Formelrennwagen gemäß dem Regelwerk der Formula Student Electric.

Die Entwicklung, Fertigung und Vermarktung erfolgt in intensiver Teamarbeit innerhalb eines Jahres mit dem Ziel der Ingenieursstudent\*innen sich einer praktischen Herausforderung zu stellen und Erfahrungen insbesondere



Foto: eMotion Racing Team HRW

im Automobilbau parallel zum Studium zu sammeln. Getestet werden die hierbei konstruierten Fahrzeuge in nationalen sowie internationalen Wettbewerben in verschiedenen dynamischen Disziplinen, bestehend aus einem Beschleunigungs- und Langstreckentest, dem Autocross, einem 800m langen Handling-Kurs, dem Acht-Fahren und der Energieeffizienz.

2016 konnte sich das Team als eines von 77 deutschen FSE Teams und eines von 326

FSE Teams weltweit drei Jahre in Folge erfolgreich für die Teilnahme an der Formula SAE Italy, sowie 2018 für die Teilnahme bei der Formula Student Germany qualifizieren. Das Team schaffte es mit herausragenden Leistungen alle dynamischen Disziplinen, erfolgreich zu absolvieren. Zum Abschluss der 2018er Rennsaison nahm das Team noch an der SAE Australasia in der Nähe von Melbourne teil und 2019 an der Formula Student in Andorra.

Derzeit befindet sich der bereits vierte Formelrennwagen des eMotion Racing Teams in Entwicklung, wobei das Team hier unterstützt, wird durch seine Sponsoren, insbesondere von dem VDI Ruhrbezirksverein, sowie durch die Erfahrungen ehemaliger Teammitglieder und Alumnis. Das konstruierte Rennauto wurde anlässlich der Jahreshauptversammlung des VDI Ruhrbezirksvereins vorgeführt und die Mitglieder des eMotion Teams berichteten über ihre Tätigkeiten.

## Gore-Tex Pyrad® BSD Shine

### Elektrikerschutzkleidung der **neuesten Generation**

Made in Germany



- ✓ Hoher Störlichtbogenschutz
- ✓ Hohe Atmungsaktivität
- ✓ Extrem leichtes Gewicht
- ✓ Dauerhafter Wetterschutz
- ✓ Langlebiger Warnschutz



Der starke  
**Partner**  
für Ihre  
**Sicherheit**

Telefon 03 59 52 / 4 10 0  
Telefax 03 59 52 / 4 10 20  
E-Mail: [info@bsd-dresden.de](mailto:info@bsd-dresden.de)  
Web [www.bsd-dresden.de](http://www.bsd-dresden.de)

**Bildungs- und  
Servicezentrum GmbH**  
Lutherstraße 33  
01900 Großröhrsdorf





Ruhrbezirksverein

**Einladung  
zur 150 Jahrfeier**

Sa, 8. Oktober 2022



## Einladung

zur 150 Jahrfeier des VDI Ruhrbezirksvereins am Samstag, 8. Oktober 2022  
im Erich Brost-Pavillon  
auf dem Dach der ehemaligen Kohlenwäsche Zollverein

Wir reihen uns ein in die Riege der „150“ Jährigen. Der VDI Ruhrbezirksverein begeht in diesem Jahr sein 150jähriges Jubiläum. Dies wollen wir feierlich begehen und laden Sie hierzu ein.

**Ort: Erich Brost-Pavillon auf Zollverein, Fritz-Schupp-Allee 14, 45141 Essen**

Was Sie erwartet, ist ein ansprechendes Programm:

15:30 Uhr Musikalischer Einlass

16:00 Uhr Beginn und Begrüßung

16:30 Uhr Spannende, kurze Gesprächsrunden mit hochkarätigen Gästen  
aus Wirtschaft und Wissenschaft zu ausgewählten und  
„ruhrspezifischen“ Themenschwerpunkten  
unter der Moderation von Jürgen Zurheide (Deutschlandfunk und WDR)

18:00 Uhr Buffeteröffnung, danach Live-Musik

ca. 21:00 Uhr Ende der Veranstaltung

Bitte melden Sie sich an über unsere Homepage [www.vdi.de/bv-ruhr](http://www.vdi.de/bv-ruhr)  
oder bei unserer Geschäftsstelle per E-Mail: [bv-ruhr@vdi.de](mailto:bv-ruhr@vdi.de).

**Anmeldeschluss ist der 31. August 2022**

Dem VDI Ruhrbezirksverein ist es ein wichtiges Anliegen, im Rahmen seiner  
150 Jahrfeier Geld zur Unterstützung der Ingenieurhilfe zu sammeln.

Das geht am besten über eine Teilnahmegebühr für die Mitglieder.

**Die Teilnahmegebühr beträgt 25,- Euro/Person (max. 1 Begleitperson)  
inkl. Getränke und Buffet**

Wegen der begrenzten Teilnehmerzahl bitten wir um frühzeitige Anmeldung. Bei der Anmeldung erhalten Sie die  
Bankdaten für die Überweisung der Teilnahmegebühr; bitte überweisen Sie diese unter dem Stichwort  
„150 Jahre VDI RBV“. Nach Eingang der Teilnahmegebühr werden Ihnen die Eintrittskarten zugesandt.

Da es aufgrund der Corona-Pandemie immer wieder zu Änderungen bei den Veranstaltungen kommen kann,  
möchten wir Sie bitten, die aktuellen Informationen auf unserer Webseite zu verfolgen.

Wir wünschen Ihnen gute Unterhaltung!

Vorstand des VDI Ruhrbezirksvereins e.V., Essen



*Mach mit* **TECHNIK!**



**RUHRBEZIRKSVEREIN**

## Besichtigung bei der ThyssenKrupp AG

Zum 150sten Jubiläum des Ruhrbezirksverein beleuchtet der Arbeitskreis Energie und Umwelt die Entwicklung des Ruhrgebietes mit den Schwerpunkten Kohle und Stahl.

Am 5. April wurde das ThyssenKrupp Werk in Duisburg besichtigt. Nach der Einführung im Besucherzentrum erfolgte die Busrundfahrt über das große Werksgelände

mit mehreren Stopps wie zum Beispiel im Stahlwerk. Für den 14. September ist der zweite Teil geplant: eine Führung auf Zollverein „Von Kohle, Koks und harter Arbeit“.

**RUHRBEZIRKSVEREIN**

## Die Mitgliederversammlung 2022

Am 28. April fand die Mitgliederversammlung des VDI Ruhrbezirksvereins an der Hochschule Ruhr West in Mülheim an der Ruhr statt.

Nach der Begrüßung durch den RBV Vorsitzenden Prof. Tobias Haertel stellte Prof. Dirk Rüter die Entstehungsgeschichte der Hochschule vor. Ihre Gründung erfolgte im Mai 2009. Die Gebäude am jetzigen Standort an der Duisburger Straße waren im Jahr 2015 bezugsfertig.

Anschließend stellte Prof. Rüter den Bereich Mess- und Sensortechnik vor und Prof. Katja Rösler den Bereich Maschinenbau.

Bei der eigentlichen Mitgliederversammlung gab Prof. Haertel einen Überblick über den Ruhrbezirksverein inklusive der Mitgliederentwicklung und -verteilung. Dr. Ulrich von der Crone stellte kurz Neuerungen in der Öffentlichkeitsarbeit des RBV vor. Es folgten Informationen über verschiedene Arbeitskreise.

Der Schatzmeister Dr. Jens Buntenbach übernahm den Kassenbericht. Durch die Coronapandemie haben sich die Einnahmen des RBV verringert. Allerdings gab es

auch weniger Veranstaltungen, so dass die Rücklagen des RBV weiterhin relativ hoch sind. Eberhard Wühle gab den Bericht als Rechnungsprüfer und beantragte die Genehmigung der Jahresabschlüsse 2020 und 2021. Die Mitgliederversammlung genehmigte die Jahresabschlüsse einstimmig und entlastete den Vorstand.

Anschließend wurde Jens Buntenbach als Schatzmeister wiedergewählt. Marius-Frederic Pracht schied als Schriftführer nach seiner regulären Amtszeit aus. Er konnte leider an der Mitgliederversammlung nicht teilnehmen. Als sein Nachfolger wurde Bernhard Mann gewählt.

Eberhard Wühle und Hans-Joachim Busche wurden als Rechnungsprüfer wiedergewählt.

Nachher gab es die Gelegenheit zu einer Besichtigung des eMotion Racing Fahrzeugs und einiger Labore des Maschinenbaus und der Mess- und Sensortechnik.

# TEST!



Mit Lastwiderständen von FRIZLEN die Leistungsfähigkeit von Spannungsquellen testen.

- USV-/ Notstromanlagen
- Laborprüfungen
- Lastsimulation (auch für 19"-Rack)

**FRIZLEN Leistungswiderstände**

- Belastbar
- Zuverlässig
- Made in Germany

**+100 JAHRE DYNAMIK DURCH WIDERSTAND**

Tel. +49 7144 8100-0  
[www.frizlen.com](http://www.frizlen.com)

RUHRBEZIRKSVEREIN

## Vorschau August: Das Max-Planck Institut für Kohlenforschung

Für den 25. August ist vom VDI Ruhrbezirksverein ein Besuch des Max-Planck Institutes für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr geplant.

Das Max-Planck Institut für Kohlenforschung hatte schon immer eine hohe Reputation in wissenschaftlichen Kreisen. Einer breiten Öffentlichkeit ist es bekannt geworden, als 2021 Prof. Benjamin List den Nobelpreis für Chemie erhalten hat. Es ist nicht der erste Nobelpreis, der an das Max Planck Institut für Kohlenforschung gegangen ist.

### Über das Institut

Seit mehr als 100 Jahren betreibt das Max-Planck-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr chemische Grundlagenforschung und hat seit seiner Eröffnung

als Kaiser-Wilhelm-Institut 1914 zahlreiche chemische Entdeckungen von historischer Tragweite gemacht. Es war das erste Kaiser-Wilhelm-Institut außerhalb Berlins und die erste wissenschaftliche Einrichtung im Ruhrgebiet überhaupt. Zu den wichtigsten Errungenschaften gehört die Entdeckung der Fischer-Tropsch-Synthese in den 1920er Jahren, ein Verfahren zur Herstellung synthetischen Benzins, seinerzeit auf der Basis von Kohle, das aber auch andere Kohlenstoffquellen, wie das Kohlendioxid aus Abgasen oder sogar aus der Luft nutzen kann. Wirtschaftlich und wissenschaftlich

sehr bedeutend – und ebenfalls mit dem Chemienobelpreis ausgezeichnet – war das Niederdruckpolyethylenverfahren von Karl Ziegler, das die wirtschaftliche Produktion von hochwertigen Kunststoffen ermöglichte. Aber auch ein Verfahren zur Entkoffeinierung von Kaffeebohnen wurde am MPI für Kohlenforschung entwickelt. Heute besteht das Institut aus fünf wissenschaftlichen Abteilungen, die jeweils von einem Direktor geleitet werden. Rund 400 Beschäftigte aus aller Welt widmen sich der chemischen Grundlagenforschung mit Fokus auf die Katalyse.

QUELLE: PRESSEMITTEILUNGEN DES MPI FÜR KOHLENFORSCHUNG

### Information

Für den 25. August ist ein Vortrag zum Institut, seiner Geschichte und seinen Forschungsfeldern geplant. Anschließend gibt es einen Rundgang mit Blick ins Laborhochhaus und einen Besuch von 1-2 analytischen Abteilungen.



RUHRBEZIRKSVEREIN

## Stipendienfeier

Seit 2011 gibt es das Deutschlandstipendium. Mit ihm unterstützen Firmen, Vereine oder Privatpersonen gemeinsam mit Bund und Ländern die Studierenden. Sie werden mit 300 Euro pro Monat gefördert.

Falls die Hochschulen bei dem Programm mitmachen, können sich die Studierenden um die Förderung bewerben. Neben guten Noten zählen bei der Vergabe des Deutsch-

landstipendiums auch gesellschaftliches Engagement und besondere persönliche Leistungen. Damit ist die Vergabe eines Stipendiums auch eine besondere Aner-

kennung. Der VDI Ruhrbezirksverein unterstützt sowohl bei der Universität Duisburg-Essen als auch bei der Hochschule Ruhr West am Standort Mülheim Studierende. Insgesamt werden dieses Jahr 12 Studierende gefördert.

Die Stipendienfeier an der Hochschule Ruhr West erfolgte am 1. Dezember 2021 noch online. An der Universität Duisburg-Essen erfolgte sie am 21. April in der Mensa des Campus Essen.

SIEGENER BEZIRKSVEREIN

## Die Welt der Leica

Stellvertretend für den „nicht quantifizierbaren Faktor Mensch“ steht bei Leica Peter Karbe. Gemeinsam mit seinen Kollegen aus der Entwicklung Optik treibt er die Evolution des M-Systems und der M-Objektive voran. Sie schaffen die Grundlagen, damit aus einer einzigartigen Kombination aus Hochtechnologie und Handwerkskunst neue M-Objektive gefertigt werden können. Mit seinem Vortrag im Campus Buschhütten hat der Optik-Experte einen spannenden Einblick in die Welt des Leica M-System gegeben.

Am 17.3.2022 fand der angekündigte Vortrag von Peter Karbe, im Campus Buschhütten, statt. Eine Einrichtung auf dem Gelände von Achenbach Buschhütten GmbH & Co. KG. Ein unabhängiges, eigentümergeführtes Familienunternehmen, das auf eine über 565-jährige Geschichte zurückblicken kann. Und somit die passende Umgebung genau für diesen Vortrag. Ein Vortrag, der mit großer Spannung erwartet wurde und der die Erwartungen bei den Zuhörern noch übertroffen hat.

Nachdem wir in den letzten zwei Jahren auf Präsenzveranstaltungen verzichten mussten, konnte diesmal wieder eine solche Veranstaltung durchgeführt werden. Und es kamen viele Zuhörer, die dem Konstrukteur und Entwickler von vielen bedeutenden Objektiven persönlich hören und sehen wollten. Objektive wie das berühmte LEICA NOCTILUX-M 1:0,95 / 50 mm ASPH; auch bekannt unter: König der Nacht. Erwähnung findet Herr Karbe in zahlreichen Youtube-Videos und Tutorials, wie



z. B. bei Ted Forbes (The Art of Photography) und Thorsten von Overgaard (Magic of Light).

Herr Karbe startete seine Präsentation mit Oscar Barnak und Max Berek. Beide Herren dürfen als die Grundväter des Leica M – Systems angesehen werden. Oscar Barnak für die Erfindung einer kleinen Kamera mit 24mm x 36mm Filmmaterial und Max Berek für die Entwicklung der Objektive. Heute würde man von einer disruptiven Innovation sprechen, denn diese Kamera sollte in den Fol-



# Wir suchen Grundstücke

Für den weiteren Ausbau unserer Schnellladeinfrastruktur im EnBW HyperNetz brauchen wir Sie. Empfehlen Sie uns ein geeignetes Grundstück zum Kauf und werden Sie Teil der Mobilitätswende.



[enbw.com/grundstueck-gesucht](https://enbw.com/grundstueck-gesucht)



gejahren die schweren und großen Plattenkameras ablösen. Am Anfang belächelt und nicht richtig wahr genommen hat sich diese Kamera immer mehr in den Vordergrund der Reportagefotografie gearbeitet. Aufgrund der Leichtigkeit und Handhabung als auch wegen der exzellenten Objektive.

Vielleicht wären Fotos, wie: Matrose | Krankenschwester | Kuss oder Spanien | Bürgerkrieg | Soldat oder Vietnam | Napalm | Kind nicht entstanden, wenn die Kameras weiterhin sehr schwer und unhandlich gewesen wären. Wären die Fotografen nicht einfach, nah und unauffällig genug an die Objekte herangekommen? Auf wie viele bildliche Zeugnisse hätten wir verzichten müssen? Dazu hat Robert Capa einmal gesagt: „Wenn deine Bilder nicht gut genug sind, warst du nicht nah genug dran.“



Seit 60 Jahren gibt es das Leica M-System; eingeführt 1954. 1975 war die Einstellung des Systems schon beschlossen worden. 1976 wurde die Produktion in Kanada wieder aufgenommen. Um dann 2006 den nächs-

ten Schritt von der analogen zur digitalen Welt zu vollziehen. Ein Schritt, der viel Mut, technisches Know-how und Beharrlichkeit brauchte. Dabei ging es nicht nur um den Tausch der Filmanlageplatte gegen einen Sensor. Aufgrund der Baugröße der Kamera und der Auslegung der Objektive trafen die Lichtstrahlen in den Randbereichen des Sensors nicht optimal auf die Fotodioden. Dieses Problem konnte gelöst werden und der M8, als erste digitale M-Kamera, stand nichts mehr im Weg. Und somit können die M-Objektive seit 1954 uneingeschränkt an den M-Kameras verwendet werden. Ob ein altes Objektiv an einer modernen M-Kamera oder aber auch umgekehrt. Wenn weiter oben von einer disruptiven Innovation gesprochen wurde, kann hier und an dieser Stelle von Nachhaltigkeit gesprochen werden. Ein System welches sich immer weiterentwickelt und dabei die eigenen Wurzeln nicht vergisst.

Ist es das, was im Leica M-Magazin beschrieben wird: „Per Wählrad und Einstell-



Wir regeln das.



## PQ-Box Umtauschaktion: Neue Richtlinien erfordern neue Boxen.

Die Messanforderungen verändern sich im Laufe der Zeit. Dementsprechend bieten wir Ihnen mit unserer Umtauschaktion die Gelegenheit, jetzt umzusteigen. Gutschriftregelung beim Eintausch einer PQ-Box 100:

- PQ-Box 150 (Light/Expert) 500 € \*
- PQ-Box 200 600 € \*
- PQ-Box 300 700 € \*



Jetzt an der Umtauschaktion teilnehmen:  
Vom 01.05.2022 bis zum 31.10.2022

Unsere mobilen PQ-Geräte: Genial einfach, einfach genial!

A. Eberle GmbH & Co. KG • Frankenstraße 160 • D-90461 Nürnberg • info@a-eberle.de • www.a-eberle.de

\* Der Kaufbetrag ist ohne MwSt. Die Aktion gilt ausschließlich für Käufe, die im Zeitraum vom 01.05.2022 bis 31.10.2022 getätigt werden.





Bilder: © Carsten Schmale

ring eine Kombination von Zeit und Blende bestimmen, das Geschehen vor sich einrahmen und gezielt mit dem Fokussiererring die Teilbilder im Sucher zur Deckung bringen, auslösen. Klingt simpel, und genau das ist es auch – aber gerade in seiner Zuspitzung auf nichts als das präzise Bildermachen ermöglichende Funktionen ist dieser geometrische reine Körper aus Metall und Glas fast auch eine Provokation. Lädt er doch ein, sich der Frage zu widmen, was technischer Fortschritt in der Fotografie eigentlich genau ist, was essentiell für die Ermöglichung des guten Bildes und was nicht.“

Im Vergleich zum Leica M-System stellte Herr Karbe auch das Leica SL-System, von 2015, vor. Nicht die Kamera selber, sondern die Objektive und deren Unterschied zum Leica M-System. Da es sich beim Leica SL-System um ein Autofokus basierendes spiegelloses System handelt, müssen im Objektiv die entsprechenden Motoren und Antriebe untergebracht sein. Aus diesem Grund ist das 1:2,0 / 35 mm SL-Objektiv wesentlich größer als das vergleichbare M-Objektiv.

Zwei Systeme im Vergleich. Mit unterschiedlichen Anwendungsbereichen und Ansätzen. Einmal das immer weiter entwi-

ckelte Leica M-System mit der aktuellen M11 und einmal das neue Leica SL-System mit der aktuellen SL2 und den entsprechenden Objektiven.

Im Anschluss an den Vortrag, die Beantwortung von Fragen aus dem Publikum und einer Führung durch den Campus Buschhütten, wurde diese Präsenzveranstaltung beendet.

Wir möchten hier an dieser Stelle Herrn Peter Karbe nochmals für den sehr guten und anschaulichen Vortrag danken.

MARC DECKER, STELLVERTRETENDER  
VORSITZENDER VDI – SIEGENER BEZIRKSVEREIN

## Drei Phasen zeitgleich prüfen

### Effiziente VLF-Spannungsprüfung

Mit den portablen VLF-Prüfgeräten von b2 electronics können Sie mehrere Phasen gleichzeitig prüfen. Die unlimitierte Betriebszeit und die maximale Ausgangsleistung sparen Ihnen kostbare Zeit bei der Spannungsprüfung von Mittelspannungskabeln vor Ort.

Minimierte Prüfdauer, intuitive Bedienung, kompaktes und tragbares Design.

„Wir schlagen drei Fliegen  
mit einer Klappe!“ Florian Büchel



**b2**  
electronics

## SIEGENER BEZIRKSVEREIN

# Ringleitung in der Stockwerksinstallation korrekt berechnen

Der Erhalt der Trinkwasserhygiene – Aus dem Arbeitskreis Technische Gebäudeausrüstung.

Der Erhalt der Trinkwasserhygiene in Wasserverteilungssystemen innerhalb von Gebäuden ist von vielen unterschiedlichen Faktoren abhängig. Aufgrund der Wechselbeziehungen einiger dieser Faktoren untereinander kommt der Rohrleitungsführung eine hohe Bedeutung zu. Stagnation von Trinkwasser ist der wohl kritischste Faktor für die Vermehrung fakultativ-pathogener Krankheitserreger. Mit einem Ringleitungssystem als Stockwerksleitung ist der regelmäßige Wasseraustausch unabhängig von der Frage, welche Entnahmestelle geöffnet wurde, sichergestellt.

Die Vermeidung von Stagnation in Trinkwasserleitungen ist nicht nur ein Thema für die Installation in einem Gebäude, sondern wird seit Jahren auch in öffentlichen Wasserversorgungsnetzen beachtet. Das DVGW-Arbeitsblatt W 400-1 (Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen – Planung) beschreibt im Kapitel 4.4.2 „Stagnation“, dass Wasserverteilungssysteme so geplant werden

müssen, dass Stagnation minimiert wird, da dies zu einer gemäß Trinkwasserverordnung unzulässigen Beeinträchtigung der Wasserqualität führen kann. In öffentlichen Wasserversorgungsnetzen sind Ringleitungen auch aus Gründen der Betriebssicherheit (Versorgungssicherheit) seit Jahren üblich.

Im Bereich der Stockwerksinstallation finden sich in der Praxis aber oft herkömmliche T-Stück-Installationen. Diese sind jedoch hygienisch ausgesprochen bedenklich, da jede Entnahmemarmatur regelmäßig genutzt werden muss, um das Wasser aus der Stichleitung (Einzelzuleitung) auszutauschen. Denn der länger andauernde Kontakt von Trinkwasser mit Rohrleitungs- und Armaturenwerkstoffen kann unter anderem zur Migration von Werkstoffbestandteilen in das Trinkwasser und zur Steigerung des Nahrungsangebotes für Mikroorganismen führen. Damit das Risiko mikrobieller Verkeimung verringert werden kann, fordert zum Beispiel die VDI

Richtlinie 6023 (Hygiene in Trinkwasser-Installationen- Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung), dass die Leitungsführung und die Anordnung der Entnahmestellen so zu planen sind, dass ein höchstmöglicher Wasseraustausch erreicht wird. Dies bedeutet, dass Trinkwasser-Installationssysteme konstruktiv so aufgebaut werden müssen, dass bereits im bestimmungsgemäßen Betrieb, also mit stattfindenden Wasserentnahmen, möglichst viele Rohrstrecken durchströmt werden.

Im Rahmen eines Vorbereitungstermin für eine Veranstaltung des VDI Arbeitskreis Technische Gebäudeausrüstung (TGA) informiert YU Xiutao M.Sc. über seine Bachelorarbeit „Bemessung von Trinkwasser-Ringleitungen in Gebäuden“.

Im Mittelpunkt der Abschlussarbeit von YU Xiutao stand der Vergleich der Berechnungsgrundlage für die differenzierte Berechnung des Druckbedarfes in Ringleitungen nach dem sogenannte „Hardy Cross Verfahren“ zur Methode nach dem chinesischen Iterationsverfahren unter Berücksichtigung der Norm GB 50015 (GB steht für „Guójiā Biāozhǔn“, „Nationaler Standard“ der Wasserversorgung und Entsorgung für Gebäude, V.R. China).

YU Xiutao M.Sc. hat nach seinem erfolgreich absolvierten Bachelorstudium im Fachbereich Maschinenbau und Finanz- und Betriebswirtschaft in Beijing (China) und seinem Masterstudium Maschinenbau an der Universität Siegen nun im Rahmen seiner Weiterbildung den Bachelorstudiengang Versorgungstechnik am Harbin Institute of Technology (China) abgeschlossen.

## Ringleitung verhindert Stagnation

Eine aus trinkwasserhygienischer Sicht wichtige Größe ist die Dynamik der Wasserbewegung in der Trinkwasser-Installation, die durch Wasseraustausch und Durchströmung (Strömungsgeschwindigkeit) definiert ist. Unter günstigen ökologischen Bedingungen hinsichtlich Temperatur und Nährstoffangebot kann sich ein langsames mikrobielles Wachstum zeigen. Dies bedeutet, wenn Wasserbewegung gering ist und/oder das Wasser in der Rohrleitung stagniert. Bei ausreichender Durchströmung und damit vorhandenen Scherkräften bildet sich ein relativ stabiler Biofilm, während Stagnation eine losere Ansammlung an Bakterien erzeugt. Um zu vermeiden, dass diese sich ablösen und den Nutzer gefährden, ist neben der regelmäßigen Nutzung der Entnahmestellen genauso wichtig, die Rohrleitungen bedarfsgerecht zu dimensionieren. In der Praxis finden sich

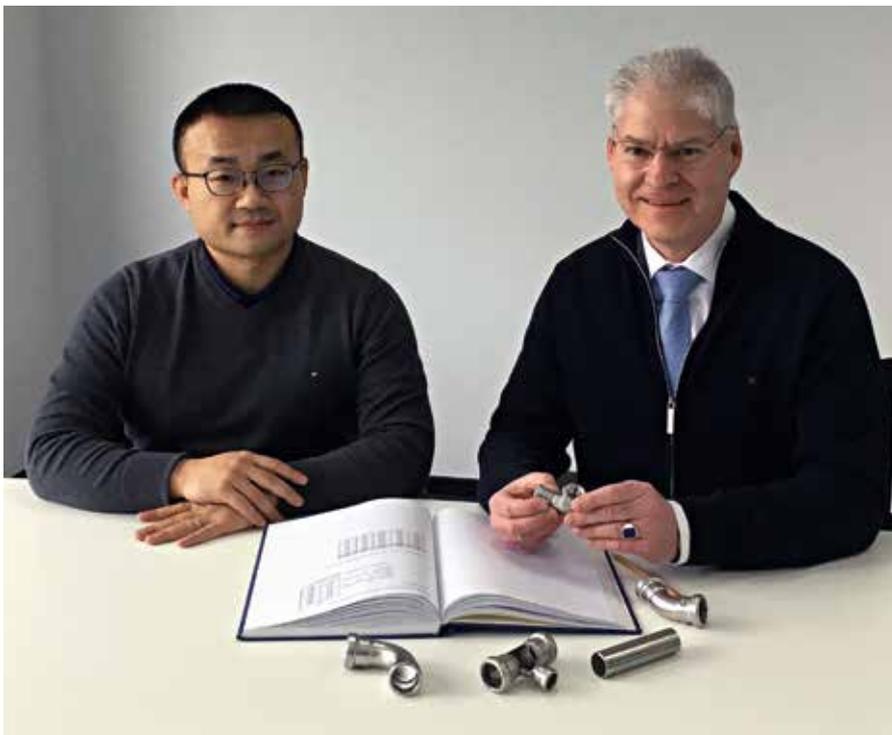


Bild: Frank Kasperkowiak

YU Xiutao M.Sc. (links), informiert den VDI Arbeitskreis Technische Gebäudeausrüstung über die Zusammenhänge zwischen Wasserqualität und den Anforderungen an die Trinkwasser-Installation in Gebäuden. Dipl.-Ing. Frank Kasperkowiak (rechts).

hingegen immer wieder Einzelzuleitungen, an die der eigentliche Verbraucher immer noch über eine T-Stück-Installation angebunden ist. Trotz der recht kurzen Strecke stellt diese Anbindeleitung einen nicht regelmäßig durchströmten Rohrleitungsabschnitt mit entsprechend hohem Verkeimungsrisiko dar. Als Alternative zu T-Stück-Installationen gelten „durchgeschleifte“ Reihen- oder Ringleitungsinstallation, bei denen die Anbindung der Zapfstellen über durchströmte Doppelwandscheiben erfolgt. So ist immer ein regelmäßiger Wasseraustausch bis unmittelbar an den Armaturenanschlüssen gewährleistet. Zusätzlich kann durch die Platzierung des Hauptverbrauchers, beispielsweise ein WC am Ende einer Reihenleitung, für eine regelmäßige Nutzung gesorgt werden. Durch ergänzendes Verlegen einer Leitung von der letzten Entnahmestelle zum Stockwerkverteiler entsteht aus der Reihenleitung eine Ringleitung (siehe Abbildung). Auf diese Weise entsteht ein geschlossener Ring. Bei einer Wasserentnahme aus einer Ringleitung, wird jede Armatur bei Benutzung von zwei Seiten mit Trinkwasser versorgt. Durch diese Installationsweise wird sichergestellt, das bei

Wasserentnahme an beliebiger Stelle in jeder Teilstrecke der Ringleitung Trinkwasser fließt.

### Volumenströme in Ringleitungen

Die Berechnung eines Ringsystems, wie sie im Kommentar zur DIN 1988 (Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen; Ermittlung der Rohrdurchmesser) beschrieben wurde, beruht allerdings auf Annahmen von hydraulischen Bedingungen, beispielsweise der 50%igen Aufteilung der Volumenströme am Verteiler, die eher eine Ausnahme darstellen. Dies führt dazu, dass in der Praxis, unabhängig von den tatsächlichen hydraulischen Bedingungen, die Aufteilung der Volumenströme bei der Spitzenbelastung „nach der Erfahrung“ und damit nicht fachgerecht vorgenommen wird. Installationen mit zu großen Rohrnennweiten würden in der Folge Einfluss auf die Investitionskosten sowie auf das Anlagenvolumen haben.

Und woher fließt das Wasser zur Entnahmestelle? Entstehen eventuell sogar Teilstrecken ohne Wasseraustausch? Diese Fragen können mit der Anwendung des sogenannten Hardy- Cross-Verfahrens beantwortet werden, das aus der Berechnung von Stab-

Tragwerken in der Statik stammt und sich für die Bemessung von Ringleitungen in kommunalen Versorgungsnetzen schon viele Jahre bewährt hat. Anders als die in der Heizungs- und Sanitärtechnik bislang bekannten Druckverlust- Berechnungsmethoden, handelt es sich hierbei um ein iteratives Verfahren zur Ermittlung der sich – aufgrund der vorhandenen Widerstände im Ring – einstellenden Volumenströme. Iterativ deshalb, weil die Volumestromaufteilung zunächst genauso wenig bekannt ist wie die sich daraus ergebenden Druckverluste. Mithilfe eines Korrekturterms wird der Startwert für die Berechnung in Iterationsschleifen so lange angepasst, bis dieser gegen Null geht und der Volumenstrom ermittelt ist.

### Druckverlustberechnung in Ring-Stockwerkverteilungen

Bei der Analyse einer Ringleitung ist das Hauptproblem die Bestimmung der Volumenströme und deren Aufteilung über die Fließwege und damit der unbekannte Druckverlust. Bekannt sind die einzelnen Entnahmeverluste der Armaturen sowie die Widerstände der Rohrleitungen und der

## Mobile, digitale Schraubtechnik

Mehr Arbeits- und Prozesssicherheit durch intelligentes vorausschauendes mobiles Verschrauben.

- ✓ Dokumentation des Schraubvorgangs
- ✓ Smarte Anzieh- und Analyseverfahren
- ✓ Live-Visualisierung von Schraubprozessen
- ✓ Drahtlose Steuerung und Verwaltung mittels App
- ✓ Optimale Überwachung, Systemtransparenz, Systemanalyse und Schraubenverwaltung

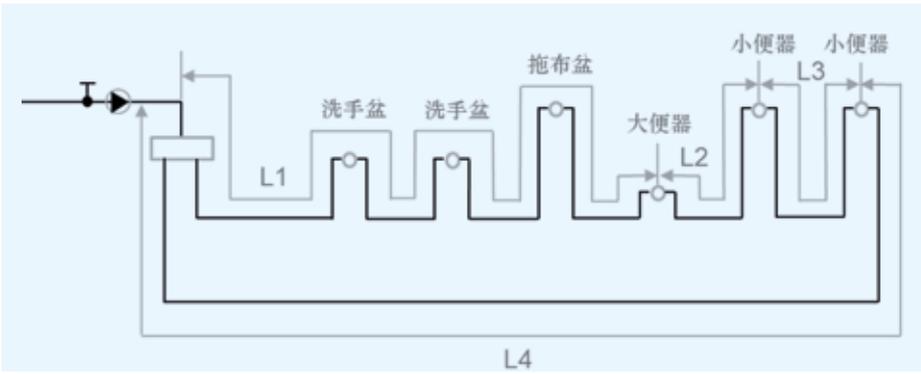
# HYTORC

Jetzt erleben unter  
[hytorc.de/digital](https://hytorc.de/digital)  
oder live auf dem  
**Hamburger  
Verschraubungs-  
forum**



QR Code  
scannen und  
Demo vereinbaren





Schematische Darstellung einer Ringleitung in der Stockwerksinstallation mit Entnahmestellen (Quelle: ZHAO Li: Water Design Manual for Building Water Supply and Drainage, China Academy of Architectural Design and Research Limited, Beijing).

Verbinder. In üblichen Stockwerksverteilungen in Wohnungen in den Sanitärräumen Bad und Küche werden maximal zwei Entnahmearmaturen gleichzeitig geöffnet sein. Ebenfalls ist bekannt, dass der Druckverlust über beide Fließwege vom Eintritt in den Ring bis zu den Entnahmestellen, wie zum Beispiel einer Dusche, gleich sein muss. Wird also an der Duscharmatur gezapft, stellt sich über beide Fließwege der gleiche Druckverlust ein. Die Teilvolumenströme, die sich aufgrund der Widerstände der Verbinder ergeben, sind unterschiedlich. Damit lässt sich das hydraulische System mit dem Lösungsansatz von Cross mithilfe einer Knoten- und Maschenbedingung in Gleichungen aufstellen. Grundlage für die Berechnung von vermaschten Rohrnetzen bilden die Kirchhoff'schen Gesetze und das Widerstandsgesetz. Mit dem iterativen (schrittweisen) Berechnungsverfahren nach Cross werden die gesuchten Volumenströme und Druckverluste in den einzelnen Teilstrecken ermittelt.

Das 1. Kirchhoff-Gesetz der Hydraulik lautet „die Summe der vorzeichenbehafteten Flüsse der Zweige eines Knotens ist Null.“ Bei dem Gesetz handelt es sich um die sogenannte „Knotenregel“. Die Summe der Zu- und Abflüsse (Volumenströme  $V_i$ ) ist Null, wenn der Zufluss positiv und die Abflüsse negativ angenommen werden. Knoten sind Punkte im Rohrnetz, an denen Rohrleitungen zusammengeführt werden oder von denen Rohrleitungen abzweigen. Einspeise- und Entnahmepunkte werden ebenfalls als Knoten bezeichnet. Das 2. Kirchhoff-Gesetz der Hydraulik lautet „die Summe aller vorzeichenbehafteten Totaldruckdifferenzen – bzw.

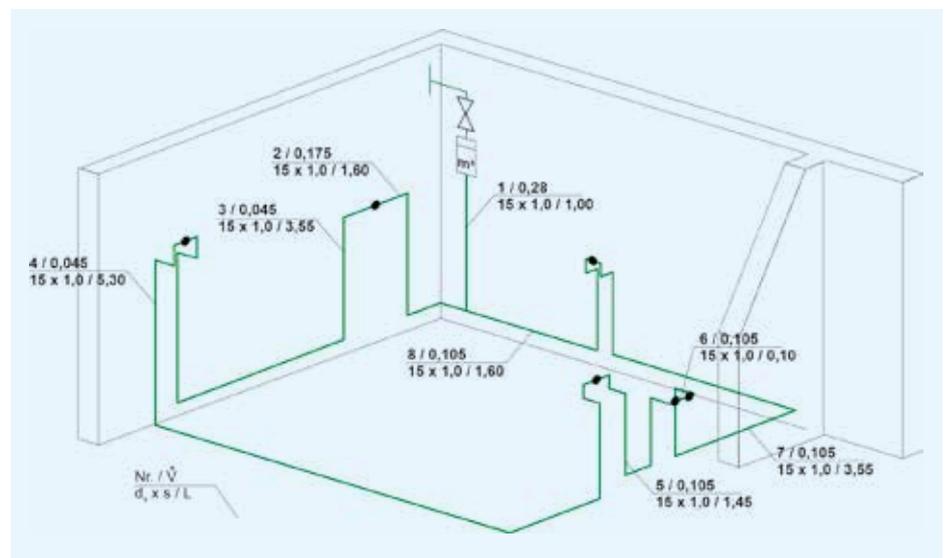
Druckverlust entlang der Zweige innerhalb einer Masche – ist Null.“ Die Summe der Druckverluste  $\Delta p_{ges,i}$  aus der Rohrreibung und den Einzelwiderständen in einer Masche ist Null, wenn die Druckverluste im Uhrzeigersinn positiv und in Gegenrichtung negativ eingesetzt werden. In der Literatur wird beschrieben, dass das Ausgleichsverfahren für Volumenströme meist eine höhere Anzahl von Iterationsschritten benötigt. Im ersten Berechnungsschritt werden die Teilvolumenströme der jeweiligen Fließwege unter Beachtung der Knotenbedingung geschätzt. Mit diesen Volumenströmen werden anschließend die Druckverluste berechnet und geprüft, ob die Maschenbedingung erfüllt wird. Ist dies nicht der Fall, werden die Teilvolumenströme über einen Differenzvolumenstrom (dieser wird auch als Korrekturvolumenstrom bezeichnet) korrigiert. Die Korrektur wird mit weiteren Iterationsschritten so lange durchgeführt, bis sich mit den berichtigten Volumenströmen in den einzelnen Teilstrecken die Maschenbedingung erfüllen lässt. Damit stehen die Volumenströme und Druckverluste

der Ringleitung sowie die sich einstellende Strömungsrichtung fest.

**Fazit**

Im Sinne der Trinkwasser-Hygiene ist es günstig, zur Vermeidung von Stagnation und für hohen Wasseraustausch die Rohrdimensionierung so gering wie möglich zu wählen. Durch die Rohrleitungsführung und die Anordnung der Entnahmestellen sollte ein kontinuierlicher, höchstmöglicher Wasseraustausch angestrebt werden. Mit einem Ringleitungssystem als Stockwerksleitung ist der regelmäßige Wasseraustausch unabhängig von der Frage, welche Zapfstelle geöffnet wurde, sichergestellt. Der Vorteil dieser Leitungsverlegung besteht darin, dass bei einer Wasserentnahme die Zuströmung über zwei Richtungen erfolgt und der gesamte Wasserinhalt der Stockwerksinstallation bewegt wird. Ein weiterer Vorteil der Ringleitung besteht darin, dass die Anordnung des Hauptverbrauchers in der Stockwerksleitung ohne Belang ist, da bei jeder Entnahme an irgendeiner Armatur sämtliche Leitungsstrecken durchströmt werden. Dies entspricht damit den Hygieneanforderungen der VDI Richtlinie 6023. Für die Bemessung von Trinkwasser-Ringleitungen in Stockwerken ist die Hardy-Cross-Methode ein geeignetes Berechnungsverfahren für die Analyse der Volumenströme und Druckverluste. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass mit der Ringinstallation ein Maximum an Durchströmung und ein Minimum an Wasserinhalt und Druckverlust realisiert werden kann. Moderne Planungsprogramme ermöglichen TGA-Fachplanern neben der Dimensionierung die Kontrolle über die trinkwasserhygienisch relevanten Strömungsbedingungen in der Trinkwasser-Installation.

YU XIUTAO, FRANK KASPERKOWIAK



Isometrische Darstellung der Trinkwasser-Installation für Bad und Küche als Ringleitung in der Stockwerksverteilung (Kaltwasser).

## Ein Denkanstoß

Von Dr. Horst Thorn, Kreuztal

Mit diesem Beitrag möchte der Autor einige Gedanken äußern, welche ihn in der gegenwärtigen Zeit bewegen und als Denkanstoß sowie Diskussionsgrundlage dienen sollen. Die beschriebene „gegenwärtige Zeit“ wird als Zeitpunkt gesehen, in dem nach dem Regierungswechsel in Deutschland noch intensiver über die Energiewende gesprochen wird, die Corona-Krise immer noch nicht zu Ende ist und der Krieg in der Ukraine uns alle vor neue Herausforderungen stellt.

Der Autor, welcher die vergangenen 50 Jahre als Erwachsener bewusst erlebt hat, stellt sich der Frage, was er oder seine Generation dazu beigetragen haben, dass die „gegenwärtige Zeit“ so ist wie sie ist, und was wir aus den gegenwärtigen Herausforderungen lernen können bzw. welche Konsequenzen daraus gezogen werden können oder sollten.

Es sei darauf hingewiesen, dass dieser Beitrag nicht versucht Antworten zu geben, sondern lediglich verschiedene Aspekte zur Diskussion stellt.

In der Presse wird fast täglich auf unterschiedliche Probleme, verursacht durch die „gegenwärtige Zeit“, hingewiesen. Leider fällt in vielen Fällen die Beschreibung der Probleme nur oberflächlich aus und die Ursachen werden in der Regel nicht genau beschrieben. Aber ohne Kenntnis der Ursachen ist eine Diskussion zur Lösung der Probleme nur bedingt möglich.

Der Autor versteht, dass es oft für viele Medien nicht darum geht, zur Lösung beizutragen, sondern auf Probleme hinzuweisen. Aus der Sicht eines Technikers trägt die Analyse der Problemursache gemeinhin zu einer besseren Lösungsfindung bei.

Als ein Beispiel sei in diesem Bezug das Problem unterbrochener Lieferketten genannt. Wir hören in den Medien, dass Fertigungen heruntergefahren oder gestoppt werden, weil „Lieferketten“ unterbrochen sind. Dieses Argument wurde in den Medien sowohl in der Corona-Krise als auch aktuell in der Ukraine-Krise angeführt. Ursachen für Unterbrechung von Lieferketten können aber sehr vielfältig sein und hier ist dem Autor unklar, für welche Industrien es welche Problemursachen gibt und welche Schritte daraus für die Problemlösung zu unternehmen sind oder was die Probleme gegebenenfalls noch weiter verschärft.

Auch die deutsche Bundesregierung hat – zumindest während der Corona-Krise – versucht, durch gesetzgeberische Maßnahmen Einfluss auf die Auswirkungen zu nehmen. Durch ein Home-Office-Angebot (oder Pflicht) konnte gerade im technischen Bereich erreicht werden, dass viele konstruktive Aufträge weiter durch die Ingenieure bearbeitet werden konnten.

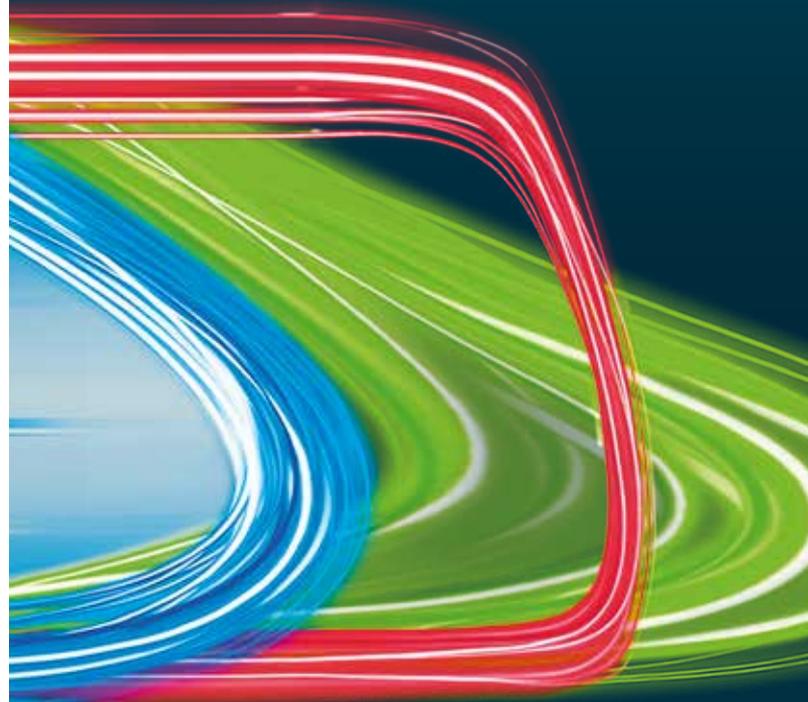
Es ist aber auch klar geworden, dass einmal mehr der verschlafene Ausbau der schnellen Internet-Verbindungen zum Engpass (und Problem) geworden ist, aber auch z.B. die kriminelle Energie von internationalen Hackerbanden (wahrscheinlich zum Teil durch uns nicht freundlich gesinnten Regierungen gefördert) neue Probleme generiert haben, weil



# InnoTrans 2022

20.–23. SEPTEMBER · BERLIN

Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik



## THE FUTURE OF MOBILITY

### KONTAKT

Messe Berlin GmbH  
Messedamm 22 · 14055 Berlin  
T +49 30 3038 2376  
innotrans@messe-berlin.de



Messe Berlin  
200 Jahre Gastgeber von Welt



# FRIEDBERG

FOCUS ON STABILITY



WINDENERGIE  
WIND ENERGY



## VERBINDUNGSTECHNIK FÜR DIE WINDKRAFT WELTWEIT!

- Windschraubensortiment HV M12 - M72  
Fundament, Turm und Rotorblatt
- Technische Beratung, Planung und Konstruktion

## FASTENING SYSTEMS FOR WIND POWER – WORLDWIDE!

- Wind fastener range HV M12 - M72 foundation  
fasteners, tower and rotor blade
- Technical support, planning and construction

TOTAL SUPPLY CHAIN

**AUGUST FRIEDBERG GMBH, GELSENKIRCHEN**

MADE IN GERMANY



STAHL- UND HOCHBAU  
STEEL CONSTRUCTION



AUTOMOTIVE  
AUTOMOTIVE



SPEZIALVERBINDUNGSTEILE  
SPECIAL APPLICATIONS

[www.august-friedberg.com](http://www.august-friedberg.com)

durch die Home-Office-Arbeitsplätze neue Sicherheitslücken in den IT-Strukturen der Unternehmen zutage getreten sind.

Aber nicht nur für die Industrie, sondern auch für die Schulen, haben sich hier die Versäumnisse der Vergangenheit – der unzureichende Ausbau der Netzwerke – negativ ausgewirkt. An dieser Stelle sei angemerkt, dass es interessant ist, zu beobachten, wie aus der Ukraine geflüchtete Kinder und Jugendliche über das Internet ein Schulangebot aus ihrer Heimat in Anspruch nehmen können, in einem Land, das sich im Krieg befindet; wenn man da an viele Diskussionen über „Home-Schooling“ während der Pandemie in Deutschland zurückdenkt, fragt man sich schon, was man daraus lernen kann und sollte!

Aber der Punkt, den der Autor hier machen will, ist ein anderer: viele Beschäftigte konnten aber auch nicht im „Home-Office“ Maschinen zusammenbauen, Schweine schlachten oder neue Wohnungen bauen. Wenn hier aufgrund einer Corona-Infektion der Arbeitsplatz nicht genutzt werden konnte, kam es zu Produktionsausfällen. Aber auch wenn die Produkte oder Waren hergestellt werden konnten, hatte es oft Auswirkungen auf die Unternehmen, denn in vielen Fällen konnten sie nicht zu den Endkunden befördert werden, weil die Transportkapazitäten nicht zur Verfügung standen.

Dieselben Probleme werden aber auch unsere Kunden und Vorlieferanten haben! Wahrscheinlich sind die Auswirkungen bei Unternehmen mit großer Fertigungstiefe stärker, weil dort die Home-Office-Möglichkeit – wenn sie dann in dort überhaupt eine Rolle spielt – weniger zur Entlastung beitragen kann.

Der Autor kennt leider keine detaillierten Analysen, was genau die Ursachen für Lieferketten-Unterbrechungen beim wichtigen Handelspartner China sind. In den Medien hört man, dass aufgrund der „No Covid“-Strategie oft ganze Städte „eingesperrt“ wurden und immer noch werden, worunter dann sicherlich auch die Produktion leidet. Andererseits hört man aber auch, dass nicht die Herstellung, sondern die Lieferung, d.h. der Transport von Gütern, ein großes Problem darstellt. Durch geschlossene Häfen bleiben Waren liegen. Wenn aber die Schiffe die Waren in den Containern nicht aus China nach Europa oder Amerika bringen, dann stehen auch hier nicht nur diese Ware nicht zur Verfügung, sondern es fehlen auch die Container, um unsere Waren dann in diesen Containern in die Welt zu schicken.

Dass nicht nur die Vormaterialien fehlen, die wir zur Produktion unserer Waren dringend benötigen, sondern auch die Transportmöglichkeiten für unsere Fertigprodukte, merken wir an dem Anstieg der Transportkosten. Überhaupt, sowohl die Verknappung der Vormaterialien als auch der Mangel an Transportkapazitäten hat zu enormen Preisanstiegen geführt und treibt die Inflation in die Höhe.

Aber auch für unsere Investitionsgüterindustrie im Maschinen- und Anlagenbau, die in der Regel mehrjährige Auftragsdurchlaufzeiten hat, ergeben sich plötzlich nicht vorhersehbare Herausforderungen. Bei den Unternehmen, die bisher noch nicht den Schritt zur Industrie 4.0 abgeschlossen haben, und die noch darauf angewiesen sind, dass eigenes Personal vor Ort beim Kunden die Anlagen aufbaut und in Betrieb nimmt, stehen vor dem Problem, dass Inbetriebnahmen – und damit Abnahmen – in den Kundenländern verzögert werden und ungeplante Kosten aufgrund von

Quarantäneaufenthalten in Hotels anfallen und die Ergebnisse zusätzlich verschlechtern.

Neben diesen Corona-bedingten Problemen, die weltweite Auswirkungen haben, trifft nun die Europäer auch noch die Ukraine-Krise. Neben der menschlichen Tragödie, die uns alle als Menschen betroffen macht, möchte der Autor an dieser Stelle die Auswirkungen auf unsere Wirtschaft betrachten.

Eine Feststellung ist, dass man auch hier die internationale Vernetzung der Wirtschaft erkennt und die Abhängigkeiten, welche sich daraus ergeben. Nicht nur, dass z.B. die Automobilindustrie Zulieferer wichtiger Komponenten verliert, sondern auch, dass sich das Fehlen von Personal offensichtlich stark auswirkt. Die Transportunternehmen, die mit polnischem oder ukrainischem Personal einen großen Teil der inländischen oder internationalen LKW-Transporte abwickeln, können ihre Aufträge für deutsche Unternehmen nicht mehr erfüllen. Wir können in der Presse lesen, das hiesige Unternehmen die Produktion zurücknehmen müssen und die Aufträge nicht abarbeiten können, weil die Fertigprodukte die Lager versperren und aufgrund fehlender Transportkapazitäten nicht geleert werden können – und dadurch auch nicht bezahlt werden.

Weiterhin lesen wir, dass in der Automobilindustrie die Produktion zum Teil eingestellt wird, weil wichtige Zulieferteile wie Kabelbäume aufgrund des Krieges in der Ukraine nicht mehr hergestellt und geliefert werden.

Gleichzeitig liest man, dass durch den Krieg auch direkt unser tägliches Leben beeinflusst wird. Es ist absehbar, dass die „Kornkammer Europas“ in diesem Jahr ihre wichtige Rolle als Getreide- oder Sonnenblumenlieferant für Europa (und die Welt) nicht aufrechterhalten kann. Als Reaktion sehen wir, dass Hamsterkäufe zusätzlich die Preise der wichtigen Güter verteuern. Aber dieser Effekt der Hamsterkäufe – zumindest hört man dies – tritt auch in der Industrie auf und führt auch dort zu selbstverschuldeten Preissteigerungen. Viele Unternehmen decken sich jetzt mit dem, was am Markt verfügbar ist, ein; im Prinzip nachvollziehbar, wenn man seine mittelfristige Lieferfähigkeit sicherstellen will. Aber im Endeffekt auch mit negativen Auswirkungen auf die Volkswirtschaft als Ganzes.

Und dann ist da noch die Energiewende! Es stellt sich die Frage, inwiefern die internationale Vernetzung („Globalisierung“) nicht auch dazu beiträgt, dass wir nun diese Energiewende brauchen.

In den letzten 50 Jahren hat sich die globale Lage sehr verändert. In Deutschland (und nicht nur hier) wurden viele Fertigungen verschlankt und immer größere Teile zu Fertigungsstandorten ins Ausland verlagert. Dies hat auch dazu geführt, dass der Materialfluss zwischen den Fertigungsstandorten erheblich zugenommen hat. Der Autor kennt überwiegend nur betriebswirtschaftliche Argumente, welche solche Verlagerungen gerechtfertigt haben. Ihm sind dagegen keine Untersuchungen bekannt, ob oder wie sich solche Verlagerungen unter Einbeziehung der Umweltbilanz volkswirtschaftlich rechnen.

Auch muss der Autor zugestehen, dass sein persönlicher ökologischer Fußabdruck sehr negativ ausfällt. Aufgrund seiner weltweiten Vertriebstätigkeit hat er nicht nur viele unterschiedliche Kulturen kennengelernt, sondern auch mit vielen Flugreisen wesentlich zu der Belastung der Atmosphäre bei-





# FÖRDERPREIS 2022 DES VDI SIEGENER BEZIRKSVEREINS

Bild: © Bventrap GmbH & Co. KG

## Wir suchen die leistungsstärksten Absolventen und Absolventinnen aus dem Abschlussjahr 2021/2022

Dem VDI Verein Deutscher Ingenieure ist die Aus- und Weiterbildung der Ingenieure sowie die Förderung des Ingenieur Nachwuchses ein wichtiges Anliegen. Seit dem Jahr 1986 stehen die FÖRDERPREISE DES VDI SIEGENER BEZIRKSVEREINS für die Anerkennung herausragender Studienleistungen in den ingenieurwissenschaftlichen und anverwandten Studiengängen an der Universität Siegen.

Bewirb  
Dich jetzt!  
5 x 1.000 Euro  
Jetzt auch für  
Bachelor  
ETI

Vergeben wird der Preis 2022 an die/den jeweils Abschlussjahrgangsbester/n mit dem niedrigsten Leistungsindex (Gesamtnote x Studiendauer/Regelstudienzeit) in den Kategorien:

	B.Sc.	M.Sc.
Bauingenieurwesen		1x
Elektrotechnik-Informatik	1x	1x*
Maschinenbau	1x	1x

\* inkl. Wirtschaftsinformatik - Fakultät III

Der Preis ist jeweils mit einer Urkunde, einem Geldbetrag (jeweils 1.000 €) und einer einjährigen kostenlosen Mitgliedschaft im Verein Deutscher Ingenieure ausgestattet.

VDI Siegener Bezirksverein,  
foerderpreis@bv-siegen.vdi.de, www.vdi.de/bv-siegen

### Q: Wer kann sich bewerben?

A: Es können sich alle Absolventen und Absolventinnen eines ingenieurwissenschaftlichen oder anverwandten Studiengangs der Universität Siegen bewerben, die zwischen dem 01.09.2021 und dem 31.08.2022 ihren Master- oder Bachelorabschluss gemacht haben oder noch machen werden.

### Q: Welche Studiengänge enthalten die unterschiedlichen Kategorien?

A: Die Kategorien lehnen sich an die entsprechenden Departments der Universität Siegen an und umfassen alle darin enthaltenen Studiengänge. Zusätzlich können sich Absolventen und Absolventinnen des Master-Studiengangs Wirtschaftsinformatik der Fakultät III bewerben.

### Q: Wie kann ich mich bewerben?

A: Für die Bewerbung muss das Bewerbungsformular (im Internet oder auf der Rückseite) ausgefüllt werden.

### Q: Muss ich sonst noch was einreichen?

A: Neben dem Bewerbungsformular müssen ein Lebenslauf, eine Kopie des Abschlusszeugnisses, eine unisono-Leistungsübersicht (nicht zu verwechseln mit dem Transcript of Records im Zeugnis) und ggf. Nachweise über studienzeitverlängerte Perioden (ehrenamtliches Engagement, Feriensemester, Mutterschaftsurlaub, etc.) eingereicht werden.

### Q: Wohin muss ich die Bewerbung schicken?

A: Die Bewerbung ist elektronisch (alle Dokumente gesammelt in einem PDF-Dokument) per E-Mail an foerderpreis@bv-siegen.vdi.de zu senden.

### Q: Bis wann muss ich meine Unterlagen einsenden?

A: Die Unterlagen müssen komplett bis zum 30.09.2022 eingegangen sein.

### Q: Wer bewertet meine Unterlagen?

A: Die Bewertung wird durch eine dreiköpfige Jury aus dem erweiterten Vorstand des VDI Siegener Bezirksvereins vorgenommen. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

### Q: Wann bekomme ich als Preisträger Bescheid?

A: Die Preisträger werden spätestens drei Wochen nach dem Bewerbungsschluss bekannt gegeben.

getragen. Seine Vertriebsfolge haben zwar auch Arbeitsplätze im Siegerland gesichert und sicher auch zu gewissem Wohlstand in den Kundenländern beigetragen, aber auch dazu, dass Fertigungsverlagerungen aus Deutschland ins Ausland ermöglicht wurden, weil nun in den Kundenländern auch anspruchsvolle Vorprodukte mit Maschinen nach unseren Standards hergestellt werden können.

Dies ist aber kein Vorwurf an die Industrie, denn auch wir als Bürger nutzen die Globalisierung und mit unseren Urlaubsferien tragen wir nicht nur zur wirtschaftlichen Entwicklung in den Urlaubsländern bei, sondern auch zum Verbrauch von natürlichen Ressourcen und der Verschmutzung der Luft. Dies umfasst nicht nur die Verschmutzung der Luft durch Feinstaub, sondern auch die Anreicherung der Treibhausgase in der Luft durch die Verbrennung fossiler Stoffe.

Was können wir also „von der Politik“ erwarten und wozu sind wir als „Bürger“ bereit, unsere Umwelt und die unserer Kinder so zu behandeln, dass wir als Menschen eine Zukunft auf unserem Planeten haben?

Wenn man aktuelle Veröffentlichungen von Klimaexperten sieht, dann ist es eigentlich schon „fünf nach 12“. Wenn wir also noch eine Chance haben wollen, die Erde für unsere Kinder und Enkel lebenswert zu erhalten, müssen wir für uns verschiedene Fragen beantworten.

Wenn man aktuelle Veröffentlichungen von Klimaexperten sieht, dann ist es eigentlich schon „fünf nach 12“. Wenn wir also noch eine Chance haben wollen, die Erde für unsere Kinder und Enkel lebenswert zu erhalten, müssen wir für uns verschiedene Fragen beantworten.

Aufgrund der komplexen Fragestellungen und der Zusammenhänge erscheint es dem Autor wichtig, mehr wissenschaftliche Aufklärung zu betreiben, um die tatsächliche Situation transparent zu machen und die Menschen mitzunehmen, denn aus seiner Sicht wird es darauf hinauslaufen, dass wir nicht nur „einfach so weitermachen“ können, sondern dass wir uns auch über unsere Prioritäten Gedanken machen müssen.

Wenn wir (einschließlich der Wissenschaft) zu dem Schluss kommen, dass wir mit der Umstellung auf erneuerbare Energien eine Energiewende schaffen und bis 2035 oder 2050 ein CO<sub>2</sub>-neutrales Wirtschaftssystem haben, dann müssen wir diesen Umbau betreiben und mit Priorität versehen. Hier sieht der Autor die Diskussion um die Prioritäten zwischen „Aufbau erneuerbarer Energien“ und „Naturschutz“. Aber auch die Versorgungssicherheit muss im Fokus stehen. Solarenergie, dessen Ausbau wir durch eine Solaranlage auf dem Dach nach vorne bringen können, liefert viel Energie im Sommer, aber wir verbrauchen im privaten Haushalt den überwiegenden Teil der Energie im Winter.



Jetzt  
Return-on-  
Investment  
kalkulieren!

**Weidmüller** 

## Rotorblattüberwachung Holen Sie das Optimum aus Ihrer Anlage heraus BLADEcontrol® – mehr Transparenz für maximalen Ertrag

### Ihre Vorteile mit BLADEcontrol®

- Höchstmögliche Anlagenverfügbarkeit
- Frühzeitige Schadenserkennung
- Optimierung der Serviceeinsätze
- Webbasierte Visualisierung
- Exakte Eisdetektion

### Profitieren Sie von unserer Erfahrung

- Bereits über 5.000 Systeme im Einsatz
- Mehr als 17.500 Maschinenjahre an Erfahrung
- Installationen in 29 Ländern
- On- und Offshore





## Förderpreis 2022 des VDI Siegenger Bezirksvereins

Hiermit bewerbe ich mich um den Förderpreis 2022 des VDI Siegenger Bezirksvereins

### Angaben zur Person

Anrede: \_\_\_\_\_ Nationalität: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Nachname: \_\_\_\_\_ Geburtsort: \_\_\_\_\_

### Kontaktdaten

Straße: \_\_\_\_\_ Telefon: \_\_\_\_\_

Hausnummer: \_\_\_\_\_ E-Mail: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

### Angaben zum Studium

Department\*: \_\_\_\_\_ Thema der Abschlussarbeit: \_\_\_\_\_

Abschluss: \_\_\_\_\_

Studiengang: \_\_\_\_\_

Prüfungsordnung: \_\_\_\_\_

Abschlussdatum: \_\_\_\_\_ Betreuender Prof.: \_\_\_\_\_

Abschlussnote: \_\_\_\_\_ Note der Abschlussarbeit: \_\_\_\_\_

\* Studierende der Wirtschaftsinformatik bitte Fakultät III angeben.

### Einzureichende Unterlagen

■ Unterschriebener tabellarischer Lebenslauf

■ Vollständige Zeugniskopie des Abschlusszeugnisses

■ Übersicht aller Leistungen aus dem unisono

■ Optional: Nachweis mit Dauer und Tätigkeit über ehrenamtliches Engagement, Feriensemester, Mutterschaftsurlaub, etc.

### Allgemeine Hinweise

Bitte reichen Sie alle Unterlagen in elektronischer Form als PDF-Dokument, alle Dokumente gesammelt in einem PDF, bis spätestens zum 30.09.2022 ein.

Die Bewerbungsunterlagen sind zu richten an:

VDI Siegenger Bezirksverein  
foerderpreis@bv-siegen.vdi.de

Ich bestätige hiermit, dass alle o. g. Angaben und eingereichten Dokumente der Wahrheit entsprechen. Weiterhin stimme ich der elektronischen Speicherung und Weiterverarbeitung meiner Daten ausschließlich zur Ermittlung der Förderpreise des VDI Siegenger Bezirksvereins zu. Es gelten die Richtlinien für die Verleihung der Förderpreise, Stand 2021. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Ort, Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Windenergie scheint im Jahresverlauf etwas gleichverteilter zu sein, aber hier scheinen auch die Widerstände bei der Standortfrage höher zu sein. Hier muss man Prioritäten setzen zwischen „Nutzen“ der Energieproduktion für die Gesellschaft und Verlust an „schöner Landschaft“, welche Gegner von Onshore-Windkraftanlagen als Argument anführen. Wenn wir auf den Ausbau von Offshore-Windkraftanlagen setzen, müssen wir damit leben, dass Energietrassen gebaut werden, welche die Energie zum Endverbraucher fördern sollen.

Neben der elektrischen Energie muss man sich aber auch Gedanken machen, welche Alternativen wir für die Wärmeenergie haben. Wenn man auf der einen Seite darüber nachdenkt, CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zu nehmen und unterirdisch zu speichern, dann ist es zumindest nicht einfach zu verstehen, Öl und Gas als Wärmequelle durch nachwachsende Rohstoffe (z.B. Holz) zu ersetzen. Diese tragen – zumindest aus Sicht des Autors – nicht zur Einsparung von CO<sub>2</sub> und wahrscheinlich auch nicht unwesentlich zur Luftverschmutzung durch Feinstaub bei.

Schließlich noch die Herausforderungen, welche den Ersatz von Gas für die Prozesstechnik mit sich bringen. Die Umstellung auf grünen Wasserstoff scheint ein sehr wichtiger Bestandteil der Energiewende zu sein, aber auch die Möglichkeiten, welche sich durch eine Wasserstoffinfrastruktur bieten, können bei der jahreszeitübergreifenden Solarstromspeicherung und für den regionalen öffentlichen Verkehr genutzt werden.

Aber wir müssen uns auch die Frage stellen, was wir darüber hinaus machen wollen oder können. Wenn wir weiterhin unser Leben so weiterführen wollen, können wir dann beispielsweise von Entwicklungsländern erwarten, dass sie nicht den Anspruch haben, ihren Lebensstandard an unseren anzugleichen? Auch wenn der Autor nicht alle wissenschaftlichen Studien kennt, so geht er davon aus, dass unsere Diskussion um die Energiewende darauf basiert, dass wir die jetzt weltweit benötigte Energie durch alternative Energien ersetzen und so die Kippunkte des Klimas vermeiden können. Aber diese Studien treffen keine Aussage darüber, wie sich der Energieverbrauch entwickelt, wenn sich

der Rest der Welt auf unseren jetzigen Standard hinbewegen würde. Hierbei stellt sich dem Autor nicht nur die Frage nach Energie, sondern allgemein nach der Verfügbarkeit von natürlichen Ressourcen, welche ebenfalls nicht unbeschränkt zur Verfügung stehen.

Gerade in der aktuellen Ukraine-Krise sehen wir, welche Abhängigkeiten wir bei der Versorgung von Ressourcen (Gas, Getreide) vom Weltmarkt haben und wie wir unsere Rolle finden müssen, bei der wir zwischen unseren moralischen Standards und den sich auf das tägliche Leben auswirkenden ökonomischen Zwängen entscheiden müssen.

Der Autor will mit diesem Betrag eine Diskussion anregen und zumindest die Basis für eine sachgerechte Entscheidung verbreitern. Er würde sich wünschen, dass die technischen und ökonomischen Informationen und das Verständnis für die aktuelle Lage, sowohl bezüglich der Energiewende als auch der Konsequenzen der Globalisierung intensiver in den Medien dargestellt werden und so die Bereitschaft der Bürger gefördert wird, die notwendigen politische Entscheidungen mitzutragen.

 **energiequelle**  
ENERGIE MIT ZUKUNFT.

## BAULEITER (m/w/d)

Deutschlandweit

*Treiben Sie gemeinsam mit uns die Energiewende voran! Energiequelle ist ein internationaler Projektierer und Betriebsführer von Windenergie- und Photovoltaikanlagen, Umspannwerken und Speichern mit über 350 Mitarbeitenden – menschlich und innovativ!*

### Ihre Aufgaben

- ✓ Bauleitung und Organisation der Baustellen
- ✓ Führung und Koordination sämtlicher externer Partner
- ✓ Erstellung und Anpassung von Bauzeitenplänen
- ✓ Erarbeitung von Ausschreibungen
- ✓ Vorbereitung von Werkverträgen und Begleitung bis zur Unterzeichnung
- ✓ Proaktive Mitarbeit bei der Konzipierung und Umsetzung der Projekte sowie Prüfung und Abnahme der Bauleistungen

### Unsere Benefits

- ✓ Faire Gehälter und flexible Arbeitszeiten
- ✓ Dienstwagen auch zur Privatnutzung
- ✓ Individuelle Gesundheitsförderung durch z.B. Gesundheitsbudget und frisches Obst
- ✓ Regelmäßige Veranstaltungen wie Beachvolleyball und Sommerfest
- ✓ Familiäre Atmosphäre



Weitere Informationen, Filmmaterial über uns als Arbeitgeber sowie die Bewerbungsunterlagen finden Sie unter:

[www.energiequelle.de/karriere](http://www.energiequelle.de/karriere)

# Zukunft: CO<sub>2</sub>-neutrale Stahlproduktion in 2039

Wasserstoff und biogene Ersatzstoffe sind an die Stelle von fossilen Energieträgern getreten. Damit steuern wir im Jahrzehnt vor 2050 über unsere gesamte Wertschöpfungskette die Treibhausgasneutralität an.

- Erneuerbare Energien
- Recycling-Kreislauf

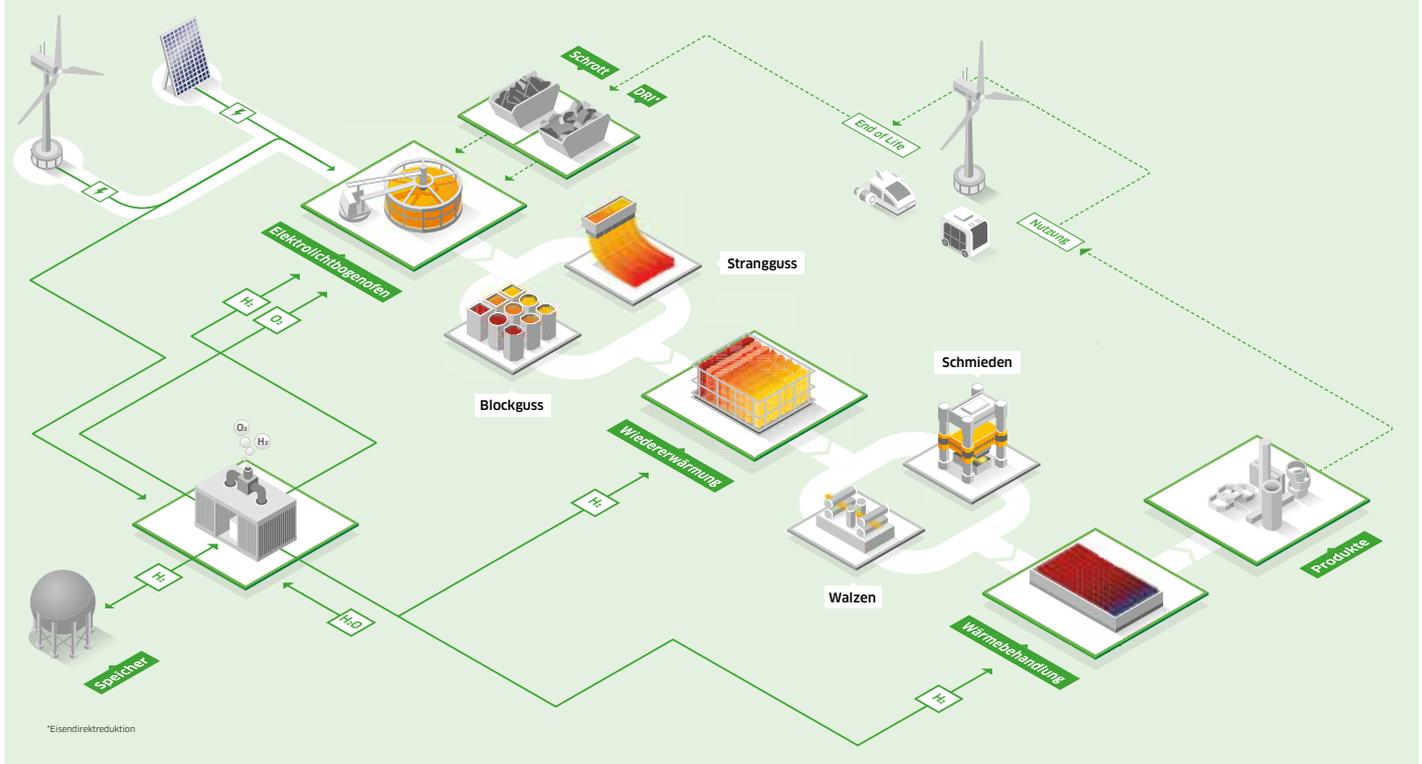


Abbildung 1: CO<sub>2</sub>-neutrale Stahlproduktion der GMH Gruppe in 2039.

## DEKARBONISIERUNG

# Grüner Stahl für nachhaltige Anwendungen

**Die GMH Gruppe hat ein klares Ziel vor Augen: Bis 2039 soll die Stahlproduktion klimaneutral sein. Mit Stahl aus dem Elektrolichtbogenofen und optimierten Prozessen ist dieses Vorhaben realistisch umsetzbar.**

Schon frühzeitig hat sich die GMH Gruppe zur Umstellung auf Elektrostahl entschlossen und betreibt aktuell mehrere ihrer Werke mit Elektrolichtbogenöfen (ELO). Am Standort Georgsmarienhütte wird bereits seit 1994 Qualitäts- und Edelbaustahl mit dem ELO aus 100% Schrott erzeugt. Der entscheidende Vorteil hier: Allein bei der Rohstahlherstellung wird fünfmal weniger CO<sub>2</sub> verursacht, als bei der Rohstahlproduktion traditioneller integrierter Hüttenwerke mit Hochofenroute. So steht Elektrostahl für ca. 30 % der Produktion in Deutschland, aber nur für 3 % der Emissionen der Stahlindustrie.

Seit über 25 Jahren vertreibt die GMH Elektrostahl und forciert unter dem Green Steel Label zukunftsorientierte Maßnahmen und Prozesse, um weitere erhebliche Reduzierungen des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks zu erreichen.

Durch den individuellen Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien ist dies bei der GMH heute schon möglich. Bis 2039 soll auf 100 % grünen Strom umgestellt werden und zusätzlich die Verwendung von grünem Wasserstoff anstelle von Erdgas folgen. So kann z. B. auch das Aufwärmen von Blöcken für den Walzprozess oder die Wärmebehandlung von Stabstahl CO<sub>2</sub>-neutral durchgeführt werden.

Neben einer CO<sub>2</sub>-neutralen Stahlproduktion spielt die Verarbeitung und Anwendung von Stählen ebenfalls eine wesentliche Rolle bei der Energiewende. So können z. B. hochfeste Stähle für den automobilen Leichtbau eingesetzt werden und damit entweder ringiertere Kraftstoffverbräuche bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor oder eine Erhöhung der Reichweite von Elektrofahrzeugen erzielt werden. Auch spielt ein qualitativ hochwer-

tiger Stahl bei der Bauteillebensdauer – und damit für den gesamten Wertstoffkreislauf – eine zentrale Rolle. Je länger der Lebenszyklus eines Bauteiles ist, desto besser ist auch der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Endproduktes.

Bei der GMH werden neben Edelbaustählen für Automotive-Anwendungen z. B. auch hochqualitative Werkstoffe für Windenergieanlagen produziert. So stellen langjährige Kunden der GMH bereits seit Jahrzehnten wesentliche Bauteile für On- und Offshore-Anlagen her, z. B. für Rotorblattverstellungen, Getrieberinge oder Flanschwellen, die in den Gondeln der Anlagen verbaut werden. Zudem benötigen leistungsstarke Windkraftträder hochfeste Schrauben und Verbindungselemente für Rotorblätter, Rohr- und Gittermasttürme sowie das Fundament. Der von GMH produzierte Stab- oder Blankstahl wird dabei als Vormaterial entweder in gewalzter /geschälter Ausführung zum Schmieden oder im bereits vergüteten Zustand zur spanenden Herstellung solcher Bauteile geliefert. Der verwendete GMH-Stahl leistet also bereits heute einen wesentlichen Beitrag zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zum Schutz unserer Umwelt.

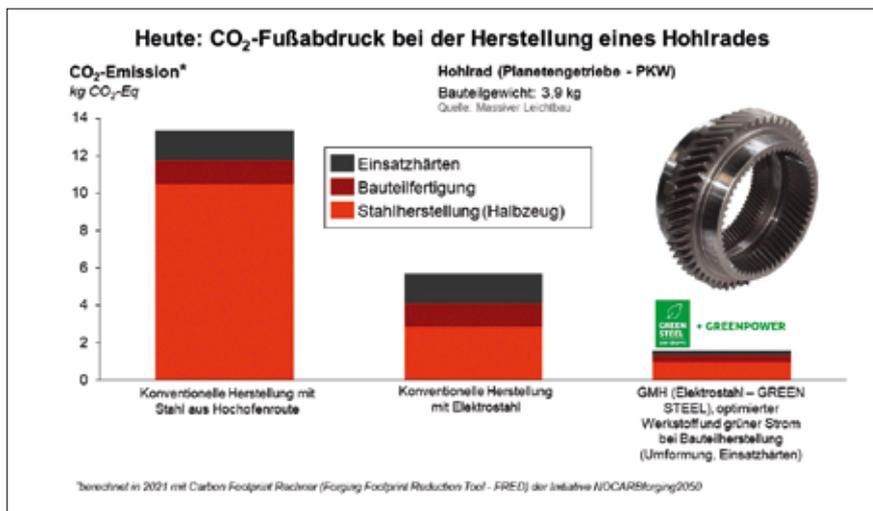


Abbildung 2: Optimierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes bei der Herstellung eines Hohlrades.

Stahl bietet somit eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang der Prozesskette. Für eine möglichst optimale CO<sub>2</sub>-Bilanz ist jedoch auch die Werkstoffauswahl entscheidend.

### CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Wahl der richtigen Werkstoffe

Anwendungen, insbesondere im Bereich der E-Mobilität, bringen steigende Anforderungen mit sich und erfordern somit neue werkstofftechnische Lösungen. Um diesen Anforderungen an Werkstoffeigenschaften sowie wirtschaftlicher Fertigung gerecht zu werden, optimiert und entwickelt die GMH stetig neue Werkstofflösungen.

Bei der Herstellung von Bauteilen aus Einsatzstählen, wie z. B. Zahnräder und Getriebeteile, ist die Steigerung der Wirtschaftlichkeit und die CO<sub>2</sub>-Einsparung durch eine Verminderung der Prozessdauer des Einsatzhärtens mittels Hochtemperatur-Aufkohlung möglich. Voraussetzungen dafür sind der Einsatz eines geeigneten Werkstoffes und ein hinreichendes Verständnis vom Einfluss der Prozesskette, um beim Aufkohlen eine ausreichende Feinkornbeständigkeit sicherzustellen. Eine deutliche CO<sub>2</sub>-Einsparung ist darüber hinaus durch die Nutzung von modernen Vakuumöfen für den Aufkohlungsprozess realisierbar. Insgesamt ergeben sich beim Einsatzhärten damit CO<sub>2</sub>-Einsparungen von über 50 % im Vergleich zur konventionellen Aufkohlung von Bauteilen.

Die GMH ist zudem Spezialist für Stähle, die ihre finalen Eigenschaften nach geregelter Abkühlung aus der Schmiedehitze erlangen. Durch den Einsatz von diesen ausscheidungshärtenden-ferritisch-perlitischen Stählen (AFP-Stählen), wie z. B. 18MnVS5,

38MnVS6 oder 46MnVS5 sowie bainitischen Stählen wie z. B. dem 16MnCrV7-7, kann auf den Vergütungsprozess verzichtet werden. Diese Prozesseinsparung hat ebenfalls den Vorteil einer deutlichen Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes.

### Berücksichtigung des gesamten Herstellungsprozesses

Neben der Vormaterialherstellung ist auch die eigentliche Fertigung der Bauteile durch Umformung, zusätzliche Wärmebehandlung und Endbearbeitung sehr energieaufwendig. Im obigen Diagramm, Abbildung 2, ist beispielhaft der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bei der Herstellung eines Hohlrades (PKW-Getriebe) dargestellt. Dabei wurden die drei Prozessschritte Vormaterial- und Bauteilherstellung sowie das abschließende Einsatzhärten mit Hilfe des FRED-Tools (Forging Footprint Reduction Tool) aus dem Projekt NOCARBorging2050 des Industrieverbandes Massivumformung (IMU) berücksichtigt. Hierbei wird deutlich, dass durch die Verwendung des GMH-Elektrostahls ein wesentlicher Teil der CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden kann. Durch die Verwendung von grünem Strom, einem optimierten Werkstoff sowie modernen Aufkohlungsöfen sind darüber hinaus weitere erhebliche Einsparungen von CO<sub>2</sub> realisierbar. So ist technologisch bereits heute eine Reduzierung von insgesamt über 80 % des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes bei der Herstellung von Bauteilen aus Stahl möglich. Das ambitionierte Ziel: Vollständige Klimaneutralität durch den Einsatz von Wasserstoff bis spätestens 2039.

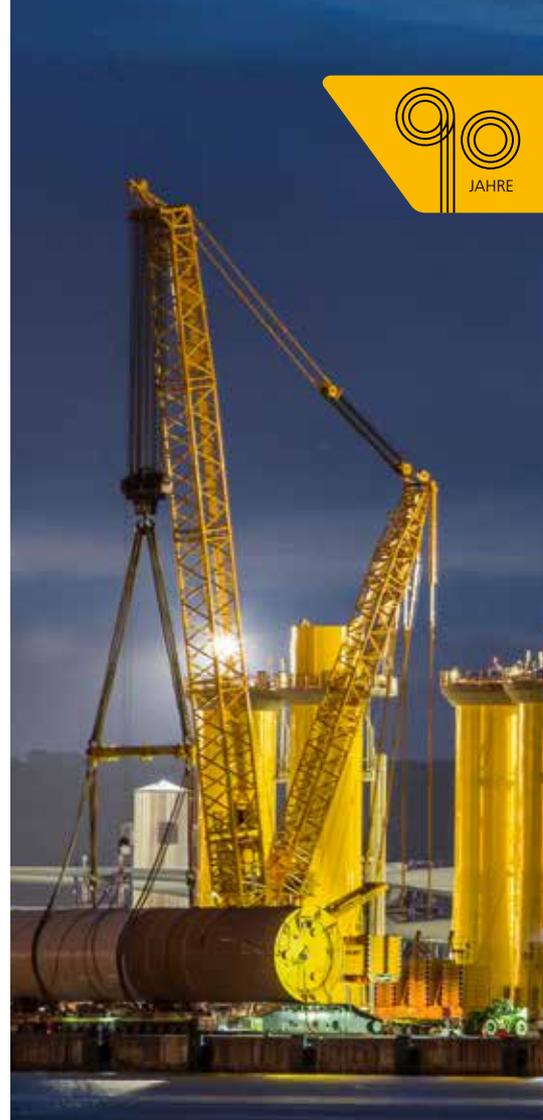
FIRMENBEITRAG. GEORGSMARIENHÜTTE GMBH.

J. C. FLORIAN & J. GERVELMEYER,

ANWENDUNGSENTWICKLUNG

T. DUDA, NEW BUSINESS DEVELOPMENT

A. BRUNS, NACHHALTIGKEITSMANAGEMENT



## BESTE HALTUNG BEI SCHWERER BELASTUNG.

Schmidbauer ist Ihr konstanter Partner für Mobilkrane, Spezialtransporte und Montagen – mit dem Leistungsplus für Ihre Projekte. Profitieren Sie von unserer jahrzehntelangen Kompetenz und Expertise, die seit 1932 die **Kraft zur Lösung** garantiert.

Wir freuen uns auf Ihre Anfrage!

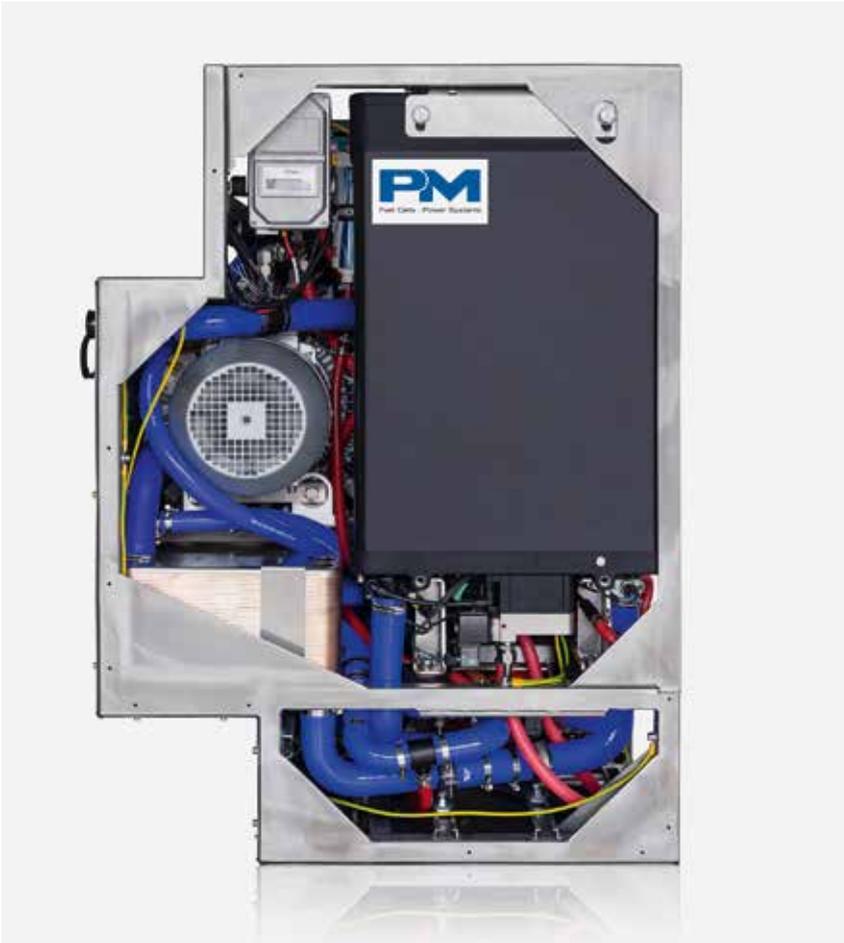
T +49 89 898676-0

info@schmidbauer-gruppe.de

[www.schmidbauer-gruppe.de](http://www.schmidbauer-gruppe.de)



**Schmidbauer**



Die emissionsfreie HyRange®-Lösung von Proton Motor Fuel Cell als Spezialisten für Wasserstoff-Brennstoffzellen.



Manfred Limbrunner, Proton Motor-Direktor Vertrieb und Marketing.

**PROTON MOTOR: UMWELTFREUNDLICHKEIT FÜR DIE STRASSE**

## Brennstoffzellen-Antriebe von Proton Motor für Nutzfahrzeuge

**Europas führender Wasserstoff-Brennstoffzellen-Produzent Proton Motor Fuel Cell GmbH ([www.proton-motor.de](http://www.proton-motor.de)) ermöglicht Nutzfahrzeugherstellern die Realisierung von klimaneutralen Brennstoffzellen-Antrieben im Truck-, Bus-, Kommunal- und Off-Highway-Segment. Dabei ist das deutsche Unternehmen auf modulare Systeme spezialisiert und verwendet graphitische Bipolarplatten, da nur diese die technischen und kommerziellen Anforderungen der Anwendungen erfüllen.**

Emissionsfreie Mobilität vom kundenspezifischen Konzept bis zur Zertifizierung: Kern der Proton Motor-Systeme sind die leistungsfähigen Brennstoffzellen-Stacks aus eigener Entwicklung mit ihrer weltweit einzigartigen doppelten Integrationsausrichtung. Durch den modularen Systembaukasten für Wasserstoff, Luft und Kühlung sind spezifische Anforderungen schnell zu realisieren bzw. als vormontierte „Plug & Play“-Lösungen problemlos lieferbar. Kunden und Partner werden von Konzeptentwicklung bis Implementierung sowie während des gesamten Produktlebenszyklus begleitet plus auf Wunsch quali-

fiziert und zertifiziert. Zur Verfügung steht auch das langjährige Elektrifizierungs-Wissen wie auch ein großes Lieferanten-Netzwerk aus angrenzenden technischen Bereichen, etwa von Wasserstoffspeicher-Systemen.

### Seit 25 Jahren ausgezeichnet für die Energie- und Verkehrswende unterwegs

Das seit 1998 international agierende Unternehmen hat alle Bereiche – Brennstoffzellen-Entwicklung/-Fertigung sowie Systemmontage und Testing – an einem Standort bei München gebündelt. Mit über hundert Mitar-

beitern sind flexible Strukturen garantiert, die direkten Service durch eigene Wartungsteams innerhalb von Europa gewährleisten. Für die Zukunft ist Proton Motor als zuverlässiger Lieferant von grüner alternativer Antriebstechnologie optimal aufgestellt. So verfügt der CleanTech-Spezialist mit dem sogenannten „Stackroboter“ über eine vollautomatische Brennstoffzellen-Fertigungsanlage für die Serienproduktion.

### Kooperationen und HyRange®-System bestätigen Proton Motor-Erfolgsstory

In Projekten mit EU-Kontext wie etwa „REVIVE“ für Müllsammelwendungen konnte man sich ab 2018 gemeinsam mit dem aktuellen Auftraggeber „E-Trucks Europe“ erfolgreich etablieren. Für gesamtheitliche elektrische Fahrzeugkonzepterstellung bis hin zur Serialisierung kooperiert Proton Motor seit 2021 mit „Lauer & Weiss“ als führenden Engineering-Dienstleister im Nutzfahrzeugbereich. Besonders stolz ist das Proton Motor-Team über die Auszeichnung des derzeit stark nachgefragten „HyRange®“-Systems zur Reichweitenverstärkung mit dem „Internationalen busplaner Nachhaltigkeitspreis 2021“. Für weiteres Wachstum werden mit innovativen Nutzfahrzeugherstellern und Integratoren maßgeschneiderte Brennstoffzellen-Lösungen in den Verkehr gebracht.

FIRMENBEITRAG. PROTON MOTOR FUEL CELL GMBH  
 MANFRED LIMBRUNNER, DIREKTOR VERTRIEB UND MARKETING, [M.LIMBRUNNER@PROTON-MOTOR.DE](mailto:M.LIMBRUNNER@PROTON-MOTOR.DE),  
 +49 / 89 / 127 62 65-48, [WWW.PROTON-MOTOR.DE](http://WWW.PROTON-MOTOR.DE)

## DEKARBONISIERUNG

# Dekarbonisierung von Fertigungsprozessen mit – ELWA Power-to-Heat (P2H)

**Die Energiewende kommt langsam in Schwung und damit die Notwendigkeit alle Fertigungsprozesse bis zum Jahr 2045 zu dekarbonisieren.**

Weit vor Biomasse und Solarthermie und Wasserstoff werden elektrische Heizsysteme den größten Teil der Aufgaben übernehmen. Soweit sinnvoll möglich werden Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Hohe Prozesstemperaturen oder Spitzenlasten werden jedoch auf absehbare Zeit mit Direktheizungen abgedeckt werden.

Neben der Notwendigkeit die Klimaschutzziele zu erfüllen, erzeugen die jüngsten geopolitischen Ereignisse einen starken Sog bereits jetzt moderne Technologien einzusetzen um Gas und Öl als Energieträger so schnell wie möglich abzulösen oder zumindest ein alternatives System verfügbar zu halten.

Die in Maisach bei München ansässige Firma ELWA Elektrowärme GmbH verfügt über mehr als 90 Jahre Erfahrung in der Umstellung thermischer Prozesse auf elektrische Beheizung. Seit Jahrzehnten liefert



ELWA P2H System.

das Unternehmen System für kritische Prozesse auf Schiffen, in Kraftwerken und vor

allem auch in der Industrie. Das ebenfalls von ELWA entwickelte modulare Power-To-Heat System P2H MLB lässt sich perfekt mit den weiteren Produkten des Unternehmens kombinieren um fast jeden thermischen Prozess bis ca. 300 °C abdecken. Zu den ergänzenden Produkten zählen Tankbeheizungen, Tankentnahmeheizungen sowie Anlagen um die Wärme für Subsysteme auszukoppeln. Die Anlagen können sowohl in Heizzentralen mit hohen Systemleistungen bis 30 MW und mehr eingesetzt werden als auch dezentral platziert werden. Neben Wasser als Wärmeträger kommen für höhere Prozesstemperaturen Thermalöle zum Einsatz. Eine zentrale Steuerung der verteilten Anlagen ermöglicht dem Betreiber einen effizienten Betrieb und jederzeit volle Kontrolle über die thermischen Prozesse.

FIRMENBEITRAG. ELWA ELEKTROWÄRME GMBH.  
WWW.ELWA.COM

## WASSERSTOFF

# Wasserstoffnutzung in der Industrie

**Ohne Wasserstoff ist die Energiewende nicht möglich, darüber sind sich Expertinnen und Experten aus Technologie und Wirtschaft einig. Der europäische GreenDeal und das Ziel, Treibhausgase verstärkt zu reduzieren, erhöht den Druck auf die Industrie und eröffnet gleichzeitig neue Chancen.**

Hat Wasserstoff eine Perspektive in industriellen Anwendungen? Trotz positiver Experteneinschätzungen kursieren einige hartnäckige Mythen zu Energiebilanz und Marktreife von Wasserstoff. Grundsätzlich gibt es jedoch bereits Praxisbeispiele wie Wasserstoff erfolgreich zur Dekarbonisierung industrieller Prozesse eingesetzt wird – z. B. beim Heizen von Brennöfen in der Glas-, Zement- oder Stahlproduktion. Allein die Stahlindustrie ist laut IHK für acht Prozent der deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich. Durch eine Umstellung auf Wasserstoff und Erdgas könnten laut Prognose des Verbandes rund 80 % der Emissionen vermieden werden. Auch der Wasserstoffexperte H-TEC

SYSTEMS mit Standorten in Augsburg und Braak, ist mit seinen PEM-Elektrolyseuren in den Industrie-Markt eingetreten. Im Rahmen eines Forschungsprojekts in Österreich wird der dort produzierte grüne Wasserstoff unter anderem an Industrie-Unternehmen ausgeliefert. Ein österreichisches Bergbauunternehmen aus der Region wird künftig bis zu 70 t Wasserstoff pro Jahr von der Anlage der Serie ME450/1400 beziehen.

Die PEM-Elektrolyse-Technologie der H-TEC SYSTEMS ist speziell für die Herstellung von grünem Wasserstoff und damit die Sektorenkopplung konzipiert. Um der steigenden Nachfrage aus Industrie und Kommunen nachzugehen, erweitert das

Unternehmen kontinuierlich seine Produktionskapazität. Bereits heute sind die PEM-Elektrolyseure der H-TEC SYSTEMS europaweit bei Projekten im Einsatz, die zeigen, wie wirtschaftlich und nachhaltig grüner Wasserstoff eingesetzt werden kann – ob es sich um ein Industrie-Projekt in Österreich, ein emissionsfreies Microgrid in Schweden oder die Gasnetzspeisung für weniger CO<sub>2</sub> Emissionen in Norddeutschland handelt.

Weitere Informationen zu Technologien und Anwendungen mit grünem Wasserstoff gibt es auch unter <https://www.h-tec.com/anwendungen/>

FIRMENBEITRAG. JESSICA KUSKA,  
H-TEC SYSTEMS

## WINDENERGIE

# Korrosionsschutz im Herzen der Windkraftanlage

**Die in Windkraftanlagen verwendeten Komponenten weisen große Bauteilgrößen auf und sind sehr hohen klimatischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Umso wichtiger ist ein wirksamer Korrosionsschutz. Doch wie soll dieser auf den Großbauteilen appliziert und getrocknet werden? Ganz einfach: mit Lösungen, die bei Raumtemperatur härten!**

Bauteilschutz erforderlich: Auf Windkraftanlagen und die darin verbauten Komponenten wirken täglich zahlreiche Umwelteinflüsse sowie kontinuierliche statische und dynamische Beanspruchungen ein. Selbst bei Regen, Salzwasser, Hitze, Kälte und UV-Strahlung müssen die Bauteile in den Anlagen dem permanenten Einfluss trotzen und reibungslos funktionieren. Fallen einzelne Bauteile z. B. aufgrund von Korrosion aus, bedeutet dies kostenintensive Stillstandzeiten für Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten. Daher müssen die Bauteile möglichst lange betriebsfähig bleiben.

## Großbauteile beschichten – aber wie?

In der Praxis haben sich leistungsfähige Zinklamellensysteme als wirtschaftliche und dauerhaft verlässliche Korrosionsschutz-Lösung bewährt. Diese bestehen aus einem Basecoat und einem darauf abgestimmten Topcoat und erzielen bereits bei sehr dünnen Schichtdicken von 8–20 µm eine hohe aktive kathodische Schutzwirkung. So können Zinklamellensysteme die hohen Anforderungen der Windkrafthersteller – zum Beispiel sehr lange Korrosionsstandzeiten ohne Rotrostbildung sowie erhöhte UV-Beständigkeit – erfüllen. Eine besondere



In und an Windkraftanlagen verbaut (Groß-)bauteile sind zahlreichen extremen Beanspruchungen ausgesetzt und benötigen daher einen hochleistungsfähigen Korrosionsschutz.

Herausforderung bei der Beschichtung von komplexeren Großbauteilen für Windkraftanlagen stellt der Applikationsprozess dar. Denn Komponenten, die sehr massiv sind und darüber hinaus Durchmesser von über einem Meter erreichen können, passen nach

der Beschichtung nicht mehr in den klassischen Trocknungsofen. Diese Problematik löst Dörken mit dem Verfahren der raumtemperaturhärtenden Zinklamellenüberzüge.

## Aushärtung bei Raumtemperatur

Die von Dörken entwickelte raumtemperaturhärtende Grundbeschichtung eignet sich vor allem für große, massive oder temperatursensible Bauteile. Die Applikation erfolgt mittels gängiger Spritzverfahren wie zum Beispiel HVLP, Airmix oder Hochrotationszerstäubung. Dafür werden die Teile in Gestellapplikation mit einer gleichmäßigen Lackschicht versehen. Der entscheidende Vorteil: Da der Zinklamellenüberzug bei Raumtemperatur schnell und vollständig aushärtet, ist kein anschließendes Einbrennen im Ofen erforderlich. Bei einer Temperatur von 20 bis 25°C härtet das beschichtete Bauteil innerhalb von ca. 60 Minuten. Erfolgt der Aushärtungsprozess forciert – zum Beispiel bei 80°C – ist die Härtung innerhalb von 10 Minuten möglich. Zudem wird im Beschichtungsprozess kein Wasserstoff erzeugt, so dass die Gefahr der applikationsbedingten wasserstoffinduzierten Spannungsrisskorrosion vermieden wird. Mit dem raumtemperaturhärtenden Basecoat lässt sich ein Hochleistungskorrosionsschutz von 1.440 Stunden gemäß Salzsprühnebelprüfung (DIN EN ISO 9227) sowie Kondenswasserprüfung nach DIN EN ISO 6270-1 (mit 1 mm Ritz) herstellen. Für eine optimale Schutzwirkung empfiehlt sich im Anschluss eine Versiegelung mit einem Topcoat.

## Zinklamellenüberzug aus der Spraydose

Ergänzend bietet Dörken auch einen raumtemperaturhärtenden Zinklamellenüberzug aus der Spraydose an. Dieser ebenfalls Chrom VI-freie und sehr gut haftende Basecoat eignet sich speziell zum Ausbessern von Fehlstellen nach dem Applikations- oder Handlingsprozess sowie zur kleinflächigen Beschichtung von vorgebauten Komponentengruppen. Die Beschichtung härtet bei Raumtemperatur nach ca. 20 Minuten und erfüllt hohe Anforderungen der Kondenswasserprüfung und Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227.

FIRMENBEITRAG. KLAUS GRADTKE,  
DÖRKEN COATINGS GMBH & CO. KG,

KGRADTKE@DOERKEN.DE, TEL. + 49 2330 63 243



Mit Hilfe der Spraydose und den raumtemperaturhärtenden Zinklamellenüberzügen lassen sich auch Transport- oder Montagebeschädigungen nachträglich ausbessern.

## WINDENERGIE

# Sechsstellige Einsparungen durch Rotorblattüberwachung

**Selbst modernste Fertigungsverfahren und eine ausgefeilte Technik schützen Windenergieanlagen nicht vor Schäden. Mangelnde Verfügbarkeit von Ersatzteilen und lange Stillstandszeiten verursachen hohe Kosten.**

Nicht nur bei Bestandsanlagen wächst der Bedarf an einer Rotorblattüberwachung. Ziel ist es, mit möglichst geringem Aufwand, Reparaturen bereits beim nächsten geplanten Serviceeinsatz durchzuführen, um hohe Reparaturkosten und Ertragsverluste zu vermeiden. Mit BLADEcontrol® stellt Weidmüller ein innovatives Condition Monitoring System zur frühzeitigen Schadenserkennung von Rotorblättern bereit.

Auch bei neuen Turbinenklassen identifizierten Weidmüller Monitoring Experten mit BLADEcontrol® vermehrt strukturelle Schäden. Bei einem 3.x Turbinentyp häufte sich ein kritischer Schaden an über zehn Prozent der ausgestatteten Anlagen. Hier war der Initialschaden bis zu einem Jahr im Voraus zu erkennen, bevor der Folgeschaden äußerlich sichtbar wurde. Teilweise musste der Betreiber im Anschluss vier Monate lang auf ein neues Blatt warten.

Bei der Reparatur direkt am Blatt waren Einsparungen von mindestens 98.000 € möglich, die allein durch Krankkosten angefallen sind. Die vier Monate Ausfallzeit von täglich ca. 2.000 Euro summierten sich auf 200.000 €. In Volllastzeiten könnten das auch 4.000 bis 5.000 Euro am Tag sein. Die Kosten für eine vergleichsweise einfache Reparatur ohne Kran mittels Früherkennung wurden mit 20.000 € veranschlagt – also ein Zehntel dessen, was ohne ein Condition Monitoring System anfällt.

FIRMENBEITRAG. WEIDMÜLLER. WWW.WEIDMUELLER.DE

## KARRIERE

# Führungskräfteausbildung für Ingenieure und Naturwissenschaftler

**Seit bereits 20 Jahren bietet das Zentrum für Akademische Weiterbildung der Technischen Hochschule Deggendorf (THD) berufs begleitende Studiengänge und Hochschulzertifikate an.**

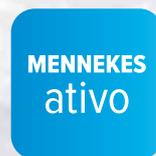
Besonders interessant für Ingenieure ist der Studiengang Digital Business Engineering. Er vereint Ingenieurskompetenzen mit unternehmerischem, wirtschaftlichem und IT-basiertem Fachwissen. Studienstart ist im jährlich im September. Der MBA General Management ist die Zusammenführung von Fach- und Managementkompetenz und richtet sich daher an Ingenieure und Naturwissenschaftler, die ins obere Management aufsteigen möchten. Studienstart ist jährlich im März. Eine passende kürzere Weiterbildung für Ingenieure im Bereich Prozessoptimierung bieten vor allem die Hochschulzertifikatskurse Lean Management und Six Sigma Yellow und Green Belt an.

WEITERE INFORMATIONEN: NINA.SCHULZ@TH-DEG.DE

ORIGINALBEITRAG. TECHNISCHEN HOCHSCHULE DEGGENDOR. NINA SCHULZ, B.A., ZENTRUM FÜR AKADEMISCHE WEITERBILDUNG DER THD.

# EMOBILITY EINFACH GEMACHT!

**LADELÖSUNGEN MASSGESCHNEIDERT  
FÜR INDUSTRIE UND GEWERBE!**



Wer Mitarbeitern oder Kunden Lademöglichkeiten für ihre Elektroautos anbietet, punktet mit einem grünen Image und profitiert auch wirtschaftlich. Mit unserer modernen Ladesäule AMEDIO® und der Wallbox AMTRON® Professional gelingt der Einstieg in die Elektromobilität spielend einfach – optional mit komfortabler Abrechnung über MENNEKES ativo.

Finden Sie Ihre ideale Lösung unter [www.chargeupyourday.de](http://www.chargeupyourday.de)

PHOTOVOLTAIK

# Photovoltaik-Anlagen richtig messen

**Als schnell wachsendes Segment beschert die Photovoltaik der Elektrobranche viele Aufträge. Mit den passenden Prüfgeräten können Elektroinstallateure die Anlagen verlässlich und komfortabel prüfen.**

Photovoltaikanlagen sind meist auf Spannungen bis 1 000 V(Dach) bzw. 1 500 V(Freiland) ausgelegt und auf Verteilungs- und Übertragungsspannungsstufe an einen Energieversorger angeschlossen. Um ihre Leistung sicherzustellen, überwachen Solartechniker während Installation, Betrieb und Wartung einige Kennwerte. Dazu empfiehlt sich der Einsatz der digitalen Stromzange DCM1500S kombiniert mit dem Einstrahlungsmessgerät PVM210.

Die DCM1500S misst bis zu 2 000 V DC/1 500 V AC sowie bis zu 1 500 A – und erfüllt so die Anforderungen der IEC 61010. Ein Sensor erfasst die Betriebstemperatur der Module, auf deren Basis sich die Ausgangsspannung vorab berechnen und mit

tatsächlichen Messwerten abgleichen lässt. Die Einstrahlungsstärke beeinflusst direkt proportional, wie viel Strom erzeugt wird. Mithilfe eines Sensors lässt sich diese zentrale Kenngröße messen und die erwartete Stromstärke leicht errechnen. Auch hier validiert man via Stromzange.

Abschließend erfassen Techniker die Betriebsspannung und die Stromwerte am Wechselrichter. Unter Einbeziehung von Korrekturfaktoren wie der Effizienz des Wechselrichters oder dem Spannungsabfall in der Anlage können sie so die Anlagenleistung unter Umgebungsbedingungen genauestens prüfen.

Stromzange und Einstrahlungssensor überzeugen durch exakte Daten und eine



Bild: Megger

Auslesen und Speichern der Messwerte direkt auf der Baustelle.

komfortable Funktionalität, die sich ideal in den Arbeitsalltag einfügt. Alle Werte der Stromzange können in Echtzeit per Bluetooth in eine App überführt und als CSV heruntergeladen werden.

FIRMENBEITRAG. MEGGER. UMFANGREICHE TIPPS UNTER MEGGER.DE UND INFO@MEGGER.DE



Zur Verstärkung unseres Bereichs Engineering suchen wir Quereinsteiger, die sich gerne in einer spannenden und krisensicheren Branche weiterentwickeln möchten.

## Ingenieure / Naturwissenschaftler (m/w/d) für nukleare Dienstleistungen

Weitere Informationen und die Stellenanzeige sind hier abrufbar:



Gerne kannst Du auch über Whatsapp Kontakt aufnehmen  
☎ +49 162 10 71 893

Wir freuen uns auf Deine Bewerbung, wenn Du gerne deutschlandweit unterwegs bist und flache Hierarchien mit kurzen Entscheidungswegen zu schätzen weißt.

Studsvik GmbH & Co. KG  
Manuel Hesse  
Walter-Krause-Str. 11 · 68163 Mannheim  
manuel.hesse@studsvik.de

## FORSCHUNGSPROJEKT

## Unter Wasser sicher und kosteneffizient verschrauben

**Das selbsttätige Lösen von Schraubenverbindungen stellt ein hohes Sicherheitsrisiko dar und bedingt deshalb relativ kurze Inspektionsintervalle. Besonders kostenintensiv ist der Wartungsaufwand im Offshore-Bereich. Aufgrund der hohen Relevanz dieser Problemstellung für den Stahlwasserbau untersuchten die Fraunhofer-Gesellschaft und die Technische Universität Dresden (TUD) den Themenkomplex. HYTORC unterstützte die Forschungsarbeiten mit Material und Personal.**

Weder Eurocode 3 noch DIN EN 1090-2 enthalten explizite Hinweise zur Auslegung und Montage von Schraubenverbindungen unter Wasser. Aus der DIN EN 1090-2 lässt sich nur ableiten, dass eine Unterwasser- montage Schwierigkeiten mit sich bringt, da Verunreinigungen der Kontaktflächen nicht ausgeschlossen werden können. Bislang existierte auch noch keine Vorgabe zur Überprüfung der Auswirkung von Wasser auf die Haftreibungszahl der Kontaktflächen. Die dafür notwendigen Versuchsaufbauten

wurden im Rahmen des Projekts konzipiert und realisiert.

In Anbetracht der unter Wasser unklaren Reibverhältnisse bei der üblichen, werksseitigen Schmierung der Garnituren mit MoS<sub>2</sub> ist insbesondere die Einhaltung des Vorspannkraftbemessungswertes bei drehmomentgesteuerter Montage fragwürdig. Demgegenüber stellt das streckgrenzgesteuerte Verfahren im Falle unklarer Reibverhältnisse eine vielversprechende Alternative zum Anziehen der Garnituren dar. Aufgrund

der Prozesssteuerung beim hydraulischen streckgrenzgesteuerten Anziehen (SGA) wird die größtmögliche Montagevorspannkraft erzeugt. Extrapolierte Messungen zeigten, dass die zu erreichende Mindestvorspannkraft auch nach 20 Jahren sichergestellt ist, sofern Schraubverbindungen mit dem hydraulischen streckgrenzgesteuerten Verfahren prozesssicher angezogen worden sind.

Bereits 2016 hat die Hochschule Offenburg herausgefunden, dass mit Hilfe des SGA selbst lackierte Bauteile prozesssicher verschraubt werden können. Im Frühjahr 2019 führten von HYTORC initiierte Versuchsreihen beim Hamburger Element Werkstofflabor zur Freigabe des SGA durch den DNV GL. Seither lässt sich das SGA bei der Montage von On- und Offshore-Windkraftanlagen einsetzen. Die hervorragende Eignung des Verfahrens für kritische Schraubverbindungen unter Wasser bestätigen nun die Forschungsergebnisse der Fraunhofer-Gesellschaft und der Technischen Universität Dresden.

FIRMENBEITRAG. PATRICK JUNKERS,  
GESCHÄFTSFÜHRER BARBARINO&KILP GMBH  
(HYTORC)



### KARRIERE MIT RÜCKENWIND?

Los geht's - starten Sie Ihren Weg bei ENERCON! Gestalten Sie gemeinsam mit uns die regenerative Energiezukunft. Wir bieten eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichen Bereichen mit spannenden, abwechslungsreichen Tätigkeiten und ein Arbeitsumfeld, in dem Teamwork und kurze Kommunikationswege großgeschrieben werden.

**Wir bewegen die Zukunft.  
Sind Sie dabei?**

Entdecken Sie Ihre Perspektiven!

EXPERIMENT

# Strom aus der Kartoffel

Aus Kartoffeln lässt sich tatsächlich Strom gewinnen! Bastle dir einen ganz einfachen Stromkreis und bringe damit einen Kopfhörer zum Knistern.

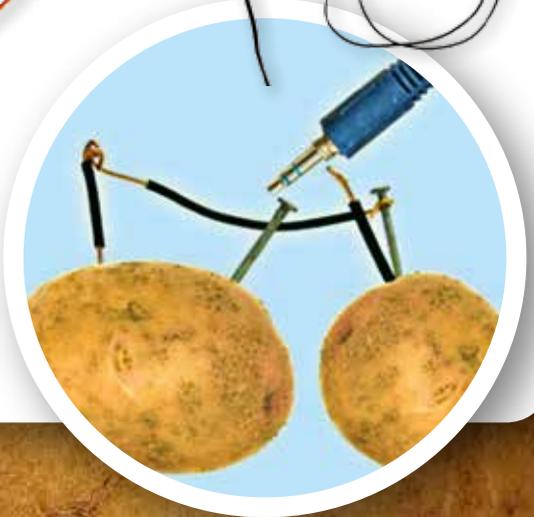
**Das brauchst du:**

- ▷ zwei Kartoffeln
- ▷ Kupferdraht
- ▷ zwei verzinkte Nägel
- ▷ einen Kopfhörer



**So wird's gemacht:**

1. Stecke in jede Kartoffel einen Nagel sowie ein Stück Kupferdraht.
2. Verbinde die Kartoffeln, indem du den Kupferdraht der ersten Kartoffel um den Nagel der zweiten Kartoffel wickelst.
3. Berühre nun mit dem Stecker des Kopfhörers gleichzeitig den Nagel in der ersten und den Kupferdraht in der zweiten Kartoffel.



**SCHARF BEOBACHTET:**

Im Kopfhörer hörst du ein Knacken und Rauschen.

**Was dahinter steckt:**

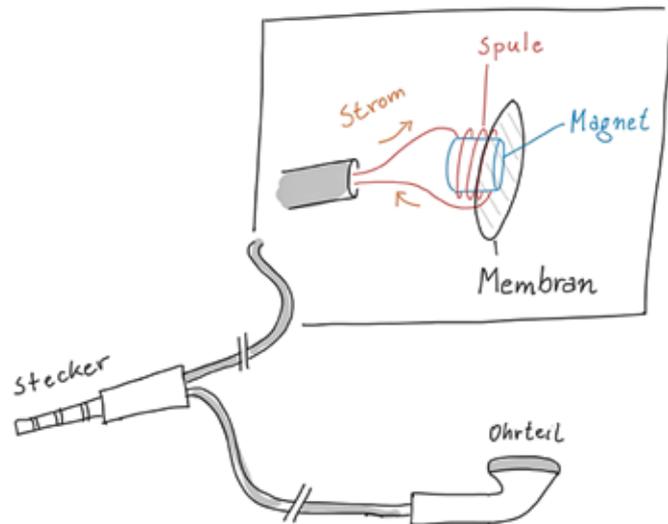
Wie bei einer gängigen Batterie wird bei der Kartoffelbatterie chemische in elektrische Energie – also Strom – umgewandelt. Strom kann man auch als Fluss von kleinsten Teilchen vom sogenannten Minuspol zum Pluspol beschreiben. Diese kleinsten Teilchen sind die negativ geladenen Elektronen.

## Wo kommen die Elektronen her?

Die Flüssigkeit in der Kartoffel wirkt als sogenannter „Elektrolyt“: Wenn man ein Zinkstück hineinsteckt, lösen sich kleinste Teilchen – positiv geladene Ionen – aus dem Metall heraus. Diese Ionen bewegen sich frei in der Lösung und lassen negative Ladung (die Elektronen) auf dem Metall zurück. Dadurch entsteht eine elektrische Spannung zwischen dem Nagel aus Zink und dem Draht aus Kupfer: Der Nagel bildet einen negativen, der Draht einen positiven Pol. Wenn man nun zwischen den Nagel und den Draht einen Kopfhörer-Anschluss klemmt, fließt ein Strom. Dieser Strom fließt nur, wenn der gesamte Kreislauf geschlossen ist, und dazu dient der Elektrolyt. Für jedes Elektron, das durch die Nägel und Drähte fließt, wird ein Elektron vom Kupferdraht an die Flüssigkeit abgegeben, wo es mit positiv geladenen Teilchen zu Wasser und Wasserstoff reagiert. Der Erfinder John Frederic Daniell hat eine ähnliche Versuchsanordnung bereits 1836 entdeckt. Er verwendete bei seinen Versuchen auch Zink und Kupfer, allerdings keine Kartoffel, sondern stattdessen Lösungen mit Zink- und Kupfersalzen. Anstelle von Kartoffeln kannst du auch andere Früchte und Gemüse für die Batterie verwenden, zum Beispiel Zitronen!

## ACHTUNG!

- ▷ Entsorge alle Kartoffeln, die du für dieses Experiment verwendet hast. Sie enthalten nun giftige Verbindungen und sind nicht mehr genießbar.
- ▷ Schliesse den Kopfhörer nicht an eine richtige Batterie an, er könnte dabei kaputt gehen!



## Wie funktioniert ein Kopfhörer?

Kopfhörer sind wie kleine Lautsprecher. Jedes Ohrteil besteht aus zwei Drähten, einer Spule (ein Stück Draht, das wie eine Sprungfeder gewickelt ist), einem Dauermagneten und einer Membran (einem flexiblen Stück Metall, Plastik oder Stoff, das an die Spule geklebt ist). Die beiden Drähte sind mit der Spule sowie mit dem Stecker verbunden. So bildet sich ein geschlossener Stromkreislauf, sobald am Stecker ein Audiogerät angeschlossen wird. Fließt Strom durch die Spule, formt sich ein elektromagnetisches Feld und die Spule wird vorübergehend magnetisch. Dieses elektromagnetische Feld interagiert mit dem magnetischen Feld des Dauermagneten im Kopfhörer. Da es sich beim Strom um Wechselstrom handelt, wird die Spule ständig umgepolt und folglich vom Dauermagneten im Wechsel abgestossen und angezogen. Dabei wird die Membran an der Spule mitbewegt. Sie bringt ihrerseits die Luft in Schwingung und es entstehen Schallwellen, die wir als Ton wahrnehmen.



IMPIAN BUCHVERLAG

**DIE ÜBERAUS FANTASTISCHE REISE  
MIT EINSTEIN UND GALILEI:  
ASTRONOMIE UND PHYSIK GENIAL  
ERKLÄRT VON JÜRGEN TEICHMANN,  
KATJA WEHNER, THILO KRAPP**  
288 SEITEN, FORMAT 15,4x21,6 CM  
ISBN 978-3-96269-137-0, 16,95 €

SACHBUCH

## Die überaus fantastische Reise mit Einstein und Galilei

**Astronomie und Physik genial erklärt. Die fantastische Reise mit Einstein und Galilei.**

Wer sich mit Einstein in einen Fahrstuhl begibt, lernt nicht nur den berühmtesten Physiker aller Zeiten kennen, sondern erlebt auch ungeahnte Abenteuer: Angenommen, das Seil des Fahrstuhls reißt. Dann zeigt eine Waage, auf der beide vielleicht stehen, nichts mehr an! Können sie dann überhaupt wissen, dass sie wirklich nach unten fallen und nicht etwa schwerelos im All schweben?

Mit Gedankenexperimenten wie diesen und mehr als 60 praktischen Experimenten zum Ausprobieren führt Jürgen Teichmann die Leser in die Grundlagen der Astronomie und der Physik ein.

Doppelband der beiden erfolgreichen Titel Die überaus fantastische Reise zum Urknall und Mit Einstein im Fahrstuhl.



FRANCKH-KOSMOS VERLAG

**TECHNIK-WERKSTATT**  
**DAS STARTER-SET MIT FISCHERTECHNIK**  
KOSMOS EXPERIMENTIERKASTEN  
FÜR DEN PERFEKTEN EINSTIEG IN DIE  
MINT-WISSENSCHAFT PHYSIK  
422x295x79 MM (LxBxH)  
EAN: 4002051628208  
ART.-NR.: 62820, 54,99 €  
AB 8 JAHREN

TECHNIKPRAXIS FÜR KINDER

## Technik-Werkstatt

**Das Starter-Set mit fischertechnik. Experimentierkasten.**

Wie funktionieren Aufzüge? Wie ging es auf Baustellen zu, bevor es Kräne gab? Was passiert beim Astronauten-Training? Welche Kräfte wirken beim Fliegen? Kinder von 8 bis 14 Jahren bauen zwanzig durchdachte Modelle, mit denen sie alltäglichen, physikalischen Phänomenen in zahlreichen Experimenten auf den Grund gehen. Schon bald sind Begriffe wie Getriebe, Mechanik, Geschwindigkeit und Energiespeicherung keine Fremdworte mehr.

Ob Raketenauto, Katapult und Co., die Anleitung erklärt ausführlich, wie die Modelle aus dem umfangreichen Experimentiermaterial aus fischertechnik-Bauteilen mit Grundplatten, Rahmenteilern, Stäben, Zahnrädern und Rädern richtig zusammengesetzt werden.

Zusätzlich hält die Anleitung in der Technik-Werkstatt spannendes Hintergrundwissen über die wichtigsten Grundlagen der MINT-Wissenschaft Physik bereit.

Inhalt: Grundplatten, Rahmenteile, Stäbe, Räder, Zahnräder, Anleitung und weitere Teile

Achtung! Nicht für Kinder unter 3 Jahren geeignet. Erstickungsgefahr, da kleine Teile verschluckt oder eingeatmet werden können.



# INGENIEUR forum

digital

[www.vdi-ingenieurforum.de](http://www.vdi-ingenieurforum.de)

REDAKTIONSSCHLUSS:  
05. August 2022

ANZEIGENSCHLUSS:  
26. Juli 2022

## Ingenieur forum

Forum für den Bergischen, Bochumer, Emscher-Lippe, Lenne, Münsterländer, Osnabrück-Emsland, Ruhr und Siegener VDI-Bezirksverein sowie VDI Landesverband Nordrhein-Westfalen

### Herausgeber:

VDI Landesverband Nordrhein-Westfalen, VDI Bergischer Bezirksverein, VDI Bochumer Bezirksverein, VDI Emscher-Lippe Bezirksverein, VDI Lenne Bezirksverein, VDI Münsterländer Bezirksverein, VDI Osnabrück-Emsland Bezirksverein, VDI Ruhrbezirksverein, VDI Siegener Bezirksverein, vertreten durch die Vorsitzenden

### Redaktion:

Dipl.-Ing. (FH) Gerd Krause (kra), Chefredakteur (V.i.S.P.)  
Mediakonzept, Graf-Recke-Straße 41, 40239 Düsseldorf  
Telefon: +49 211 – 936 715 83, Fax: +49 211 – 908 33 58  
[g.krause@mediakonzept-duesseldorf.de](mailto:g.krause@mediakonzept-duesseldorf.de), [www.mediakonzept.com](http://www.mediakonzept.com)

### Mitarbeit:

Bergischer BV, Bochumer BV, Emscher-Lippe BV, Lenne BV, VDI Landesverband NRW, Dr.-Ing. Almuth Jandel, Münsterländer BV, Ulrike Starmann, Osnabrück-Emsland BV, Ruhr BV, Siegener BV

### Layout:

Weusthoff & Reiche Design, Hamburg | Köln, Ralf Reiche  
Hansemannstraße 17–21, 50823 Köln, [www.wundrdesign.de](http://www.wundrdesign.de)

### Anzeigenverwaltung:

Public Verlagsgesellschaft und Anzeigenagentur  
Ansprechpartnerin: Manuela Hassinger, Schillerstr. 1, 55411 Bingen  
Tel. 06721/49512-0, Fax: 06721/1 62 27, E-Mail: [m.hassinger@publicverlag.com](mailto:m.hassinger@publicverlag.com)  
Es gilt die Anzeigenpreisliste gültig ab 2010.

### Druck:

W. Kohlhammer Druckerei GmbH + Co. KG,  
Augsburger Straße 722, 70329 Stuttgart

### Auflage:

15.000 tatsächlich verbreitete, 15.000 abonnierte Auflage  
Vier Ausgaben pro Jahr, Einzelbezugspreis 4,00 Euro inkl. MwSt. und Versand  
Mitglieder der oben genannten VDI Bezirksvereine erhalten das Ingenieur forum im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.  
Nachdruck und Speicherung, auch in elektronischen Medien, nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlages und unter voller Quellenangabe.  
Keine Haftung für unverlangte Einsendungen.

### Die neue EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO)

stellt in den EU-Ländern ein einheitliches Schutzniveau her und sichert die Privatsphäre und Datensicherheit. Wir werden die Daten unserer Leser selbstverständlich weiterhin mit höchster Sorgfalt und Verantwortung entsprechend der Gesetzesvorgaben behandeln.

## THEMENVORSCHAU

# Ingenieur forum 3/2022



Bild: Siemens

## Gebäude- und Bautechnik

Wohnquartier, Lagerhalle, Bürogebäude – intelligentes Gebäudemanagement verbindet nachhaltig und energiesparend Gewerke und Anwendungen.

- ▶ Gebäudetechnik/Smart Building
- ▶ Brandschutz und Sicherheit
- ▶ Building Information Modeling (BIM)
- ▶ Nachhaltiges Bauen und autarke Energieversorgung

# Your ideas. Your job. World's future.

Let's energize tomorrow together today!



Bei TenneT machst Du nicht irgendeinen Job. Du bewirkst etwas und gestaltest aktiv die Energiewende mit! TenneT ist einer der führenden Übertragungsnetzbetreiber in Europa. Wir schließen gigantische Offshore-Windparks an unser Netz an und transportieren Strom von Nord nach Süd. Dabei denken wir schon einen Schritt weiter und arbeiten bereits heute an grenzüberschreitenden Lösungen von morgen.

In den nächsten zehn Jahren investieren wir viele Milliarden Euro in den Ausbau und Betrieb unserer Netze. Für diese spannende und zugleich herausfordernde Aufgabe suchen wir zahlreiche neue Kolleginnen und Kollegen aus den Bereichen

**Ingenieurwesen – Elektro-/Energietechnik –  
Projektmanagement – IT.**

Wenn Du das nötige Fachwissen besitzt, Dich für Technik und Energie begeisterst und Dich in einem Expertenteam wohlfühlst, bist Du bei uns genau richtig. Wir pflegen einen respektvollen und offenen Umgang miteinander, orientieren uns nicht an Problemen, sondern an Lösungen und ermöglichen unseren Mitarbeitern, eigenverantwortlich und selbstständig zu arbeiten.

**Haben wir Dein Interesse  
geweckt? Unsere aktuellen  
Stellenangebote findest Du  
unter [karriere.tennet.eu](https://karriere.tennet.eu)**

