

Eiserner Vorsatz

FOKUS: Die Eisenhütten in Deutschland stehen vor dem größten Umbruch der Nachkriegsgeschichte. Die CO₂-intensiven Hochöfen weichen Direktreduktionsanlagen.



VON IESTYN HARTBRICH

Noch gibt es in Deutschland 13 Hochöfen; zusammen sind sie für 6 % der bundesweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. Aber der Hochofen – über mehr als ein Jahrhundert Taktgeber der Hüttenwerke und Montanregionen an Ruhr und Saar – ist bereits eine Art lebendes Fossil. Mitte der

2030er-Jahre, spätestens 2045, ist keiner mehr übrig, wenn die Stahlkonzerne sich an ihr Wort halten.

Für die Zukunft planen Thyssenkrupp, Salzgitter, Saarstahl, Dillinger und ArcelorMittal in der Eisenerzeugung aus Eisenerz mit einer neuen Technologie: Direktreduktion. Die neuen Anlagen in Betrieb zu nehmen und die Hochöfen abzuschalten, läuft auf den größten Umbau der Stahlbranche in der Nachkriegsge-

schichte hinaus. Thyssenkrupp hat einen 1,8 Mrd. € schweren Vertrag mit dem Anlagenbauer SMS geschlossen, der neben anderen Aggregaten den Bau einer Direktreduktionsanlage (DR-Anlage) von drei geplanten umfasst. Die Hüttenwerke im Saarland wollen 3,5 Mrd. € investieren, um eine DR-Anlage zu bauen und einen Hochofen abzuschalten. ArcelorMittal rechnet bis 2030 mit Kosten von rund 2 Mrd. €. Und Salz-

gitter geht von annähernd 2,3 Mrd. aus, wobei die Niedersachsen als bisher Einzige konkrete Anlagen bestellt haben.

Salzgitter hat auch als bislang einziger Stahlkonzern einen Förderbescheid erhalten. Den Umstieg der Hüttenwerke auf die Direktreduktion subventionieren Bund und Länder mit einem mittleren einstelligen Milliardenbetrag – wenn Brüssel zustimmt.

16

Karl-Ulrich Köhler, Chef von Saarstahl und Dillinger (rechts), sieht die Zukunft der Stahlindustrie in der Direktreduktion. 3,5 Mrd. € will er im Saarland investieren, um den ersten von zwei Hochöfen zu ersetzen. Ähnliche Summen fließen in die anderen Hüttenwerke in Deutschland. Foto: SHS – Stahl-Holding-Saar

Das Ländle der Rekorde treibt die Transformation voran

KARRIERE SPEZIAL: Die höchste Ingenieurdichte, die meisten offenen Stellen für Mint-Absolventen: Baden-Württemberg lockt Fachkräfte mit Rekordzahlen. Auch im Ländle schreitet die digitale Transformation voran. Zu den Treibern zählen die vielen mittelständischen Spezialisten etwa für 3D-Druck und Sensorik sowie neue Studiengänge an den Hochschulen. **28**



Selbstironie beweist Baden-Württemberg mit der Arbeitskräftekampagne „The Länd“.

ZITAT

„Die Bundesnetzagentur ist die Ermöglichungsbehörde für Dinge, die wir im Alltag brauchen und die wir, wenn sie nicht funktionieren, bitter vermissen würden.“

Klaus Müller, Präsident der Bundesnetzagentur, Bonn

8

automatica

Besuchen Sie uns!
27.–30.06.2023
Halle A3, Stand 428

FAULHABER

ANZEIGE



INHALT



Foto: Oliver Ristau

Die Kräfte des Kaukasus

6

Die EU will über ein Seekabel im Schwarzen Meer grünen Strom aus Georgien importieren. Ein Besuch in der gebirgigen Region.

„Wir sind die Ermöglichungsbehörde“

8

Die Bundesnetzagentur schaut auf Energie, Telekommunikation, Post und Eisenbahn. Der Hausherr Klaus Müller sieht in der Vielfalt der Aufgaben vor allem Chancen.

Roboter-Plattform vom Internetprofi

14

Die Alphabet-Tochter Intrinsic hat die Betaversion einer Entwicklungslösung vorgestellt. Ein großer Roboterhersteller ist Entwicklungspartner.

**FOKUS:
Direktreduktion**

16



Foto: Enginor

Der Staat treibt den Wandel in Hüttenwerken voran. Einführung in eine alternativlose Technik.

Plattform für Lieferantenkredite **25**

Um den Export im Welthandel zu stützen, plant die Bundesregierung Garantien für finanzierte Banken. Eine Plattform vermittelt auch kleinere Vorhaben an Exportfinanzierer.

Lustvoll Ebenen und Perspektiven vermischen

27

Der vor 125 Jahren geborene Grafiker und Künstler M. C. Escher verblüfft durch seinen spielerischen Umgang mit der Geometrie bis heute.

Aus dem VDI

39

Ende Juni erscheint das 50. VDIni-Club-Magazin – ein Grund, einen Rückblick zu wagen.

Technik Boulevard

40

Wer Wert auf Videos ohne Verwackeln legt, kann heute mit technischen Hilfsmitteln als Amateur Aufnahmen produzieren, die früher nur Profis zustande brachten. Ob in der Luft oder auf dem Boden – die aktive Kamera-stabilisierung ist mittlerweile unverzichtbar.



Der Ermöglicher

FORSCHUNG: Ab Herbst übernimmt der derzeitige KIT-Präsident Holger Hanselka die Leitung der Fraunhofer-Gesellschaft.

VON KEN FOUHY

Holger Hanselka hat ein feines Gespür für Schwingungen. Als promovierter Ingenieur für Leichtbauwerkstoffe hat er das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit (LBF) auf den Gebieten der Faserverbundwerkstoffe, Adaptronik und Betriebsfestigkeit nach der Jahrtausendwende zu Weltruhm geführt. In den vergangenen zehn Jahren hat er als Präsident die beiden Teile des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) zu einer schlagkräftigen Einheit geformt, die seit 2019 wieder den Status einer Exzellenzuniversität genießt.

Diese empathischen Fähigkeiten und die Gabe, Menschen für ein gemeinsames Ziel zu begeistern, werden für Hanselka in der neuen Rolle als Fraunhofer-Präsident unerlässlich sein. Denn mit 30 800 Mitarbeitenden und einem Jahresetat von 3 Mrd. € wurde das Flaggschiff der deutschen angewandten Forschung in den letzten Monaten durch Vorwürfe gegen seinen Vorgänger stark kritisiert.

Ähnlich komplexe Herausforderungen hatte Hanselka bereits 2013 gemeistert, als er von der Leitung des Fraunhofer LBF in Darmstadt zum Präsidenten des Karlsruher Instituts für Technologie wechselte. Damals

hatte das KIT, das 2009 aus der Fusion von zwei gleich starken Wissenschaftsorganisationen – der Universität Karlsruhe (TH) mit 18 000 Studierenden und dem Forschungszentrum Karlsruhe mit 4000 Mitarbeitenden – entstanden war, gerade 2012 seinen Status als Exzellenzuniversität im Fördersystem der Bundesregierung verloren. Im Jahr 2019 konnte das KIT seinen Status als Exzellenzuni zurückerobern und gehört heute mit 10 000 Mitarbeitenden und 22 000 Studenten international zu den Topadressen für Forschung und Lehre, insbesondere im Bereich der Ingenieurwissenschaften.

Hanselka, geboren 1961 in eine Lehrerfamilie in Oldenburg, entdeckte früh seine Leidenschaft für Musik, die fast zu seinem Beruf geworden wäre. Seine zweite Leidenschaft, das Schrauben an allerlei Fahrzeugen, führte dazu, dass er oft mit ölverschmierten Fingern zur Orchesterprobe fuhr. Nachdem er sich am Ende seiner Schulzeit zwischen einer Lehre als Geigenbauer in Mittenwald und einem Maschinenbaustudium in Clausthal entscheiden musste, entschied er sich für das Ingenieurstudium, das er 1992 mit einer Promoti-

on abschloss. Die Musik hat er jedoch nie aufgegeben. Er spielt noch heute Cello in verschiedenen Orchestern und in einem Quartett. Vor allem genießt er es, einmal im Jahr eine Woche mit 100 gleichgesinnten Führungskräften aus Industrie und Gesellschaft in „The Management Symphony“ zu proben und ein Konzert zu geben.

Seine Fähigkeit, sich in komplexe Strukturen und Systeme einzudenken, hat Hanselka zum Erfolg als Wissenschaftsmanager verholfen. Als er 2001 die Leitung des Fraunhofer LBF in Darmstadt übernahm, waren dort nur 78 Mitarbeitende in einem Institut mit 150 Arbeitsplätzen tätig. Aber der junge Wissenschaftler hat es verstanden, mit Leichtbauwerkstoffen, Adaptronik und Betriebsfestigkeit immer mehr Forschungsprojekte mit seiner wachsenden Mannschaft nach Darmstadt zu holen. Als er nach zwölf Jahren nach Karlsruhe wechselte, waren 500 Mitarbeitende im Institut tätig.

Wenn er nicht musiziert, um sich zu entspannen, verbringt Hanselka gerne Zeit in der abgeschiedenen Natur. Letzte Woche war er in Neufundland mit einem Motorboot unterwegs und könnte erst die Frage von VDI nachrichten am Sonntagnachmittag nach seiner Rückkehr nach Deutschland beantworten. Gern tourt er auch mit seiner Familie in seinem Wohnmobil oder fährt Motorrad oder Ski. Solche Ausgleiche werden weiterhin wichtig sein, um die Leitung der komplexen Fraunhofer-Gesellschaft zu bewältigen.

Ob er mit seiner Familie nach München umzieht, ist noch nicht entschieden. Mit seiner zweiten Ehefrau, einer Lehrerin, lebt er seit Jahren in Ettlingen und fühlt sich dort sehr wohl. Von den insgesamt sechs Kindern – jeweils drei aus früheren Beziehungen – haben sich fünf für Studiengänge entschieden, die mit einer VDI-Mitgliedschaft kompatibel wären. Ein 17-jähriger Sohn geht noch zur Schule.

Ob eine Amtsperiode von fünf Jahren ausreichen wird, um Hanselkas Pläne als Fraunhofer-Präsident umzusetzen, wird sich noch zeigen. Aber mit seiner ruhigen Art wird er sicherlich schnell die Mitarbeitenden in seiner ersten Amtsperiode für seine Ziele gewinnen und sie wie ein Orchester in Einklang bringen.

Holger Hanselka

- hat Maschinenbau an TU Clausthal studiert und dort 1992 promoviert.
- ist nach Stationen beim DLR in Braunschweig, an der Uni Magdeburg und beim Fraunhofer LBF in Darmstadt seit 2013 Präsident des KIT.
- spielt Cello, fährt gerne Ski, Motorrad und liebt Urlaube mit dem Wohnmobil in der abgeschiedenen Natur.



Fachkräftemangel: Wie schon im Studium entgegenwirken?

■ www.ingenieur.de/podcast





Schicht für Schicht zur besseren Verteidigung

3D-DRUCK: Die Bundeswehr gilt nicht unbedingt als „Speerspitze der Hochtechnologie“. Bei der additiven Fertigung soll das anders werden. Der entsprechende Kurs liegt an. Zwei Experten klären auf.

VON STEFAN ASCHE

Fangen wir doch ausnahmsweise Mal mit einer persönlichen Note an: Der Autor dieses Textes hat nicht gedient – zumindest nicht bei den Streitkräften. Stattdessen hat er Menschen mit geistigen Behinderungen in einem Wohnheim betreut. Hintergrund: In seinem privaten Umfeld war der Zivildienst die Regel – die Bundeswehr das Böse...

Heute, 35 Jahre später, ergibt sich – mit entsprechender Lebenserfahrung – ein differenzierteres Bild. Maßgeblich mitgezeichnet wird dieses Bild aktuell von den beiden Bundeswehrangehörigen Felix Zimmer und Sascha Hartig. Der eine ist promovierter Luft- und Raumfahrttechniker. Er arbeitet als Projektleiter und 3D-Druck-Experte beim Wehrwissenschaftlichen Institut für Werk- und Betriebsstoffe (WIWeB) in Erding. Der andere ist Kapitänleutnant – also ein waschechter „KaLeu“. Der Wahl-Hamburger ist seit zehn Jahren im Bereich Additive Manufacturing (AM) aktiv und kapert mit der jungen Technologie gerade die Deutsche Marine.

Beide Männer sind kaum Mitte 30, menschlich nahbar und ohne jede Militär-Attitüde. Theoretisch könnten sie die Hacken zusammenschlagen – gegenüber Journalisten tun sie es aber nicht. Stattdessen erläutern sie, was die Bundeswehr in Sachen 3D-Druck tut – und was sie plant.

„Das WIWeB ist seit über zehn Jahren am Start“, so Zimmer. „Einen großen Schub in Richtung additive Fertigung gab es 2017, als das 3D-Druck-Zentrum der Bundeswehr eröffnete. Zeitnah haben wir die erste Maschine zum Auslandseinsatz nach Afghanistan gesendet.“ Ende 2018 sei dann das „Concept Development and Experimentation-Projekt (CD&E)“ gestartet worden. Es diene dazu, Innovationspotenziale frühzeitig zu erkennen und diese im Hinblick auf Relevanz und Realisierbarkeit für die Bundeswehr zu bewerten.

„Bei der Marine ging es 2019 so richtig los“, ergänzt Kapitänleutnant Hartig. „Anfangs gab es Ressentiments. Heute aber entdecken wir bei nahe täglich neue, sinnvolle Einsatzgebiete.“

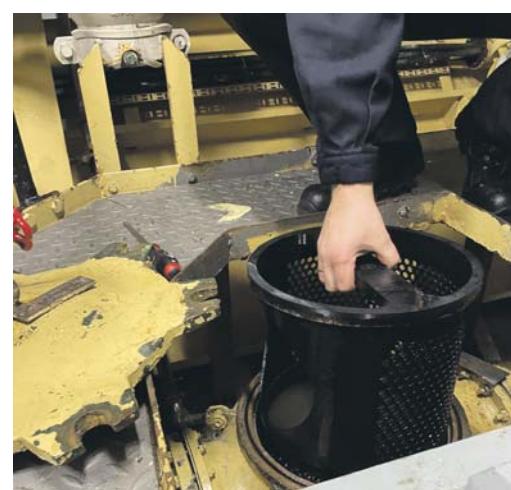
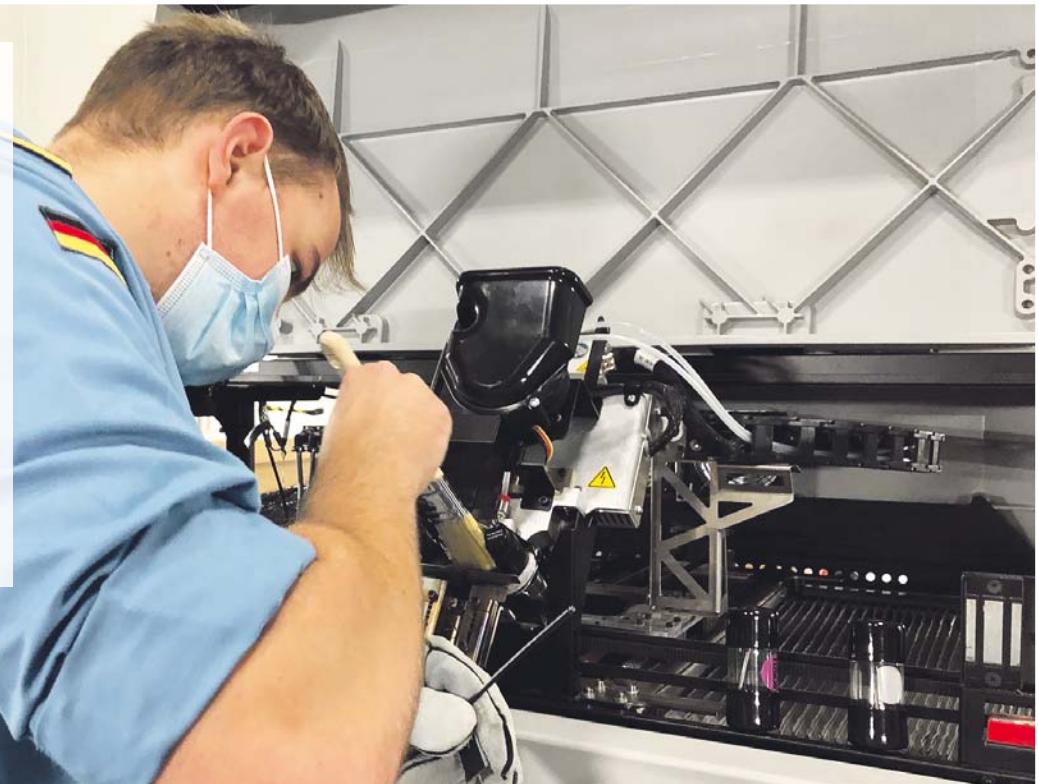
Erstes Beispiel aus der jüngeren Vergangenheit: Seefilteranlagen. „Das sind Apparaturen, die das Meerwasser sieben, bevor es zur Kühlung von Maschinen an Bord gepumpt werden kann“, so Hartig. „Bisher bestanden sowohl die Filterelemente als auch deren Rahmen aus Metall.“ Aufgrund von Rost seien die Teile regelmäßig kaputt gegangen – spätestens dann, wenn sie mechanisch bearbeitet wurden, etwa um Muscheln zu entfernen. „Wir haben das Problem gelöst, indem wir die Einsätze aus schlagzähem und korrosionsbeständigem Nylon gedruckt haben.“

Zweites Beispiel: „An Bord einer Fregatte im Indopazifik gab es unlängst ein Problem mit einem Lüfterrad“, so der KaLeu. „Ein Feuerlöschsystem drohte daraufhin zum Teil auszufallen.“ Ersatzteile seien vor Ort nicht zu beschaffen gewesen – schon gar nicht auf die Schnelle. „Deshalb hat die Crew umgehend etwas konstruiert und gedruckt.“ Das Ergebnis habe tatsächlich funktioniert. Gleichzeitig seien die provisorisch programmier-



Immer mehr Soldaten

werden geschult in der additiven Fertigung. Hier wird an Bord einer Fregatte die Druckdüse eines filamentbasierten Kunststoffdruckers gewechselt. Foto: Bundeswehr



Der Einsatz eines Seewasserfilters wurde aus schlagzähem Nylon gedruckt. Korrosion ist jetzt kein Thema mehr. Foto: Bundeswehr

ten Konstruktionsdaten nach Deutschland gesendet worden. An Bord eines Schwesterschiffs sei das Design dann validiert, optimiert und digital retourniert worden. Ergebnis: „Die Fregatte war jederzeit sicher unterwegs und musste keinen Hafen anlaufen – was viel Zeit und Geld gekostet hätte.“

Zimmer ergänzt ein drittes, ursprünglich für die Luftwaffe entwickeltes Beispiel: „An Pilotenhelmen gibt es Halterungen für Nachtsichtgeräte. Die sind empfindlich – und schwer zu beschaffen. Als sich Engpässe häuften, sahen wir uns in einer Zwickmühle: Drucken wir die tendenziell sicherheitsrelevanten Kunststoffteile? Oder stellen wir ihretwegen ganze Missionen infrage?“

Am Ende habe sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass es – in Anbetracht der Alternativen – kalkulierbare und akzeptable Risiken gebe. „Zumal die gleichen Halterungen inzwischen auch bei den Landstreitkräften eingesetzt werden – wo sie aufgrund der dortigen Belastungen noch schneller verschleißt.“

Damit Soldatinnen und Soldaten fit sind im 3D-Druck, gibt es seit diesem Frühjahr eine einschlägige Ausbildung in der Marinetechnikschule Parow, nördlich von Stralsund. „TeilnehmerInnen lernen in drei Wochen, wie filamentbasierte Maschinen funktionieren, wie sie bedient und gegebenenfalls repariert werden“, so Zimmer. „Zudem erfahren sie, welche Kunststoffe sich für welche Einsatzzwecke eignen.“

Hartig räumt ein: „Sie bekommen natürlich nur Grundzüge vermittelt. Das ist ungefähr wie beim Autofahren: Nach der Führerscheinprüfung darf man zwar fahren, zum wirklichen Profi wird man aber erst durch ganz viel Praxis.“

Wie viele Soldatinnen und Soldaten den Lehrgang in Zukunft absolvieren werden, ist noch un-

klar. „Wir werden stets evaluieren, was künftig benötigt wird“, so Zimmer. „Sind es mehr Fachleute? Oder stattdessen mehr leistungsfähige Drucker?“ Die Technik mache schnelle Fortschritte ...

Aber ist diese Technik robust genug für den Einsatz auf schwankenden Planken? Dazu Hartig: „Harzbasierte Verfahren, etwa die Stereolithografie, kommen bei nennenswertem Seegang schnell an ihre Grenzen: Bei 6 m hohen Wellen und 20 Grad Krümpfung schwimmt alles über.“

Besser geeignet seien Extrusionsverfahren: „Bewährt haben sich einfache Desktop-Drucker, die aufgrund ihres niedrigen Gewichts kaum Probleme haben mit Beschleunigungen von außen“, so Hartig. „Geeignet sind aber auch große Industriemaschinen, die dank ihrer Dämpfung und ihrer Steifigkeit etwaige Erschütterungen und Vibrationen gut wegstecken können.“

Getestet wurden die verschiedenen 3D-Drucker bereits auf Korvetten, Fregatten, Einsatzgruppenversorger und sogar auf U-Booten. Zu aktuellen Initiativen verraten die beiden Experten nichts.

Und was ist mit Metalldruck? „Pulverbettbasierte Verfahren sind aktuell nicht an Bord“, so Zimmer. Die Partikel seien bei schwierigen Verhältnissen kaum zu bändigen – was mit einer Explosionsgefahr einhergehe. „Deshalb experimentieren wir gerade mit gefüllten Filamenten.“ Auf deren Basis entstünden Grünlinge, die anschließend im Sinterofen zu massiven Metallteilen verbacken werden könnten.

Auf hoher See ist man bekanntlich in Gottes Hand – oder vertraut zusätzlich auf die Technik... Aber wie ist das bei den Betroffenen? Deshalb die Frage: „Ahoi, Herr KaLeu! Würden Sie anheuern an Bord eines Schiffes, dessen kompletter Rumpf additiv gefertigt wurde?“

Hartig zögert keine Sekunde: „Natürlich! Ich könnte das Schiff schließlich jederzeit reparieren. Oder ich würde sogar selbst-regenerierende Materialien einsetzen. Die werden kommen ... Dann könnte ich ein Schiff steuern, dass niemals untergeht. Als Kapitän würde mir das gefallen.“



Wer konstruiert an Bord? Wird „Reverse Engineering“ praktiziert – also das Scannen von Bauteilen zur Gewinnung von Druckdaten? Können 3D-Druck-interessierte Civilisten bei der Truppe anheuern? Antworten gibt Folge 64 des Podcasts „Druckwelle“.

www.ingenieur.de/druckwelle

Komplexe Betonstrukturen aus dem Pulverbett-Drucker



Für ein solch komplexes Bauteil müsste ein Steinmetz viele Tage arbeiten. Mittels der selektiven Zementaktivierung ist es binnen Stunden fertig. Foto: Fit AG

ADDITIVE FERTIGUNG: Bisher entstehen gedruckte Betonteile vor allem mittels Extrusion oder Aufspritzen. Beiden Verfahren ist gemein, dass sie fertig angemachte Betonmischungen verarbeiten: Die Gesteinskörnung und das Bindemittel – also der Zement – sind schon vermengt.

„Bei unserem Verfahren ist das anders“, erklärt Christiane Richter, Wissenschaftlerin am Institut für Material- und Bauforschung der Hochschule München. Sie arbeitet gemeinsam mit einem Industriepartner, der Fit AG aus Lupburg, an der „Selektiven Zementaktivierung“.

Dabei handelt es sich um ein pulverbettbasiertes Verfahren. Man kennt dies aus dem Kunststoff- und Metalldruck: Das Basismaterial wird in Form winziger Partikel im Bauraum schichtweise ausgebreitet und anschließend mit einem Energiestrahl, etwa einem Laser, selektiv verschmolzen oder gesintert.

Die bayerische Forschungskooperation nutzt nun statt eines energiereichen Laserstrahls viele kleine Wasserstrahlen. Und ihr Pulverbett besteht nicht etwa aus PLA, PA12, Titan oder Aluminium – sondern im wesentlichen aus Portlandzement mit Blähglaspartikeln als Zuschlag.

Ein Druckkopf mit 2500 winzigen Düsen (Durchmesser je 150 µm) bringt nun überall dort Wasser ein, wo fester Beton entstehen soll. Er ist breit genug, um mit einer Überfahrt den gesamten Bauraum abzudecken. Der Bauraum hat aktuell eine Länge von 4 m und eine Breite von 2,5 m. Die Höhe ist derzeit auf 1 m limitiert.

„Mit unserem Verfahren lassen sich geometrisch sehr komplexe Bauteile herstellen“, so Richter. „Die Blähglaspartikel haben nämlich einen Durchmesser von maximal 0,5 mm.“ (Zum Vergleich: Die Körnung von klassischem Gussbeton misst 16 mm bis 32 mm.)

Die einzelnen Schichten, die mit einer Walze im Bauraum eingegeben und komprimiert werden, sind lediglich 1,5 mm hoch. Dennoch kann relativ schnell aufgebaut werden. „Anders als beim Extrusionsverfahren müssen wir nicht warten, bis die vorherige Schicht ausgehärtet ist. Sie wird nämlich gehalten vom umgebenden Pulverbett“, erklärt die Bau-

ingenieurin. Theoretisch ließen sich somit Betonstrukturen mit einem Volumen von 10 m³ in nur sieben Stunden aufbauen.

Betonbauer wissen: Damit die gedruckten Teile zugfest sind, müssen Bewehrungen eingebracht werden. Üblich sind Stahlstäben. Für den Pulverbettdruck sind die allerdings in aller Regel zu dick. „Wir nutzen stattdessen beispielsweise ein Carbongewebe, das während des Druckprozesses eingelegt wird. Außerdem experimentieren wir mit dünnen Stahl- oder Basaltstäben“, so Richter. „Alternativ können im Druckprozess Aussparungen vorgesehen werden, in die nachträglich Metallbewehrungen eingebracht und dann vergossen werden.“

Weitere Details zu dem Verfahren können Sie im Podcast Druckwelle, Folge 63, hören. Darin geht es zusätzlich beispielsweise um erreichbare Festigkeiten, prädestinierte Einsatzgebiete sowie ein verwandtes Verfahren: die „Selective Paste Intrusion“ (SPI). sta



Bauingenieurin Christiane Richter testet in Kooperation mit der Fit AG auch, wie Bewehrungen in die gedruckten Teile eingebracht werden können.

Foto: Hochschule München

■ <https://druckwelle.podigee.io>

Heureka, das Einheitspatent ist endlich da!

RECHT: Wer ein Patent in weiten Teilen Europas anmelden will, kann in Zukunft Geld, Zeit und Nerven sparen: Am 1. Juni trat – nach fast 50 Jahren politischer Diskussionen – das „Einheitspatentsystem“ in Kraft.

Nun können Erfinder ein internationales Schutzrecht erlangen, indem sie es beim Europäischen Patentamt (EPA) beantragen – ein einziger Verfahrensschritt ist dafür ausreichend. Das bedeutet: Die findigen Köpfe müssen ihr Gesuch nicht mehr in etliche Sprachen übertragen. Und sie müssen die erteilten Patente nicht länger in allen adressierten Ländern einzeln aufrecht erhalten. Die Folge: Übersetzungs- und Anwaltskosten sinken dramatisch.

Der Zahlungsverkehr wird ebenfalls vereinfacht: Alle Gebühren können künftig in einer einzigen Währung beim EPA bezahlt werden.

Und es kommt noch besser: Etwaige Rechtsstreitigkeiten müssen nicht länger in den jeweiligen Ländern ausgefochten werden – was für kleinere Firmen und Einzelerfinder oft ruinös war. Neue Anlaufadresse ist das Einheitliche Patentgericht (EPG). Das zentralisierte System ermöglicht es Nutzern, auf europäischer Ebene zu klagen.

Der Zugang zum Einheitspatent steht allen EU-Mitgliedstaaten offen. Bislang haben sich 17 Länder – Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Österreich, Portugal, Slowenien und Schweden – dem Einheitspatent angeschlossen; weitere EU-Mitgliedstaaten werden voraussichtlich in Zukunft daran teilnehmen.

„Das Inkrafttreten des Einheitspatentsystems ist ein historischer

Schritt“, sagt EPA-Präsident António Campinos. „Er schafft ein leichter zugängliches, kostengünstigeres und einfacheres Patentsystem. Zum ersten Mal kann sich Europa auf einen grenzenlosen Markt für Technologie verlassen, um seine innovativen Unternehmen zu unterstützen. Mit diesem Schritt haben wir nicht nur bei den Wettbewerbsbedingungen mit den konkurrierenden Weltregionen gleichgezogen, sondern auch die Voraussetzungen dafür geschaffen, unsere Innovationskraft anzukurbeln und die Volkswirtschaften insgesamt zu stärken.“

Dank der zahlreichen Verbesserung erwartet das EPA eine Zunahme der jährlichen Handelsströme um 2 % und einen Anstieg der ausländischen Direktinvestitionen in Hochtechnologiesektoren um satte 15 %. sta



Noch mehr
VDI nachrichten
jetzt mit Vn+

Im digitalen Angebot von VDI nachrichten erhalten Sie zusätzliche Informationen und multimediale Beiträge zu den bewährten Artikeln der Print- und E-Paper-Ausgabe. In dieser Woche zählen dazu:

Kampfpanzer und Haubitzen aus Südkorea sind begehrt wie nie. Polen und andere NATO-Staaten statteten sich in Südostasien aus. Das gelingt, weil Südkoreas Rüstungsindustrie so exportorientiert ist.

China bereitet Exporthindernisse für Seltene Erden vor: Wohl noch in diesem Jahr sollen in China Vorschriften in Kraft treten, die den Export von Technologie, Maschinen und Anlagen zur Verarbeitung Seltener Erden untersagen. Einige Beobachter fürchten, ein Exportverbot der begehrten Metalle selbst könne folgen.

Max-Planck-Institut erforscht Ammoniak-einsatz in der Direktreduktion: Am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf haben Versuche zum Reduktionsgas der übernächsten Generation stattgefunden. Die Idee: Ammoniak, ein potenzielles Trägermolekül der Wasserstoffwirtschaft, könnte direkt zur Produktion von Eisen aus Eisenerz genutzt werden. Bislang haben nur Versuche im Labormaßstab stattgefunden, diese allerdings seien vielversprechend verlaufen, schildert der Max-Planck-Forscher Yan Ma gegenüber VDI nachrichten.

■ vdi-nachrichten.com/vn-plus-artikel/



Podcast Prototyp: Es gibt viele Wege, Karriere zu machen

WORK-LIFE-BALANCE: Mit neuen Job- und Arbeitsmodellen verändert sich auch die Vorstellung von „Karriere“. Es geht nicht mehr nur allein um den beruflichen Aufstieg. Aber um was noch? Die Organisationsentwicklerin Eva Holden weiß Antworten auf diese Frage. „Höher, schneller, weiter“ ist nicht mehr das Konzept der Zukunft“, sagt sie. „Kammkarrieren“, also der kontinuierliche Aufstieg innerhalb eines Unter-

nehmens, sei nur noch eine von vielen Karrierevarianten. „Das ist am Ende des Tages eine positive Entwicklung für alle Beteiligten, weil es ganz verschiedene Lebenskonzepte gibt, an die sich der Job anpassen muss. Das ist auch der Kern von „New Work“: Man habe früher gelebt, um zu arbeiten. Das habe sich jetzt ins Gegenteil gewandt.

Bevor sich Ingenieurinnen und Ingenieure mit den Zuständigen im

Unternehmen über Möglichkeiten und Chancen unterhalten, sollten sie sich selbst erst einmal über ihre Karriereziele im Klaren sein, so Eva Holdens Rat: Geht es mir ums Geld? Möchte ich viel Zeit für Freunde und Familie haben? Kann ich auch auf Reisen mobil arbeiten? Dann könnte man das Gespräch suchen und Lösungen im „beidseitigen Einvernehmen“ suchen. ws

■ prototyp.podigee.io



Dritev 2023: Antriebe und Getriebe der Zukunft

VERKEHR: Die Fahrzeugbranche und deren Zulieferer treffen sich Anfang Juli in Baden-Baden, um sich über künftige Antriebskonzepte auszutauschen – auch über Verbrennungsmotoren.

VON PETER KELLERHOFF

Der Internationale VDI-Kongress Dritev hat sich im Laufe der Jahre zu einem der weltweit größten Automobilkongresse gemausert. Er findet zum 23. Mal am 5. und 6. Juli in Baden-Baden statt, wo sich die Fachwelt über die aktuellen Entwicklungen, Innovationen und Perspektiven verschiedener Konzepte im Umfeld Antrieb und Getriebe austauscht.

Die inhaltlichen Schwerpunkte der Dritev 2023 und der parallel stattfindenden 8. Internationalen VDI-Fachtagung „Antriebsstranglösungen für Nutzfahrzeuge“ sind die weiter voranschreitende Diversifizierung der Antriebstechnologien, regulierende Eingriffe der Gesetzgeber und die Optimierung der CO₂-Flottenverbräuche.

Einen Schwerpunkt werden dabei die Elektrifizierung der Fahrzeugflotten und der Ausbau der Ladeinfrastruktur bilden, doch nicht nur: Die Unternehmen verfolgen multiple Antriebsstrategien, die einer umfassenden Elektrifizierung des Antriebs in allen Fahrzeugklassen und -arten folgen, um für die Zukunft gut aufgestellt zu sein. So macht Christian Groppe, Direktor Entwicklung E-Achsen, Achsen und Getriebe bei der Daimler Truck AG (Stuttgart), klar: „Die Kunden werden zu dem Produkt greifen, das für die jeweilige Transportaufgabe unter Berücksichtigung der regionalen



Auf der Dritev geht es um die Weichenstellungen für die Mobilität der Zukunft. Foto: VDI Wissensforum GmbH/Marcus Schwier

Randbedingungen am geeignetsten erscheint.“ Das könnte batterieelektrisch (BEV) sein oder wasserstoffbasiert, aber auch der Verbrennungsmotor stehe bei Daimler und anderen Herstellern weiterhin im Fokus. „Keinesfalls dürfen wir die CO₂-Reduzierung des konventionellen Antriebs vernachlässigen, schon aufgrund der Größe der Population an konventionellen Fahrzeugen.“

Diese Relevanz ist nicht nur dadurch gegeben, dass auch hierzulande in manchen Fahrzeugklassen, etwa beim Fernlastschwerverkehr, eine rein batterieelektrische oder wasserstoffbasierte Antriebsart nur eingeschränkt Sinn macht. Da die meisten Unternehmen auf dem Antriebssektor global aufgestellt sind und auf anderen Kontinenten ande-

re Emissionsgesetzgebungen und regionale Unterschiede gelten, müssen auch für diese Regionen angepasste Angebote präsentiert werden. Daimler-Mann Groppe verdeutlicht: „Wenn wir zum Beispiel nach Brasilien blicken, wo wir auf eine oft schwierige Topografie in Verbindung mit 74 t als Standard-Sattelzuggewicht stoßen, halte ich BEV-Fahrzeuge im Fernverkehr auf absehbare Zeit für unwahrscheinlich.“ Daher gehe es darum, die CO₂-Reduzierung des konventionellen Antriebs weiter voranzutreiben.

Bei den batterieelektrisch angetriebenen Fahrzeugen ist der Pulswechselrichter so etwas wie „das Gehirn des elektrischen Antriebsstrangs“ – er bestimmt maßgeblich die Effizienz und Performance der Fahrzeuge. Diesem Thema nimmt sich der Volkswagen-Konzern an und gab im Vorfeld der Dritev bekannt, einen eigenen Pulswechselrichter zu entwickeln. „Bisher gab es im Konzern verschiedene Plattformen für die drei Markengruppen – Volumen, Premium und Sport“, erläutert Alexander Krick, Head of Technical Development E-Drive & Transmission, Volkswagen Group Components (Wolfsburg). „Durch das Bündeln aller Pulswechselrichter-Aktivitäten in einem Team können wir plattformübergreifende Synergien nun besser identifizieren und heben.“

Diese und viele weitere Themen und Anwendungsgebiete sind Bestandteil der diesjährigen Dritev.



Auf der Automatica gibt es nicht nur neue Technik zu bestaunen, sondern dank der Career now auch wertvolle Karrieretipps. Foto: Messe München GmbH

Drei Messen zugleich besuchen

JOBMESSE: Wer Impulse für seine Karriere sucht und sich gleichzeitig fachlich weiterbilden will, dem bietet sich die Chance Ende Juni in München: Dort finden vom 27. bis 30. Juni die Leitmessen Automatica und Laser World of Photonics statt. Besucherinnen und Besucher können sich zudem auf der Jobmesse Career now – powered by VDI Verlag an den Ständen etwa des Fraunhofer Instituts für Lasertechnik oder des Automatisierungsspezialisten Beckhoff über ihre Chancen informieren.

Worauf Karrierewillige achten sollten, erfahren sie aus den Vorträgen und Diskussionsrunden. So erklärt Karrierecoach Bodo Iking, wie sich künstliche Intelligenz für die Bewerbung nutzen lässt. Ingo Rauhut, Arbeitsmarktexperte des VDI, erläutert, welche sozialen und fachlichen Kompetenzen von Akademikerinnen und Akademikern aktuell gefragt sind. Mit den kostenlosen Tickets für Career now lassen sich auch Automatica und Laser World besuchen. pst

■ <https://www.ingenieur.de/recruiting-tage/career-now/>

Überlassen Sie uns das Denken

Keine Ahnung, wie Sie die Kraft unserer bürstenlosen Motoren und Antriebssysteme zähmen sollen? Das ist in Ordnung. Unsere Motion Control Module und Software übernehmen das Denken für Sie. Einfach zu installieren, intelligent und präzise im Betrieb. Erfahren Sie mehr: epos.maxongroup.com

Precision Drive Systems



automatica München
27.–30. Juni 2023
Halle B6, Stand 300



VON OLIVER RISTAU

Das Rauschen des Flusses hört man nicht, obwohl die Stromschnellen zahlreich sind. Zu laut ist der Autoverkehr von Tiflis, der Hauptstadt Georgiens, die sich an den Ufern der Kura ausdehnt. Während die grünen Wasser des längsten Flusses im Kaukasus spritzend ihren Weg 800 km ostwärts in Richtung der Mündung im Kaspischen Meer nehmen, strekt sich unweit des Gewässers der Büroturm des staatlichen Elektrizitätsunternehmens GSE (Georgian State Electrosystem) in die Höhe.

Dort im elften Stock empfängt der Vorstand des Netzbetreibers eine Delegation der deutschen Entwicklungsbank KfW, die sich auf Einladung der Bank über den georgischen Energiesektor schlau machen will. Einer der Gründe des Interesses: Georgien könnte künftig die Europäische Union mit Grünstrom versorgen.

In der Leitwarte präsentiert GSE-Direktor Giorgi Amuzashvili den Monitor, der die gesamte Frontalwand einnimmt. Er stellt auf schwarzem Hintergrund den Schaltplan des georgischen Stromsystems in Echtzeit dar: Es wimmelt von weißen Leitungen, Kästchen, Pfeilen, Zahlen, Tabellen und den weichen Zeichen der georgischen Schriftsprache. Die eingezeichneten Kraftwerke arbeiten vor allem mit Wasserkraft. Sie sichert rund 70 % des heimischen Strombedarfs. Auf Platz Zwei folgen Gas-kraftwerke.

Amuzashvili erklärt: „Die Leitwarte stellt den Betrieb des gesamten georgischen Stromnetzes sicher. Sie ist für die Instandhaltung der Hoch- und Mittelspannungsanlagen und die allgemeine Stabilität des Stromnetzes verantwortlich.“ Mitarbeiter an kleineren Monitoren beobachten das System im Detail. „Nein, mit Blackouts haben wir kein Problem“, sagt Amuzashvili auf Nachfrage. „Die Leitwarte wirkt Spannungsabweichungen in den Netzen automatisch entgegen.“

Eines der vielen Diagramme ist für den Elektroingenieur besonders interessant. Dort flackert in einem kleinen Kästchen eine Zahl: 400 MW. „Das ist die Leistung, die wir im Moment in die Türkei exportieren.“ Eine lukrative Leitung: Weil sich die Strompreise in der Türkei im letzten Jahr im Zuge der Energiekrise verdreifacht haben, verdient GSE gut am grenzüberschreitenden Elektrizitätsverkauf.

In einem Meeting-Raum nebenan erklärt Amuzashvili in Anwesenheit des deutschen Botschafters und von Vertretern der georgischen Regierung Details. Das georgische Netz ist neben der Türkei mit den Stromnetzen in Russ-

land und Aserbaidschan verbunden. Dabei leitet Georgien neben eigenen Exporten auch Überschussstrom aus Aserbaidschan in die Türkei weiter. Doch das kleine kaukasische Land ist nur im Sommerhalbjahr Nettoexporteur, wenn die Wasserkraftwerke des Landes aus Vollast produzieren. Von Oktober bis März ist es umgekehrt. Georgien muss Strom aus Russland importieren. Unter dem Strich ist das Land auf das ganze Jahr betrachtet Nettostromimporteur.

Das soll sich ändern. Der Vorstand präsentiert eine Grafik mit zwei Tortendiagrammen. Das eine zeigt die aktuell installierten Stromkapazitäten: 4600 MW. Daneben die Zukunft: 2033 sollen es knapp 10000 MW sein. Die Wasserkraft übernimmt den Löwenanteil: Sie soll sich auf mehr als 7000 MW verdoppeln. Zusätzlich geplant sind 900 MW Wind und 200 MW Photovoltaik. Erste Ausschreibungen für Wind- und PV-Kapazitäten sind Anfang des Jahres erfolgreich abgeschlossen worden, erklärt eine Regierungsvertreterin.

Die bundeseigene Bank KfW, die mit Vorständin Christine Laibach nach Georgien gekommen ist, unterstützt den staatlichen Stromkonzern finanziell bei diesen Plänen. „Ende des Jahres entscheidet die EU, ob Georgien den Status als EU-Beitrittskandidat erhält“, sagt Laibach. Das ist eine politische Frage. Von wirtschaftlichem Interesse für Deutschland und die EU ist der Grünstrom: „Ein Feld, in dem wir als KfW tätig sind, ist die Anbindung Georgiens mit seiner grünen Energie an das europäische Energiennetz“, so die für die internationalen Finanzierungen zuständige Vorständin. Insgesamt gibt die KfW für den Ausbau der Stromnetze in Georgien Darlehen von 225 Mio. €. Die Idee dahinter: Sau-

ten, dass Georgien den Status als EU-Beitrittskandidat erhält“, sagt Laibach. Das ist eine politische Frage. Von wirtschaftlichem Interesse für Deutschland und die EU ist der Grünstrom: „Ein Feld, in dem wir als KfW tätig sind, ist die Anbindung Georgiens mit seiner grünen Energie an das europäische Energiennetz“, so die für die internationalen Finanzierungen zuständige Vorständin. Insgesamt gibt die KfW für den Ausbau der Stromnetze in Georgien Darlehen von 225 Mio. €. Die Idee dahinter: Sau-



Die Kräfte des Kaukasus

ENERGIE: Die EU will über ein Seekabel im Schwarzen Meer grünen Strom aus Georgien importieren. Doch das Vorhaben ist teuer, wie ein Besuch in der gebirgigen Region zeigt.



Die Umspannstation Akhaltsikhe liegt in den Bergen. Die Wasserkraft macht am georgischen Strommix 70 % aus, im Sommer, wenn die Flüsse viel Wasser transportieren, ist das Land Energieexporteur. Foto: Oliver Ristau

In der Schaltzentrale: Aktuell beträgt die installierte Kapazität der georgischen Stromversorgung 4600 MW. 2033 sollen es 10 000 MW sein. Foto: Oliver Ristau





Fluss Kura in Tiflis: Georgiens staatlicher Energiekonzern GSE plant den massiven Ausbau der Wasserkraft. Foto: Oliver Ristau



Relais nach Europa: Die Umspannstation in Akhaltsikhe unweit der türkisch-georgischen Grenze. Foto: Oliver Ristau

berer kaukasischer Strom könnte der EU helfen, die Unabhängigkeit von fossilen Importen schneller zu erreichen. Dabei geht es nicht nur um Strom aus Georgien. Auch potenzieller Grünstrom aus künftigen Offshore-Windparks auf dem Kaspiischen Meer in Aserbaidschan steht zur Diskussion.

Die Pläne zum Stromtausch sind schon weit gediehen. So arbeiten Georgien und das EU-Mitglied Rumänien an der Umsetzung einer Stromverbindung durch das Schwarze Meer. Mit rund 1100 km wäre es eines der längsten Unterwasserstromkabel der Welt. Die 500-kV-Leitung könnte künftig 1000 MW in beide Richtungen transportieren. Kostenpunkt laut Projekt-skizze: 2,2 Mrd. €.

Derzeit erstellen die Beteiligten eine Machbarkeitsstudie, die Ende 2023 vorliegen soll. 2029 könnte das Kabel Realität werden. Doch sowohl die hohen Kosten als auch Sicherheitsbedenken – das Unterseekabel würde in relativer Reichweite zur von Russland gehaltenen Krim-Halbinsel verlaufen – schieben eine Alternative in den Blick: den Stromtransport über die Türkei.

Wie das aussehen kann, zeigt eine Fahrt stromaufwärts der Kura. Der Bus passiert Wasserkraftwerke und immer häufiger zeigen sich die Stromschnellen auf dem grünen Wasser. Nach 200 km windet sich die Asphaltstraße eine Anhöhe hinauf. Kühe passieren die Straße. Die steilen Hügel ringsum sind mit Wiesen und Nadelwald bedeckt. Auf den Gipfeln der Kaukasusberge liegt Schnee. Und dann taucht die Umspannstation von Akhaltsikhe auf – ein mächtiges Ensemble von Stromleitungen, Stahl und elektronischen Bauteilen.

Mit an Bord ist Thomas Arlt vom Ingenieurbüro Fichtner. Im Auftrag der KfW haben die Stuttgarter den Netzausbau und den Bau der Umspannstation 2015 betreut. Sie ist das Nadelöhr, das das georgische Netz mit dem türkischen verbindet, das in 30 km Entfernung beginnt. Arlt leitet die Aktivitäten.

Die Station ist das einzige Verbindungsstück zwischen dem russischen 500-kV-Netz und dem türkischen 400-kV-Netz. Das türkische ist mit dem europäischen UCTE-Netz synchron, das russische dagegen nicht, sagt Arlt. So sei die Toleranz für Frequenzabweichungen in Europa mit 20 mHz (Millihertz) deutlich geringer als in Russland. „Man müsste sämtliche Kraftwerke im russischen Netz flexibilisieren.“ Auch die Sinuskurven seien nicht deckungsgleich.

Deshalb arbeitet in Akhaltsikhe ein Gleichstrompuffer oder HGÜ-Back-to-Back-Konverter. „Der wirkt wie eine Barriere ins russische Netz“, so Arlt. Eine Barriere mit eigenem Klang: der Elektroin-

genieur führt die Delegation in die Ventilhalle der Konverterstation. Er öffnet eine Tür, und ein lautes und mittelfrequentes Dröhnen erfüllt den hohen Raum. „Das sind die Ventile, die sich in Millisekunden öffnen und schließen.“ Elektronische Bauteile, die Thyristoren, zerhacken den mit 500 kV ankommenden Wechselstrom und formen ihn in Gleichstrom um. Auf der anderen Seite wird er umgehend wieder in Wechselstrom umgewandelt und mit 400 kV Spannung in Richtung Türkei geschickt.

Beim Gang über das Gelände der Umspannstation in Richtung der ankommenden 500-kV-Leitungen ändert sich der Klang. Die Aluminiumleiter durchlaufen Leistungsschalter, Trenner und in einer Rippenstruktur verborgene Oberspannungsfilter, die die Frequenz glätten. Ein Brizzeln und Sirren erfüllt jetzt die Luft. Es ist das Geräusch der Energieverluste. Arlt zeigt auf Klemmen und Schrauben an den Stromleitungen. Dort kommt es zu kleinen Entladungen. Funken springen über. Insgesamt betragen die Verluste von Anfang bis Ende der Stromübertragung hier in Akhaltsikhe rund

10 %, sagt Arlt. Das liege im akzeptablen Bereich. „Es gibt so viele elektronische Bauteile. Verluste sind nicht zu vermeiden.“

Insgesamt stehen je Spannungsseite sechs Einphasen-Transformatoren bereit. Sie können zweimal 350 MW umwandeln. Es gibt außerdem je einen Ersatz-Transformator. „Das ist unser Back-up, sollte einer der Transformatoren ausfallen“, erklärt Arlt. Die monatelangen Lieferzeiten würden andernfalls eine Abschaltung notwendig machen.

Das aber wäre ein herber finanzieller Verlust. Denn die Transformatoren arbeiten meist unter Vollauslastung, weil der Stromexport in die Türkei finanziell so attraktiv ist. Kein Wunder, dass der georgische Übertragungsnetzbetreiber GSE einen weiteren Ausbau von 350 MW plant. Dann könnte Georgien gut 1000 MW an Leistung über die Grenze in Richtung Zentraleuropa schicken.

Um das möglich zu machen, baut die Station am Kleinen Kaukasus auch eine 220-kV-Leitung ein, die 80 MW an lokaler Wasserkraft anbindet. Die Transformatoren stammen aus der Ukraine, berichtet Arlt.

Neben dem Import von Strom hat die Bundesregierung noch eine weitere Option in den Blick genommen: die Produktion von grünem Wasserstoff. Das Auswärtige Amt gibt dafür 1,3 Mio. €. Ein erstes Pilotvorhaben soll Ende des Jahres stehen, so der staatliche Energiekonzern GSE. Ob für den Export oder die eigenen nachhaltigen Zwecke: An Wasser, das macht das gebirgige Land Besuchern sehr schnell klar, herrscht in Georgien kein Mangel.



„Mit Blackouts kein Problem“: Giorgi Amuzashvili leitet den staatlichen Energiekonzern GSE. Über das Jahr ist Georgien Nettostromimporteur.

Foto: Oliver Ristau



KOMMENTAR

Final Countdown

Europas Raketenindustrie ist angezählt – auf mehreren Ebenen.

Erstens im Wortsinn, weil am heutigen Freitag der letzte Countdown für eine Ariane-5-Rakete erklingt. Der 117. Start beendet eine 27-jährige Ära.

Zweitens im Sinne einer konkreten Gefahr des KOs, weil auch die kleinere europäische Rakete, die italienische Vega, nur noch einmal fliegen wird. Die Zukunft gehört den beiden Nachfolgerinnen, Ariane 6 und Vega C, und diese hängen zuletzt eher in den Seilen, als dass sie Wirkungstreffer landen.

Angefangen bei der Vega C: Seit dem Scheitern einer Mission und dem Verlust zweier Satelliten am 21. Dezember 2022 ist die Rakete grounded. Eine unabhängige Kommission hat die Unfallursache herausgearbeitet: Dem-

nach gab es Probleme bei einem Carbon-Werkstoff, der in der Schubdüsenhalsauskleidung des Zweitstufentriebwerks Zefiro40 verbaut ist. Die Rückkehr in den Regelbetrieb soll zwar noch im laufenden Jahr erfolgen; allerdings muss dafür der gesamte Antrieb erneut qualifiziert werden.

Bei der Ariane 6 sieht es nicht besser aus. Ursprünglich sollte die Rakete im Jahr 2020 erstmals starten, aktuell ist der offizielle Termin nun Ende 2023, aber immer wieder werden Zweifel laut, dass das noch zu schaffen ist.

Das bedeutet: Vorerst steht Europa ohne Rakete da, der unabhängige Zugang zum All – seit zehn Jahren die ultimative Rechtfertigung für die milliardenschweren Subventionen von Ariane 6 und Vega C – ist aktuell nichts weiter als ein Wunsch. ESA-Chef Josef Aschbacher spricht von einer „ernsthaften Krise des europäischen Trägerraketen-sektors“. Und Stéphane Israël, CEO des Startdienstleisters Arianespace, nennt die Schwierigkeiten „gewaltig“.

Und selbst wenn beide Raketen bald fliegen, scheinen die Tage, als Europa die Nummer Eins für kommerzielle Raketenstarts war, endgültig vorüber. Denn die Konkurrenz der Ariane 6 ist die SpaceX-Rakete Falcon 9. Und die kam im Kalenderjahr 2022 auf 60 Starts. Solche hohen Produktionsraten und die Wiederverwendbarkeit der Erststufe eröffnen SpaceX die Möglichkeit, Raketenstarts gnadenlos aggressiv zu bepreisen.

Zwar ist die Ariane 6 immerhin bereits 28 Mal gebucht worden. Allerdings 18 Mal vom selben Kunden: Amazon. SpaceX liegt im Rennen vorne – uneinholbar, wie es scheint.

■ ihartbrich@vdi-nachrichten.com



Iestyn Hartbrich,
Redakteur, ist schon
gespannt auf
den Erststart der
Ariane 6. Foto: Frank Vinken

„Wir sind die Ermöglichungsbehörde“

REGULIERUNG: Deutschlands oberste Regulierungsbehörde, die Bundesnetzagentur, schaut auf Energie, Telekommunikation, Post und Eisenbahn. Der Hausherr, Präsident und Verbraucherschützer Klaus Müller, sieht in der Vielfalt der Aufgaben vor allem Chancen.

VON STEPHAN W. EDER

VDI NACHRICHTEN: Herr Müller, nach gut einem Jahr als Präsident der Bundesnetzagentur: Was war bisher Ihr größtes Aha-Erlebnis?

KLAUS MÜLLER: Das letzte Jahr war bei der Bundesnetzagentur ganz besonders von der Gaskrise gekennzeichnet. Das hat uns bis weit über das Normale hinaus belastet. Die Vorstellung, Deutschland könnte tatsächlich zu wenig Gas haben, und es würde dann auf uns die Aufgabe zukommen, dieses knappe Gut zu verteilen – das stellt sich keiner gerne vor. Wir haben viel Zeit investiert, die Situation zu vermeiden. Dass wir da sehr viel geschafft haben – und es dann trotzdem nicht einsetzen mussten –, das ist das unbestrittene Highlight.

Was wollen Sie als Präsident der Bundesnetzagentur erreichen?

Nehmen wir den Energiebereich: Die Bundesnetzagentur ist die Ermöglichungsbehörde für Dinge, die wir im Alltag brauchen und die wir, wenn sie nicht funktionieren, bitter vermissen würden. Das fängt bei Strom und Wärme an und geht über Wasserstoff demnächst weiter. Wir sind unmittelbar mit dem Umbau zu einem klimaneutralen Energiesystem, seinem Markt, seiner Struktur befasst. Das sowohl genehmigungsseitig zu ermöglichen wie auch von den regulatorischen Fragen her anzureizen, dient Verbraucherinnen und Verbrauchern, der Wirtschaft und dem ganzen Land. Das ist schon spannend!

Das können Sie im Kern auf Telekommunikation, Post und im etwas geringeren Maße auf die Eisenbahn ausdehnen. Wir sorgen dafür, dass diese Leistungen erstens zur Verfügung gestellt werden und zweitens zu einem preislichen Niveau, was so kosteneffizient wie möglich ist. Und wir haben einen starken Fokus auf den Verbraucherschutz. Da können wir vielen Verbraucherinnen und Verbrauchern helfen, zum Beispiel, wenn sie Ärger mit unerlaubter Telefonwerbung haben.

Sie haben zu Anfang Ihrer Zeit als Präsident der Bundesnetzagentur mal gesagt, Sie würden gerne gestalten. Wo können Sie bei der Bundesnetzagentur gestalten?

In sehr vielen Feldern. Es ist so viel in Bewegung in unseren Tätigkeitsfeldern! Die Energiewende, die Digitalisierung, die Veränderungen im Postwesen. Im Digitalbereich zum Beispiel werden wir sehen, was mit den EU-Vorschlägen für eine KI-Re-

gulierung passiert beziehungsweise wie die bereits beschlossenen Vorgaben zur Plattformregulierung umgesetzt werden. Dass der Markt es mitunter nicht allein richtet, ist das kleine Einmaleins der Volkswirtschaftslehre. Da ist jetzt vieles ganz konkret umzusetzen.

Digitalregulierung? Warum läge das bei der Bundesnetzagentur?

Digitalregulierung ist ein weites Feld. Im Bereich KI ist vieles noch im Fluss. Die neue Plattformregulierung muss nun in jedem europäischen Land umgesetzt werden. Eine Möglichkeit das zu tun, ist Aufgaben bei der Bundesagentur anzusiedeln. Es muss eine koordinierende Rolle geben, und womöglich wird die Bundesregierung darüber eine Entscheidung treffen, die auch was mit uns zu tun hat.

Das wäre noch eine Aufgabe in der Hand der Bundesnetzagentur. Es kursiert der Begriff von der „Superbehörde“, die alles reguliert. Wer kontrolliert diese Behörde?

Die Bundesnetzagentur wurde von Gerichten kontrolliert und sie wird auch weiterhin von Gerichten kontrolliert werden. Das halte ich in einem Rechtsstaat für genau das richtige Instrumentarium und das entspricht dem, was der EuGH höchstgerichtlich entschieden hat. Es wird auch noch viele Bereiche geben, wo wir eine ganz klassische Behörde sind, das heißt, wo die ganz normale Fachaufsicht und Dienstaufsicht bei den Ministerien liegen.

Davon unabhängig gibt es viele Aufgaben, insbesondere im Digitalbereich, die viele Synergieeffekte zu den bisherigen Aufgaben der Bundesnetzagentur haben. Da ist es sinnvoll, das in einer Hand zu haben. Die Frage ist: Machen wir unsere Aufgaben gut und generieren wir Synergieeffekte aus dem, was wir tun? Ich glaube, das tun wir.

Die Bundesregierung hat am 23. Mai den Verfahrensstart eines Wasserstoffkernnetzes beschlossen. Eine integrierte Netzplanung auf den Gebieten Strom, Gas und Wasserstoff, die ja zusammenhängen – wie weit ist man damit?

Die Bundesnetzagentur ist seit Langem für das Stromnetz und für das Gasnetz zuständig. In der letzten Konsultation zum Netzentwicklungsplan Gas haben wir ganz bewusst schon Wasserstoffthemen und -bedarfe mit abgefragt.

Mit dem Gesetzentwurf hat die Bundesregierung nun die Zustän-



digkeit der Bundesnetzagentur für ein Wasserstoffnetz vorgeschlagen. Für mich ist es ein Beispiel dafür, warum es sinnvoll ist, diese Themen in einer Hand zu haben. Wir können alle drei Netze miteinander denken.

Beim Thema Gas und Wasserstoff liegt das auf der Hand, denn ein relevanter Teil des Wasserstoffnetzes wird aus umgewidmeten Gasleitungen bestehen. Gleichzeitig müssen wir noch auf längere Zeit ein Gasnetz stabil halten. Immer wenn wir einen Teil des Gasnetzes hin zu Wasserstoff umwidmen, müssen wir berücksichtigen, wie das die Gasversorgung beeinflusst. Nur so können wir dem Auftrag der Versorgungssicherheit beim Gas nach wie vor nachkommen. Den Aufbau des Startnetzes für Wasserstoff zu berechnen und zu modellieren, ist schon eine sehr anspruchsvolle Aufgabe.

Wie schnell kann das passieren?
Das Wasserstoffstartnetz soll Ende des Jahres stehen. Das ist verflixt schnell. Anschließend muss das durch die Genehmigungsverfahren der Landesplanungsbehörden und gebaut werden. Dann haben alle eine Antwort auf die berühmte Henne-Ei-Frage. Wo kommt der Wasserstoff her? Wie wird er von A nach B transportiert? Wo kann er verwendet werden? Bei keinem der Themen sind wir in den letzten Jahren alle miteinander zufrieden gewesen, weil es an Planungs- und Investitionssicherheit gefehlt hat. Dafür wird jetzt die rechtliche Grundlage geschaffen.

Wie muss denn das neue Strommarktdesign aus Ihrer Sicht aussehen, um den Neubau dieser neuen wasserstofffähigen Gaskraftwerke zu beschleunigen?

Alle wissen, dass wir für Investitionen Planungssicherheit brauchen. Ich denke, es wird sich ein großer Konsens herausschälen, dass es eines anderen Finanzierungsmechanismus bedarf als heute. Wie der genau aussieht, werden wir sehen. Da warten wir jetzt die Diskussion der „Plattform klimaneutrales Strommarktdesign“ ab.



Foto: picture alliance/dpa/Rolf Vennenbernd

**Klaus Müller, Präsident der Bundesnetzagentur:**

Seit seinem Amtsantritt zum März 2022 ist die Sicherheit der Gasversorgung für Deutschland das wichtigste Thema für ihn.

Im November startet die Weltfunkkonferenz der ITU. Was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Themen und Konfliktfelder, vor allem im Bereich Mobilfunk?

Die Interessen liegen alle auf der Hand. Wir haben die verschiedenen Akteure, welche Frequenzen nutzen: Mobilfunk, Kultur, Sicherheit, Wissenschaft und Industrie, um nur ein paar zu nennen. Daneben stehen bei der Weltfunkkonferenz natürlich auch Themen auf der Agenda, die auf weltweiter Ebene entschieden werden müssen, z.B. Fragen rund um Satelliten.

Es ist in der Vergangenheit immer wieder gut gelungen, diese verschiedenen Interessen in einen fairen Ausgleich zu bringen. Trotzdem ist erkennbar, dass es technische Entwicklungen gibt, die uns diesen Ausgleich in einem noch größeren Ausmaß erlauben könnten, als das in der Vergangenheit der Fall war.

Astronomen beklagen, dass sie demnächst kaum noch ihre Beobachtung machen können, falls die Mobilfunknutzung frequenztechnisch noch weiter ausgedehnt wird. Wie sehen Sie das?

Wir werden uns auch da um einen Ausgleich kümmern. Der Ausbau des Mobilfunknetzes wird, wie schon in der Vergangenheit, keine wissenschaftliche Tätigkeit stören. Dazu wurden Schutzbereiche festgelegt, die sicherstellen werden, dass dies auch weiterhin der Fall ist.

Wann kommt die nächste Frequenzvergabe für den Mobilfunk in Deutschland?

Wir schauen wirklich sehr genau hin, wo wir aktuell stehen. Und dann werden wir rechtzeitig die notwendigen Entscheidungen treffen.

Wie sieht es mit der Digitalisierung in deutschen Stromnetzen aus?

Dass Deutschland ein Problem mit der Intelligenz seiner Stromnetze

hat, ist unbestreitbar. Dass wir hier praktisch hinter allen Erwartungen hinterherhinken, sieht jeder, der sich damit beschäftigt. Dass die Bundesregierung jetzt ein Gesetz auf den Weg gebracht hat, hier besser zu werden, ist absolut richtig. Gleichzeitig muss das dann noch umgesetzt werden. Das heißt, der Tanker kann nicht von heute auf morgen seinen Kurs vollständig ändern. Aber wir arbeiten daran, dass er eine neue Richtung erhält, und da sehe ich Fortschritte.

Wo liegen die?

Darin, dass der Smart-Meter-Roll-out deutlich entbürokratisiert ist und zeitlich deutlich nach vorne gezogen wurde.

Aber so eine Netzkomponente wie einen digitalen Ortsnetztrafo, den muss ein Netzbetreiber ja auch finanziert bekommen.

Die Debatte wird manchmal etwas undifferenziert geführt. Die Netzbetreiber haben zugestandenermaßen noch offene Fragen bei der Finanzierung der Preisobergrenzen für die Smart Meter. Bei der Finanzierung des eigentlichen Netzequipments, also beispielsweise der digitalen Ortsnetztrafos, gibt es dagegen keine regulatorischen Probleme.

Zusätzlich haben wir vorgeschlagen: Die Stromnetzbetreiber können ihre Fremdkapitalkosten zu den laufenden marktgängigen Zinsen zurück verdienen. Damit haben wir einen ersten großen Schritt gemacht. Und jetzt haben wir einen Vorschlag gemacht, wie wir mit einer höheren Eigenkapitalverzinsung Investitionen noch stärker anreizen können. Wir haben jetzt schon eine sehr investitionsfreundliche Regulierung, und wir stellen diese noch mal auf den Prüfstand.

Wir sind da auf einem wirklich guten Weg.

Eine weitere Belastung für den Strompreis sind die nach wie vor hohen Redispatchkosten. Wann haben wir die Perspektive, dass die deutlich fallen?

Wenn wir beim Stromnetzausbau deutlich weitergekommen sind. Wir

zahlen jetzt für Entscheidungen der Vergangenheit einen Preis. Die Politik hatte sich eben entschieden, in den Übertragungsnetzen auch auf Erdkabel zu setzen, auch Rücksichten zu nehmen auf bestimmte Interessen. Da hat diese Bundesregierung jetzt eine andere Weichenstellung vorgenommen. Sie hat drei Beschleunigungsgesetze umgesetzt. Alle diese Möglichkeiten nutzt die Bundesnetzagentur gerade, um den Netzausbau zu beschleunigen. Das wird sich auszahlen.

Wo sehen Sie bei den Eisenbahnnetzen die größten Baustellen?

Die größten Aufgaben im Eisenbahnbereich liegen nicht im Kompetenzbereich der Bundesnetzagentur. Wir machen uns über die Regulierung Gedanken. Die größten Aufgaben dabei sind, alle Voraussetzungen zu schaffen, dass der Deutschlandtakt so bald wie mög-

lich kommt, sowie – auf gutem Qualitätsniveau – für einen fairen Wettbewerb im Eisenbahnbereich zu sorgen, was zum Beispiel Trassenpreise und -zugänge angeht.

Ist der Wettbewerb denn fair?

Die Bundesregierung hat sich darauf verabredet, eine gemeinwohlorientierte Infrastrukturgesellschaft zu schaffen. Daraus entnehme ich, dass die Bundesregierung auch Verbesserungsbedarf sieht. Diesen Prozess begleitet die Bundesnetzagentur gern.

Was wollen Sie bei der Bundesnetzagentur ändern?

Wir können, müssen und werden noch digitaler in unseren eigenen Entscheidungsabläufen sein. Wir wissen, dass alle von uns eine viel höhere Geschwindigkeit erwarten. Dabei müssen wir sowohl gründlich und sorgfältig als auch rechtssicher sein in unseren Entscheidungen, weil nachher ein Scheitern vor Gericht niemandem hilft.

Das heißt, Sie brauchen in Zukunft viel mehr Juristen? Oder mehr Ingenieurinnen?

Absolut. Wir brauchen Juristinnen und Juristen, wir brauchen Ökonomen, wir brauchen Naturwissenschaftler verschiedenster Art, aber auch Ingenieure, Informatiker und Datenwissenschaftler. Das Tolle an der Bundesnetzagentur ist einfach die Fülle ihrer Aufgaben. Das ist schon ziemlich cool, und wir finden auch Leute dafür. Wir akquirieren neue Kolleginnen und Kollegen, und ich begrüße die regelmäßig bei mir.

Klaus Müller

- **Präsident der Bundesnetzagentur,** Bonn, seit 1. März 2022
- **Vorstand des Verbraucherzentrale Bundesverbands (vzbv), Berlin, Mai 2014 bis Februar 2022**
- **Vorstand der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Juli 2006 bis April 2014**
- **Mitglied des Schleswig-Holsteinischen Landtags, Kiel, 2005 bis Juni 2006**
- **Umweltminister Schleswig-Holstein, Kiel, 2000 bis 2005**
- **Abgeordneter des Deutschen Bundestages, Berlin, 1998 bis 2000 (Bündnis 90/Die Grünen)**
- **Dipl.-Volkswirt, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**

Deutschland kann seinen Wohlstand erneuern.

WER, WENN NICHT HIER

Deutschland kann grüne Industrie

Industrie kann Klimaschutz. Und zwar genau hier, in Deutschland. Denn hier wird Industrie neu gedacht. Um unseren Wohlstand zu erneuern und wettbewerbsfähig zu bleiben.

Mehr erfahren auf bmwk.de/industrie



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



Final Countdown: Der Heinrich-Hertz-Start wird die letzte Mission der Schwerstrakete Ariane 5. Foto: ESA, CNES, Arianespace



Ankunft in Französisch-Guayana: Der Heinrich-Hertz-Satellit startet vom Weltraumbahnhof Kourou aus. Foto: DLR

Posttradition und Ionenstrahl

RAUMFAHRT: Mit einem Ionen-Antrieb und einem vom Boden aus programmierbaren Prozessor trägt der Satellit „Heinrich Hertz“ zukunftsträchtige Technologien ins All.

von Wolfgang Heumer

Der Name SmallGEO ist etwas irreführend. Mit den Abmessungen eines Kleintransporters und einer Gesamtmasse von bis zu 3,5 t ist die standardisierte Satellitenplattform – das ist das Grundgerüst des Satelliten inklusive Stromversorgung und Thermalhaushalt – alles andere als klein.

Entwickelt wurde SmallGEO vom Bremer Raumfahrtunternehmen OHB, den Erststart markierte 2017 der spanische Telekommunikations-satellit Hispasat 36W-1, nun soll die Plattform groß rauskommen. In der „Heinrich-Hertz-Mission“ soll sie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in den kommenden 15 Jahren als Experimentalplattform für zukunftsweisende Satellitentechnologie dienen. Eines der Kernprojekte im Geostationären Orbit (GEO) rund 36 000 km über der Erdoberfläche ist der Fraunhofer-Onboard-Prozessor, der vom Boden aus für neue Aufgaben konfiguriert und programmiert werden kann. Außerdem erprobt das DLR ein „Hocheffizienz Multistufen Plasmatriebwerk“ (HEMP-T), in dem Treibstoff zu einem hochenergetischen Teilchenstrahl beschleunigt wird. „Diese Technologie führt zu einer signifikanten Treibstoffeinsparung, die zusätzliche Nutzlastmasse oder eine längere Lebensdauer des Satelliten ermöglicht“, sagt die stellvertretende DLR-Projektleiterin, Ines Richter.

Mehr als 20 Jahre nach dem Ende der drei zwischen 1989 und 1992 für die damalige Bundespost gestarteten DFS-Kopernikus-Satelliten ist „Heinrich Hertz“ laut DLR der erste deutsche Kommunikations-satellit. Bislang folgen auch moderne Systeme dem Prinzip des für die TV-Übertragung eingesetzten Post-Trios – sie empfangen Signale von A kommend und leiten sie an B weiter. Das neue Gerät soll aber mehr sein als eine Relaisstation, die an einem festen Punkt über der Erde installiert ist. „Dank des Fraunhofer Onboard Prozessors kann der Satellit die empfangenen Signale verarbeiten“, erläutert Ines Richter. Der Computer interpretiert die erhaltenen Daten und gibt sie in neuer Form an den Empfänger weiter. Mit den entsprechenden Experimenten soll untersucht werden, ob am Boden deutlich kleinere Sende- und Empfangsantennen verwendet werden, wenn der Satelliten-Computer während der Übertragung entstandene Störungen beseitigen kann. Unter Umständen sei es sogar möglich, solche Antennen in Smartphones zu verbauen, die dann Daten direkt vom Satelliten empfangen, skizziert das DLR auf seiner Homepage.

Der vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (Fraunhofer-IIS) in Erlangen entwickelte und von der Erde aus konfigurierbare Prozessor aus vier strahlungsharten Chips schafft neue Einsatzszenarien im All. Im Vordergrund stehen die Möglichkeiten, die Datenverarbeitung während der Lebensdauer des Satelliten an neue Aufgaben und technologische Entwicklungen anzupassen. Das Fraunhofer-IIS will diese Flexibilität während der Mission im All testen. Ein praktischer Nutzen auf der Erde könnte darin liegen,

dass Satelliten besser in einen extra-terrestrischen Teil des irdischen 5G-Netzes integriert werden.

Auch das zweite innovative Element von „Heinrich Hertz“ – der hybride chemisch-elektrische Antrieb – kann ein Beitrag zur Satelliten-technologie der Zukunft sein. „Je mehr Treibstoff ein Satellit benötigt, desto weniger Nutzlast kann er tragen“, bringt Ines Richter es auf eine Formel.

Geostationäre Satelliten wie Heinrich-Hertz haben einen hohen Treibstoffbedarf. Nach dem Start müssen sie sich aus einer niedrigen Erdumlaufbahn in wenigen 100 km Höhe auf ihr Ziel 36000 km über der Erde „schrauben“. Auch „Heinrich Hertz“ wird diesen Weg mithilfe eines klassischen chemischen Antriebes zurücklegen.

Der dafür nötige Treibstoff macht mit einem Gewicht von etwa 1500 kg fast die Hälfte der Gesamtmasse des Satelliten (3450 kg) aus. Um nicht noch mehr Nutzlastkapazitäten zu verlieren, entschied sich das DLR für einen hybriden Antrieb – Lageregelungen und andere notwendige Impulse in den Geostationären Orbit erfolgen elektrisch. Auch der Transfer in den GEO wäre elektrisch möglich gewesen: „Der Aufstieg hätte dann jedoch statt der jetzt erforderlichen zehn Tage bis zu sechs Monate gedauert“, sagt Richter.

Das neue Hocheffizienz Multistufen Plasmatriebwerk des Satelliten wurde von Thales Deutschland entwickelt. „HEMP-T benötigt lediglich ein Zehntel des Treibstoffs eines herkömmlichen Antriebssystems“, heißt es in einer Thales-Veröffentlichung. Anstatt den Treibstoff zu verbrennen, wird er elektrisch aufgeladen. Die Ionen werden anschließend in elektrischen Feldern beschleunigt, der Rückstoß des hochenergetischen Teilchenstrahls treibt den Satelliten voran. Laut Thales erzeugt HEMP-T einen Schub von gerade einmal 50 Millinewton, „was der Gewichtskraft eines Blattes Papier entspricht“. Diese kleine Kraft wirke aber kontinuierlich für mehrere Stunden auf das Raumfahrzeug.

Mit deutlich mehr Schub wird „Heinrich Hertz“ voraussichtlich am 16. Juni vom europäischen Weltraumbahnhof in Französisch-Guayana ins All befördert – die Ariane 5 ECA hat einen Startschatz von 11 500 kN. Der Flug Nummer VA 261 macht aus der Mission ein historisches Ereignis: Nach 112 erfolgreichen Flügen startet ein letztes Mal eine Trägerrakete vom Typ Ariane 5 in Kourou. Wann das Nachfolgemodell Ariane 6 das erste Mal abheben soll, ist nach vielen Verzögerungen noch offen – offiziell spricht der Hersteller Ariane Group vom vierten Quartal 2023.

Neben „Heinrich Hertz“ hat noch ein „Syracuse IVB“-Satellit des französischen Verteidigungsministerium auf der Ariane 5 Platz gefunden. Auch der „H2Sat“, wie die Heinrich-Hertz-Mission intern heißt, hat einen militärischen Aspekt. Das Bundeswirtschaftsministerium teilt sich die Kosten für den Start und die Satellitenplattform mit dem Bundesverteidigungsministerium. Was die Hardthöhe mit dem Kleinlieferwagen vom Typ SmallGEO ins All schickt, ist aber nicht genau bekannt. Der militärische Teil der Nutzlast diene Kommunikationszwecken, heißt es lediglich beim DLR. Der Gesamttetat des zivilen Teils der Heinrich-Hertz-Mission beträgt inklusive 15 Jahren Betriebsdauer rund 500 Mio. €.



Deutscher Maschinenbau bei Solar weiterhin gefragt

PHOTOVOLTAIK: Die deutschen Ausrüster der Branche vermerkten 2022 einen leichten Rückgang, die Kundschaft verlagert sich nach Amerika und Europa.

VON STEPHAN W. EDER

Photovoltaik ist zusammen mit Windkraft die Säule der deutschen Energiewende. Sorgen bereitet dabei die Aufstellung der Branche: „Wir wollen in Deutschland und Europa industrielle Produktionskapazitäten für die ganze Wertschöpfungskette aufbauen, sodass die steigende Nachfrage maßgeblich aus heimischer Produktion gedeckt werden kann“, heißt es seitens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) Anfang Mai anlässlich des zweiten Photovoltaikgipfels der Branche mit BMWK-Chef Robert Habeck. Dabei kommt ein Großteil des Hightechequipments, das weltweit für die Herstellung von Solarprodukten eingesetzt wird, aus Europa und vor allem vom deutschen Maschinenbau.

Nach Angaben des VDMA Photovoltaik Produktionsmittel verzeich-

nete die Photovoltaik-Anlagenbau-branche 2022 einen Rückgang der Auftragseingänge von rund 3 % im Vergleich zum Vorjahr. Die Umsätze seien um 7 % zurückgegangen, teilte der VDMA am 6. Juni mit. Die Auswirkungen der Covid-19-Pandemie waren im Jahr 2022 weniger deutlich spürbar als im Jahr zuvor. Das entspricht den bereits 2021 formulierten Erwartungen, weil mehr Projekte auch durch die Umstellung hin zu größeren Waferformaten erwartet worden waren. Bei elektronischen Bauteilen habe es, so der VDMA, jedoch immer noch geringfügige Angebotsunterbrechungen gegeben. Die Nachfrage habe aber keine Störungen mehr aufgewiesen.

Hoher Exportanteil des deutschen Maschinenbaus: Auch 2022 blieb Asien dem VDMA zufolge der wichtigste Exportmarkt für die europäische Photovoltaik-Ausrüstungs-industrie. Bei einem Gesamtexportanteil der Branche von 78 % sei

mehr als die Hälfte (57 %) an asiatische Kunden gegangen. „Der asiatische Solarmarkt liefert für den Maschinenbau nach wie vor den größten Umsatz, gerade Indien ist zurzeit recht attraktiv. 2022 zeigten sich erste Tendenzen, dass die Märkte Amerika und Europa attraktiver werden“, so Jutta Trube, Leiterin VDMA Photovoltaik Produktionsmittel.

Bekanntes Beispiel für neue Fertigungsstandorte in Europa ist die Revitalisierung der alten Fertigungshallen des ehemaligen Solarworld-Konzerns in Freiberg, Sachsen, durch den Schweizer Maschinenbauer Meyer Burger. Dessen deutscher CEO Gunter Erfurt hatte 2021 dort eine Modulfertigung auf Basis eigener Anlagen begonnen, um den europäischen Technologie-vorsprung nicht nur in Form von Fertigungsmaschinen nach Asien zu exportieren. „Die Vereinigten Staaten mit dem Inflation Reducti-



Solarproduktion:

Die Exporte der Maschinenbauer für Photovoltaik-Produktionsanlagen verlagern sich in Richtung Europa und Amerika. So produziert Meyer Burger seit 2021 in Freiberg, Sachsen, Zellen und Module.

Foto: IMAGO/Sylvio Dittrich

on Act haben einen klaren Rahmen für die Unterstützung der Produktion vor Ort geschaffen, von dem die europäischen Maschinen- und Anlagenhersteller profitieren“, so Peter Fath, Geschäftsführer der RCT Solutions GmbH und Vorsitzender des Vorstands von VDMA Photovoltaik Produktionsmittel.

Den Großteil des Umsatzes (85 %) macht der deutsche Maschinenbau mit Anlagen zur Herstellung von Silizium- und Dünnschichtsolarmodulen. Der Rest des Umsatzes stammt aus Silizium-Modulintegrationsanlagen, der geringste Anteil entfällt auf Maschinen zur Produktion von Ingots und Wafern.

Anwenderbericht

Anzeige

Dekarbonisierung der Industrie



Für Ihre Herausforderungen rundum Energie entwickeln wir die passende Lösung! Quelle: iqony

Iqony macht grüne Energie machbar. Mit 85 Jahren Erfahrung in Planung, Bau und Betrieb energietechnischer Anlagen bietet das Unternehmen ganzheitliche Lösungen für die Dekarbonisierung, Dezentralisierung und Digitalisierung der Energieversorgung.

Iqony setzt dabei auf regenerative Energien und Brückentechnologien, die in Zukunft auch klimaneutral eingesetzt werden können. Das Portfolio umfasst neben Solar, Wind, und Geothermie auch Wasserstofflösungen, Speichertechnologien, Engineering-Leistungen und Gaskraftwerke. Rund 2.300 Mitarbeitende weltweit realisieren Projekte für große Industrieunternehmen,

Energieversorger, Städte und Kommunen in zahlreichen Ländern rund um den Globus. Spezialisiert auf maßgeschneiderte Lösungen für anspruchsvolle Herausforderungen nutzt Iqony dabei das breite energiewirtschaftliche Wissen über alle Technologien und angebotenen Dienstleistungen hinweg.
www.iqony.energy

iqony



Ab 2027 will die schwedische Reederei Wallenius Wilhelmsen die Orcelle Wind als weltweit erstes großes und modernes Frachtschiff in Fahrt bringen, das auf mindestens 90 % seiner Fahrstrecken ausschließlich vom Wind angetrieben wird. Foto: Oceanbird

Der segelnde Autotransporter

SCHIFFFAHRT: Bisher gilt Windkraft in der marinen Welt allenfalls als Zusatzantrieb. Erstmals ist jetzt ein Autofrachter geplant, der fast ganz auf konventionelle Motoren verzichten soll.

VON WOLFGANG HEUMER

Auf den ersten Blick sieht die Orcelle Wind aus wie ein herkömmliches Schiff zum Transport von bis zu 7000 neuen Pkw. Lediglich der aero- und hydrodynamisch optimierte Bug mitsamt der stromlinienförmigen Kommando- brücke lässt vermuten, dass der 220 m lange Spezialfrachter etwas Besonderes ist. Tatsächlich entfaltet die schwimmende Hochgarage ihren wahren Charakter erst kurz nach Verlassen des Hafens – buchstäblich. Aus dem Oberdeck schwenken vier Paare – möglich sind bis zu sechs – von 40 m hohen wie Flugzeugflügel geformten Flächen senkrecht in den Himmel, die den Wind als treibende Kraft nutzen sollen.

Noch ist diese Szenerie eine Videoanimation, doch ab 2027 soll das Geschehen auf den Seewegen zwischen Asien, Europa und den USA Realität werden. Dann will die schwedische Reederei Wallenius Wilhelmsen die Orcelle Wind als weltweit erstes großes und modernes Frachtschiff in Fahrt bringen, das auf mindestens 90 % seiner Fahrstrecken ausschließlich vom Wind angetrieben wird.

Seitdem die internationale Schifffahrt die Bedeutung des Klimaschutzes erkannt und Kurs auf Alternativen zu fossilen Kraftstoffen genommen hat, wächst weltweit das Interesse an Windantrieben. Das Portfolio der Projekte und bereits realisierten Vorhaben reicht von klassisch getakelten Segelschiffen über auf das Deck gestellten Flettnerrotoren bis zu hochmodernen Wing-Sail-Konstruktionen mit starren Tragflächen.

Bereits vor sieben Jahren hatte der Volkswagen Konzern das Interesse an dieser Technologie bekundet und das Konzept für einen weitgehend vom Wind betriebenen Autotransporter in Auftrag gegeben – doch das Projekt „Ecoliner“ wurde 2017 wieder eingestellt, als der Wolfsburger Konzern als Folge des Dieselskandals in schwere See geriet.

Zu dem Zeitpunkt befasste sich die weltgrößte Autotransportreederei Wallenius Wilhelmsen in ihrem eigenen Schiffbauunternehmen Wallenius Marine bereits seit sieben Jahren mit der Suche nach einem emissionsfreien Schiffsantrieb; aus einer Skizze des Nachwuchingenieurs Carl-Jo-

Der neue
Autotransporter
ist mit bis zu
10 kn
halb so schnell
wie herkömm-
liche Frachter
dieser Art

han Söder entstand 2015 die Idee zur Orcelle Wind. Seither arbeitet ein Konsortium unter anderem aus der Königlichen Technischen Hochschule Stockholm sowie einem Joint Venture von Wallenius Marine und dem schwedischen Technologiekonzern Alfa Laval an dem ambitionier- ten Projekt.

Kern des von der EU mit 9 Mio. € geförderten Vorhabens ist das System sogenannter Wing Sails, das sind wie Flugzeugtragflächen geformte Festkörper. Ursprünglich planten die Ingenieure und Physiker vier jeweils 50 m hohe Segelflächen, die sich hydraulisch und stufenlos bis zu einer Höhe von 100 m ausfahren ließen. Doch erste Versuche mit einem Modellschiff offenbarten technische Schwächen – unter anderem beeinflusste die extrem hohe Konstruktion das Stabilitätsverhalten des Schiffes. Außerdem erwies sich bei näherem Hinsehen der Platzbedarf für die ausfahrbaren Hard Sails an und unter Deck als zu groß.

Im April 2022 präsentierten die Entwickler ei- nen komplett neuen Ansatz für das Segelsystem: Sie reduzierten die Höhe über Deck auf 40 m, ver- zichteten auf die Ausfahrbarkeit und teilten das Segel in zwei Stücke, die sich ergänzen – ähnlich wie Groß- und Vorsegel einer modernen Jacht. Der vordere Teil ist um 180 Grad beweglich. Voll

ausgefahrene beträgt die Unterkantenlänge des gesamten Segels etwa 14 m; bei Starkwind lässt sich das „Vorsegel“ ganz wegklappen. Zudem kann die Position beider Segelteile strömungsop- timal an Kurs und Windrichtung angepasst wer- den.

Option für die Schifffahrt: Frachtschiffe lassen sich mit Segeln nachrüsten. Die neue Segelent- wicklung soll es nach Vorstellung der Konstrukteure ermöglichen, auch klassisch durch Diesel- motoren angetriebene Frachtschiffe mit Wing Sails als Zusatzantrieb auszurüsten. Den Berech- nungen der Entwickler zufolge könnte ein einzel- nes Segel den jährlichen Treibstoffbedarf eines herkömmlichen Car Carrier um 480 000 l bis 680 000 l Diesel – etwa 7 % bis 10 % des Gesamt- verbrauchs – pro Jahr reduzieren. Ob die Erwar- tungen realistisch sind, soll sich im kommenden Frühjahr zeigen.

Wallenius Wilhelmsen bereitet derzeit die Aus- rüstung eines der 130 Autotransporter in der ei- genen Flotte mit einem Versuchssegel vor. Auf den Testfahrten wollen die Ingenieure und Inge- nieurinnen unter realen Bedingungen zudem Er- fahrungen zur Haltbarkeit der Leichtbaustruk- turen sammeln, aus denen die Wing Sails gebaut werden. Die Tragflächen sollen im Kern aus recy- celtem PET (Polyethylenterephthalat) bestehen, das außen mit einer dünnen Schicht aus glasfa- serverstärktem Kunststoff ummantelt wird.

90 % der Ozeanüberquerungen mit dem kosten- losen Treibstoff Wind. Nach den erfolg- reichen Tests mit einem herkömmlichen Schiff soll vo- raussichtlich 2026 der Bau der Orcelle Wind be- ginnen. Dass dieses Schiff zu 90 % mit Windkraft als Treibstoff auskommen soll, ist aber nicht allein den optimierten Segeln an Deck zu verdanke-



Die Segel der Orcelle Wind sind wie Tragflächen geformt. Foto: Oceanbird

Ein besonderes Augenmerk legen die Kon- strukteure auf den Bereich des Schifffs unter Wasser – in Schleppankversuchen ermitteln sie derzeit die optimale Rumpfform. Außerdem wird für die Orcelle Wind das Motto gelten: „In der Ru- he liegt die Kraft.“ Der neue Autotransporter soll sich mit einer Geschwindigkeit von 9 kn bis 10 kn (ca. 17 km/h bis 19 km/h) und damit höchstens halb so schnell wie herkömmliche Frachter dieser Art bewegen.



Gefahr in Wurst und Bier

ERNÄHRUNG: Lebensmittel können gefährliche Mengen an Nitrosaminen enthalten, so eine aktuelle Studie der Europäischen Lebensmittelbehörde Efsa. Kippt damit auch das Reinheitsgebot für deutsches Bier?

VON THOMAS A. FRIEDRICH

Nitrosamine gelten laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) schon lange als krebserregend. Die stickstoffhaltigen Substanzen bilden sich aus Nitrit und Nitrat in Lebensmitteln. Nun schlägt auch die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (Efsa) Alarm. Sie stuft die Belastung in bestimmten Lebensmitteln als „gesundheitsbedenklich“ ein, da Nitrosamine Krebs auslösen und das Erbgut schädigen. Das Pökeln von Wurst, das Räuchern von Fisch und das Mälzen etwa für Bier zählen zu den Praktiken, die die Bildung von Nitrosaminen begünstigen.

„Unsere Bewertung hat ergeben, dass die Exposition gegenüber Nitrosaminen in Lebensmitteln für alle Altersgruppen der EU-Bevölkerung Anlass zu gesundheitlichen Bedenken gibt“, erklärte Dieter Schrenk, Vorsitzender des Efsa-Gremiums für Kontaminanten in der Lebensmittelkette. Die Befunde ba-

sieren allerdings auf einem Worst-Case-Szenario. Um den Verbraucherschutz zu erhöhen, ging man davon aus, dass „alle in Lebensmitteln gefundenen Nitrosamine das gleiche Potenzial haben, beim Menschen Krebs zu verursachen, wie das schädlichste Nitrosamin, obwohl dies unwahrscheinlich ist“, räumte Schrenk ein.

Weil auch beim Mälzen für die Bierherstellung Nitrosamine entstehen, geriet das deutsche Reinheitsgebot für das beliebte Getränk in Gefahr. Bayern, traditionelles Bierland, lässt deshalb seit 2012 im Auftrag der bayerischen Staatsregierung den Sachverhalt prüfen.

Die Lebensmittelsachverständigen Michael Albrecht und Ursula Preiß vom Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit bestätigten, dass Nitrosamine in Lebensmitteln entstehen können. Durch technische Veränderungen bei der Malzherstellung, wie etwa einem geänderten Einsatz der indirekten Befeuerung beim

Darren der Gerste, könne das Problem aber „weitestgehend gelöst“ werden. Daher würden nur noch „in seltenen Fällen nitrosaminhaltige Malzproben gefunden“.

Und auch nach Verfahrensumstellungen bei Pökelproduktion seien Nitrosamine kaum noch nachweisbar. „Ascorbinsäure (Vitamin C) und ihre Salze können die Nitrosierung hemmen“, betonten Albrecht und Preiß. Durch geänderte Herstellungsverfahren sei der Nitrosamin gehalt von Bier und Fleischwaren und damit auch die Gesamtaufnahme aus der Nahrung deutlich gesenkt worden. Das gesundheitliche Risiko könnte daher „als gering eingeschätzt“ werden.

Warum die Brüsseler Behörde die Gefährdung durch Nitrosamine in Lebensmitteln zehn Jahre nach den ersten WHO-Analysen erneut aufgriff, begründet Efsa-Mann Schrenk so: „Derzeit bestehen noch einige Wissenslücken über das Vorhandensein von Nitrosaminen in bestimmten Lebensmittelkategorien.“



Foto: imago images/Wolfgang Maria Weber

Auch in Deutschland wird die Efsa-Studie ernst genommen. Bisher seien zwar insgesamt 32 Nitrosamine analysiert, aber nur wenige davon in Lebensmitteln identifiziert worden, so das Bundesinstitut für Risikoforschung (BfR).

Doch wie geht es nun weiter? Es obliegt dem bei der EU-Kommission angesiedelten Ständigen Ausschuss für Tiere, Lebensmittel und Futtermittel (Standing Committee for Animal Food and Feed, PAFF), bei einem Treffen eine Empfehlung gegenüber der EU-Kommission auszusprechen, ob es einer gesetzgeberischen Initiative bedürfe. Ob das Thema beim nächsten Treffen am 12. Juni oder erst im September auf der Agenda steht, ist unklar.

Anwenderbericht

Anzeige

Gleichstrom verbindet – auch Menschen

Elektromobilität, Solaranlagen und Batteriespeicher heißen die Treiber, die den Gleichstrom zurück in die Industrie bringen. Intelligente DC-Netze liefern den Schub für mehr Energieeffizienz, den nachhaltigen Umgang mit begrenzten Ressourcen und sind die energetische Blutbahn für die Sektorkopplung. Bei Phoenix Contact sind es vor allem Dr. Martin Wetter und Dr. Christian Helmig, die die Entwicklung von Produkten und Lösungen vorantreiben. Auch wenn beide in unterschiedlichen Geschäftsbereichen arbeiten, der Gleichstrom verbindet sie.

Wenn Martin Wetter zurückblickt, was ihn so fasziniert an Gleichstrom, dann erzählt der promovierte Elektrotechniker von seiner Zeit als Student an der Uni Dortmund. „Am Ende des Grundstudiums gab es eine Experimentalvorlesung im Hochspannungslabor. Im Nachgang habe ich mich entschieden, dass ich später mit diesen Maschinen weiterspielen will.“ Sein Kollege Christian Helmig ergänzt: „Ich habe mich schon Wochen vorher auf die Vorlesung gefreut. Wir haben es im Hochspannungskafig kräftig krachen lassen.“ Der

Spieltrieb für Feuer, Blitz und Funken hat sich gehalten.

Was schon da ist und was noch fehlt

Damit der Gleichstrom seinen Weg zurück in die Industrie findet, sind aber noch punktuelle Lücken im Portfolio zu schließen. Es geht um fehlende Produkte, die Systeme komplettieren – also DC-ready machen. „Wir stellen immer wieder fest, dass wir mit unserem Unternehmen einen relevanten Beitrag für die Gleichstromtechnik in der Industrie leisten können“, sagt Martin Wetter und freut sich über die sehr gute Zusammenarbeit in wettbewerbsübergreifenden Forschungsprojekten.

Informieren, schulen, überzeugen

Und abseits von Hard- und Software? Auch bei der Auslegung der Gleichstromnetze gibt es reichlich Entwicklungspotenzial. Helmig: „Es gibt aktuell kaum jemanden, der in der Lage ist, Bauherren in puncto Gleichstrom zu beraten.“ Vor diesem Problem stand auch Phoenix Contact bei der Planung eines DC-Grids für das neue Gebäude 60 auf dem Blomberger Betriebsgelände. Letztlich sind die Projektverantwortlichen beim Fraunhofer gelandet. Die Frage



Dr. Christian Helmig (links) und Dr. Martin Wetter, Phoenix Contact. Foto: Thorsten Sienk

nach dem „Wer kann denn DC?“ wird sicher noch eine Zeit lang nicht so einfach zu beantworten sein.

Aus gutem Grund sieht sich Phoenix Contact künftig nicht nur als Hardwarehersteller für Gleichstromnetze, sondern auch als Partner für die Ausle-

gung. Dahinter steht das Ziel, die eigenen Erfahrungen bei der Projektierung und dem Betrieb von DC-Grids weitflächig zu verteilen. „Je mehr davon sprechen, desto mehr springen auf und desto mehr investieren in diese Zukunftstechnik“, ist Martin Wetter überzeugt.

Und aus gutem Grund entstehend rund um die nachhaltigen Zukunftstechnologien aktuell neue Berufsbilder und jede Menge neue Jobs für Menschen, die Lust haben, sich für Nachhaltigkeit, Klimaschutz und die Energiewende zu engagieren.



Mehr Informationen zu unseren aktuellen Jobs



Roboter-Plattform vom Internetprofi

AUTOMATION: Die Alphabet-Tochter Intrinsic hat die Betaversion einer Entwicklungslösung für Roboter-Applikationen vorgestellt. Neu ist die Idee nicht, dennoch könnte sie großen Einfluss auf die Wettbewerbssituation bei Industrierobotern haben.

VON MARTIN CIUPEK

Mit Spannung dürfte der erste große öffentliche Auftritt von Intrinsic auf der Industriemesse Automatica in München erwartet werden. Im Mai hatte das Unternehmen erstmals sein Plattformkonzept für den vereinfachten Einsatz von Robotern im industriellen Umfeld präsentiert. Zuvor war vor allem bekannt, dass das 2021 von Google-Mutterkonzern Alphabet gegründete Unternehmen in München einen Standort eröffnet und zahlreiche namhafte Roboterexperten von deutschen Hochschulen sowie Unternehmen wie Kuka und ABB abgeworben hatte.

Nun ist klar: Intrinsic möchte eine Plattform-Community für die einfache Realisierung von Roboteranwendungen aufbauen. Der Ansatz ist in der Branche nicht neu. Auch einige Robotikanbieter haben sich das bereits auf die Fahnen geschrieben. Neu ist allerdings, dass jetzt die Tochter eines Internet-Konzerns mit Unternehmen aus dem Industrieumfeld konkurriert. Denn, wie bei allen softwarebasierten Konzepten, rückt auch bei Industrianwendungen die Skalierbarkeit und den Aufbau einer Community in den Fokus. Es geht also auch darum, möglichst viele Unternehmen zu gewinnen, die Produkte und anwendungsspezifische Apps auf der Plattform anbieten. Das entscheidet darüber, wie attraktiv ein Internet-Marktplatz bzw. eine solche Plattform für die Anwender ist.

Auch Intrinsic plant keinen Alleingang. Das Unternehmen hat sich mit dem italienischen Automatisierungsspezialisten Comau frühzeitig einen Partner ins Boot geholt, der seit 1978 Roboter für die Industrie entwickelt. Vor allem Roboter für den Einsatz in der Automobilindustrie, aber auch kleinere Roboter und Systeme für Ausbildungszwecke sowie Exoskelette, die körperliche Tätigkeiten erleichtern. Interessant ist vor dem Hintergrund der Skalierbarkeit der Robotikplattform auch, dass Comau in Besitz von Stellantis ist – also der Automobilherstellergruppe zu der Marken wie Chrysler, Fiat, Opel sowie Peugeot zählen. Prominenter Kunde des Roboterherstellers ist zudem Tesla.

Comau schreibt zur Kooperation mit Intrinsic: „Die beiden Innovationspartner arbeiten seit Jahren zusammen und setzen die neueste Software und KI bei der Roboterprogrammierung und dem Aufbau von roboterbasierten Lösungen ein.“ Pietro Gorlier, CEO von Comau, erklärte: „Mit Blick auf die Zukunft werden wir weiterhin die Synergien mit Intrinsic und unsere Expertise in kollaborativen, mobilen, tragbaren und sicheren Robotiklösungen nutzen, um uns dem Erreichen von softwaredefinierten, KI-gestützten Robotiklösungen anzunähern. Das ist für alle Branchen und Bereiche mit niedrigem Automatisierungs-



Als erster Industriepartner von Intrinsic nutzt der italienische Roboterhersteller die Lösungen des Softwarespezialisten für die Entwicklung eigener Anlagen. Foto: Comau

grad unerlässlich.“ Bei der Onlinepräsentation der neuen Produktentwicklungslösung Flowstate und der zugrunde liegenden Plattform von Intrinsic demonstrierte Gorlier, wie Comau damit eine modulare Lösung aufgebaut hat, die die Montage eines Supermoduls für Plug-in-Hybrid-Elefktrofahrzeuge (PHEV) ermöglicht.

Seinen Kunden wolle der Roboterhersteller durch den Einsatz der neuen Plattform schon bald Funktionen wie die Objektlagebewertung, die automatischen Roboter-Pfadplanung mit Kollisionsvermeidung, kontrollierte Bewegungen bis zum Kontakt, Kraftmessanforderungen sowie daraus resultierende feinfühlige Positionieraufgaben wie „Peg-in-Hole“ (Stift in Loch) anbieten. Durch die Integration der KI-gestützten Softwarefunktionen von Intrinsic sollen Anwender der Roboter in die Lage versetzt werden einfach skalierbare, kostengünstige Lösungen und vorkonfigurierte Anwendungsvorlagen zu entwickeln, die schnell verfügbar sind und einfach an andere Anwendungen angepasst werden können. Die Software-Plattform soll laut Comau auch dazu führen, dass die Akzeptanz der Robotik in den Unternehmen steigt. Sie soll zudem zu einer besseren Kosteneffizienz führen, indem sie Unternehmen in vielen Branchen einen einfachen Zugang zu Automatisierung erlaubt. Dazu soll auch die Low-Code-Grafikoberfläche der Softwarelösung beitragen. Klassische textbasierte Programmierbefehle werden dabei beispielsweise durch grafische Funktionsbausteine ersetzt.

Intrinsic-CEO Wendy Tan White sieht Parallelen zur rasanten Ausbreitung anderer softwaregetriebener Entwicklungen wie den Smartphones. Aktuell werde Roboter-Hardware zwar immer erschwinglicher, aber es sei immer noch schwierig, die Roboter, Sensoren, Kameras und Greifer zu orchestrieren. Fortschritte in Software, Datenmanagement, Infrastruktur und Künstlicher Intelligenz würden das nun ändern, zeigt sich Tan White überzeugt.

Doch was steckt nun hinter der neuen Plattform und der Lösung Flowstate? Grundlagen dafür liefert unter anderem ein internationales Entwicklungsteam bei Intrinsic, das kürzlich um das Open Robotics-Team mit viel Erfahrung beim Einsatz des offenen Roboterbetriebssystems ROS erweitert wurde. Es ist ein Programmiergerüst für die objektorientierte Softwareentwicklung von Robotern, sowohl für industrielle als auch für private Anwendungen. Die Bibliotheken von ROS setzen auf Betriebssysteme wie Linux, macOS oder Windows auf. Aktuell wird zwischen ROS 1 und ROS 2 unterschieden. Denn in der ursprünglichen Form fehlte die Echtzeitfähigkeit. Außerdem konnte die Software nicht für kritische Anwendungen in Endprodukten zertifiziert werden. Beides ist ein Muss für die oft eng getakteten und sicherheitskritischen Industrieanwendungen.

Wie die Software auf der Plattform genau funktioniert, erklärte kürzlich Rainer Bischoff, Deutschland-Chef von Intrinsic, in Folge 62 des Robotik-Podcasts „Robotik in der Industrie“. Flowstate ist demnach eine webbasierte Entwicklungsumgebung für alle Aufgaben vom Design über die Simulation und den Aufbau der Anlage bis hin zum Betrieb von Applikationen mit Robotern unterschiedlicher Hersteller. „Der User lädt die CAD-Datei hoch und kann sehr einfach seine Anwendung entwickeln“, beschreibt der ehemalige Leiter der Konzernforschung bei Kuka den Ablauf. Das ist aus seiner Sicht bisher einzigartig. „Dank der Web-Oberfläche wird die Zusammenarbeit unter den Entwicklern sehr einfach“, so Bischoff. Sie würden dabei immer auf die gemeinsame Datenbasis zugreifen.

Für Bischoff ist es selbstverständlich, dass Roboterhersteller ihr Know-how schützen wollen. In der Zusammenarbeit mit Intrinsic gebe es dann zwei Wege, die Fähigkeiten der Robotersteuerung zu erweitern: „Wir setzen uns mit einer Box neben den Roboter und verbinden uns. Zudem bieten wir ein Control-Framework an, das von allen Anbietern genutzt werden kann.“ Die „Box“ könnte dabei ein klassischer Industrie-PC sein. Das Control-Framework ist dagegen eine Datenstruktur, in der verschiedene Module einer Robotersteuerung abgebildet sind. Bisher gibt es von Flowstate nur eine Betaversion. Das bedeutet, dass sich nun potenzielle Anwender um einen Zugang bewerben und die Software anhand von typischen Anwendungsfällen testen können.



„Der User lädt die CAD-Datei hoch und kann sehr einfach seine Anwendung entwickeln.“

Rainer Bischoff, Deutschland-Chef bei Intrinsic
Foto: Intrinsic

Intrinsic-Technikchef Torsten Kröger beschrieb die Ausgangslage in derselben Podcast-Folge so: „Wir haben in der Robotik viele Fortschritte gemacht, Sensoren installiert, können Algorithmen des maschinellen Lernens nutzen und Roboter arbeiten mit Menschen zusammen. Aber wir haben es immer noch nicht geschafft, die Programmierung zu vereinfachen.“ Das soll sich nun für Anfänger, aber auch für Industrieprofis ändern. Mit der neuen Lösung Flowstate könnten nun z.B. auch Fachkräfte einen Roboter nach den Bedürfnissen ihrer Fachrichtung programmieren. Denn: „Auch die Profis sehnen sich nach einfachen Programmierumgebungen, die ihre Arbeit effizienter machen“, weiß Kröger, der vor seinem Engagement bei Intrinsic und seiner Professur am KIT (Karlsruher Institut für Technologie) lange in den USA an Robotiklösungen gearbeitet hat.

Dass sich die von Industrieunternehmen gestarteten Plattformen bisher am Markt schwer tun, habe laut Kröger auch damit zu tun, dass sie noch viel Domänenwissen voraussetzen.

Obwohl Entwicklungspartner Comau stark in der Automobilindustrie vertreten ist, soll das nicht die bevorzugte Zielgruppe für Intrinsic sein. Cheftechnologe Kröger denkt dabei vor allem an den Maschinenbau.

ANZEIGE



Ob Fördern, Separieren, Stapeln oder Verteilen – in SCHUMA finden Sie den richtigen Partner.

SCHUMA Maschinenbau GmbH | Fon +49 (0) 73 33/96 09-0 | www.schuma.com



Industrie im Cyberraum absichern

CYBERSICHERHEIT: Die Stuttgarter Firma Asvin hat Methoden für die Gefahrenabwehr entwickelt, die große und kleine Unternehmen im Cyberraum kosteneffizient schützen können.

Industrieunternehmen bei EU-Vorgaben zur Cybersicherheit helfen: Das wird eine Herausforderung insbesondere für den Mittelstand. Denn: „Wir sprechen von Regularien, wo schnell über 1000 Seiten zusammenkommen, die ich kennen müsste, um in Europa mein Geschäft rechtskonform zu machen“, erläutert Ross. Asvin bietet Services an, die es Unternehmen ermöglichen, Bereiche von NIS2 oder CRA als Unternehmen zu erfüllen.

Die Lösungen, die Asvin bereitstellt, sind im Grunde ein Software-as-a-Service-Modell. Es gibt ein Lösungsangebot plus den Service dazu. Insbesondere sind Werkzeuge für Unternehmen dabei, die Cybersicherheit in komplizierten oder komplexen Produkten managen müssen. Immer mehr Komponenten sind softwarebasiert. Bei Maschinen, Anlagen und Autos sind regelmäßig Updates und Patches – eine Software, die Fehler behebt und Sicherheitslücken schließt – fällig.

Cybersicherheit ist im Industrieumfeld eine Frage der Kosten: „Alles, was beispielsweise im Auto verbaut wird, kommt von vielen Zulieferern. Auch der OEM kennt die Menge an verbauter Software nicht im Detail“, umreißt Ross das Problem. Es geht darum, Schwachstellen zu erkennen und dann etwa zu entscheiden: Reicht ein Update oder muss ich die Komponente ausbauen? Das ist auch eine Kostenfrage für die betroffenen Unternehmen. Für Ross ist von großer Bedeutung, wann Updates eingespielt und ob diese sicherheitsuntersucht wurden. „Fragen nach Transparenz und Rückverfolgbarkeit müssen geklärt sein, um das Risiko handhaben zu können“,

Zur Cybersicherheit kommt bei Asvin zusätzlich künstliche Intelligenz (KI) in mehreren Bereichen zum Einsatz. Eine dieser Anwendungen erkennt Anomalien in großen Datenmengen. „Verhält sich scheinbar normal, aber irgendwie ist es verdächtig“, beschreibt Ross. So ein Muster kann ein Frühindikator für einen Bot-Angriff sein.

Seit dem Ukrainekrieg hat auch bei Asvin ein Umdenken stattgefunden. Gemeint ist: Die Bedrohung steigt. „Wir sehen eine Rüstungsspirale, die weltweit auch im Cyberraum stattfindet“, macht er deutlich. Ross zufolge ist Cybersicherheit eine Frage von nationalem Belang. Es gehe um die Stabilität unserer Gesellschaft. „Es gibt handfeste Bedrohungsszenarien von Akteuren, von denen man weiß, dass sie ein Interesse daran haben, Instabilität zu erzeugen“, gibt Ross zu bedenken.

Dass Ross und Rahlfs ihre Firma in Stuttgart gegründet haben, liegt zum einen am starken industriellen Standort und am guten Beziehungsnetzwerk zwischen Unternehmen, Ministerien und anderen Stakeholdern. „Maultaschenconnections“ nennt Ross das. Dennoch gehe da noch mehr: „Wir könnten unsere Stärken besser betonen. Berlin hat es geschafft, mit großen Visionen dick aufzutragen, das sollten wir auch“, schlägt Ross vor.



In der Industrie können Sicherheitslücken im Cyberraum großen Schaden anbieten. Asvin bietet eine Plattform, die Sicherheit herstellt und Kosten optimiert.

Kriminalität findet zunehmend im digitalen Raum statt. Daten werden gekapert, Unternehmen erpresst. Durch Cybercrime entstehen der deutschen Volkswirtschaft Schäden, die der Branchenverband Bitkom für 2021 auf 223,5 Mrd. € schätzte. Doppelt so viel wie noch 2019. Den Kinderschuhen eines Start-ups entwachsen und nun zum „Scale-up“ herangereift ist die Firma Asvin aus Stuttgart. Sie hat sich vorgenommen, die Welt im Cyberraum sicherer zu machen.

In einem schmucklosen Bürogebäude in Stuttgart empfängt Asvin die Besucher zunächst in einer Wohnzimmeridylle. Ein schnörkeliges Sofa mit Blümchenmuster steht da, das sich eindeutig nicht zum Übernachten eignet. Ein Bild mit röhrendem Hirsch hängt darüber. Den Kontrast dazu bildet das angrenzende große, helle Büro, in dem die Mitarbeitenden vor Bildschirmen und Laptops sitzen. 2018 haben Sven Rahlfs und Mirko Ross die Firma gegründet, 2019 die ersten Investoren an Bord geholt. Die Stuttgarter Messtechnikspezialisten Minol (Minol-Zenner-Gruppe) gehört dazu und Venture-Capital-Unternehmen. Eines mit Sitz in der Schweiz, das in Blockchain investieren.



Führungsteam des Stuttgarter Security-Spezialisten Asvin: Mirko Ross (li.) und Sven Rahlfs (re.) mit Chef Rohit Bohara. Foto: Kathrin

Asvin managt effiziente Cybersicherheit für die IT in der komplexen industriellen Produktion: Eine ansehnliche Trophäensammlung hängt und steht in den Büroräumen: Technologiepreise, wie der Itsa-Award als bestes Cybersecurity-Start-up 2020 im deutschsprachigen Raum. 2022 folgte der Preis als KI-Champion. Den Namen Asvin haben sich die Gründer als Marke schützen lassen, er geht zurück auf ein indisches Götterpaar, die als Heiler in der Götterwelt unterwegs sind. „Superheiler“ nennt sie CEO Mirko Ross. Er spannt den Bogen zur Cybersicherheit in unserer industriellen Welt so: „Unsere Unternehmen sind die Besten der Besten, die Champions und die Hidden Champions dieser Welt. Wenn sie krank werden, also von einem Cyberangriff heimgesucht werden, dann sind wir da“ erklärt er.

Ross hat im Alter von 14 Jahren Computersysteme digital zerlegt, hat Erfahrung als Hacker – einer von den Guten, wie er sagt. Er hat die EU mehrere Jahre zur Cybersicherheit beraten. Der überzeugte Gründer und Unternehmer hat sein erstes Unternehmen nach dem Studium gestartet. „Wir tun zu wenig in Sachen Cybersicherheit“, ist Ross überzeugt. 40 % der Unternehmen, die einen Ransomware-Angriff hatten, bekommen ei-

„In diesem Bereich wird wenig bis unzureichend investiert, weil das Risiko nicht richtig wahrgenommen wird, der Kostendruck hoch ist“, findet der 50-jährige Ross. Aus der Sicht eines Produktionsleiters seien Risiken, die die IT aufdeckt, eher fiktiv. Deshalb wird die EU jetzt tätig und hat schon vor Jahren einen ganzen Blumenstrauß an Regulatorik zur Cybersecurity aufgesetzt. Am Horizont erscheinen Richtlinien wie NIS2 (Netz- und Informationssysteme), der CRA (Cyber Resilience Act), der AI Data Act (Artificial Intelligence) und der Cloud Act.



Führungsteam des Stuttgarter Cybersecurity-Spezialisten Asvin: Gründer Mirko Ross (li.) und Sven Rahlfs (re.) mit Entwicklungschef Rohit Bohara. Foto: Kathleen Spilok n

Asvin

- wurde 2018 von Mirko Ross und Sven Rahlfs gegründet, entwickelt Software für Cybersicherheit von Industrieunternehmen
 - 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus sechs Nationen
 - Umsatz im siebenstelligen Bereich



Kein Zurück mehr zum Hochofen

STAHL: Der Staat subventioniert die Direktreduktion mit Milliarden; in den Hüttenwerken bleibt kein Stein auf dem anderen. Einführung in eine alternativlose Technik.

VON IESTYN HARTBRICH

Keine industrielle Branche emittiert in Deutschland mehr CO₂ als die Stahlindustrie: 6 % der Emissionen gehen auf die Hüttenwerke in Duisburg, Salzgitter, Dillingen, Bremen und Eisenhüttenstadt zurück - vor allem auf deren insgesamt 13 Hochofen. Bis 2030 müssen die Stahlkonzerne laut Vorgabe der EU ihre Emissionen um mindestens 55 % senken und 2050 klimaneutral sein. Alle haben denselben Weg gewählt, um dieses Ziel zu erreichen: Direktreduktion.

Der Umstieg ist so alternativlos wie teuer. Thyssenkrupp, der Branchenprimus in Deutschland, hat den Anlagenbauer SMS beauftragt, bis 2026 eine DR-Anlage (Direktreduktion) zu bauen; 1,8 Mrd. € zahlen die Duisburger für den ersten Schritt der Dekarbonisierung, vor dem Ukrainekrieg veranschlagte der Konzern 7 Mrd. € für den Komplettumbau der Eisenerzeugung an der Ruhr. Die deutsche Nummer Zwei - Salzgitter - rechnet mit Investitionen von annähernd 2,3 Mrd. € für die erste von zwei geplanten DR-Anlagen. Die Saarländischen Hütten Dillinger und Saarstahl investieren 3,5 Mrd. € in den Abschied vom ersten von zwei Hochofen. Und der weltgrößte Stahlkonzern ArcelorMittal mit Hüttenwerken in Bremen und Eisenhüttenstadt spricht von vorerst rund 2 Mrd. € Investitionen.

Bund und Länder ziehen mit: Als branchenübliche Förderquote gelten 60 %. 70 % dieser Subventionen kommen aus Berlin, jeweils 30 % von den Ländern. Allerdings hat Salzgitter als bislang einziger Stahlhersteller einen Förderbescheid erhalten. Alle anderen warten - zunehmend panisch - auf ein Go der Wettbewerbsküter in Brüssel. Der Zeitdruck ist groß: Emissionen werden teuer; die ersten Hochofen sollen 2026 und 2027 abgeschaltet werden.

Direktreduktion bezieht sich nicht auf die eigentliche Stahlproduktion, sondern auf die Eisenerzeugung aus Eisenerz. Bislang geschieht das im Hochofen. Mithilfe von Kokskohle wird das Erz (Fe₂O₃) zu Roheisen reduziert, wobei enorme Mengen CO₂ freiwerden. Roheisen ist Eisen mit einem hohen Kohlenstoffanteil (der im Stahl später ohnehin benötigt wird), es wird beim Hochofenabstich mehrmals täglich flüssig entnommen, inklusive der oben aufschwimmenden Schlacke, in der die Verunreinigungen aus dem Erz aufgefangen werden.

Die Alternative ist die DR-Anlage, ein über 100 m hoher schlanker Schachtofen, in dessen Innern Eisen reduziert wird, aber nie schmilzt. Darauf der Name: Direktreduktion. Oben werden braune rostige Kugelchen eingefüllt, unten rieseln graue Eisenkugeln heraus. Das Reduktionsmittel soll hier in Zukunft Wasserstoff sein, was auf reines Wasser als Emission hinauslief.

Allerdings ist mindestens fraglich, dass Anfang der 2030er-Jahre genügend Wasserstoff für die Hüttenwerke zur Verfügung steht. Dann müssen

die Stahlhersteller Klimaziele erfüllen und dann endet auch die Gratiszuteilung von CO₂-Zertifikaten, von der sie bislang profitieren. Kein Stahlkonzern hätte sich wohl für eine DR-Anlage entschieden, wenn diese nicht auch mit Erdgas laufen würde.

DR-Anlagen werden schon heute in der Eisenproduktion eingesetzt, vor allem dort, wo Erdgas billig ist oder sogar als Nebenprodukt der Ölförderung anfällt, beispielsweise in den USA, im Nahen Osten oder in Algerien. Die Anlagentechnik ist grundsätzlich erprobt, auch wenn nicht alle Fragen zum Wasserstoffbetrieb geklärt sind, etwa bei der stufenlosen Regelung des Wasserstoffanteils zwischen 0 % und 100 %.

Bis hierhin haben alle Stahlkonzerne denselben Weg gewählt, aber in zwei Punkten gibt es Unterschiede, die wir auf den folgenden Seiten beleuchten. Hüttenwerk ist eben nicht gleich Hüttenwerk.

Der erste Unterschied liegt in der DR-Anlage. Weltweit gibt es zwei maßgebliche Anlagentypen: Midrex und Energiron. Thyssenkrupp hat Midrex gewählt, Salzgitter Energiron, andere sind noch unentschieden. Der größte Unterschied ist der Midrex-Reformer. In diesem wird heute Erdgas gecrackt und Reduktionsgas (CO und H₂) hergestellt. Bei Energiron gibt es keinen Reformer, sondern einen Prozessgaserhitzer. Das bedeutet: Das Reduktionsgas wird im Innern der DR-Anlage erzeugt. Ein weiterer Unterschied: Im Energiron-Reaktor herrscht ein hoher Druck von 8 bar, bei Midrex sind es nur 2,5 bar.

Verschiedene Vor- und Nachteile der beiden Typen werden genannt, je nachdem, wen man fragt. Der Midrex-Reformer ist laut Salzgitter weniger flexibel bei der Regelung des Wasserstoffanteils. Durch die hohen Drücke sei beim Energiron-Prozess zudem die Ausbeute des Reduktionsgases besser. Auf der anderen Seite erlaubt Midrex laut dem Anlagenbauer SMS eine breite Palette von Erzen.

Noch in einem zweiten Punkt haben die Stahlhersteller unterschiedliche Strategien gewählt. Im Stahlwerk selber - hier wird aus Eisen Stahl hergestellt - gibt es zwei Optionen. Bislang nutzen alle genannten Hüttenwerke den sogenannten Konverter, einen großen Schmelzofen, in dem Eisen und Legierungselemente zusammenkommen. Die Alternative ist der Elektrolichtbogenofen, in dem das DRI (direkt-reduziertes Eisen) aufgeschmolzen und zu Stahl legiert wird.

Fast alle Hersteller - Salzgitter, die Hütten im Saarland und ArcelorMittal - haben sich für die Elektrostahlroute entschieden. Die ermöglicht einen flexibleren Betrieb, weil das feste DRI jederzeit eingelagert werden kann, wenn aufgrund hoher Stromkosten der Ofen ausbleibt.

Thyssenkrupp hingegen bleibt beim Konverter und hält damit seine beiden Stahlwerke intakt. Ein Vorteil von mehreren: Die Stahlgüten müssen hier nicht neu zertifiziert werden, weil sich die eigentliche Stahlproduktion nicht ändert.

Bis 2030 müssen die Stahlkonzerne 55 % ihrer CO₂-Emissionen einsparen



Etablierte Technik: Direktreduktionsanlagen werden vor allem in Regionen mit Fracking oder Erdölförderung betrieben, wie hier in Louisiana. Foto: Energiron

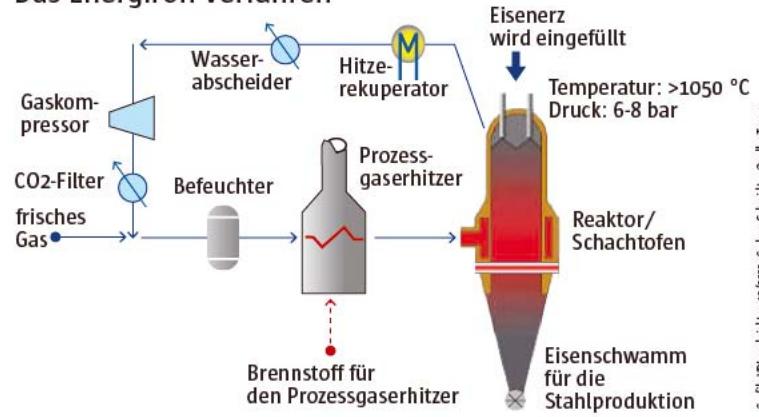


Die DR-Anlagentypen im Vergleich

	Energiron	Midrex
Reduktionsgas/ Erdgas- Reforming	Prozessgas wird in einem externen Aggregat erhitzt, das Reduktionsgas – CO und H ₂ – entsteht in der Direktreduktionsanlage.	Reduktionsgas wird in einem externen Reformer erzeugt und von dort in die Direktreduktionslage geleitet.
Druck im Reaktor	6 bar bis 8 bar	2,5 bar unten, 1 bar oben
Gastemperatur unten im Reaktor	1050 °C bis 1080 °C	ca. 950 °C
Abgas	Abgas wird in einem geschlossenen Prozess aus der DR-Anlage abgeführt, Wasser wird entfernt, CO ₂ ausgewaschen. Vor dem Rücktransport in die DR-Anlage wird frisches Gas zugegeben.	CO ₂ aus dem Abgasstrom wird im Reformer eingesetzt, um Methan zu crachen. Trennbares Abgas versorgt den Reformer mit Energie.
Erzzufuhr im Reaktor	Wegen der Druckbeaufschlagung wird das Erz zunächst unter 6 bar bis 8 bar passiviert. Erst dann fällt es in den Reaktor.	Der Einlass für das Erz wird mit Inertgas versiegelt, damit das Reduktionsgas nicht entweicht.

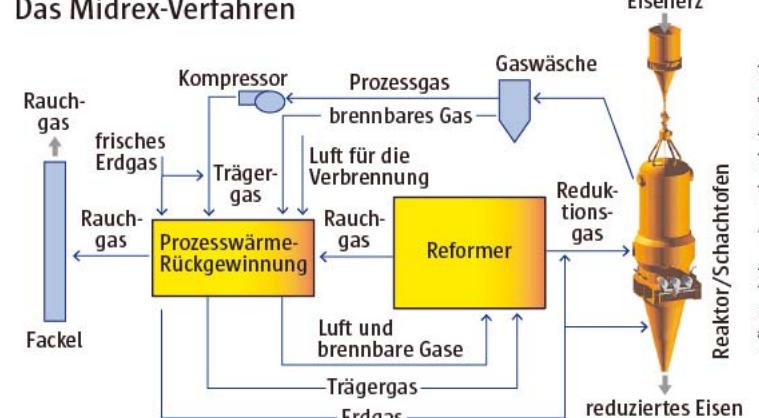
Quellen: Midrex, Tenova, RWTH

Das Energiron-Verfahren



Energiron ist eine Gemeinschaftsentwicklung der italienischen Anlagen-designer Tenova und Danieli. Das Konzept zur Eisendirektreduktion lässt sich laut Tenova auf Erdgas-, aber auch auf Wasserstoffbasis betreiben. Kernelement ist ein Hochdruckreaktor mit 6 bar bis 8 bar.

Das Midrex-Verfahren



Midrex ist ein Direktreduktionsverfahren und der Name eines US-Anlagenplaners. Das Verfahren ist auf einen externen Reformer angewiesen, in dem Methan in die Reduktionsgase Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid gecrackt wird. Im Reaktor beträgt der maximale Druck 2,5 bar.



„Mit Geld allein ist Direktreduktion nicht zu machen“

STAHL: Der Mutterkonzern der Stahlhersteller Dillinger und Saarstahl, SHS, will bis 2030 in den Ausstieg aus der Hochofentechnologie 3,5 Mrd. € investieren. CEO Karl-Ulrich Köhler spricht im Interview über Subventionen, Abschaltpläne und den Point of no return.

VON IESTYN HARTBRICH

VDI NACHRICHTEN: Herr Köhler, Sie wollen bis 2030 einen von zwei Hochöfen stilllegen und stattdessen eine Direktreduktionsanlage aufbauen. Wann hat es in der saarländischen Stahlindustrie zuletzt ein Projekt dieser Größenordnung gegeben?

KARL-ULRICH KÖHLER: Das hat es noch nie gegeben. Wir stehen vor einer Jahrhundertinvestition: Bis 2030 werden wir 3,5 Mrd. € investieren. Einmalig ist der Plan auch deshalb, weil wir über eine reine Ersatzinvestition sprechen. Wir bauen keine Kapazitäten auf, sondern steigen auf eine andere Technologie um. Und das bedeutet, dass wir funktionierende, in Schuss gehaltene Aggregate abschalten. Wirtschaftlich ist das natürlich ein Nachteil.

Wäre denn die Hochofenroute – trotz steigender Kosten für CO₂-Emissionen – weiterhin billiger im Betrieb als die Direktreduktionsroute?

Die Investitionsentscheidung ist nicht wirtschaftlich getrieben, sondern politisch gewünscht. Wir müten als Gesellschaft ja auch den Bürgern zu, dass sie in eine neue Heizung investieren. Die Direktreduktion ist eben unser großer Hebel, um CO₂-Emissionen einzusparen. Deshalb ist es politisch akzeptiert, dass Bund und Länder nicht nur die Investition subventionieren, sondern über sogenannte „contracts for difference“ auch die Mehrkosten im Betrieb ausgleichen.

Also erhalten Sie Subventionen im Betrieb. Politisch könnte es für die Stahlkonzerne kaum besser laufen ...

In puncto Finanzierung stimmt das. Aber mit Geld allein ist Direktreduktion nicht zu machen.

Was fehlt?

Für die emissionsarme Reduktion von Eisenerz zu Eisen sind enorme Mengen Wasserstoff nötig, für dessen Erzeugung wir grünen Strom in absolut rauen Mengen brauchen. Wir sind aber noch weit davon entfernt, diesen Strom erzeugen zu können.

Dann sind die Investitionen in die Direktreduktion eine Wette in den raschen Aufbau einer noch nicht einmal definierten Energie-Infrastruktur?

Wir haben uns – wie auch viele andere Branchen – auf einen Weg gemacht, den wir nur deshalb beschritten haben, weil uns das hohe staatliche, auch finanzielle Engagement überzeugt, diesen Weg auch ohne das Vorhandensein aller Voraussetzungen gemeinsam zu gehen. Und zum Glück kommen wir auf der Direktreduktionsroute anfangs ohne große Mengen Wasserstoff aus.

Stattdessen würden Sie für die Eisenreduktion Erdgas nutzen.

Richtig. Die DR-Anlage (Direktreduktionsanlage, Anm. d. Red.), die wir bauen, ist eine Erdgasanlage, die wasserstoff-ready ist. Wir können stufenlos den Wasserstoffanteil hochfahren, je nach Verfügbarkeit. Wir wollen im Jahr 2030 im Reduktionsgas 55 000 t Wasserstoff nutzen. Das entspricht einem Anteil von 30 %. Wenn wir mehr Erdgas nutzen müssen, reißen wir die Klimaziele, aber immerhin funktioniert unser Reduktionsprozess.

Die beiden Hochöfen im Saarland sind in etwa gleich groß. Heißt das, Sie stellen 50 % der Stahlproduktion um?

Karl-Ulrich Köhler

- Vorsitzender der Geschäftsführung der Stahl-Holding-Saar (SHS), in der die beiden großen Stahlhersteller des Saarlands zusammengefasst sind, die SHS hält 74,9 % der Anteile an Saarstahl und – über Tochterunternehmen – die Mehrheit an Dillinger, die SHS ist nach Thyssenkrupp und Salzgitter der drittgrößte deutsche Stahlkonzern mit einem Jahresumsatz von annähernd 4 Mrd. €
- Vorstandsvorsitzender bei Dillinger und bei Saarstahl
- Köhler war zuvor Rittal-Chef, CEO von Tata Steel Europe und CEO von ThyssenKrupp Steel
- studierte an der TU Clausthal Eisenhüttenkunde und promovierte dort



Foto: SHS - Stahl-Holding-Saar



Leid ausgeschüttet:

Die Stahl-Holding-Saar will bis 2030 einen von zwei Hochöfen abschalten und 3,5 Mrd. € in die Direktreduktion investieren. Die Konverter im Stahlwerk (im Bild) werden Elektrolichtbogenöfen weichen.

Nein, es sind 70 %. Wir bauen für die Stahlerzeugung bis 2027 je einen Elektrolichtbogenofen (EAF, electric arc furnace, Anm. d. Red.) bei Saarstahl und Dillinger auf. Die werden schlussendlich beide von derselben Direktreduktionsanlage mit einer Kapazität von 2,5 Mio. t DRI (Eisen aus Direktreduktion, Anm. d. Red.) mit Eisen versorgt. Das bedeutet, dass wir den verbliebenen Hochöfen in seinem Output auf etwa 60 % der Kapazität drosseln, während die DR-Anlage voll ausgelastet ist. Im Saldo ergibt sich daraus eine CO₂-Einsparung von 55 % oder 4,9 Mio. t pro Jahr.

Eine Zeit lang werden Sie beide Routen parallel betreiben: Direktreduktion und Hochofen. Gibt es Synergien zwischen beiden Technologien, oder stehen sie sich nur im Weg?

Da sehe ich keine Synergien. Wir haben den doppelten Platzbedarf und wir benötigen zwei Mannschaften, die wir gar nicht haben. Die Energiensteuerung ist hochkomplex. Wir müssen viele verschiedene Rohstoffe einkaufen, denn Hochofen und DR-Anlage werden nicht mit denselben Erzen beschickt. Kurz: Der Parallelbetrieb ist technisch herausfordernd und betriebswirtschaftlich mit großen Nachteilen verbunden. Unsere Technikteams werden deshalb versuchen, diese Phase kurz zu halten

und die DR-Anlage so schnell wie möglich hochzufahren. Wenn es uns gelänge, den Hochofen nicht erst 2030, sondern schon 2029 abzuschalten, wäre das eine riesige Erleichterung.

Der „Point of no return“ ist erreicht, wenn der Hochofen erkaltet?

Technisch ist das korrekt. Aber wir haben ja vorher schon 3,5 Mrd. € investiert. Diese Summe in den Sand zu setzen, würden wir nicht überstehen. Es gibt also schon viel früher kein Zurück mehr.

Was geschieht mit dem zweiten Hochofen?

Der zweite Hochofen und damit die konventionelle Metallurgie werden spätestens 2045 geschlossen. Bis dahin wird neben den dann zwei bestehenden EAFs und der DR-Anlage ein dritter EAF in Betrieb gehen und dann 4,9 Mio. t grünen Rohstahl produzieren. Spätestens 2045 wollen wir bei Dillinger und Saarstahl klimaneutral sein.

Heutige Hüttenwerke sind energetisch weitgehend ausoptimierte Anlagenverbünde. Das Hochofengas wird aufgefangen und im werkseigenen Kraftwerk verbrannt, ähnlich wie das Kokereigas. Gibt es solche Anlagenkopplungen auch auf der DRI-Route?



Foto: SHS – Stahl-Holding-Saar

Das elektrostahlbasierte Hüttenwerk ist viel synergieärmer, es gibt ja keine energiereichen, kohlenmonoxidhaltigen Abgase mehr. Und das bedeutet: Für unsere

Heizprozesse im Stahlwerk kaufen wir Erdgas ein. Bislang sind wir durch den Kokskohleinkauf fast energieautark und speisen manchmal sogar noch Strom ins Netz ein. In Zukunft hängen wir voll am Erdgas- und am Stromnetz. Wir verlieren alle eigenen Energiequellen.

Sie werden in Zukunft Eisen in DR-Anlagen herstellen statt in Hochöfen und den Stahl in Elektrolichtbogenöfen statt in Konvertern. Was ändert sich noch?

Wenig. Ab der sogenannten Pfannenmetallurgie, die sich an den Elektrolichtbogenofen anschließt, bleibt mit geringen Anpassungen alles beim Alten. Der größte Unterschied liegt in der Pfannenheizung. Im Konverter müssen wir kühlen, um die Temperatur zu beherrschen, wohingegen wir im Elektrolichtbogenofen viel Energie zuführen müssen.

Es gibt weltweit zwei maßgebliche Typen von DR-Anlagen: Midrex und Tenova. Haben Sie einen Favoriten?

Nein, wir haben beide Typen studiert, auch vor Ort bei befreundeten Hüttenwerken. Beide funktionieren. Es gibt Unterschiede, beispielsweise beim Betriebsdruck und beim Umgang mit dem anfallenden CO₂, aber für unsere Zwecke sind beide verwendbar.

Herr Köhler, welcher Anteil der kommunizierten Investitionssumme von 3,5 Mrd. € wären öffentliche Gelder?

Wir investieren 3,5 Mrd. €, aber förderfähig sind nur 3,2 Mrd. €. Der übliche Förderanteil ist 60 %, was in unserem Fall grob 1,9 Mrd. € entspricht. Wir müssen also als Konzern annähernd 1,6 Mrd. € aus eigenen Mitteln bezahlen und sind damit am Limit. Unter 60 % Förderanteil wird die Transformation nicht zu realisieren sein.

Auf Ihrer Jahrespressekonferenz sprachen Sie von „positiven Signalen“, dass Sie Förderung erhalten. Kamen die aus Saarbrücken oder aus Berlin?

Alles steht unter dem Vorbehalt, dass die EU die Förderung genehmigt. Ist das der Fall, kommen 70 % der Fördersumme vom Bund und 30 % vom Land. Und das Saarland hat sich unmissverständlich positioniert, dass es seinen Teil tragen wird.

gesehen und dachte: „Wow, laufen die geschmeidig! Warum haben wir das denn nicht?“ Tja, und dann habe ich nochmal auf den Gaspreis in Deutschland geguckt und hatte die Antwort. Die Kohle hat übrigens eine Besonderheit: Sie hat einen Weltmarktpreis, anders als Erdgas. Und das bedeutet, dass DR-Anlagen in Teilen der Welt – da, wo Erdgas billig ist – viel billiger zu betreiben sind als Hochöfen. In Algerien zum Beispiel fällt der Anteil der Energiekosten am fertigen DRI-basierten Stahl kaum ins Gewicht. Regional ist übrigens auch der Strompreis – und deshalb brauchen wir so dringend einen Industriestrompreis. Zum Glück scheint Herr Habeck das verstanden zu haben. Sein Vorschlag, 6 Ct/kWh, ist zwar nicht gerade billig, aber immerhin ein Anfang.

Haben Sie auch erwogen, kein eigenes Eisen mehr herzustellen und stattdessen direkt reduziertes Eisen zu importieren?

Wir haben in Deutschland massive Nachteile, was die Energiekosten angeht, billiger wäre, das Eisen zu importieren. Was aber viel stärker wirkt: Dadurch, dass wir das gesamte Hüttenwerk intakt halten, inklusive der Reduktion, erhalten wir uns einen hohen Grad an Unabhängigkeit. Daher die Entscheidung für die DR-Anlagen.

Was wird aus Ihrer Sicht der größere Eingriff: die Abschaltung des ersten oder des zweiten Hochofens?

Die erste Abschaltung ist der viel größere Schritt. Mancher Wettbewerber kann erst mal einen kleinen Hochofen von dreien oder vier abschalten und relativ sanft auf die DRI-Route abbiegen. Wir geben schon in der Kurve Vollgas und stellen bereits im ersten Schritt mehr als die Hälfte unserer Produktion auf grünen Stahl um und erfüllen die Klimaziele von Fit-for-55.



Dillingen

Foto[M]: Foto: panthermedia.net/rbiedermann (YAYMicro);VDIn/gs

Woher nehmen Sie die Fachkräfte, die Sie für den Betrieb der DR-Anlagen benötigen? Schließlich haben Sie im Saarland keine Erfahrung damit.

Das stimmt, aber der Hochofen ist das komplexere Aggregat, weil er im oberen Teil – wie die DR-Anlage – ein Gasreaktor ist und unten zusätzlich die flüssige Phase hat. Im Hochofen sind zudem die Temperaturen viel höher, sodass uns prozesstechnisch eine Vereinfachung erwartet. Unsere heutigen Hochofenteams kriegen die DR-Anlage in den Griff, da bin ich sicher. Ich habe selbst DR-Anlagen in Betrieb

Hello visitors!

Welcome to the world's leading trade fair for production technology.

EMO HANNOVER
18–23/09/2023

Innovate Manufacturing.
www.emo-hannover.com

Eine Messe des
A Fair by **VDW**



Zweiter Kohleausstieg an der Ruhr

VON IESTYN HARTBRICH

Der Steinkohlebergbau und die Stahlindustrie waren im Ruhrgebiet über mehr als ein Jahrhundert unzertrennlich. Mit der Kohle aus Bochum, Essen und Dortmund wurden die Koksbatterien der Stahlkocher gefüttert. Seit der Schließung der Zeche Prosper Haniel in Bottrop im Jahr 2018 ist der Bergbau an der Ruhr Geschichte; Importe aus Russland, Kolumbien, Australien und den USA haben die Lücke geschlossen.

Nun zeichnet sich ein zweiter, finaler Kohleausstieg im Ruhrgebiet ab: Die Stahlindustrie – was von ihr übrig ist – verabschiedet sich von der Kohle. Thyssenkrupp, der größte deutsche Stahlhersteller, hat für sein Duisburger Hüttenwerk Pläne vorgelegt, deren zentrales Element die Direktreduktion ist. Nach und nach werden die Hochofen und Kokereien in Duisburg abgeschaltet.

Zunächst ist Hochofen 9 dran, der kleinste und – ausschlaggebend – älteste der vier Hochofen im Hüttenwerk. Für diesen lässt Thyssenkrupp eine Direktreduktionsanlage bauen. Schon diese erste Stufe des Umbaus geht ins Geld: Allein 1,8 Mrd. € umfasst ein Kontrakt mit dem Anlagenbauer SMS aus Düsseldorf; für diesen handelt es sich um den größten Auftrag in der Firmengeschichte. Für den Umbau des gesamten Duisburger Hüttenwerks veranschlagte Thyssenkrupp im vergangenen Jahr – noch vor dem Ukrainekrieg – 7 Mrd. €.

Ganz so groß wie bei einigen Wettbewerbern fällt der Umbau in Duisburg nicht aus: Thyssenkrupp hat sich entschieden, die beiden Stahlwerke intakt zu halten. Das bedeutet: Die Änderung liegt in der Art, aus Eisenerz Eisen herzustellen, aber der Stahl wird auch in Zukunft hergestellt wie bisher.

Das zentrale Aggregat im Stahlwerk ist der Konverter, ein großer Ofen, in dem Eisen mit anderen Elementen wie Mangan zu Stahl legiert wird. Der Konverter muss mit flüssigem Roheisen befüllt werden, das bisher aus dem Hochofen kommt. Die Direktreduktionsanlage liefert aber festen Eisenschwamm. Und deshalb lässt Thyssenkrupp zwei elektrische Einschmelzer bauen, die in der Nicht-Eisen-Metallurgie als Submerged Arc Furnace bekannt sind. Diese erfüllen zwei Aufgaben: Erstens muss das Eisen verflüssigt und zweitens der Kohlenstoffanteil hochgehalten werden. Erst das macht Eisen zu Stahl.

Metallurgisch entspricht der Einschmelzer der unteren Hälfte des Hochofens, die Direktreduktionsanlage ist in ihrer Funktion grob mit dem oberen Teil vergleichbar. „Was der Hochofen elegant in einem Schritt geschafft hat, müssen wir jetzt auf zwei Aggregate verteilen“, sagt Thomas Hansmann, Chief Technical Officer in der SMS-Gruppe.

Thyssenkrupp nimmt also den Nachteil eines zusätzlichen Aggregats in Kauf, um den Konverter behalten zu können. Das hat viele Gründe. Erstens ist man hier der Meinung, der Konverter ermögliche mehr Flexibilität beim Erzeinsatz. Weil die Alternative, der Elektrolichtbogenofen (Electric Arc Furnace, EAF), weniger Schlacke produzieren kann und damit weniger Verunreinigungen im Erz verträgt, müssen spezielle DRI-Pellets eingesetzt werden, so die Logik. Auf die aber dürfte es absehbar einen Run geben. „Erzpellets könnten knapp und teuer werden. Dieser Gefahr wollen wir uns nicht aussetzen“, sagt Henning Weege, Head of Hydrogen and Green Energy bei Thyssenkrupp. Da im Stahlwerk alles beim Alten bleibe, könnte man die gleichen, oft eisenärmeren Hochofenpellets nutzen wie bisher.

Zweitens bescheinigt ThyssenKrupp dem EAF ein Qualitätsproblem bei besonders anspruchsvollen Stahlgüten. „Probleme würden insbesondere die für uns wichtigen Bleche für die automobile Karosse machen“, sagt Weege. Drittens können die beiden Stahlwerke mit ihren deutschlandweit einmaligen Dimensionen weitergenutzt werden, ebenso wie alle folgenden Anlagen wie der Strangguss. Und viertens erspart sich Thyssenkrupp viel Aufwand beim Zertifizieren der Stahlgüten. Würde die Flüssigphase ausgetauscht und damit der Herstellprozess des Stahls selbst geändert, müssten sämtliche Güten neu zertifiziert werden. Im Stahljargon ist auch von Homologation die Rede. Thyssenkrupp kommt um dieses Problem herum. „Wir stellen exakt dieselben Güten her wie bisher“, sagt Weege.

Ein fünfter Grund betrifft nicht den Stahl, sondern die Nebenprodukte seiner Erzeugung. Für diese gibt es definierte Lieferketten:





STAHL: Thyssenkrupp will 2027 einen Hochofen durch eine Direktreduktionsanlage ersetzen. Für den Anlagenbauer SMS bedeutet das den größten Auftrag der Firmengeschichte, für Thyssenkrupp selber das bange Warten auf Brüssel.



Als Hüttensand wird die erkaltete Hochofenschlacke an die Zementindustrie verkauft. Diese Lieferkette bleibt bestehen, weil im Einschmelzer ähnliche Schlacken entstehen wie im Hochofen.

Sechstens bringt der Einschmelzer laut Thyssenkrupp Vorteile im Energiemanagement des Hüttenwerks mit sich. Er wird – im Gegensatz zum Elektrolichtbogenofen und analog zum Hochofen – kontinuierlich betrieben. „Wir haben keine Lastspitzen und dadurch einen planbaren Stromverbrauch“, erläutert Weege.

Anders als Salzgitter hat Thyssenkrupp bislang keinen Förderbescheid vorliegen. Das bedeutet: Der Stahlkonzern hat den Milliardenauftrag an SMS auf eigenes unternehmerisches Risiko vergeben. „Wir haben keine Zeit zu verlieren, die Dekarbonisierung ist ohnehin alternativlos“, kommentiert Weege. Die Förderung durch den Bund und das Land NRW ist vorbehaltlich einer Genehmigung aus Brüssel. Je länger diese ausbleibt, desto giftiger die Stimmung in Duisburg.

Bei der Direktreduktionsanlage hat sich Thyssenkrupp festgelegt: Die Anlage soll vom Midrex-Typ sein, weil dieser laut dem Anlagenbauer SMS, der Midrex-Schachtöfen unter Lizenz plant, erwiesenermaßen mit einer breiten Mischung von Erzqualitäten zurechtkommt. Die erste Anlage soll noch 2026 in Betrieb genommen werden. „Mitte 2027 wollen wir auf Volllast sein“, sagt der Wasserstoffexperte Weege. Die DR-Anlage übersteigt in ihrer Kapazität die des abzuschaltenden Hochofens, sodass in der Folge die drei größeren Hochöfen in ihrer Produktion gedrosselt werden können.

Thyssenkrupp will die DR-Anlage in einer Übergangsphase mit Erdgas als Reduktionsmittel betreiben und dann immer mehr Wasserstoff zugeben. Die Anlage sei „wasserstoff-ready“ betont SMS. Besonders betrifft das ein Teilaggregat, den Reformer. In heutigen DR-Anlagen, zum Beispiel in Nordafrika und im

Nahen Osten, wird dieser verwendet, um das frische Erdgas in Synthesegas zu verwandeln, einen Mix aus Kohlenmonoxid (CO) und Wasserstoff (H_2). In Zukunft muss der Reformer immer weniger Erdgas reformieren, und immer mehr Wasserstoff erhitzten. „Der Reformer wird vom chemischen Reaktor zum Vorwärmert“, erläutert der SMS-Technologe Thomas Hansmann. Der Grund: Dem Wasserstoff muss Energie zugeführt werden, wenn es Eisen reduzieren soll.

Die enormen Wasserstoffmengen – allein 140 000 t pro Jahr für die erste DR-Anlage im reinen Wasserstoffbetrieb – will Thyssenkrupp aus dem geplanten Pipelinennetz beziehen. Kernstück dieser Strategie ist der Abschnitt Doha (Dortmund-Hamborn), der das Duisburger Hüttenwerk mit den wichtigsten Einspeisepunkten an der Nordseeküste verbinden würde. Die Pipeline kommt aus den Niederlanden und verläuft über Hamburg und Lingen ins Ruhrgebiet; Doha soll 2027 fertiggestellt werden.

Als großer Einspeiser ist Rotterdam vorgesehen, das von Offshore-Windparks umgeben ist. Elektrolyseure im Hafengebiet sollen den Windstrom nutzen, um Wasserstoff zu produzieren. Der Überseehafen Rotterdam ist überdies als Anlandepunkt für Wasserstoff und Ammoniak vorgesehen, der im Sonnengürtel der Erde produziert wird und per Schiff nach Europa gelangt. Hinzu kommen – so die Erwartung in Duisburg – eine Pipeline vom Hafen Antwerpen nach Deutschland und eine Pipeline-Verbindung nach Norwegen.

Noch in diesem Jahrzehnt will Thyssenkrupp dann aus der Reduktion mit Erdgas austreten. „Wir wollen im Jahr 2028 auf 100 % Wasserstoff hochfahren“, sagt Weege. Bis 2030 sollen trotz zweier noch verbleibender Hochöfen jährlich CO_2 -Emissionen im Umfang von 6 Mio. t eingespart werden. Das entspricht 30 % der Emissionen aus dem Jahr 2018 und immerhin einem knappen Prozent der bundesweiten Emissionen im Jahr 2022.

Kulissenwechsel: Die Stahlstadt Duisburg erhält durch den Umstieg auf die Direktreduktion eine neue Skyline. Die vier Thyssenkrupp-Hochöfen weichen 130 m hohen DRI-Schachtöfen. Foto: Thyssenkrupp Steel AG

Duisburg



Foto(M): Foto: panthermedia.net/rbiedermann (YAYMicro);VDIn/gs



„Keine Alternative zur Direktreduktion“

STAHL: Ulrich Grethe, Mitglied der Salzgitter-Geschäftsleitung, spricht im Interview über Technikentscheidungen und das Anlagenpuzzle im Hüttenwerk.

VON IESTYN HARTBRICH

VDI NACHRICHTEN: Herr Grethe, mit dem Salcos-Programm arbeiten Sie am größten Umbau des Hüttenwerks Salzgitter in der Nachkriegsgeschichte. Was ist der Stand der Umsetzung?

ULRICH GRETHE: Von 2015 bis 2021 haben wir unser Konzept ausgearbeitet und dann begonnen, Nägel mit Köpfen zu machen. Wir sind der erste Stahlkonzern in Deutschland, der für seine Transformation einen Förderbescheid erhalten hat. Und wir sind die Ersten, die Anlagen bestellt haben, also einen Elektrolichtbogenofen mit 200 t Abstichgewicht und eine DR-Anlage (Direktreduktion, Anm. d. Red.) mit einer Jahreskapazität von 2,1 Mio. t. Daneben haben wir bei Siemens ein Umspannwerk in Auftrag gegeben, über das wir an das 380-kV-Netz angeschlossen werden. Die Eile hat sich gelohnt: Würden wir heute dieselben Transformatoren bestellen, hätten wir mit drei Jahren Lieferzeit zu rechnen.

Sie werden für die erste Ausbaustufe von Salcos zwischen 2,2 Mrd. € und 2,4 Mrd. € investieren. Wie groß ist der subventionierte Anteil?

Der Förderbescheid umfasst knapp 1 Mrd. €, davon 70 % vom Bund und 30 % vom Land Niedersachsen. Das bedeutet: Annähernd 1,3 Mrd. € werden wir selbst in die Hand nehmen. Zusätzlich zu der gerade genannten Förderung könnten wir auch noch eine Opex-Förderung erhalten ...

... also Subventionen auf die höheren Betriebskosten der wasserstoffbasierten Herstellungsroute. Ja, genau. Aber zeitlich begrenzt.

2026 wollen Sie die erste DR-Anlage in Betrieb nehmen. Wann schalten Sie den ersten Hochofen ab?

Wir haben zwar mit großen DR-Anlagen keine betriebliche Erfahrung, wissen aber, dass der Hochofen das deutlich komplexere Aggregat ist. Ich gehe deshalb davon aus, dass wir den Hochlauf der DR-Anlage in sechs Monaten hinbekommen, auch weil wir mit unserer DR-Anlage im industriellen Demonstratormaßstab, der µDRAL-Anlage, bereits wertvolle Erfahrungen sammeln. Wenn das gelingt, können wir Ende 2026 einen Hochofen abschalten.

Sie betreiben drei Hochofen, zwei große und einen kleinen. Welchen schalten Sie als Erstes ab?

Einen der großen, weil er im Jahr 2026 aus heutiger Sicht ohnehin an seinem Lebensende ist. Wir stellen den anderen großen im Herbst 2023 noch einmal neu zu, damit er bis zum vollen Ausbau der DR-Route Roheisen liefert. Vorerst benötigen wir noch Hochöfen, um das Roheisen für die Stahlproduktion zu erzeugen, auch wenn der dort eingesetzte Koks für den Großteil unserer CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Aber das Ziel des Salcos-Programms ist der völlige Umstieg auf die Direktreduktion. 2033 werden wir den letzten Hochofen abschalten. Insgesamt wird der Umbau des Hüttenwerks mindestens das Doppelte der ersten Salcos-Stufe kosten, wir sprechen also von einem mittleren einstelligen Milliardenbetrag.

Warum genau 2033?

Das hat auch mit den Kosten für CO₂-Emissionen zu tun. Ab nächstem Jahr werden die verfügbaren CO₂-Zertifikate in der EU um gut 4 % pro Jahr verknapp. Gleichzeitig schmilzt die Zuteilung von Gratiszertifikaten, von der wir aktuell profitieren, bis 2034 auf null ab ...

... und der Hochofen wird unprofitabel.

Grauer Stahl wird sich verteuern und dürfte ab spätestens Mitte der 2030er-Jahre in Europa mehr kosten als grüner Stahl.

Bei der DR-Anlage gehen alle Hüttenkonzerne in Deutschland einen ähnlichen Weg, danach beginnen die Unterschiede. Ihr Wettbewerber Thyssenkrupp setzt hinter die DR-Anlage einen Einschmelzer, der flüssiges Roheisen erzeugt wie bisher der Hochofen. Dadurch kann das tradierte Aggregat für die Stahlproduktion, der Konverter, weiterhin genutzt werden. Sie hingegen nutzen einen Elektrolichtbogenofen (EAF), um das DRI (Eisen aus Direktreduktion) aufzuschmelzen und so direkt flüssigen Rohstahl zu erzeugen. Warum?

Elektrolichtbogenöfen sind eine etablierte Technologie und kurzfristiger verfügbar als der Einschmelzer. Außerdem glauben Außenstehende oft, jedes Hüttenwerk ist ähnlich, aber im Detail sind die Werke sehr unterschiedlich. In der Stahlherstellung sind die Aggregate in ihren Dimensionen durch das Abstichgewicht der Schmelzaggregate, in diesem Falle der Konverter, determiniert. Und in Duisburg sprechen wir über Abstichgewichte von rund 380 t. Elektrolichtbogenöfen in dieser Dimension gibt es nicht.

Ihre Konverter sind kleiner?

Genau, wir ersetzen die Konverter mit 200 t Abstichgewicht durch ähnlich große E-Öfen. Wir haben drei Konverter und werden alle 1:1 substituieren. Die Einschmelzer produzieren – wie der Hochofen – kontinuierlich Roheisen, das genauso kontinuierlich verarbeitet wird. Wir in Salzgitter möchten aber in der Lage sein, kampagnenweise zu produzieren.

Das müssen Sie erklären!

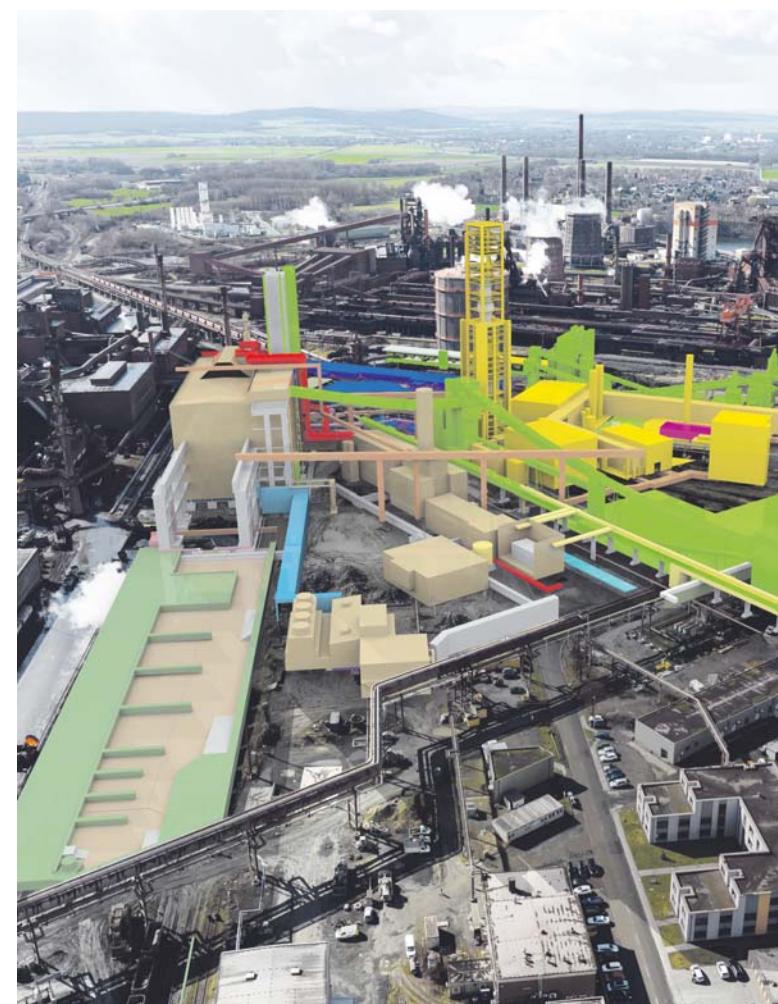
Das DRI tritt in festem Zustand aus der DR-Anlage aus. Energetisch ist es natürlich am besten, das direktreduzierte Eisen heiß in den E-Ofen zu geben, aber wenn es sinnvoll ist zu warten – zum Beispiel, weil der Strompreis gerade hoch ist –, können wir das DRI ins Silo fahren und später aufschmelzen. Das erlaubt uns auch, den CO₂-Fußabdruck einzelner Chargen genauer zu steuern.

Inwiefern?

Wir können DRI, das mit viel oder sogar 100 % Wasserstoff reduziert wurde, faktisch zur Seite legen und unter Einsatz variabler Schrottmengen für die Produktion z. B. besonders emissionsarmer Karosseriegüten nutzen, die wir gesondert vermarkten können. Das meine ich mit Kampagnenbetrieb.

Dem lässt sich erwidern, dass gerade der Einschmelzer durch den kontinuierlichen Betrieb hilft, teure Stromspitzen zu vermeiden.

Unser Vorgehen ist ein anderes. Wir haben bereits im vergangenen Jahr in unserem Elektrostahlwerk in Peine den E-Ofen temporär abgestellt, wenn Strom zu teuer war. Diese Flexibilität haben wir in Zukunft mit dem gesamten Stahlwerk. Hinzu kommt: Die Stromprofile, die wir von den großen Produzenten erneuerbaren Stroms angeboten bekommen, sind immer „as pro-



Lageplan: Das Luftbild des Hüttenwerks Salzgitter zeigt im Hintergrund die zwei großen Hochöfen (mit den schräg verlaufenden Förderanlagen). Der gelb eingefärbte Turm im Zentrum ist die 130 m hohe DR-Anlage.

Links daneben ist (in Braun) das neue Stahlwerk mit den Elektrolichtbogenöfen geplant. Links daneben liegt das alte Stahlwerk mit den Konvertern. Foto: Salzgitter AG

duced“. Das heißt: Wenn der Wind weht und die Sonne scheint, sollten wir schmelzen, weil dann die Kosten in Zukunft geringer sind.

Sie wollen nicht den schwindenden Grundlaststrom nutzen ...
Wir wollen ihn nicht unbedingt nutzen müssen.

Wie viele verschiedene Stahlgüten produzieren Sie?
Rund 360 Güten in verschiedenen Qualitätsstufen.

Müssen diese bei Ihren Kunden neu zertifiziert werden, wenn Sie die Flüssigphase austauschen, also vom Konverter auf den E-Ofen wechseln?

Da sprechen Sie einen wichtigen Punkt an: Gerade bei den Kunden aus der Automobilindustrie wird das zeitaufwendig. Wir haben deshalb unser Peiner Elektrostahlwerk so ertüchtigt, dass dort Brammen für die Flachstahlerzeugung produziert werden können. Diese werden dann in Salzgitter gewalzt und veredelt, sodass wir unseren Kunden bereits heute Material von der E-Ofen-Route anbieten können. Das ermöglicht ihnen, Erfahrungen mit unserem EAF-basiertem Flachstahl zu sammeln, noch bevor wir über die Salcos-Route produzieren können.



Ulrich Grethe

- Vorsitzender der Geschäftsführung Salzgitter Flachstahl GmbH und Mitglied der Konzerngeschäftsleitung
- Studium Metallurgie und Werkstoffwissenschaften an der TU Clausthal
- seit 1989 bei Salzgitter (und seinen Vorläuferunternehmen)
- Salzgitter ist der zweitgrößte deutsche Stahlkonzern mit einem Jahresumsatz von 12,6 Mrd. € und einer Stammbelegschaft von 22 600 Beschäftigten (beide Zahlen für 2022), der Konzern betreibt drei Hochöfen und emittiert jährlich annähernd 8 Mio. t CO₂ (das entspricht etwas mehr als 1 % der Emissionen im Bund).

Es gibt zwei Typen von DR-Anlagen: Midrex und Energiron. Sie haben sich für Energiron entschieden. Weshalb?

Für uns ist Energiron aus mehreren Gründen die geeignete Technologie. Erstens kann beim Energiron-Verfahren stufenlos der Wasserstoff-Anteil im Reduktionsgas herauf- und heruntergeregt werden – und zwar zwischen 0 % und 100 %. Dafür gibt es bei Midrex keine Referenzanlage.

Für Energiron gibt es eine?



Aber das bekommen wir in Salzgitter in den Griff. Dass Energiron hier überlegen ist, hat einen einfachen Grund: Bei Midrex wird das Synthesegas – Wasserstoff und Kohlenmonoxid – in einem externen Reformer hergestellt, der Schwierigkeiten mit ständig wechselnden Gasgemischen hat, insbesondere bei hohen Wasserstoffgehalten über 70 %. Bei Energiron hingegen geschehen die entscheidenden Reaktionen direkt in der DR-Anlage, im Schachtofen. Beim Gasgemisch ist man deshalb flexibel.

In einer Übergangsphase betreiben Sie DR-Anlagen und Hochofen gleichzeitig. Macht Ihnen das Sorgen?

Platzverfügbarkeit ist ein Riesenthema. Aber es ist uns gelungen, die DR-Anlage aus Stufe eins gleich neben die Halle mit den Elektrolichtbogenöfen zu planen, sodass wir das heiße DRI ohne Umwege in den Ofen einsetzen können. Es geht aber nicht nur darum, Flächen für die Gebäude zu finden. Wir benötigen auch noch Flächen, auf denen wir die großen Aggregate montieren können. Das ist eine gewaltige logistische Aufgabe. Hinzu kommt: Die DR-Anlage ist ein 140 m hoher Turm, für den wir Fundamente gießen müssen, und zwar in einer Größenordnung, die wir hier noch nicht gehabt haben. Und schließlich haben wir ausgerechnet, dass in der Hochphase 1000 und mehr Externe gleichzeitig im Werk beschäftigt sein werden. Für die müssen wir den ein oder anderen Brötchenwagen hinstellen (lacht), dazu Toiletten, Waschgelegenheiten. Das ist alles ein großes Puzzle. Zudem werden wir im Parallelbetrieb der Anlagen zusätzliches qualifiziertes Personal für den Betrieb der Anlagen benötigen.

Wir haben ja selber eine Anlage im Pilotmaßstab in Betrieb genommen: μDRAL. Die ist in den entscheidenden Details vergleichbar, nämlich in der Möglichkeit, Methan und Wasserstoff in beliebigen Mischungsverhältnissen einzusetzen. Diese stufenlose Änderung des Wasserstoffgehalts muss dabei regelungstechnisch im Detail erprobt werden.

Wo liegt die Schwierigkeit?

Wasserstoff ist gegenüber Methan und Kohlenmonoxid ein sehr kleines Molekül. Messtechnisch ist es nicht trivial, bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten die exakten Mischungsverhältnisse zu ermitteln.

Die Konstruktionsphase und den Parallelbetrieb einmal außen vor gelassen: Wie entwickelt sich der

Personalbedarf im Hüttenwerk mit dem Hochlauf der Direktreduktion?

Langfristig werden hier in Salzgitter etwas weniger Menschen arbeiten. Insgesamt führt das allerdings nicht zu einem Stellenabbau, sondern verschärft höchstens das Problem mit dem Fachkräftemangel ein klein wenig. Aus drei Großaggregaten – Kokerei, Hochofen und Konverter – werden zwei, nämlich die DR-Anlage und der Elektrolichtbogenofen.

Und was ist mit der Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion?

Wir planen, eine 100-MW-Anlage zu betreiben und diese eventuell später um weitere 400 MW zu erweitern. Elektrolyseanlagen sind allerdings keine personalintensiven Aggregate, wie beispielsweise die Kokerei.

Haben Sie die Anlagen schon bestellt?

Nein, wir befinden uns noch im Vergabeprozess. Es ist eine Herausforderung, für die Elektrolyse einen Partner zu finden. Aus den Medien kann man leicht den Eindruck gewinnen, es gebe Elektrolysespezialisten wie Sand am Meer. Für die ausgeschriebene Leistung von 100 MW, nach heutigem Stand eine riesige Anlage, ist es gar nicht so einfach, genügend valide Angebote zu erhalten.

Warum überhaupt der Aufwand einer eigenen Elektrolyse?

Die 100-MW-Elektrolyse ist nötig, damit wir mit Beginn der Produktion auf der Salcos-Route Wasserstoff zur Verfügung haben und nicht vom noch nicht existierenden Wasserstoffnetz abhängen. Langfristig tut es uns gut, ein gewisses Maß an Unabhängigkeit vom Wasserstoffnetz zu haben. Raten Sie mal, wie viele Verträge wir bislang über Wasserstofflieferungen haben ...

Gar keine.

Genau. Weil es keine gibt; niemand verkauft bislang Wasserstoff in diesen Mengen.

Wie viel Wasserstoff benötigen Sie denn für beide DR-Anlagen, wenn Sie kein Erdgas mehr nutzen?

300 000 t im Jahr. Etwa 9000 t können wir über den 100-MW-Elektrolyseur selbst herstellen, bei Ausbau auf 500 MW entsprechend mehr. Den Rest werden wir aus Pipelines beziehen, beispielsweise über ein Netz, das uns mit einem Einspeisepunkt in Wilhelmshaven verbinden wird.

Sie brauchen riesige Mengen Wasserstoff, aber noch gibt es dafür keine Elektrolyseure. Die Netze sind noch nicht ausgebaut. Es ist noch nicht einmal geregelt, wer wann wie viel Wasserstoff aus dem Netz ziehen dürfte, wenn es ihn gäbe. Und viel Zeit bleibt auch nicht mehr. In der Direktreduktion steckt viel Wagnis.

Das stimmt, in der Vergangenheit hatten wir nicht so viele Variablen in unseren Investitionen. Aber es gibt keine realistische Alternative zur Direktreduktion: Entweder Transformation hin zur klimaneutralen Produktion oder Aufgabe der Produktion und Verlagerung in andere Regionen der Welt. Salcos ist deshalb auch das zentrale Programm zum Erhalt des Stahlstandorts Salzgitter mit seinen Arbeitsplätzen! Entscheidend ist: Wenn es anfangs nicht genügend Wasserstoff gibt, laufen unsere DR-Anlagen mit höheren Erdgasanteilen. Damit sind wir ein sehr flexibler Abnehmer und eine große Chance für den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur. Und by the way: Gegenüber dem Hochofenprozess spart die Direktreduktion mit Erdgas bereits 60 % der CO₂-Emissionen ein. Den Rest schaffen wir dann mit Wasserstoff.



Foto(M): panthermedia.net/rbieermann (YAMicro); VDI/gs

Unternehmen stellen aus – und Ingenieure ein.

WÜRTH

MAHLE

STUTTGART

HAYS Working for your tomorrow

UNSER PARTNER: **VDI**

DB

FERCHAU

comemso

SSB

ARBURG

ARCHONIC

BASF
We create chemistry

ZEISS
Seeing beyond

CEDIS
we engineer it

SILVER ATENA

Valeo
SMART TECHNOLOGY FOR SMARTER MOBILITY

Bundesnetzagentur

DEKRA

exyte

HH Harro Höfliger

DUNGS
Combustion Controls

s|three

HECTOR SCHOOL
OF ENGINEERING & MANAGEMENT

KNORR-BREMSE



WILHELM BÜCHNER
HOCHSCHULE
Mobile University of Technology

VARADEX

AKKODIS
Engineering a Smarter Future Together

INGENIEUR.de

ingacademy.de



STUTTGART, KONGRESSZENTRUM LIEDERHALLE
22. JUNI 2023, 11:00 - 17:00 UHR

Der VDI nachrichten Recruiting Tag, Deutschlands führende Karrieremesse für Ingenieur*innen und IT-Ingenieur*innen.

Für wechselwillige Fach- und Führungskräfte, Professionals und Young Professionals ein Muss. Knüpfen Sie Kontakte zu renommierten Unternehmen und sprechen Sie mit Entscheidern aus den Fachabteilungen. Zahlreiche Serviceangebote wie Karriereberatung und -vorträge unterstützen Sie bei Ihrem Wechselwunsch.

Anmeldung im Vorfeld erforderlich:
www.ingenieur.de/stuttgart

Mehr Informationen erhalten Sie von Ihrer persönlichen Ansprechpartnerin:
Anja Gerhartz
Telefon: +49 211 6188-170
agerhartz@vdi-nachrichten.com

VDI nachrichten
recruiting tag



Lagerbestände zur Finanzierung nutzen

MITTELSTANDSFINANZIERUNG: Eine leasingähnliche Warenlagerfinanzierung ist ein Hebel, um das Umlaufvermögen noch besser für Finanzierungszwecke zu nutzen.

VON SABINE PHILIPP

Um sich gegen Lieferprobleme zu wappnen, haben viele Unternehmen ihre Warenbestände erhöht. Darüber hinaus lässt die hohe Inflation die Rohstoffpreise steigen, was zu einer zusätzlichen Erhöhung der buchhalterischen Lagerbestände führt. Da gleichzeitig die Kreditzinsen steigen, wäre es doch praktisch, wenn man die gebundene Liquidität heben und das Lager wie gewohnt verwenden könnte. „Viele Unternehmen nutzen bereits Betriebsmittel-

95 % bis 100 % des Bestands werden als Liquidität gehoben.

finanzierungen oder eine sogenannte Borrowing-Base-Lösung, bei welchen die Warenbestände als Sicherheit für Kreditlinien dienen“, erklärt Kai Frömert vom Münchener Finanzierungsspezialisten FCF Fox Corporate Finance. Allerdings werde so meist nur eine Monetarisierung von 50 % bis 75 % des Warenlagerbestands erreicht.

Seit etwa vier oder fünf Jahren gibt es auf dem Markt jedoch Finanzierungsinstrumente, mit welchen laut Frömert 95 % bis 100 % der Warenbestände als Liquidität gehoben werden könnten. Da der vorbereitende Aufwand für solche Finanzie-



foto: panthermedia.net / Harald Richter

Hohe Lagerbestände und gestiegene Rohstoffpreise können besser zur Finanzierung beitragen: mit einer Warenlager-Zweckgesellschaft.

rungen jedoch relativ hoch sei, rentieren sich diese in aller Regel erst ab einem Volumen zwischen 7 Mio. € und 10 Mio. €.

Dazu bedarf es einer Lagerzweckgesellschaft, die meist vom arrangerenden Finanzierer, z.B. einer Leasinggesellschaft, gegründet oder bereitgestellt werden muss. Der Finanzierer fungiert dann auch als Komplementär und Geschäftsführer dieser Zweckgesellschaft. Anschließend verkauft das Unternehmen das juristische Eigentum des Warenlagers an diese Zweckgesellschaft. „Da das wirtschaftliche Eigentum beim Unternehmen bleibt, kann es das Lager wie gewohnt weiter nutzen, ohne dass dies für Dritte wie Kunden oder Lieferanten ersichtlich wäre“, so der gelernte Bankkaufmann und studierte Betriebswirt.

Das Produkt ähnelt einer Sale-and-lease-back-Struktur. Dabei wird ebenfalls ein Wirtschaftsgut wie eine Maschine oder Immobilie an eine Zweckgesellschaft verkauft, die es dann wieder an das Unternehmen verleast oder vermietet. „Es gibt für diese Warenlagerfinanzierungen inzwischen in etwa eine Handvoll Anbieter, die meist aus dem Kreis bestehender Leasinggesellschaften stammen.“ Je nach Anbieter würden diese den Kaufpreis des Warenlagerbestandes, welchen die Zweckgesellschaft aufbringen muss, entweder aus eigenen Mitteln oder aus Darlehen von Partnerbanken refinanzieren. Die Transaktion hat meist eine Laufzeit von fünf bis sieben Jahren. An deren Ende hat das Unternehmen eine Verpflichtung zum Rückkauf des Lagers.

Wie Frömert erklärt, erfolgt zum Ende eines jeden Monats eine Anpassung der Finanzierungshöhe auf Basis des aktuellen Bestands. Dazu stellt das Unternehmen dem Finanzierer eine aktuelle Lagerbestandsliste zum Abgleich zur Verfügung. „Dies bedeutet, dass bei gestiegem Lagerbestand die Finanzierungslinie mitwächst und das Unternehmen zusätzliche Liquidität erhält.“ Bei gesunkenem Lagerbestand werde auch die Finanzierungslinie reduziert und das Unternehmen müsse ggf. Liquidität an die Zweckgesellschaft zurückführen. „Unsere Kunden spiegeln, dass

**Genossenschaftliche FinanzGruppe
Volksbanken Raiffeisenbanken**

ANTRIER ZUKUNFT



Unter Nachhaltigkeit verstehen wir, heute die Leistungsfähigkeit von morgen zu sichern.

Nachhaltigkeit braucht gezielte Anstöße, damit sie langfristig wirkt. Wie bei einem Perpetuum mobile, das sich nach einem ersten Impuls von außen immer wieder selbst antreibt. Dieses ist zwar fiktiv, dient uns von der DZ BANK aber als Vorbild und Haltungsgrundlage. Wir denken in Kreisläufen und unterstützen unsere Kunden dabei, nachhaltige Veränderungen anzustoßen. Dabei haben wir immer die langfristigen Auswirkungen unseres Handelns im Blick. So sichern wir gemeinsam die Zukunft durch nachhaltige Leistungsfähigkeit. Erfahren Sie mehr über unsere Haltung unter: dzbank.de/haltung

DZ BANK
Die Initiativbank



Plattform für Lieferantenkredite

MITTELSTANDSFINANZIERUNG: Um den Export trotz der Zunahme von Unsicherheiten im Welthandel zu stützen, plant die Bundesregierung Garantien für finanzierende Banken. Eine Plattform vermittelt auch kleinere Vorhaben an Exportfinanzierer.

VON SABINE PHILIPP

Deutsche Maschinen sind im Ausland beliebt, aber oft auch teurer als Konkurrenzprodukte, etwa aus China. Um einen Kaufanreiz zu setzen, bieten deshalb viele Maschinenbauer ihre Produkte mitsamt einem Lieferantenkredit an. Wenn der Importeur die Raten aber nicht mehr bedient, wird es für den Exporteur schwer, an sein Geld zu kommen. Aus diesem Grund bietet der Staat über die Euler Hermes AG eine Exportkreditversicherung an. Sie deckt bis zu 95 % des Ausfallrisikos ab.

Allerdings müssen die Unternehmen auch eine Bank finden, die das Geld für die Exportfinanzierung bereitstellt. Daran scheitert es allzu oft. „Da der Prüfungsprozess sehr aufwendig ist, wird das Geschäft für Banken meist erst ab einer Dealgröße von 5 Mio. € interessant“, erklärt Hans-Joachim Dörr, Geschäftsführer der Trumpf Bank und Mitgründer von Tr8fin. Unternehmen mit kleineren Ticketgrößen hätten in der Vergangenheit lieber auf das Geschäft verzichtet, als dieses schwer kalkulierbare Risiko einzugehen. 2018 hat Dörr mit Partnern das Start-up Tr8fin gegründet. Es vermittelt eine Exportfinanzierung bereits ab einem Volumen von 50 000 €. Dazu wurde der Prozess strukturiert und digitalisiert.

Herzstück ist eine Plattform, auf der die Player zusammenkommen. „Der Exporteur macht dem Kunden über die Plattform ein Angebot“, so Dörr. Bei Interesse könne dieser die erforderlichen Unterlagen hochladen, die z.B. notwendig sind, um die Kreditwürdigkeit prüfen. Im Hintergrund würden Partner die Bilanzen checken und die Informationen nach den Vorgaben von Euler Hermes aufbereiten. Anschließend werde das Paket an Euler Hermes übermittelt, wo der Vorgang geprüft wird. „Bei einer Deckungszusage kann der Vertrag dann auch über die Plattform abgeschlossen werden.“

„Wir fokussieren uns auf Lieferantenkredite, da diese leichter zu realisieren sind als Bestellerkredite“, so der gelernte Bankkaufmann und studierte Betriebswirt. Bei einem Lieferantenkredit vergibt der Exporteur den Kredit an den Käufer, beim Bestellerkredit wird er, vereinfacht gesagt, von einer Bank an den Käufer vergeben, damit dieser die Maschinen kaufen kann.

Über die Plattform können die Exporteure auch Kontakt zu einer forfaitierenden Bank aufnehmen. Bei einer Forfaitierung verkauft das Unternehmen seine Forderung an ein Kreditinstitut. Das ist ein großer



Foto: PantherMedia / vichie81

Trotz staatlicher Garantien für Ausfuhren

Vorteil, weil den Unternehmen die Liquidität gleich zur Verfügung steht.

Allerdings ist es gerade für Unternehmen mit kleinen Volumina fast unmöglich, eine forfaitierende Bank zu finden. Denn wie bei der Exportfinanzierung sind auch hier die Prozesse sehr komplex und erst ab hohen Volumina wirtschaftlich. Dabei spielen bankenaufsichtsrechtliche Vorgaben eine Rolle. So muss das Unternehmen bei einer Forfaitierung den Kredit mit Eigenkapital unterlegen. „Wenn Sie ein Haus finanzieren, gibt es die Immobilie als Sicherheit“, erklärt Thomas-Andreas Ziesenitz vom Bundesverband Öffentlicher Banken Deutschlands (VÖB). Bei einer Exportfinanzierung sei die Sache komplizierter. „Der Exporteur hat zwar das Entschädigungsversprechen von Euler Hermes. Das kann er aber nicht ohne Weiteres an die Bank abtreten“, so der Wirtschaftsingenieur.

Um Abhilfe zu schaffen, will der Bund nun eine Forfaitierungsgarantie geben für Lieferantenkredite mit Volumina bis 10 Mio. €. „Damit wird die Sicherheit zugunsten der Bank ausgestellt“, erklärt Ziesenitz. Die Forfaitierungsgarantie geht auf eine gemeinsame Initiative des VÖB und VDMA zurück. Die Idee ist während der Pandemie entstanden, als die Exporte eingebrochen sind. „Wir haben uns überlegt, wie man die Instrumente strukturell weiterentwickeln könnte, um den Export zu fördern.“ Aktuell liegen bereits Entwürfe vor. Im Idealfall wird sie im zweiten Quartal 2023 kommen.

„Wir sind ständig im Gespräch mit Exporteuren, um die technische und praktische Antragsabwicklung speziell für KMU zu verbessern“,

kommentiert Andreas Gehring, Produkt- und Innovationsmanager der Euler Hermes AG. Für diese Zielgruppe wurde das Digitalangebot Hermesdeckungen Click&cover Export entwickelt, auf dem Exporte online eine Hermesdeckung für standardisierte Geschäfte bis 5 Mio. € beantragen können.

Ob eine Hermesdeckung für das Zielland überhaupt möglich ist und

wie hoch die potenziellen Prämien sein werden, verrät ein kostenloser Machbarkeitscheck.

Seit einem halben Jahr sind über Click&cover auch Verträge mit Preisgleitklauseln möglich. „Wenn ein Exporteur z.B. eine Preisanpassung beim Anstieg der Stahlpreise vereinbart hat, kann er den Auftragswert nachträglich um bis zu 10 % erhöhen“, so Gehring abschließend.



Fördern, was NRW bewegt.

Melanie Baum, Geschäftsführerin Baum Zerspanungstechnik, fertigt anspruchsvolle Dreh- und Frästeile nach Kundenwunsch – mit zufriedenen Mitarbeitern und modernen Maschinen. Die nötige Finanzierung ermöglichte ihr die NRW.BANK.

Die ganze Geschichte unter: nrwbank.de/baum



NRW.BANK
Wir fördern Ideen



Beim Spielzeugroboter „Mr. Machine“ von 1961 erlaubt der transparente Kunststoff den Blick auf die Mechanik.

Foto: Jürgen Hoffmann/LVR-Industriemuseum



Das Bobbycar der Firma Big kennt buchstäblich jedes Kind. Der Prototyp aus dem Jahr 1971 ist in Oberhausen zu sehen.

Foto: Jürgen Hoffmann/LVR-Industriemuseum



Mit dem iBook brach Apple radikal mit dem einförmigen Notebook-Design. Der Einsatz von buntem Kunststoff machte es möglich.

Foto: Jürgen Hoffmann/LVR-Industriemuseum



Foto: Jürgen Hoffmann/LVR-Industriemuseum

Der Panton-Stuhl von 1962 ist ein Designklassiker. Entsprechend ist er in Oberhausen zu sehen.

Die Freiheit bei Formen und Farben

AUSSTELLUNG: Das vielfältige Wechselspiel zwischen Kultur und Kunststoff zeigt eine Schau in Oberhausen.

VON MARTINA SCHNEIDERS

Kunststoffe sind in Verruf geraten. Sie gelten als umweltschädlich, weshalb immer mehr Menschen versuchen, plastikfrei zu leben. Ein Umstand, der angesichts der Allgegenwart von Kunststoffen kaum zu realisieren ist. Ob beim Hausbau, in der Elektronik oder in der Medizintechnik – ohne Kunststoffe würde nichts mehr funktionieren und auch die weitere Digitalisierung müsste wohl abgesagt werden. Es braucht eine neue Sichtweise auf das Material, meint Friederike Waentig, Projektleiterin des Forschungsprojekts „Kunststoff – ein moderner Werkstoff im kulturhistorischen Kontext“ der TH Köln. Kunststoff sei ein „synthetisches Kulturgut“. Die Ausstellung „Klasse und Masse“ im LVR-Industriemuseum in Oberhausen versteht sich als Bestandteil des Forschungsprojektes.

Mit der industriellen Revolution im 19. Jahrhundert wurde die Suche nach Ersatzstoffen für Naturmaterialien ein vorrangiges Forschungsziel. Gummiartikel wie Reifen oder Isolierungen wurden aus dem Milchsaft der Kautschukpflanze hergestellt und waren entsprechend teuer und rar, ebenso Elfenbein, das für Klaviertasten, Billardkugeln oder Gerätetasten verwendet wurde. Um viel und kostengünstig produzieren zu können, war das Ersatzmaterial Kunststoff hoch willkommen und begeisterte mit seinen Eigenschaften.

Einer der ersten Kunststoffe, der Einzug in die heimischen Wohnstuben hielt, war Bakelit. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts von dem Chemiker Leo Hendrik Baekeland aus einem Abfallprodukt der Steinkohledestillation in Verbindung mit Formaldehyd entwickelt, hatte sein Kunsthars Bakelit gegenüber den bisherigen Kunststoffen auf Zellulosebasis den entscheidenden Vorteil, dass es schwer entflammbar ist. Das machte es zum idealen Ersatzprodukt für Porzellan, das bis dahin für Lichtschalter oder Lampenfassungen verwendet wurde.

Die nur sehr geringe Wärmeleitfähigkeit von Bakelit machte sich 1928 die Firma Sanitas, Foen & Sohn zunutze und ersetzte den Metallkorpus eines 1925 von AEG auf den Markt gebrachten Haartrockners durch Bakelit. Verbrennungen durch das stark aufgeheizte Metall bei der heimischen Haargestaltung gehörten damit der Vergangenheit an. Und schnell wurde der Fön zum Synonym für Haartrockner. Noch heute „fönen“ wir unsere Haare.

Konnte Bakelit nur in Brauntönen hergestellt werden, entstanden bereits ab den 40er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts neue Kunststoffe, die in jede beliebige Form oder Farbe gebracht werden konnten. Das Material musste nicht mehr nur in Hohlkörper gegossen oder gepresst werden, es konnte in Form geblasen oder gespritzt werden. Neue Gestaltungsmöglichkeiten eröffneten sich. Kunststoffgegenstände wurden rund, geschwungen oder filigran. Mit dem Einsatz des 3D-Drucks zu Beginn unseres Jahrhunderts ist der Formenreichtum noch einmal erweitert worden.

Die Freiheit bei den Formen und Farben reizte Designer wie Dieter Rams oder Luigi Colani, jeden auf seine Weise. Auf der einen Seite die strenge anwendungsorientierte Schönheit der Braun-Produkte wie dem HLD 4 Haartrockner von Rams, der jeden Schnörkel, jedes überflüssige Knöpfchen eliminierte und auf der anderen Seite die überbordende dralle metallicblaue Gestalt des TV72-4000H Fernsehers von Colani. Der armdicke anschwellende geschwungene Henkel hinter der Bildröhre sollte den 25-Kilo-Koloss zum tragbaren Modell machen. 1995 als Innovationspritze für die nach der Wende darniederliegende RFT Stassfurt gedacht, erwies sich das Modell aber als wenig alltagstauglich.

Genauso wenig alltagstauglich war der Schemel aus dem 3D-Drucker von 2019. Das Modell „Terra“ aus Polylactid ist interessant anzuschauen, weil es das Verfahren des schichtweisen Auftrags anschaulich macht, aber zum Sitzen ist der Hocker eher nicht geeignet. Er würde schon bald zerbröseln. Das gilt nicht für die Polypropylenstühle, die Verner Panton ab den 1960er-Jahren entwickelte. Seine von Thonet inspirierten Freischwinger sind Lieblinge

von Designfans. Das Pendant dazu war der sogenannte „hockende Mann“ von 1968 nach einem Entwurf von Ernst Moeckl. Dieser „Moeckl-Schwinger“ wurde zum Kultobjekt der DDR. Besonders beliebt war der aus Polyurethan gefertigte Stuhl bei findigen Datschenbesitzern. Sie entwickelten das stapelbare und unverwüstliche Modell weiter, indem sie ein kleines Loch in den Sitz bohrten, damit Regen ablaufen konnte.

„Es muss wieder ein Bewusstsein für den Werkstoff geschaffen werden. Kunststoff generell zu verteufeln, ist der falsche Weg.“

Lea Althoff, Kuratorin der Ausstellung „Klasse und Masse“

Stühle dokumentieren auch den Erfolg von Gegenständen aus Kunststoff. An dem anonymen Entwurf des Plastiksessels Monoblock kommt kaum jemand auf der Welt vorbei. Jährlich werden 10 Mio. dieser Sitzgelegenheiten hergestellt und begleiten uns in der Außengastronomie genauso wie auf fernen Kontinenten. Ob Afrika, Asien oder Amerika, der Monoblock ist schon da.

1992 rückte die britische Möbeldesignerin Jane Atfield mit ihrer Abschlussarbeit am Royal College of Art mithilfe eines Stuhls das Müllproblem bei Kunststoffen in den Fokus. Der aus recycelten Verschlüssen von Plastikgetränkeflaschen hergestellte konfettibunte Stuhl wurde zur Basis ihres Designkonzepts „Made of Waste“. So originell die Idee auch ist, ob sie tatsächlich nachhaltig ist, kann hinterfragt werden, denn die zu Platten verpressten Verschlüsse mussten aus den USA angeliefert werden.

„Es muss wieder ein Bewusstsein für den Werkstoff geschaffen werden“, fordert Kuratorin Lea Althoff: „Kunststoff generell zu verteufeln, ist der falsche Weg. Mangelnde Wertschätzung von Kunststoff führt dazu, dass wir uns zu wenig mit dem Material und seinen Einsatzgebieten auseinandersetzen.“ Kunststoffe auf Pflanzenbasis sieht die Kuratorin jedoch kritisch, auch in der Wiederverwertung. Interessant sei hingegen Biokunststoff wie beim Philips-Toaster HD2640. Desse Hülle ist laut Hersteller zu 100 % aus Sonnenblumenöl.

■ **Klasse und Masse, Kunststoffdesign im Alltag**, www.lvr.de, bis 23.12.2023



Foto: Collection Kunstmuseum Den Haag, © The M.C. Escher Company – Baarn – Holland

Lustvoll Ebenen und Perspektiven vermischen

JUBILÄUM: Der vor 125 Jahren geborene Grafiker und Künstler M. C. Escher verblüfft durch seinen spielerischen Umgang mit der Geometrie bis heute.

VON MARTINA SCHNEIDERS

Nichts ist, wie es scheint. Zeigt das Bild Fische oder doch eher Schwäne? Oder vielleicht beides? Der niederländische Grafiker Maurits Cornelis Escher, kurz M.C. Escher, stellt unsere Sehgewohnheiten auf die Probe. Visuelle Gewissheiten lösen sich auf und unser Gehirn muss sich, wenn es seine Bilder erfassen will, mit ungewöhnlichen Perspektiven und unmöglichen Figuren beschäftigen. Ein schneller Blick oder eine schnelle Einordnung verbietet sich bei seinem Werk. Escher zwingt uns zu schauen und zu hinterfragen: Ist das möglich, was er da zeigt? Führt er uns da nicht in die Irre?

Das Werk von M.C. Escher ist schwer einzuordnen. Mit dem am 17. Juni vor 125 Jahren in Leeuwarden geborenen Niederländer tun sich Kunsthistoriker immer noch schwer, erkennen ihn nicht als Künstler an. „Sie werfen ihm vor, zu logisch und zu rational zu sein“, konstatiert der niederländische Anthropologe und Kurator G.W. Lohrer in seinen zahlreichen Schriften zu Escher. Als ob Künstler „von ihrem Verstand keinen Gebrauch machen würden“, kritisiert er mit beißendem Humor.

Mit 19 Jahren nahm er auf Wunsch seines Vaters ein Architekturstudium an der Schule für Architektur und Ornamentik in Haarlem auf. Sein Lehrer, der Grafiker Jessu-

run de Mesquita, erkannte sofort das Talent des zeichnerisch so überaus begabten jungen Mannes und fragte ihn, ob er nicht lieber Grafik studieren wolle. Escher nahm begeistert an.

1922 begibt sich Escher auf Reisen nach Spanien und Italien. Er will sich die Landschaft und die Architektur aneignen und kleinste Perspektivwechsel erfassen. Darum reist er zu Fuß oder auf dem Rücken eines Esels.

Nach einer Zwischenstation in Belgien zieht es Escher samt Familie 1941 wieder in die Niederlande. Faschismus und Krieg schränkten seine Verdienstmöglichkeiten ein. Dennoch arbeitet Escher ungebrochen und detailversessen weiter. Seine Reiseskizzen von den Mosaike der Alhambra inspirieren ihn, sich mit Parkettierungen, also der lückenlosen Gestaltung einer Fläche durch immer gleiche Muster, zu beschäftigen. Immer und immer wieder berechnet und studiert er geometrische Figuren. Auf diese Weise entwickelt er seine Metamorphosen: Aus Rauten werden Echsen, aus quadratischen Ackerflächen werden Vögel.

Eschers Parkettierung ist bis heute ein Liebling der Mathematik, erklärt Frank Göring vom Fachbereich Algorithmische und Diskrete Mathematik an der TU in Chemnitz. Ob beim Bundesjugendwettbewerb Mathematik oder in der spielerischen Annäherung an Geometrie, der sogenannte Escher-Trick gehört

zu den schönsten Aufgaben der Mathematik und hat auch einen praktischen Nutzen.

„Schon beim Kacheln eines Badezimmers kann ich den Escher-Trick anwenden“, erklärt Göring. „Wenn ich langweilige kongruente Teile so verändern möchte, dass daraus interessante kongruente Teile entstehen, muss ich nur wissen, aus welcher geometrischen Bewegung heraus die Nachbarsteile entstehen.“ Vereinfacht ausgedrückt: Man muss, was man auf der einen Seite abgeschnitten hat, spiegelbildlich wieder ankleben. „Wichtig ist nur“, so Göring, „die Grenze der zugrunde liegenden Symmetrie zu berücksichtigen.“

Escher vermischt lustvoll die Ebenen und Perspektiven. So brechen selbst zeichnende Hände aus der Fläche aus oder eine Echse schiebt sich über Bücher und Schreibgeräte, um schließlich schnaufend einen Aschenbecher zu erklimmen und



Die Lithografie

„Wasserfall“ zeigt sehr gut die optischen Effekte, mit denen M.C. Escher in seinen Werken arbeitete.

dann über einem Lineal wieder in der Fläche als geometrische Figur zu verschwinden.

Solche Abbildungen machten Escher in den 1960er-Jahren zu einem gefeierten Künstler der Popkultur in den USA. Seine Anhänger hielten ihn irrtümlich für einen Vertreter psychedelischer Kunst. Als ihn Mick Jagger bat, ein Plakatcover für die Rolling Stones zu gestalten, lehnte er brusk ab.

Die Begeisterung der Mathematiker hingegen nahm er gerne an. 1954 begleitete eine Ausstellung seiner Werke den internationalen Mathematikkongress in Amsterdam. Seither griffen Größen des Fachs wie Doris Schattschneider, Roger Penrose oder Ian Stewart seine Kunst begeistert auf. Bis heute ist Escher für viele Mathematiker einer von ihnen und das auch mehr als 50 Jahre nach seinem Tod am 27. März 1972.

M.C. Escher im Kunstmuseum Den Haag

Eine große Auswahl an Werken von M.C. Escher wird bis zum 10. September im Kunstmuseum Den Haag präsentiert. Unter dem Titel „Other World“ kombiniert das belgische Künstlerduo Gijs Van Vaerenbergh die Drucke Eschers mit ihren eigenen Installationen. Die Museumsleiter versprechen Besucherinnen und Besuchern „eine einmalige Erfahrung und ein tieferes Verständnis für Eschers Werke“.

■ www.kunstmuseum.nl

VDI-Karriereführer 2023

VDI-Karriereführer
Green compass for Engineers
JETZT KOSTENFREI DOWNLOADEN!

Nehmen Sie Ihre Zukunft in die Hand.

Für Ingenieurinnen und Ingenieure zum Berufsstart einfach unverzichtbar. Jetzt kostenfrei als PDF downloaden – und sich von den zahlreichen spannenden Zukunftschancen begeistern lassen:

- ▶ Insider-Tipps zum Berufseinstieg aus dem VDI-Netzwerk
- ▶ Top-Ingenieurarbeitgeber*innen mit Ansprechpartner*innen
- ▶ Einblicke in Ingenieurjobs der Zukunft
- ▶ Gehaltsüberblick für den ersten Job

WWW.VDI-VERLAG.DE/
KARRIEREFUEHRER



KOMMENTAR

Verhebt sich das Ländle?

In Baden-Württemberg kann man stolz auf seine Industrielandschaft und seine Ingenieurinnen und Ingenieure sein. Die dortige Wirtschaft lebt vor allem, aber nicht nur, vom Maschinenbau und der Automobilbranche. Dass sich die Süddeutschen auf ihre Traditionen stützen, muss nicht verkehrt sein – wenn dadurch der Blick auf andere

Felder mit wachsender Bedeutung nicht verstellt wird.

Siehe Klimawandel. Die Landesregierung ist bemüht, läuft aber Gefahr, sich an der Herausforderung zu verheben. Baden-Württemberg hat sich das überaus ambitionierte Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu sein,

und will somit fünf Jahre schneller sein als der Bund. Dazu hat sich die Mannschaft von Ministerpräsident Winfried Kretschmann, bestehend aus Grünen und CDU, auf ein Bündel von 254 Maßnahmen geeinigt, von denen einige bereits angegangen wurden. Jedes Ministerium hat seine Hausaufgaben zu erledigen. Die grüne Umweltministerin Thekla Walker preist das Klimaschutzgesetz als das „ehrgeizigste, das weitreichendste und das umfassendste“ in Deutschland.

Bis das Vorhaben aber in der realen Welt angekommen ist, ist es noch ein langer steiniger Weg. Das liegt zum einen daran, dass die Landesregierung kein freies Spiel hat; ihre Möglichkeiten sind begrenzt, da vieles in Berlin oder Brüssel entschieden wird. Zudem handelt es sich nicht um ein Kinderpiel, sondern um „Transformationsanstrengungen in noch nie da gewesem Ausmaß“, wie das Consulting-Unternehmen DIW Econ ermittelt hat. Demnach senken „diverse Hemmnisse“ die Umsetzungswahrscheinlichkeit in Baden-Württemberg. Insbesondere der Fachkräftemangel und die mangelnde ökonomische Rentabilität von Maßnahmen erschweren die Dekarbonisierung. Auch fehlt es an attraktiven Angeboten, die Unternehmen zur radikalen Wende animierten. Die Pläne wiesen generell in eine vielversprechende Richtung, aber die landespolitischen Maßnahmen berücksichtigten die aktuellen Widerstände „nur ungenügend“.

Dennnoch: Auch wenn Kretschmann und sein Team die Messlatte sehr hoch – womöglich zu hoch – gelegt haben, ist es mutiger und besser, als zwei Schritte nach vorne zu gehen und dann wieder einen zurück. Der Klimawandel lässt uns keine Zeit.

■ wschmitz@vdi-nachrichten.com



Wolfgang Schmitz,
Redakteur: Das
Musterland zeigt
sich mutig.

Foto: Frank Vinken

Im Land der Innovationen

SPEZIAL BADEN-WÜRTTEMBERG: Das Land ist die Heimat vieler Weltmarktführer. Darunter sind auch kleine und mittlere Unternehmen, von denen es hierzulande fast eine halbe Million gibt.

VON KATHLEEN SPILOK

Freunde der schwäbischen Küche wissen: Ohne Spätzle geht hier nichts. Das ist nach dem Teigarrühren mit mühsamem Schaben oder Drücken durch eine Spätzlepresse verbunden. 2008innovierte eine Erfinderin am heimischen Herd das Rumgeklecker und entwickelte den Spätzle-Shaker, mit dem minutenschnell das Leibgericht der Schwaben fertig ist. Die findigen Süddeutschen innovieren natürlich in erster Linie technologisch. Baden-Württemberg profitiert von der Innovationsfreude der mittelständischen Unternehmen und zählt zu den führenden Wirtschaftsstandorten in Europa. Nicht zuletzt, weil die Wirtschaft eine enge Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen und Hochschulen im Land pflegt.

Transformation ist das Stichwort, das leicht über die Lippen kommt – im Grunde aber ein jahrelanger Prozess ist. Vor allem im Ländle, wo sich immer alles um die Automobilindustrie dreht, ist es heute wichtig, beweglich zu sein.

Im Amtzell, dem Tor zum Allgäu, orientiert sich ein Werkzeughersteller für die Metallumformung neu, seit die Nachfrage aus der Automo-

bilindustrie kleiner wurde. Die Webo GmbH geht nun den Weg, neue Werkzeuge für E-Bike-Komponenten wie auch die Komponenten selbst in Serie zu fertigen. Das bedeutet eine massive Veränderung auf Komponenten-, Werkzeug- und Werkstoffseite. Aus diesem Bedarf heraus, neue Werkzeuge mit besseren Werkstoffen zu entwickeln, wuchs das Metallurgieunternehmen Kolibri Metals GmbH, das sich auf den 3D-Druck von Werkzeugen spezialisiert hat und eng mit Webo verwoben ist. Axel Wittig gründete 2018 die Kolibri Metals. Der CEO und Mehrheitsgesellschafter Wittig ist Pionier für den Metall-3D-Druck von hochkohlenstoffhaltigen Werkzeugstählen, sein Kernteam besteht aus acht Ingenieuren.

Schicht für Schicht entstehen die neuen 3D-Werkstoffe. Dabei macht sich Kolibri den laserbasierten Schnellerstarrungsprozess zunutze – es wird sehr schnell aufgeschmolzen und sehr schnell abgekühlt. „Ich kann Legierungen verwenden, die man mit anderen Fertigungsverfahren gar nicht prozessieren kann“, berichtet CTO Michael Ackers. Kolibris Werkzeugstähle werden mit Carbiden und Nitriden veredelt. „Ich kann viel härtere Werkstoffe herstellen, die vergleichsweise duk-



til und extrem verschleißbeständig sind“, schwärmt der technische Leiter. Das Unternehmen hat nach seiner Auffassung die letzten Jahre die wahrscheinlich größte Expertise im Bereich 3D-Druck hochkohlenstoffhaltiger Metal-Matrix-Composites aufgebaut, die in dieser Form keiner am Markt anbietet.

Metall-3D-gedruckte Werkzeuge einzusetzen bedeutet: längere Produktionsintervalle, weniger Werkzeugverschleiß, kürzere Rüstzeiten. „Wenn man statt 1 Mio. Teile 1,5 Mio. Komponenten herstellen kann, ist dies nachhaltiger, ressourcenschonend und spart an vielen Enden hohe Kosten ein“, sagt Ackers. Großen Wert legt das Maschinenbauunternehmen darauf, Lösungen zu finden, die sich auch der Mittelstand leisten kann.

Eine Wechselspannungsbatterie, die ohne separaten Wechselrichter auskommt, stammt aus dem beschaulichen Erbach bei Ulm. Die SAX Power fertigt seit Anfang 2021 zwischen Burgen und Baggerseen Batteriespeicher für den Heimbedarf. Die Gründerin und Geschäftsführerin ist studierte Bauingenieurin, hat viel Erfahrung im Maschinenbau gesammelt, war bei Liebherr und leitet nun ihr eigenes Unternehmen. Die erste Finanzierung kam von Liebherr und dem Land Baden-Württemberg, internationale

Foto: Kolibri Metals GmbH



Bei Kolibri Metals kommen härteste Werkzeuge aus dem 3D-Drucker.



Letzte Station für die SAX-Speicher vor der Auslieferung: die Endabnahme im Labor. Foto: Sax Power GmbH



Die Pioniere von Manner fertigen Sensoren in Centigröße. Foto: Manner Sensorentechnik GmbH



Foto: imago images/Arnulf Hettrich

Investoren stiegen in der nächsten Runde ein. Die Idee dieser Technik: „Wir schalten Gruppen von Batterien geschickt so zusammen, dass direkt die Sinuswelle am Ausgang ankommt, und somit erzeugen wir am Ende die Netzspannung“, erläutert Reinhard Birmuske, Projektleiter bei Sax Power.

Statt Wechselrichter gibt es kaskadierte H-Brückenschaltungen. Die Zellen werden thermisch reguliert, Verluste gibt es fast nur durch die chemischen Abläufe in der Batteriezelle. „Die kann man nicht verändern, das liegt an der Zellchemie. Aber die Umrichtung ist der spannende Faktor und da sind wir bei 99 %“, betont Birmuske. Außerdem verwendet SAX Power Lithium-Eisenphosphat-Zellen (LiFePO_4), die eine höhere Sicherheit haben als vergleichbare NMC-Lithium-Ionen-Batterien.

„Wir bewegen uns mit unserem Start-up in einem Planungshorizont bis 2026“, sagt Physiker Birmuske. Bis dahin will das Unternehmen drei Produkte am Markt haben: die bestehenden Homespeicher, den Industriespeicher und die Zulassung für einen Megawattspeicher,

der etwa als Zwischenspeicher für einen großen Solarpark gedacht ist. Damit soll die Technologie auf noch höhere Leistungsklassen übertragen werden. Nachfrageschwankungen in einem Segment könne man dann in einem anderen Segment abfedern. 35 Mitarbeitende hat SAX Power derzeit, es sollten noch viel mehr werden, vor allem Hardware- und Softwareentwickler. Wachstumsbremse ist im Moment die Personalknappheit.

Dort, wo Drehmomente etwa an Windrädern, Getrieben, Pumpen erfasst werden müssen und andere Technologien wegen begrenzten Bauraums keinen Platz haben, kommt die Firma Manner aus Spachingen mit Lösungen um die Ecke. Ernst Manner gründete das Familienunternehmen 1991. Er hat das Prinzip der Sensorletemetrie bereits Jahre zuvor quasi im eigenen Hobbykeller entworfen. Julia Manner und ihre Schwester Stephanie Manner leiten heute das Unternehmen gemeinsam mit dem Vater. „Sensortelemetrie bedeutet, dass man einen Sensor berührungslos per Induktion energetisch versorgt und die Sensordaten von einer Wel-

Porsche ist ein prominenter Wirtschaftsfaktor Baden-Württembergs. Im Herzen der Stuttgarter Innenstadt eröffnete das Unternehmen im Oktober des vergangenen Jahres den weltweit ersten Brand Store.

Nicht minder bedeutend ist für das Land der innovative Mittelstand.

le per Nahfeldtelemetrie zu einer stationären Einheit überträgt und auswertet“, beschreibt Julia Manner den Vorgang. Auf der rotierenden Seite ist ein Sensor verbaut, der Temperatur, Drehmoment, Druck oder andere Größen erfassst.

Das Unternehmen hat kürzlich einen kostengünstigen telemetrischen Drehmomentsensor in Briefmarkenformat entwickelt. Ein Plättchen, das mit einem Mikroschweißgerät aufschweißbar ist. Viele Kunden hätten den Wunsch zu wissen, welchen Belastungen ihr Getriebe ausgesetzt wird. „Die kostengünstige Lösung erlaubt die einfache Montage des Sensors in der Getriebeserienfertigung“, sagt Informatikerin Manner. Der Vorteil: Man weiß weit vorher, wann eine Maschine oder ein Zahnrad defekt ist. Lastmonitoring ist das Stichwort, das verhindern soll, dass eine Maschine wegen monatelanger Überlasten ausfällt. Auch der laufende Verschleiß kann erfasst werden und erlaubt eine Aussage über die Restlebensdauer.

Mit dem Monitoring können man Mehrwerte generieren, außerdem zahlt das auf Dienstleistungen im Rahmen von Industrie 4.0 ein, ist man bei Manner überzeugt. „Ich kann damit Maschinen besser auslegen, Außeneinsätze reduzieren“, erläutert die 37-jährige Chefin. Der Entwicklungsprozess lief über Jahre. Am Ende stand ein Serienprodukt aus winzigen Bauteilchen, das auto-

misiert gefertigt wird. Pumpen-, Baumaschinen-, Getriebehersteller können das gebrauchen, bei Schiffen und Landmaschinen kommt es zum Einsatz.

Die Manner-Telemetrie ist längst international verbaut: in Frankreich, Kanada, Südkorea, Japan, China, Italien. Und das Unternehmen entwickelt weiter. „Der Markt ist unsere Führungsgroße – was der Markt möchte, versuchen wir zu erfassen“, sagt Manner. Verstehen, was gebraucht wird und Feedback bekommen: Darauf basieren die Entwicklungen. Und etwas nachdenklich schiebt sie hinterher: „Ich glaube, ich spreche für den gesamten Mittelstand, wenn ich sage, dass Deutschland inzwischen seine Herausforderungen als Standort hat. An Herausforderungen wächst man. Wir sind auch der Meinung, dass man den Standort weiter unterstützen muss.“

Innovationsfreude und Forschergeist sind nichts, worauf sich ein Land ausruhen kann. Und schon gar nicht das mittelständisch geprägte Baden-Württemberg. Mit Blick auf die hungrige Konkurrenz, etwa in China, wäre das ein wirtschaftliches Todesurteil. „Gerade jetzt müssen wir unsere Stärken bündeln und zeigen, wie bedeutend Innovationen sind, um auch für die Zukunft als Standort wettbewerbsfähig zu sein und damit den Wohlstand zu sichern“, so Ministerin Nicole Hoffmeister-Kraut.

Fortschritt ermöglichen. Fokus auf Menschen.



Seeing beyond



Ingenieurwesen bei ZEISS

„In diesem einen Moment sieht man ganz deutlich, dass sich die Arbeit der letzten Jahre gelohnt hat. Und welche Leistung das Zusammenspiel von Chirurginnen, Chirurgen und Hightech ermöglicht.“ So fasst Philipp seine Eindrücke zusammen, nachdem er das erste Mal das von ihm mitentwickelte OP-System im Einsatz bei einer Behandlung des Grauen Star erlebt hat. Philipp arbeitet bei ZEISS in der Medizintechnik. Er und sein Team entwickeln innovative Lösungen zur Diagnose und Behandlung von Augenkrankheiten.

Erfahre mehr über Philipp und zukunftsgestaltende Jobs in der Medizintechnik:
zeiss.de/ingenieurwesen

Der Innovationspreis Baden-Württemberg und seine Preisträger

- Kolibri Metals war einer von fünf Preisträgern des Innovationspreises im Jahr 2020. Manner Sensortelemetrie erhielt die Auszeichnung 2021 und SAX Power bekam sie 2022.
- Der Innovationspreis Baden-Württemberg ist nach dem ehemaligen Wirtschaftsminister Rudolf Eberle benannt. Auf seine Initiative geht der Preis zurück, der seit 1985 verliehen wird.
- Voraussetzungen für die Teilnahme sind unter anderem: Die Unternehmen müssen ihren Sitz in Baden-Württemberg haben, nicht mehr als 500 Mitarbeitende beschäftigen. Der Jahresumsatz ist gedeckelt auf 100 Mio. €.
- Prämiert werden sowohl Produkte als auch Dienstleistungen oder Verfahren.
- <https://bewerbung.innovationspreis-bw.de/>



Stuttgart: Mekka der Möglichkeiten

SPEZIAL BADEN-WÜRTTEMBERG: In der schwäbischen Metropole konzentriert sich die technische Intelligenz. Die Hochschullandschaft bietet (fast) alles, vom Bioingenieurwesen bis zum Tunnelbau.

von Simone Fischer

So vielfältig die Einsatz- und Entwicklungsfelder im ingenieurwissenschaftlichen Bereich in Baden-Württemberg sind, so vielfältig sind die Studienmöglichkeiten. Baden-Württemberg beheimatet so viele staatliche Hochschulen wie kein anderes Land in der Bundesrepublik. Allein die Landeshauptstadt kann man getrost als technisches Wissenszentrum bezeichnen.

In Stuttgart haben gleich mehrere technisch orientierte Hochschulen ihren Sitz. An der Universität Stuttgart bilden die Ingenieurwissenschaften eine tragende Säule. Sie zählt zu den neun führenden technischen Universitäten in Deutschland, den „TU9“. Die Uni zeichnet sich durch ein breites Lehrangebot aus. Schon an den maschinenbaulichen Fakultäten stehen Studieninteressierten zehn Bachelor- und 17 Masterstudiengänge zur Auswahl, darunter neben dem Maschinenbau etwa Chemie- und Bioingenieurwesen, erneuerbare Energien, Fahrzeugtechnik und Technologiemanagement. „Alle maschinenbaulichen Ingenieurstudiengänge sind zugeschnitten auf die Themen der Zeit und werden dabei fortlaufend an aktuelle Herausforderungen und Trends in Forschung und Wirtschaft angepasst“, wirbt Joachim Groß, Studiendekan Verfahrenstechnik sowie Chemie- und Bioingenieurwesen, für seine Universität.

Im Bachelorstudiengang Maschinenbau können die Studierenden in höheren Semestern aus über 40 branchenbezogenen Spezialisierungen wählen, die im Masterstudiengang weiter vertieft werden. Nach einer Studie der Landesuniversitäten Baden-Württemberg aus dem Jahre 2021 haben die Hälften der Absolventinnen und Absolventen der Uni Stuttgart an, innerhalb eines Monats eine erste Beschäftigung nach Studienabschluss gefunden zu haben. „Der Gehaltsreport der Jobplattform Stepstone aus dem Jahr 2020 ergab, dass die Absolventinnen und Absolventen darüber hinaus nach bundesweitem Vergleich Topgehälter erhalten“, sagt Groß.

Um vor allem mehr weibliche Studierende für ein Studium in den Mint-Fächern zu erreichen und zu fördern, beteiligt sich die Universität wie fast alle Hochschulen in der Region Stuttgart am jährlichen Girls' Day mit Workshops explizit für Schülerinnen. Darüber hinaus ermöglicht sie ihren Studentinnen weitere Mentoring- und Karriereförderprogramme wie die Meccanica Feminae, StartScience, Femtec und Praktikumsinfobörse.

Die Universität Hohenheim bietet im Vergleich zur Universität Stuttgart zwar keine klassischen ingenieurwissenschaftlichen Fächer wie Maschinenbau, Bauingenieurwesen oder Elektrotechnik an, aber spezielle Fachrichtungen wie Agrarwissenschaften, Biotechnologie, Bioenergie oder Le-



Foto: Universität Stuttgart

Die meisten Wege
führen an der Universität Stuttgart zu Studiengängen mit technischen Schwerpunkten.

bensmitteltechnologie. Von A wie Agricultural Sciences in the Tropics and Subtropics bis W wie Wirtschaftsinformatik finden technisch- und naturwissenschaftlich Interessierte in diesen Bereichen vier Bachelor- und neun Masterstudiengänge. Dabei ist die Digitalisierung ein fakultätsübergreifendes Thema. „Das Leithema der Universität Hohenheim in Lehre und Forschung ist die Bioökonomie“, sagt Korinna Huber, Prorektorin für Studium und Lehre. „Das heißt, es geht um ein ganzheitliches Konzept für eine zukunftsfähige, energie- und ressourcenschonende Wirtschaftsweise. Dieses Thema schwingt daher bei fast allen Fragestellungen in der Lehre mit und ist ein Alleinstellungsmerkmal der Uni Hohenheim.“

Forschungsstark und international angesehen ist die Universität Hohenheim vor allem auf dem Gebiet der Agrarwissenschaften. So belegt sie im Bericht „QS World University Rankings by Subject 2023“ unter den deutschen Universitäten den ersten Platz. Europaweit gehört sie mit Platz neun zu den Top Ten. Von den Studierenden selbst erhält die Lehre im Bereich Landtechnik Spitzenebewertungen: Im Hochschulranking der Fachzeitschrift Top Agrar liegt Hohenheim aktuell zum vierten Mal in Folge auf einem der ersten beiden Plätze.

An der Hochschule für Technik Stuttgart (HFT) spielen die Zukunftsthemen Digitalisierung, Klima und Nachhaltigkeit eine zentrale Rolle in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. Die Hochschule bildet in 35 Bachelor- und Masterstudiengängen in den Bereichen Architektur, Bauingenieurwesen, Bauphysik, Mathematik, Informatik, Vermessung und Wirtschaft aus. Mit Blick auf einzelne Studiengänge hat die HFT Pioniergeist bewiesen. So ist sie die einzige Hochschule in Deutschland, die einen auf den Tunnelbau spezialisierten Studiengang anbietet, der mit einer eigenen Professur ausgestattet ist. Ebenfalls einzigartig ist der Bachelorstudiengang Bauphysik. Hinzu kommt der Masterstudiengang Bauprozessmanagement, der nach Angaben der Hochschule mit der Einführung zum Wintersemester 2021/22 deutschlandweit der erste seiner Art ist.

Aktuell befindet sich die HFT Stuttgart in einem Strategieprozess, der bis 2027 angelegt ist. Dabei hat sich die Hochschule neue profilgebende Schlagworte gegeben. Sie lauten: „klimakompetent – resilient – vernetzt“. Das bedeutet, neben

der Integration zukunftsorientierter Themen in bestehende Lehrveranstaltungen sollen künftig etwa im Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen Nachhaltigkeitsmanagement, Bauen im Be- stand sowie ökologisches und ressourcenschonendes Bauen auf dem Vorlesungsplan stehen. Der Bachelor Infrastrukturmanagement befasst sich mit Themen der Nachhaltigkeit wie der Mobilitätswende und der Energiewende. In einem neuen Lehrmodul „Natur, Umwelt, Verantwor- tung“ sollen diese Aspekte zusammengefasst und vertieft werden.

Auch bei der Digitalisierung sollen neue Strukturen als Grundlage für Forschung und Lehre auf- und ausgebaut werden, um die Expertise aus den verschiedenen Fakultäten zusammenzuführen, heißt es seitens der HFT. Das erstmals für 2024 fa- kultätsübergreifend geplante Digital Lab soll hierzu Kompetenzen bei der Entwicklung digitaler Lösungen und der Anwendung digitaler Werkzeuge zur Bearbeitung fachbezogener Problemstellungen bündeln und stärken. „Hierfür werden für die hochbaubezogenen Fachgruppen in der Architektur und im Bauingenieurwesen Experi- mentierräume mit entsprechender leistungsfähiger Hard- und Software sowie einer geeigneten fachlichen Betreuung geschaffen“, sagt Peter Bau- mann, Prodekan der Fakultät Bauingenieurwesen, Bauphysik und Wirtschaft.

Ebenfalls bis 2024 geplant sei die Neueinrich- tung eines Wasserlabors. Zur Ergänzung der Lehre in Siedlungswasserwirtschaft, Hydrome- chanik und Wasserbau wird ein interdisziplinäres Wasserlabor betrieben. „Zusammen mit Simula- tionsmodellen ermöglicht das Wasserlabor den Studierenden ein tiefes Verständnis physikalischer, biologischer und chemischer Vorgänge in der Wasserwirtschaft. Ferner stellt es mit den Möglichkeiten zur hybriden Modellierung eine wichtige Basis für die Weiterentwicklung von Stu- diengängen dar“, hebt der Professor hervor.

Für Berufstätige, die sich neben dem Beruf wei- terbilden möchten, könnte ein Fernstudium eine Alternative zu einem Präsenzstudium sein. An Deutschlands ältester privater Fernhochschule, der Akad Hochschule Stuttgart, könnten Technik- begeisterte Möglichkeiten dazu finden. Denn die Hochschule setzt stark auf die traditionellen Dis- ziplinen Maschinenbau und Verfahrenstechnik sowie Elektro- und Informationstechnik. Doch auch hier ist eine Weiterentwicklung der Studiengänge in Hinblick auf Digitalisierung und KI erkennbar. „Ich sehe den Maschinenbau immer noch und auch weiterhin als tragende Säule des Wirtschaftsstandortes Deutschland. Der Maschinenbau ist schon oft totgesagt worden, aber er lebt von der Innovation und der Fähigkeit, aus je- dem Risiko eine Chance zu machen“, meint Flo- rence Hausemann, Geschäftsführerin der Akad Hochschule Stuttgart.

Daher habe die Hochschule innerhalb der ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge be- wusst den Informatikbereich integriert, um die Brücke zwischen den traditionellen und neuen Herausforderungen in der Lehre zu schlagen. In einigen Studiengängen sei das Digital Enginee- ring, das heißt die Virtualisierung von Enginee- ring, ein Schwerpunkt. Ein weiterer Fokus liegt in der Vermittlung interdisziplinärer Kompetenzen, etwa im Master Wirtschaftsingenieurwesen. „Wir planen neue Studiengänge im Bereich der Inge- nieurwissenschaften, die genau auf die Disrup- tionen und Innovationen des Maschinenbaus ausgerichtet sein werden“, sagt Hausemann.

Insgesamt bietet die Hochschule 13 Bachelor- und drei Masterstudiengänge via Fernstudium an der „Technik-School“ an. Daneben gibt es weitere Fachbereiche, zum Beispiel Wirtschaft und Management sowie MBA-Studiengänge.

FERNSTUDIUM

Karriere. Studium. Neben dem Beruf.

Über 100 Bachelor- und Master-
Studiengänge, Hochschulzertifikate &
Nano Degrees in den
Fachbereichen:

- » Informatik
- » Ingenieurwissenschaften
- » Energie-, Umwelt- und Verfahrenstechnik
- » Wirtschaftsingenieurwesen und Technologiemanagement
- » Design

www.wb-fernstudium.de

WILHELM BÜCHNER
HOCHSCHULE
Mobile University of Technology

Jetzt
GRATIS
Infopaket
anfordern!

✓ 4 Wochen
Teststudium
✓ Jederzeit
starten





Das „Länd“ setzt auf Forschung

SPEZIAL BADEN-WÜRTTEMBERG: Im Süden der Republik ist die Zahl der freien Mint-Stellen am höchsten. Um weiter top zu bleiben, braucht es für junge Fachkräfte bessere Perspektiven, so die Kritik.

von MATILDA JORDANOVA-DUDA

Die Heimat des Automobils und der Kuckucksuhr, der „schwäbischen Hausfrau“ und des „Häuslebauers“ ist seit Langem das Ingenieurland Nummer eins in Deutschland. Die Ingenieurdichte beträgt nach Angaben des Statistischen Landesamts für 2022 in Baden-Württemberg 4,2 %, wobei es wohlgernekt nur die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten gezählt hat. Bayern und Hamburg sind mit jeweils 4 % dem Lände dicht auf den Fersen. Der Bundesdurchschnitt liegt bei 3,2 %. 165 442 Männer und 36 449 Frauen üben in dem süddeutschen Bundesland diesen Beruf aus. Nirgends ist das Geschlechterverhältnis übrigens so unausgewogen.

Nirgends gibt es auch so viele offene Stellen für Mint-Fachkräfte und so wenige arbeitslose Ingenieure und Ingenieurinnen, Informatiker und Informatikerinnen wie in Baden-Württemberg und Bayern. Laut dem VDI-/IW-Ingenieurmonitor für das vierte Quartal 2022 kommen dort 609 bzw. 711 offene Stellen auf 100 Arbeitslose. Grund für die Engpässe, so der Arbeitsmarktmonitor, ist in den süddeutschen Bundesländern die hohe Nachfrage nach Arbeitskräften, weniger die demografische Entwicklung.

Besonders eng wird es bei den Spezialisten für Energie- und Elek-

trotechnik, die die Dekarbonisierung und Digitalisierung in allen Branchen vorantreiben sollen. Ingenieure und Informatiker finden sehr gute Arbeitsbedingungen und eine überdurchschnittliche Vergütung im Vergleich aller akademischen Berufe. Die Studienanfängerzahl ist dennoch stark rückläufig.

In Baden-Württemberg ballen sich exzellente Hochschulen und renommierte Forschungseinrichtungen, die sich mit der Wirtschaft vernetzen. Das Bundesland zählt zu den Regionen mit der höchsten Innovationskraft in Europa, gemessen an den F&E-Ausgaben und den Patentanmeldungen (laut Statistischem Landesamt 13 570 für 2021).

Um die Spitzenstellung auch in Zeiten der Transformation zu halten, setzt die Landesregierung drei technologische Schwerpunkte, die an die jeweiligen „Leuchttürme der Forschung“ angeschlossen sind: den Strategiedialog Automobilwirtschaft in Karlsruhe und Stuttgart, das Forum Gesundheitsstandort im Rhein-Neckar-Gebiet und Digitalisierung und KI in Tübingen und Stuttgart. Mit 60 Mio. € fördert sie allein das Cyber Valley, an dem die Universitäten in Stuttgart und Tübingen, die Max-Planck-Gesellschaft, Daimler, Bosch und Amazon beteiligt sind. Dort entsteht eine der größten Forschungskooperationen für Intelligente Systeme in Europa. The Länd will bis 2025 flächendeckend mit gigabitfähigen Datennet-

zen versorgt sein. Digitalisierung und KI sollen auch beim ökologischen Umbau der Wirtschaft helfen.

Die zunehmende Digitalisierung in den Unternehmen bedürfe auf der einen Seite der Generalisten, denen die Verknüpfung verschiedener Fachdisziplinen gelingt und die zwischen den fachlichen Experten vermitteln, so Oliver Riedel, Leiter des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) und Vorsitzender des VDI-Landesverbands. Auf der anderen Seite erfordere die Digitalisierung zunehmend IT-basierte Fähigkeiten. Andererseits verunsichere „die teils pessimistische Stimmung mit Entlassungswellen“ junge Menschen und reduziere die Bereitschaft, ein Mint-Studium aufzunehmen.

Daher sieht Riedel die Wirtschaft in der Pflicht, den jungen Menschen verstärkt Zukunftsaussichten aufzuzeigen. Etwa auf Karrieremesse und in Praxisvorlesungsreihen an den Hochschulen, in denen Industrievertreter und -vertreterinnen spannende Themen aus ihrem Fachbereich vorstellen und Einblicke in die Arbeitswelt geben. Neben den öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen müsse aber auch die Unternehmenskultur attraktiv sein und zum Ingenieurnachwuchs passen.

Selbst große renommierte Unternehmen hätten es nicht immer leicht, die passenden Bewerber zu finden, zu gewinnen und zu halten. Angesichts des im süddeutschen



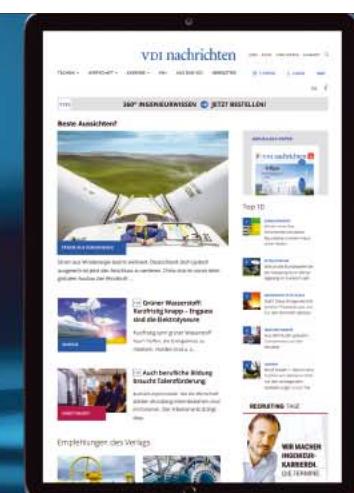
Foto: imago images/Rüdiger Wölk

Raum besonders gravierenden Fachkräftemangels werde sich die Herausforderung nicht kurzfristig und zur Zufriedenheit aller Unternehmen lösen lassen.

„Denn die fehlenden Reserven aufzubauen und auszubilden, benötigt Zeit“, so der VDI-Landesvorsitzende. Aber die betroffenen Unternehmen könnten hier eine aktive Rolle spielen. Man sollte schon bei den Jüngsten beginnen. Der Landesverband wird ab Herbst ein VDI-TecMobil an die Schulen schicken, um für Technik zu begeistern.

Ein Ziel, das von der Landesregierung unterstützt wird, sei es auch, die Abbrecherzahlen im Studium zu senken. Die Betreuungsquote an den baden-württembergischen Hochschulen, gemessen am Verhältnis von Professoren und Professorinnen pro Studierenden, sei bundesweit mit am besten, ausbaufähig sei aber die Tutorenbetreuung.

Wichtig ist Oliver Riedel die Gewinnung ausländischer Studierender und die Reduzierung von Studiengebühren. „Wir sind überzeugt, dass es mittelfristig auch gelingt, über alle beteiligten Ministerien hinweg einen regelmäßigen Dialog zu etablieren, um die Bedürfnisse der Industrie durchgängig in die Lehrpläne einzuarbeiten.“



Exklusiv für VDI-Mitglieder und Abonnent*innen:

Ihr Plus an VDI nachrichten jetzt auf vdi-nachrichten.com!

+ Immer und überall verfügbar

+ Tagesaktuelle Beiträge mit vielen Hintergrundinformationen

+ Wichtigste Beiträge als News-Alert VDI nachrichten digital



Für VDI-Mitglieder: vdi.de/vnplus

Für Abonnent*innen: vdi-nachrichten.com/plus

VDI nachrichten

TECHNIK IN SZENE GESETZT.



ARBEITSRECHT IM BLICK

Arbeiten mit Kollegin KI

Künstliche Intelligenzen gehören seit der Entwicklung von Programmen wie Dall-E und ChatGPT zum Alltag. Mit nur wenigen Klicks können aufwendige Bilder generiert oder Texte verfasst werden, die eigentlich mehrere Stunden Arbeit erfordern würden. Daher kann besonders der Einsatz von ChatGPT auch zu Erleichterungen im Arbeitsalltag beitragen. Fast in jedem Berufsfeld könnten Text-KIs Aufgaben übernehmen oder zumindest erleichtern. Doch ist das überhaupt arbeitsrechtlich zulässig?

Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer müssen die ihnen zugeteilten Aufgaben selbst erfüllen, sie dürfen nicht auf Dritte übertragen werden.

ChatGPT ist jedoch keine dritte Person, sondern



Claudia Knuth ist Partnerin und Fachanwältin für Arbeitsrecht bei LUTZ | ABEL. Foto: LUTZ | ABEL

lediglich ein Arbeitsmittel. Grundsätzlich ist es also zulässig, eine künstliche Intelligenz als Hilfsmittel bei der Arbeit einzusetzen. Das gilt allerdings nur, soweit der Arbeitgeber einverstanden ist. Beschäftigte müssen nämlich nicht nur ein Arbeitsergebnis abliefern. Sie müssen sich auch an etwaige Weisungen halten, wie sie ihre Arbeit erledigen sollen. Möchte

ein Arbeitgeber also nicht, dass ChatGPT eingesetzt wird, dann muss diese Anweisung befolgt werden.

Dass künstliche Intelligenzen eingesetzt werden dürfen, heißt jedoch nicht, dass die Arbeit sich wie von allein erledigt. ChatGPT muss trotzdem mit Eingaben – sogenannten Prompts – gefüllt werden. Das Programm muss also möglichst genaue Vorgaben bekommen, um brauchbare Ergebnisse zu liefern. Da es sich bei KIs nur um Arbeitsmittel handelt, gelten die gelieferten Ergebnisse als Arbeitsleistung der Mitarbeiterin oder des Mitarbeiters – dies gilt jedoch auch für etwaige Fehler. Von ChatGPT verfasste Texte sollten daher immer sorgfältig vorbereitet, kontrolliert und wenn nötig überarbeitet werden, wenn sie für die Arbeit verwendet werden sollen.

Auch im Bewerbungsprozess kann der Chatbot Arbeitgeber unterstützen, indem beispielsweise die einzelnen Bewerbungen vorsortiert werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die endgültige Entscheidung keinem automatisierten Prozess überlassen werden darf, sondern immer durch einen Menschen gefällt werden muss. Generell ist auch da der Datenschutz zu beachten.

Alle als Prompt eingegebenen Daten werden gespeichert, daher ist vor allem bei personenbezogenen Daten Vorsicht geboten. Aus diesem Grund ist davon abzuraten, ChatGPT einzusetzen, um Kunden- oder Mitarbeiterdaten zu sortieren oder anderweitig zu verwalten. Sobald es um sensible Daten geht, sollten sicherere Programme und Arbeitsmittel eingesetzt werden.

Fazit: ChatGPT und vergleichbare künstliche Intelligenzen können also hilfreiche Tools sein, um beispielsweise Texte vorzuformulieren oder zu korrigieren. Wichtig ist die Einhaltung des Datenschutzes.

Weiterhin sollte auch immer bedacht werden, dass ChatGPT und vergleichbare Programme lediglich Arbeitsmittel sind, die die Arbeit eben nicht übernehmen, sondern bloß erleichtern. Beschäftigte sind immer noch selbst dafür verantwortlich, ein überzeugendes Arbeitsergebnis abzuliefern und tragen dementsprechend auch selbst die Verantwortung für Fehler.

Ingenieurin rückt Keimen mit Biostoffen zu Leibe

BERUF: Die Entwicklungsingenieurin Jessica Wittmann forscht am Institut für Materialwissenschaften der Hochschule Hof (ifm) an der Herstellung antimikrobiell wirkender Beschichtungen mit Biorohstoffen.

von ANNEGRET HANDEL-KEMPF

Mit Zimt und Krebschalen Krankheitsausbrüchen vorbeugen. Eine betörende Idee. Dahinter steckt eine pandemiealltagsnahe Frage der Forschung: „Wie können antimikrobiell wirkende Beschichtungen durch Zugabe von ausgewählten Naturrohstoffen hergestellt und charakterisiert werden?“ Die wissenschaftliche Mitarbeiterin Wittmann, die seit ihrer Kindheit von Technik begeistert ist, begleitet und leitet mit 34 Jahren Forschungsprojekte des Instituts für Materialwissenschaften der Hochschule Hof (ifm). Vorher hatte die Ingenieurin in der Entwicklungsabteilung eines bekannten Polymerspezialisten aus Oberfranken gearbeitet. Um zu promovieren, ging sie zurück zur ifm. „Ein Traumjob“ ist es für mich dann, wenn ich sehe, dass meine Arbeit ein Ziel hat und einen entsprechenden Beitrag leistet“, sagt Wittmann.

Hygiene ist den Menschen nah gerückt, seit sie Abstand halten mussten, um Ansteckungen in der Covid-19-Pandemie zu vermeiden. In der Öffentlichkeit ist das oft kaum möglich. Zum Problem wird die Distanz zu möglichen Ansteckungsrisiken, wenn Türen geöffnet und Sicherheitsgriffe im ÖPNV gehalten werden müssen. Forscherinnen wie Wittmann kümmern sich um das Zusammenspiel von gesundheitlichen Aspekten sowie funktionalen Qualitäts- und Designansprüchen. „Wenn es bald eine Beschichtung geben würde, die durch Zugabe von natürlichen Additiven die Keimbelaustung und damit das Infektionsrisiko dauerhaft minimieren kann, dann wäre dies für unseren Alltag lebensverändernd“, prognostiziert die junge Wissenschaftlerin.

Die Frage, ob und wie sich Oberflächen mithilfe der Natur selbst desinfizieren, ließ die Entwicklungsingenieurin nicht mehr los. Passend zu ihrem Faible für Naturrohstoffe heißt das Projekt, das die junge Frau derzeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin leitet: „Bio gegen Mikro“. Hier gibt das Forschungsziel „Identifikation und Potenzialermittlung biobasierter Wirkstoffe zur Anwendung als antimikrobiell wirkende Additive in der Oberflächentechnik“ vor. „Dabei ist für mich zum einen besonders inter-



Jessica Wittmann untersucht Chitosan-Partikel am Lichtmikroskop. Foto: Hochschule Hof

ressant, welche Wirkstoffmengen, welche Wirkstoffkombinationen und welche Bindemitteltypen eine besonders hohe antimikrobielle Effektivität zeigen“, erzählt die 34-Jährige. „Zum anderen prüfe ich standardisierte Lackeigenschaften der neu entwickelten Beschichtungen wie Glanz, Härte, Rauheit und anderes ab.“ Innerhalb zusammenfassender Betrachtungen analysiere sie dann, ob eine Korrelation zwischen den Lackeigenschaften und der Wirksamkeit existiert. Im Rahmen ihrer bisherigen Forschung hat die Wissenschaftlerin viele Erkenntnisse über natürliche Rohstoffe als Wirkadditive und insbesondere über Chitosan für die Verwendung in Beschichtungsformulierungen erarbeitet. Chitosan ist neben Cellulose das häufigste natürliche Biopolymer beziehungsweise Polysaccharid und ist eine modifizierte Form von Chitin. Letzteres gewinnt man aus maritimen Quellen wie Krustentieren, Shrimps und Krabben beziehungsweise deren Schalen. Als pass-

genau verwendeter und dosierter Zusatzstoff für Beschichtungsformulierungen ist Chitosan spannend, weil es antimikrobiell wirkt. „Nicht nur Chitosan, sondern auch andere Naturrohstoffe zeigen eine ähnliche antimikrobielle Wirksamkeit. Beispielsweise Bestandteile aus Zimt oder Extrakte aus diversen Kräutern“, sagt die gebürtige Hoferin. Deshalb werde sie für zukünftige Forschung den Fokus auf eine bestmöglichste Verwendung biobasierter Wirkstoffe und ihr Potenzial legen. Dabei geht es laut Spezialistin auch darum, die Qualität der Lackeigenschaften parallel zur antimikrobiellen Wirksamkeit aufrechtzuhalten.

Stichwort: „Bewahren“: Wittmann ist gelernte Industriemechanikerin mit Fachrichtung Instandhaltung/Wartung (IHK). Im dualen Studium erwarb Jessica Wittmann in vier Jahren parallel zur praktischen Ausbildung den Bachelor of Engineering an der Fakultät für Ingenieurwissenschaften in Werkstofftechnik mit Studienschwerpunkt Oberflächentechnik (B. Eng.) an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof. Die Absolventin des Masterstudiengangs „Angewandte Oberflächen- und Materialwissenschaften“ (M.Sc.) an der Hochschule Esslingen und Hochschule Aalen ist ein begeisterungsfähiger Mensch. Auch in ihrer Freizeit setzt die Ingenieurin auf „Bewahren“: Sie restauriert Young- und Oldtimer. Denn diese hätten „ein besonderes Charisma: Ihre Linienführung, ihr klarer Aufbau, ihre schon damals ausgeklügelte Technik und der Klang ihrer Motoren sind einfach faszinierend.“

Wie entstand das Interesse an der antimikrobiellen Wirkung von Essenzen aus Zimt, Krabben, Kräutern und anderen Biopolymeren in Lacken? „In der Schule fielen mir Fächer mit naturwissenschaftlichem Hintergrund im Vergleich zu anderen Fächern sehr leicht“, erzählt die Forscherin. Im Spezialisierungsbericht des Bachelorstudiums habe sich ihre Faszination für Oberflächentechnik intensiviert. Die Thematik antimikrobieller Oberflächen und biobasierter Wirkstoffe in Lackformulierungen sei in ihr gereift „wie ein guter Wein“. Als Lehrbeauftragte für den Masterstudiengang Verbundwerkstoffe an der Hochschule Hof hat Wittmann eine Teilarbeit übernommen. Im Rahmen der „modernen Beschichtungsverfahren“ will die Wissenschaftlerin die Studierenden nicht nur für einen ressourcenschonenden Umgang mit Lacken sensibilisieren, sondern auch für nachhaltigere, umweltschonendere Stoffe.

Position auswählen, ID auf jobs.ingenieur.de eingeben, bewerben.

Automatisierungstechnik**Ingenieur (m/w/d) Support**
Beckhoff Automation, Kempten ID: 038940449**Senior Manager Automation Projects (m/w/d)**
Boehringer Ingelheim GmbH
Rheinland-Pfalz ID: 038939901**(Junior) Sales Manager (m/w/d) / Technischer Vertriebsinnendienst für den Marktplatz RBTX igus GmbH, Köln**
ID: 038913699**Technischer Vertrieb im Außendienst / Innendienst (m/w/d) für den Geschäftsbereich Low Cost Automation**
igus GmbH, Köln ID: 038913700**Bauwesen****Sachverständige / Sachverständiger (w/m/d) Immobilienbewertung**
Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA) Koblenz ID: 038952478**Projektingenieur*in für Bauausführung U-Bahn (w/m/d)**
Landeshauptstadt München ID: 038952512**Projektingenieur*in (m/w/d) für den Umbau und Neubau von kommunalen und industriellen Kläranlagen**
GELSENWASSER AG ID: 038951313**Bauingenieure (m/w/d) für die Bauwerksprüfung**
Die Autobahn GmbH des Bundes Hamburg ID: 038740311**BIM-Manager:in (w/m/d)**
Berliner Wasserbetriebe ID: 038940851**Ingenieur:in Projektsteuerung (w/m/d)**
Berliner Wasserbetriebe ID: 038940850**Techniker (w/m/d) Straßenbau**
Die Autobahn GmbH des Bundes Frankfurt am Main ID: 038940651**Technischer Sachbearbeiter SWL (w/m/d)**
Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr Hannover ID: 038940841**Bauingenieur*in U-Bahn-Planung (w/m/d)**
Landeshauptstadt München ID: 038938153**Bauingenieur*in (w/m/d)**
Stadt Bochum ID: 038909102**Bau-/Umwelt ingenieur (d/m/w) für Tiefbau und Siedlungswasserwirtschaft**
Stadt Celle ID: 038903198**Stadtplaner*in Bebauungsplanung**
Stadt Erlangen ID: 038885146**Bauingenieur (m/w/d)**
EVH GmbH, Halle (Saale) ID: 038880299**Ingenieur als Leiterin oder Leiter Autobahnmeisterei (w/m/d)**
Die Autobahn GmbH des Bundes Leer ID: 038877308**Bauingenieur*in konstruktiver Ingenieurbau (m/w/d)**
Stadt Mannheim ID: 038854370**Fußverkehrsbeauftragte:r (m/w/d)**
Die STADT WÜRZBURG ID: 038847127**Portfoliomanager*in (w/m/d) mit Projektentwicklung – Consulting**
Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes NRW Aachen ID: 038843330**Manager:in Erschließungsmaßnahmen – Schwerpunkt Koordination und Vertragserteilung (w/m/d)**
Berliner Wasserbetriebe ID: 038824483**Bauingenieurin (m/w/d) oder Architektin (m/w/d) für Sanierung und Modernisierung**
Stadtreinigung Hamburg Anstalt des öffentlichen Rechts, Hamburg ID: 038824588**Ingenieur*in / Teamleitung Wasserbau und Gleisbau (m/w/d)**
Stadt Mannheim ID: 038824046**Projektingenieur Geotechnik (m/w/d)**
RWE Power AG, Bergheim ID: 038713195**Einkauf und Beschaffung**
Facheinkäufer:in (w/m/d)
Berliner Wasserbetriebe ID: 038940606**Elektrotechnik, Elektronik**
Ingenieur (m/w/d) Applikationssoftware
Beckhoff Automation GmbH & Co. KG Deggendorf ID: 038940452**Bauleiter Elektrotechnik (m/w/d)**
Sit SteuerungsTechnik GmbH Ettlingen, Böblingen ID: 038939956**Projektleiter (m/w/i) Vertrieb**
IMS Messsysteme GmbH Heiligenhaus ID: 038938164**Prüfmittelingenieur (m/w/d). mit Schwerpunkt Boundary Scan**
Ziehm Imaging GmbH Nürnberg ID: 038888984**Ingenieur*in für Elektro- und Informationstechnik**
Deutsche Bundesbank Frankfurt am Main ID: 038884252**Ingenieur:innen (w/m/d) Verkehrstechnik**
Stadt Frankfurt am Main Frankfurt am Main ID: 038880793**Elektro- / Informationstechnikerinnen und -techniker (w/m/d) (FH-Diplom / Bachelor)**
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle Eschborn ID: 038878592**Betreuungsingenieur (w/m/d) EMR**
Wacker Chemie AG Burghausen ID: 038845914**Elektroingenieur*in als Bau- und Projektleitung (m/w/d)**
Stadt Mannheim ID: 038845480**Ausbilder:in Elektrotechnik Umweltberufe (w/m/d)**
Berliner Wasserbetriebe ID: 038824654**Entwicklungsingenieur (m/w/d) – Elektromagnetische Berechnung von Elektromotoren**
VEM motors GmbH Wernigerode, Zwickau ID: 038731150**Ingenieur*in (FH/Bachelor) als Erkunder*in (Südbereich) (m/w/d) Bau und/oder Gebäudetechnik, Elektrotechnik**
Bundesamt für Strahlenschutz Bonn ID: 038940841**Entwicklungsingenieur (m/w/d) –**
Elektromagnetische Berechnung von Elektromotoren
VEM motors GmbH Wernigerode, Schönaich ID: 038713050**Ingenieur als Leiterin oder Leiter Autobahnmeisterei (w/m/d)**
Die Autobahn GmbH des Bundes Leer ID: 038877308**Bauingenieur*in konstruktiver Ingenieurbau (m/w/d)**
Stadt Mannheim ID: 038854370**Fußverkehrsbeauftragte:r (m/w/d)**
Die STADT WÜRZBURG ID: 038847127**Portfoliomanager*in (w/m/d) mit Projektentwicklung – Consulting**
Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes NRW Aachen ID: 038843330**Manager:in Erschließungsmaßnahmen – Schwerpunkt Koordination und Vertragserteilung (w/m/d)**
Berliner Wasserbetriebe ID: 038824483**Bauingenieurin (m/w/d) oder Architektin (m/w/d) für Sanierung und Modernisierung**
Stadtreinigung Hamburg Anstalt des öffentlichen Rechts, Hamburg ID: 038824588**Ingenieur*in / Teamleitung Wasserbau und Gleisbau (m/w/d)**
Stadt Mannheim ID: 038824046**Wissenschaftliche Mitarbeiter (m/w/d)**
Bundesanstalt für Straßenwesen Bergisch Gladbach ID: 038823983**Fertigungstechnik, Produktion**
Ingenieur (m/w/d) Prozesstechnologie
Wickeder Westfalenstahl GmbH ID: 038824482**Forschung & Entwicklung**
Verantwortlicher Prüffeldingenieur für Forschung und Entwicklung (m/w/d)
VEM motors, Wernigerode ID: 038871866**Gebäude- und Maschinenmanagement**
Ingenieur (m/w/d) Technische Gebäudeausrüstung (TGA)
Städtisches Klinikum Dresden ID: 038938816**Luft- und Raumfahrt**
Ingenieurinnen und Ingenieure (w/m/d) (FH-Diplom / Bachelor)
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle Eschborn ID: 038878610**Maschinenbau, Anlagenbau**
Abschnittsleiterin (m/w/d) Technik
Stadtreinigung Hamburg Anstalt des öffentlichen Rechts Hamburg ID: 038959040**Betriebsingenieur Energietechnik (w/m/d)**
Deutscher Bundestag, Berlin ID: 038952276**Versuchsingenerieur Akustik (m/w/d)**
Güntner GmbH & Co. KG Fürstenfeldbruck (Remote) ID: 038842391**Ingenieur (w/m/d) Produktmanagement**
DFS Deutsche Flugsicherung GmbH Langen (Hessen) ID: 038824438**Projektingenieur (m/w/d) Maschinenbau**
Romera GmbH, Fernwald ID: 038824595**Engineering Trainee (m/w/d) in Production and Technology**
Sanofi, Frankfurt am Main ID: 038821443**Expert*in Brandschutz (m/w/d)**
Stadtwerke München GmbH ID: 038713896**Entwicklungsingenieur (m/w/d) Engineering Change Management**
Dr. Fritz Faulhaber, Schönaich ID: 038713050**Mechatronik, Embedded Systems**
Systemtester / Techniker Elektronik / Elektroniker (m/w/d)
comemso electronics, Ostfildern ID: 038955382**Technische*r Mitarbeiter*in (FH-Diplom bzw. Bachelor) (m/w/d) der Fachrichtung Steuerungs- und Automatisierungstechnik, Mechatronik, Informatik o. vglb.**
Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin-Steglitz ID: 038952012**Betriebsmittelkonstrukteur (m/w/d) – (Ingenieur/ Techniker Maschinenbau oder Mechatronik) – Manufacturing Engineering**
Senior Flexonics GmbH, Kassel ID: 038884247**Naturwissenschaften**
Forschungsingenieur (m/w/d) Computer Vision
MVTec Software, München ID: 038940480**Telescope engineer or scientist for CTA (f/m/d)**
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY Zeuthen ID: 038902875**Patentingenieur (m/w/d)**
Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG Ortenburg ID: 038872525**Ingenieur:in für Gefahrstoffe, Gefahrgut und Arbeitssicherheit – Klärwerk Schönerlinde (w/m/d), Berliner Wasserbetriebe Wandlitz**
ID: 038824502**Supplier Quality Engineer (m/w/d) für (Elektro-) Mechanische Komponenten im Bereich Automotive**
Panasonic, Lüneburg ID: 038822985**Qualitätssicherung, Testing**
Prüfingenieur BET Testcenter (m/w/d)
OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG Menden (Sauerland) ID: 038751130**Software Engineer für Continuous Integration (m/w/d)**
MVTec Software, München ID: 038940481**Projektmanagement****Experte / Expertin (m/w/d) in der Digitalisierung für die ECM**
Verkehrsbetriebe Karlsruhe GmbH Karlsruhe ID: 038963365**Projektleitung und Stellvertretende Dezernatsleitung (m/w/d)**
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Bonn ID: 038954339**Projektleitung und Stellvertretende Dezernatsleitung (m/w/d)**
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn Bonn ID: 038954404**Projektmanager:in für Brandschutzprojekte (m/w/d)**
Berliner Wasserbetriebe ID: 038952047**Architekt*in für den Neubau von U-Bahnstationen (w/m/d)**
Landeshauptstadt München ID: 038911519**Fachingenieur EMR (w/m/d)**
Wacker, Burghausen ID: 038909156**Anlageningenieur*in für die Verfahrenstechnik von Gemeinsameanlagen (m/w/d)**
SWM Services GmbH München-Unterföhring ID: 038903075**Ingenieure (m/w/d) – Fachrichtung Versorgungstechnik / Techniker (m/w/d) – Fachrichtung Versorgungstechnik / technische Gebäudeausrüstung**
Staatliches Bauamt Erlangen-Nürnberg Nürnberg ID: 038883822**Ingenieur Elektrotechnik (m/w/d)**
Flughafen Nürnberg GmbH ID: 038850708**Anlagenmanagement (m/w/d)**
Stadtwerke München GmbH München ID: 038836979**Projektingenieur*in Elektrotechnik Schienenfahrzeugtechnik (m/w/d)**
Stadtwerke München GmbH ID: 038837023**Projektleiter:in für große Investitionsprojekte im Netzbau (w/m/d)**
Berliner Wasserbetriebe ID: 038824484**Planungsingenieur (m/w/d) Montagetechnik / Prozesstechnik im Werk Traktor AGCO**
Marktoberdorf ID: 038824262**Bauingenieur (m/w/d)**
RWE Technology International GmbH Essen ID: 038824266**Ingenieur*in Elektrotechnik Olympiapark (m/w/d)**
Stadtwerke München ID: 038823020**Multi-Projektmanager für Bauprojekte (w/m/d)**
Die Autobahn GmbH des Bundes Krefeld ID: 038739933**Prozessmanagement**
Senior Manager Global Maintenance and Calibration (f/m/d)
Boehringer Ingelheim GmbH Ingelheim, Böblingen ID: 038939931**Projektingenieur*in (m/w/d) Ingenieubaumaßnahmen**
Hamburger Hochbahn AG ID: 038938157**Prozessentwickler (Maschinenbauingenieur, Techniker Maschinenbau o. ä.) im Bereich Manufacturing Engineering (m/w/d)**
Senior Flexonics, Kassel ID: 038884250**(Bau-)Ingenieur als Experte (m/w/d) digitale Betriebsdienststeuerung**
Die Autobahn GmbH des Bundes Hamm ID: 038751860**Qualitätssicherung, Testing**
Prüfingenieur BET Testcenter (m/w/d)
OBO Bettermann Holding GmbH & Co. KG Menden (Sauerland) ID: 038751130**Software Engineer für Continuous Integration (m/w/d)**
MVTec Software, München ID: 038940481**Softwareentwicklung****Softwareentwickler in C#/NET (m/w/d) für eMobility-Anwendungen**
comemso electronics, Ostfildern ID: 038955381**Field Application Engineer (m/w/d) bei VW**
MicroNova AG Braunschweig, Wolfsburg ID: 038911635**Support, Kundendienst****Ingenieur (m/w/d) Applikationssoftware**
Beckhoff Automation GmbH & Co. KG Kempten ID: 038940450**Systemadministration, Netze****CAD/PLM-Administrator (m/w/d)**
VEM motors, Wernigerode ID: 038731558**Technische Leitung****Bauingenieur als Geschäftsbereichsleitung Betrieb und Verkehr (w/m/d)**
Die Autobahn GmbH des Bundes Rendsburg ID: 038915822




FHE FACHHOCHSCHULE
ERFURT UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES




FACHHOCHSCHULE ERFURT - WO STUDIEREN PRAKTISCH IST!

Die Fachhochschule Erfurt ist eine moderne und praxisorientierte Campus-Hochschule und zählt zu den leistungsstarken Lehr- und Forschungseinrichtungen in Thüringen. In der Fakultät Gebäudetechnik und Informatik, mit den Fachrichtungen Gebäude- und Energietechnik und Angewandte Informatik, ist ab dem Sommersemester 2024 die

Professur für Lüftungs- und Klimatechnik

1 Stelle, Besoldungsgruppe W 2, Kennziffer GI7

zu besetzen. Die Stelle steht unbefristet zur Verfügung. Bei der ersten Berufung zur Professorin oder zum Professor erfolgt die Beschäftigung in der Regel zunächst befristet auf drei Jahre. Ausnahmen hiervon und das Verfahren zur Umwandlung des Beamt:innenverhältnisses auf Zeit in ein Beamt:innenverhältnis auf Lebenszeit entnehmen Sie bitte § 86 Abs. 2 Thüringer Hochschulgesetz (ThürHG).

Ihre Bewerbung mit aussagefähigen Unterlagen (Lebenslauf, akademische Urkunden, Nachweise der bisherigen beruflichen Tätigkeit, Veröffentlichungsliste, Lehrevaluationsergebnisse) richten Sie bitte unter Angabe der **Kennziffer GI7** bis zum **06.07.2023** schriftlich oder per E-Mail an:

Fachhochschule Erfurt
Dezernat Personal und Recht
Postfach 45 01 55
99051 Erfurt
E-Mail: bewerbung@fh-erfurt.de

Vorstellungskosten können nicht erstattet werden. Schriftliche Bewerbungsunterlagen reichen Sie bitte in Kopie ein, da nach Abschluss des Verfahrens die Unterlagen nicht berücksichtiger Bewerber:innen vernichtet werden. Bei gewünschter Rücksendung bitten wir um Beilage eines ausreichend frankierten Rückumschlages.

Bitte beachten Sie die Hinweise zum Datenschutz:
<https://www.fh-erfurt.de/ausschreibungen/datenschutzhinweise-stellenausschreibungen>

Weitere Details zu den Stelleninhalten und -anforderungen entnehmen Sie bitte unserer Webseite unter:
<https://www.fh-erfurt.de/ausschreibungen>

VDI Verlag

Publizieren Sie jetzt in „Fortschritt-Berichte VDI“



Veröffentlichen Sie Ihre technikorientierte Dissertation, Habilitation oder Ihren Forschungsbericht in einer der bekanntesten Schriftenreihen im Bereich Ingenieurwissenschaften:
Fortschritt-Berichte VDI. Profitieren Sie von der Expertise und dem Renommee des VDI Verlags.

 Werden Sie Autor*in im VDI Verlag!
vdi-nachrichten.com/autorwerden

**TUBAF**
Die Ressourcenuniversität.
Seit 1765.

An der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der Technischen Universität Bergakademie Freiberg ist zum frühestmöglichen Zeitpunkt eine **W3-Professur „Mineralische Lagerstätten und Petrologie“ – 103/2023** zu besetzen.

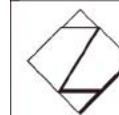
Den vollständigen Ausschreibungstext finden Sie unter: tubaf.org/department/jobs oder direkt über den QR-Code.



Bewerbungen richten Sie bitte bis zum 31.08.2023 an die TU Bergakademie Freiberg, Dezernat für Personalangelegenheiten, 09596 Freiberg bzw. per E-Mail an bewerbungen@tu-freiberg.de



Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung!

**Westsächsische Hochschule Zwickau**

University of Applied Sciences

HOCHSCHULE FÜR MOBILITÄT | UNIVERSITY FOR MOBILITY

An der **Fakultät Elektrotechnik** ist zum **01.03.2024** folgende Stelle (m/w/d) unbefristet zu besetzen:

Professur Konstruktion in der Elektrotechnik
W2 Vollzeit, Kenn-Nr. Zw ET 63

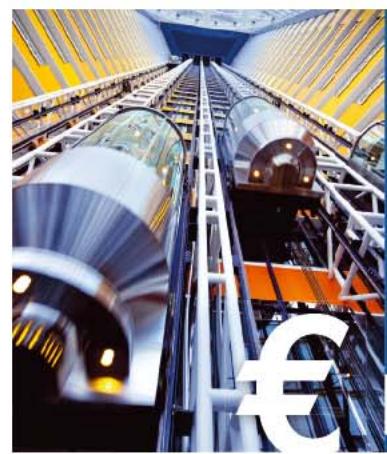
Sind Sie an dieser Stelle interessiert?
Dann informieren Sie sich gem ausführlich auf unserer Homepage <https://www.fh-zwickau.de/hochschule/ueber-uns/die-hochschule-als-arbeitgeber/karriere/>.

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung unter Angabe der Kenn-Nr. bis zum **15.08.2023** an bewerbung.professor@fh-zwickau.de bzw. postalisch an

Westsächsische Hochschule Zwickau
Rectorate
Kormarkt 1, D-08056 Zwickau

Wir beantworten gern Ihre Fragen unter der Telefonnummer 0375 / 536 1454. Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung.

INGENIEUR.de
TECHNIK - KARRIERE - NEWS



INGENIEUR-EINKOMMEN 2005-2022:

- Arbeitsmarkt
- Gehaltsentwicklung
- Gehaltsanalysen
- Einflussfaktoren
- Auswertung IT-Gehälter

INGENIEUR.de
TECHNIK - KARRIERE - NEWS

Das haben Ingenieur*innen wirklich verdient:
Ingenieureinkommen 2005–2022

Umfassende Studie mit Analysen zu Arbeitsmarkt, Gehaltsentwicklung und Einflussfaktoren.

Mit detaillierten Auswertungen und einer übersichtlichen Aufbereitung der tatsächlichen Gehaltsstrukturen von Ingenieur*innen und IT-Ingenieur*innen.

Download-PDF:
 210 Seiten | ISBN 978-3-18-990138-2 | 149 EUR

WWW.INGENIEUR.DE/GEHALTSSTUDIE



BLB NRW

Portfoliomanager*in (w/m/d)
Schwerpunkt Projektentwicklung - Consulting
Aachen, ID: 10247979

Bundesanstalt für Immobilienaufgaben

Sachverständige / Sachverständigen (w/m/d) Immobilienbewertung
Koblenz
ID: 10248042

METROPOLe RUHR AGR GRUPPE

Technischer Controller / Wirtschaftsingenieur (m/w/d)
Herten
ID: 10248080

Telescope engineer or scientist for CTA
Zeuthen
ID: 10248004

EXKLUSIVE JOBANGEBOTE

- Einfach auf **JOBs.INGENIEUR.DE** gehen
- ID in die Suchmaske eingeben
- Stellenanzeige ansehen
- Online bewerben!

INGENIEUR.de
TECHNIK - KARRIERE - NEWS

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

Fördern • Führen • Inspirieren

Die Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden ist eine junge, 1994 gegründete bayerische Hochschule in der Mitte Europas, die ihren über 3.900 Studierenden in 54 Bachelor- und Master-Studiengängen eine zukunftsorientierte Qualifikation bietet. Für beste Perspektiven in Studium und Berufspraxis werden die Studierenden in den beiden Hochschulstädten Amberg und Weiden von 102 Professorinnen und Professoren sowie über 300 Mitarbeitenden in sieben Studienfeldern optimal betreut. Werden Sie Teil unserer dynamischen Entwicklung heute und in Zukunft!

An der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden ist an der Fakultät Elektrotechnik, Medien und Informatik (Campus Amberg) zum nächstmöglichen Termin die

Professur (m/w/d) der BesGr. W 2

für folgendes Lehrgebiet zu besetzen:

- Digitale Signalverarbeitung und Nachrichtentechnik (Kennziffer 9064)

Bitte bewerben Sie sich mit Ihren aussagekräftigen Unterlagen und Nachweisen zum beruflichen Werdegang und zu wissenschaftlichen Arbeiten bis spätestens **25.06.2023** über das Online-Formular <https://www.oth-aw.de/hochschule/aktuelles/stellenangebote/>

& Familienpakt Bayern DUAL CAREER

Online-Shopping für Ingenieur*innen: Technische Literatur, die Sie brauchen!



Gleich topaktueller Ingenieurwissen sichern:
www.vdi-nachrichten.com/shop

VDI nachrichten
TECHNIK IN SZENE GESETZT.

Stadt Sindelfingen

Die Stadt Sindelfingen sucht für das Tiefbauamt zum frühestmöglichen Zeitpunkt einen

Ingenieur (m/w/d) Bauingenieurwesen/Tiefbau

Wir bieten eine verantwortungsvolle und interessante Tätigkeit in einem anspruchsvollen Arbeitsumfeld sowie attraktive Benefits.

Die Stelle ist unbefristet zu besetzen, eine Eingruppierung erfolgt bis EG 11 TVöD.

Haben wir Ihr Interesse geweckt?
Bewerben Sie sich jetzt, spätestens bis zum 02.07.2023, online über unser Bewerberportal.

Die detaillierte Stellenausschreibung, unsere Benefits sowie Informationen über unsere Stadtverwaltung finden Sie auf www.sindelfingen.de.

www.sindelfingen.de

TUBAF
Die Ressourcenuniversität.
Seit 1765.

FAMILIE IN DER HOCHSCHULE

An der Fakultät für Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau der Technischen Universität Bergakademie Freiberg sind zwei **W3-Professuren** zu besetzen:

„Bohrtechnik und Bohrkomplettierung“ – 102/2023



„Angewandte Geophysik / Elektromagnetik und Potentialverfahren“ – 104/2023



Die vollständigen Ausschreibungstexte finden Sie unter: tubaf.org/department/jobs oder direkt über die QR-Codes.

Bewerbungen richten Sie bitte bis zum 31.07.2023 an die TU Bergakademie Freiberg, Dezernat für Personalangelegenheiten, 09596 Freiberg bzw. per E-Mail an bewerbungen@tu-freiberg.de



Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung!

TFZ

Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

Das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) in Straubing sucht eine / einen

Wissenschaftliche Mitarbeiterin oder Wissenschaftlichen Mitarbeiter (m/w/d) mit Studienrichtung pflanzliche Produktion oder vergleichbar

ab sofort in Vollzeit, befristet bis 30.04.2026, für ein innovatives Forschungsprojekt zu digitaler Beikraut-Erkennung mittels Drohne und KI.

Voraussetzungen und weitere Informationen findest Du in der vollständigen Stellenausschreibung im Internet unter www.tfz.bayern.de.

Sende Deine Bewerbung unter Angabe der Nummer STA-TFZ-P 2315 bis 09.07.2023 ausschließlich per E-Mail an poststelle@tfz.bayern.de z. Hd. Herrn Michael Grieb.

Rechnungen schreiben.
Geschichte schreiben!
Die Karriere voranbringen.
Eine ganze Region voranbringen!
Dienst nach Vorschrift machen.
Zukunft machen!

RheinlandPfalz
MINISTERIUM DES INNERN UND FÜR SPORT

Im Jahr 2021 erlebte das Ahrtal die schrecklichste Naturkatastrophe seiner Geschichte. Für den Wiederaufbau der Region suchen die Kommunen im Ahrtal tatkräftige Unterstützung von Fachkräften aus unterschiedlichen Disziplinen. Werden Sie jetzt Teil des Jahrhundertprojekts Wiederaufbau Ahrtal – mit einem Job, der alles andere als alltäglich ist.



Wiederaufbau Ahrtal. Mehr als ein Job.
Alle Stellenangebote und Infos unter [#wiederaufbauRLP](http://wiederaufbau.rlp.de/jobs)



KARRIERE

Der Weg in die Sackgasse

3.224. Frage/1:

Gern lese ich Ihre Karrieretipps und kann diese von der Sache her nur bestätigen. Bisher hatte ich immer etwas Glück, zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu sein und mit dem zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Wissen, mit Sozialkompetenzen und Alter die nächste Stufe erreichen zu können. Ich hatte nie bewusst vor, eine Karriere zu machen; aber die Arbeit machte mir grundsätzlich immer viel Spaß, die Erfolge motivierten mich noch mehr, auch das Führen von Personen scheint mir zu liegen. So nahm wohl vieles seinen Gang.

Antwort/1:

Sie sind jetzt etwa Mitte 40 und leiten einen fachlich etwas „angereicherten“ kundenorientierten Konstruktionsteilbereich mit irgendwo zwischen 30 und 50 Mitarbeitern. Der Aufstieg hat sich lückenlos vom Konstrukteur an vollzogen, wie Ihr Lebenslauf ausweist.

Sie erwähnen zwei wichtige Erfolgs-elemente: Man muss zunächst zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein, wenn es ein Erfolgsweg werden soll. Das aber ist nicht bloß ein Zufalls-aspekt - Zeit und Ort beeinflussen wir durch unsere Vorauswahl von Laufbahn, Arbeitgeber und z. T. auch der eingenommenen Positionen. Vielleicht trägt der dabei ins Spiel kommende Instinkt dazu bei, dass man eines Tages genau dort steht, wo sich eine Chance ergibt. Das hat man, ich will da nicht miss-verstanden werden, keinesfalls et-wa vorausgesehen - aber ein Mensch vom „Erfolgstyp A 1“ trifft

lange vorher einfach andere Vor-auswahlen als etwa ein Mensch vom Typ „Durchschnitt B 37“. Und dann steht er eines Tages da, wo sich eine Chance auftut. Wie - und ob - das funktioniert, weiß ich leider auch nicht, aber es drängt sich die Ahnung auf, „dass da etwas dran sein könnte“. Dann sprechen Sie noch den Faktor Glück an, auch das kann ich nur bestätigen. Manche Leute haben mehr davon als ihnen statistisch zusteht - aber oft ist auch das wieder das „Glück des Tüchtigen“. Und, vergessen wir es nicht, Glück ist eine Definitionssache: Was von außen danach aussieht, ist für den, der alle Zusam-menhänge kennt, oft auch wieder „nur“ das Resultat harter Arbeit und bestimmter Fähigkeiten.

Bei der Gelegenheit: Ich rate sehr dazu, den eigenen Weg und die bei dessen Beschreiten erzielten Ergebnisse vorurteilslos zu analysieren. Oft zeigt sich, dass Sie beim Thema IV eine glückliche Hand, bei XII jedoch genau das Gegenteil haben. Wenn ich von mir ausgehe: Mit dem, was ich im Bereich mei-ner beruflichen Kernaktivitäten anpacke, habe ich in der Regel durchaus Erfolg. Aber wenn Sie ei-ne Aktiengesellschaft ruinieren wollen, müssen Sie nur mich dazu bringen, dort Anteile zu erwerben - das Geld ist in kurzer Zeit weg und zwar meines ebenso wie das der Aktionäre. Ohne die Hinter-gründe so ganz verstanden zu ha-ben, akzeptiere ich die Ergebnisse meines Tuns - und spekuliere nicht an der Börse, sondern kümmere mich um mein berufliches Engagement. Mit gutem Erfolg rate ich daher: Forcieren Sie Ihre Tätig-keit dort, wo Sie erfolgreich sind und lassen Sie die Finger von sol-chen Themen, bei denen Sie schon mehrfach Misserfolge eingefahren haben. Da helfen weder Seminare noch hartes eigenes Training.

Frage/2:

Mir wurde nun angeboten, eine zu-sätzliche Abteilung, welche übri-gens sehr gut zu meinen vorhande-nen Abteilungen passt und mir auch sehr liegen würde, zu übernehmen. Zeitgleich soll ich noch zusätzlich stellvertretender Leiter der allge-meinen, nicht auftragsorientiert ar-bietenden F&E oder Vorentwicklung (von mir verfremdet; H. Mell) wer-den. So weit, so gut.

Bedingt durch eine spezielle inter-nationalen Konzernstruktur ist der andere Bereich, in dem ich erst ein-mal Stellvertreter werden würde, auch einem anderen Geschäftsführer zugeordnet.

Die Konsequenz: Sobald ich – was angedacht ist – im neuen Bereich vom Stellvertreter zum Leiter er-nannt werde, muss ich meine heuti-gen Aufgaben abgeben, habe etwa 15 Mitarbeiter weniger zu führen und bekomme einen neuen Chef, wobei die damit verbundenen Pro-bleme aus meiner Sicht deutlich gravierender als die „Kopfzahl-Rechnungen“ sind:

1. Diesem zukünftigen Chef eilt ein bestimmter Ruf voraus. Niemand will eigentlich unter ihm arbeiten. Ich bin ein sehr toleranter, leidens-fähiger Mensch und hatte bereits alle möglichen Typen von Vorge-setzten. Das also bekomme ich wahrscheinlich irgendwie noch hin.
2. Der zur Debatte stehende andere Bereich wurde aus meiner Sicht fachlich und auch seitens der Kapazität kaputt gespart. In kurzer Zeit werden 75% der Wissensträger in Rente gehen. Ein Wissenstransfer an das verbleibende Personal ist schon zeitlich kaum noch möglich.
3. Die diesem Bereich gestellten Aufgaben und die ihm entgegenge-brachten Erwartungen sind aktuell sehr groß und werden auch künftig sehr groß sein.

In den Punkten 2 und 3 sehe ich das größte reale Risiko, dass der neue Job zur Hölle werden könnte.



Ihre Fragen
zum Thema
„Karriereberatung“
beantwortet
**Dr.-Ing. E. h.
Heiko Mell,**
Karriereberater
in Rösrath.
■ heiko-mell.de

Am liebsten würde ich ablehnen. Meine heutige Position ist im ope-rativen „Mainstream“ des Unter-nehmens angesiedelt, hier „rollt der Rubel“, hier kann ich meine Fähigkeiten ausspielen, hier fühle ich mich wohl. Allerdings ist mir auch klar, dass die Firma im F&E-Bereich ein Problem lösen muss – und ein „Nein“ von mir wäre wohl nicht ak-zeptabel. So weit meine aktuelle Einschätzung. Ich muss das Spiel wohl mitspielen.

Meine Frage: Ich fürchte, dass die neue Position eine Sackgasse wird. Ich verlasse den „Mainstream“ und wechsle zu einem Bereich, wel-cher vom operativen Geschäft abge-koppelt ist. Selbst unter der Annah-me, ich könnte die Aufgabe mit den genannten Risiken doch noch glor-reich lösen, wird es für mich ver-mutlich dennoch kein Comeback mehr geben, so meine Einschät-zung.

Antwort/2:

Ich muss immer auch an die ande-ren Leser denken, die ja hier in dra-matischer Überzahl vorhanden sind. Und daher gilt: Was ich bei ei-ner Frage nicht verstehe, darf ich dem großen „Publikum“ gar nicht erst vorlegen – und kann ich auch keiner Lösung zuführen. Hier ver-stehe ich zu viel zunächst nicht:

Die offene Frage ist schlicht: Was soll das Ganze eigentlich? Sie be-nutzen die Bezeichnung derselben Hierarchieebene, wenn Sie von der Ist- oder von der Soll-Position spre-chen. Ihr Führungsumfang wird kleiner, von Gehaltssteigerung ist nicht die Rede, Sie lassen keine Be-geisterung für die neue Aufgabe oder gar für den neuen Chef erken-nen, das Vorhaben bleibt rätselhaft.

Dann aber geben Sie mir an ande-rer Stelle Ihres hier gekürzt wiede-gegebenen Briefes doch noch zu-sätzliche Informationen, die eine Lösung immerhin enthalten könn-

Webinar Ingenieurstudium: Tipps für Bachelor und Master

21. JUNI 2023 | 16:30 – 17:45 UHR
KOSTENFREIES WEBINAR MIT TOP-REFERENT*INNEN



Rosige Zukunftsaussichten für junge Ingenieur*innen. Aber ein Ingenieurstudium ist anspruchsvoll und muss gut vorbereitet werden. Tipps zur Entscheidungs-findung liefert unser Webinar mit Top-Referent*innen:

- Soll ich an der Uni studieren oder an der FH?
- Wann empfiehlt sich für mich ein duales Studium?
- Brauche ich den Master oder reicht der Bachelor?
- Wie komme ich im Angebotsdschungel klar?

Jetzt QR-Code scannen und anmelden!



Mehr Themen rund um das Ingenieurstudium?
Für VDI-Mitglieder: vdi.de/vnplus
Für Abonnent*innen: vdi-nachrichten.com/plus

VDI nachrichten

TECHNIK IN SZENE GESETZT.



ten. Es geht ums Geld. Sie verdienen recht viel – und fürchten, dass sei in den Augen der Unternehmensführung für den so „erdverbunden“ ausgerichteten heutigen Job auf Dauer zu viel. Der neue Job ist zwar gegenüber dem heutigen kein wirklicher Aufstieg, ist aber wegen seiner zentralen Bedeutung (dort wird die Technik Ihrer Produkte von morgen und übermorgen entwickelt!) wohl in einer höheren Bandbreite angesiedelt, dort wäre Ihr hohes Gehalt gerechtfertigt.

Einer Ihrer Kernsätze in jenem Teil, den ich zu Ihrem Schutz nicht weiter veröffentlichen, lautet: „Mein derzeitiger Chef weiß nicht wirklich, was ich leiste.“ Sie haben also Angst, der stecke hinter der ganzen Aktion, der halte Sie für zu teuer und wolle Sie auf diesem Wege loswerden.

Übrigens versteht man Ihre Vorliebe für die heutige eher „taktische“ Ausrichtung Ihrer Aufgaben besser, wenn man weiß, dass Sie Ihr Ingenieurstudium eher praxisorientiert gewählt hatten und eben auch keine für wissenschaftliche Vertiefung stehende Promotion mitbringen. Sie sind Praktiker, sind es gern und möchten es bleiben. Die „anders“ ausgerichtete F&E reizt Sie nicht. Das klingt irgendwie nachvollziehbar.

Meine Sicht der Dinge, verbunden mit Empfehlungen auch für andere Leser und speziell für Sie:

A) Man hüte sich stets davor, aus Chefs mehr Gehalt herauszukitzeln als die eigentlich zahlen wollen. Das gilt für Verhandlungen bei Bewerbungen ebenso wie „im laufenden Geschäftsalltag“. Irgendwann fällt man mit seinen im internen Vergleich zu hohen Bezügen auf, der Chef gerät seinerseits unter Druck durch seine Vorgesetzten, gibt diesen Druck dorthin weiter, wo die Ursache des Problems lag: An jenen Mitarbeiter, der vermutlich immer dann, wenn er es für günstig hielt, „Chef, ich brauch‘ mehr Geld“ in die Diskussion eingebracht hat.

Vielleicht waren Ihre damaligen Chefs zu „weich“, haben zu oft nachgegeben und Ihr heutiger Vorgesetzter will jetzt das Problem durch Ihren Weggang aus seinem Bereich lösen.

Dass Ihr Chef nicht wirklich weiß, was Sie leisten, ist ein schwerer Fehler Ihrerseits. Das sollte schon einer „grauen Maus“ nicht passieren, aber ganz gewiss keiner höheren Führungskraft, die etwas zu verlieren hat – und selbst sogar vermutet, sie sei eigentlich überbezahlt. Lösung: Sie müssen Ihre Leistungen und Erfolge mehr und besser kommunizieren. Denken Sie an den alten Beratergrundsatz: „Tue ein wenig Gutes – und dann sprich ausführlich darüber.“

Sprechen Sie über Ihre Erfolge – und binden Sie Ihren Chef mit ein. Etwa so: „Ich habe Ihre Anregung aus unserem letzten Gespräch erfolgreich umsetzen können. Dabei ist es gelungen, ...“ Wenn Sie das gut vorbereitet angehen, glaubt er das mit ziemlicher Sicherheit. So mancher Chef ist ohnehin überzeugt,

der Laden liebt nur, weil er an dessen Spitze steht.

Das löst Ihr Problem noch nicht, es zeigt aber, wo Sie Fehler gemacht haben – und wie andere Leser solche kritischen Entwicklungen vermeiden können.

C) Die schwierige Persönlichkeit des möglichen neuen Chefs ist – wie Sie schon vermuten – letztlich ein zu lösendes Problem. Wenn man wirklich will, kann man das unter hohem persönlichen Einsatz irgendwie in den Griff bekommen. Die Erfahrung zeigt: Es gibt keinen Chef, mit dem „nie jemand konnte“. Irgendwann kommt ein Mensch, der auch das schafft.

Vielleicht müssen Sie einen hohen Preis zahlen, aber das ist ja nicht von Dauer: Ein anständiger internationaler Konzern strukturiert spätestens alle drei Jahre um – dann geht entweder der Chef oder Sie steigen auf oder es kommt umgekehrt. Aber irgend etwas geschieht, schon aus Prinzip.

D) Die Aufgabe, auch mit den genannten zusätzlichen Schwierigkeiten ist reizvoll, beinhaltet ein hohes Risiko, kann aber bei überzeugender Lösung ein tolles Sprungbrett für Sie sein. Das gilt in- wie extern.

Überlegen Sie aber gut, ob Sie sich das zutrauen, ob Sie diesen „Schwenk“ in Ihrer fachlichen Ausrichtung akzeptieren wollen. Was Ihnen besser gefällt, ist nicht so wichtig, das System garantiert niemandem auf Dauer seine Traumposition. Die neue Ausrichtung wird erst einmal „vorläufig endgültig“ sein, ein Zurück gibt es eher nicht.

Prüfen Sie auch, z. B. durch das Studium von Stellenanzeigen oder auch durch den Kontakt zu Headhuntern/Personalberatern, ob diese Ihnen auf dem Markt eine Chance geben, sich mit Ihrem eher praxisorientierten Studium auf Dauer im neuen Metier durchzusetzen, in dem eine Promotion nahezu zu den Standardanforderungen gehört.

E) Es würde ganz sicher schwierig sein, das Angebot abzulehnen. Aber es ist unverantwortlich, die Entscheidung nur aufgrund von Spekulationen und Annahmen zu treffen. Sie müssen wissen, was da eigentlich vorgeht.

Karriere-Basics

100 Tipps für den Erfolg im Beruf

Nr. 46: In festgefügten organisatorischen Strukturen ist es oft sehr gefährlich, in seiner Arbeitsweise, seinem Aussehen und Auftreten bis hin zur persönlichen Lebensführung etwa deutlich „anders“ zu sein als die anderen Mitarbeiter. Das erfordert Mut, Stehvermögen und ggf. die Bereitschaft, auf manche Erfolge (Aufstieg, Gehalt, Arbeitsplatzsicherheit) zu verzichten. Das System kommt mit Mitarbeitern, die einem gewissen Standard entsprechen, am besten zurecht.

Kontakt

- Wir gewähren größtmögliche Diskretion. Jeder Fall wird so dargestellt, dass es keine konkreten Hinweise auf Sie als Fragesteller gibt. Es werden keine Namen genannt.
- Die Frage muss von allgemeinem Interesse sein und erkennbar mit dem Werdegang eines Ingenieurs im Zusammenhang stehen. Eine individuelle Beantwortung von Briefen ist nicht vorgesehen. Rechtsauskünfte dürfen wir nicht erteilen. Autor und Verlag übernehmen keinerlei Haftung.
- Bitte richten Sie Ihre Fragen an:
**VDI nachrichten Karriereberatung,
Postfach 101054, 40001 Düsseldorf
karriereberatung@vdi-nachrichten.com
www.vdi-nachrichten.com/heikomell**

Angaben den „harten Kern“ heraus, der wirklich dahintersteckt. Erst dann können Sie eine begründete Entscheidung treffen.

Wenn Ihr heutiger Chef Sie loswerden möchte, müssen Sie gehen – intern oder extern.

F) Wenn Sie das Angebot annehmen, müssen (!) Sie vorher mit dem neuen Chef über alle Ihnen dort bekannten Probleme sprechen und seine Bereitschaft ergründen, eine Ihnen vorschwebende Lösung mitzutragen bzw. aktiv zu unterstützen!

G) Mell sagt: „Ein guter Mitarbeiter ist jemand, den sein Chef dafür hält.“ Da springen wir noch einmal auf B zurück. Ingenieure sind besonders anfällig dafür, nach scheinbar objektiven Maßstäben auf rein fachlicher Basis einen guten Mitarbeiter „sein“ zu wollen. Aber dafür gibt es keine allgemeingültigen Maßstäbe. Es gibt nur den real existierenden Chef, der Sie dafür „halten“ muss. Diesem Ziel müssen Sie sich widmen, jeweils bei dem Chef, den Sie haben. Und Sie hätten anfangs sogar zwei davon, was die Sache nicht einfacher macht.

Gute Sacharbeit ist auch dafür keine schlechte Voraussetzung, aber stets nur ein Teil der Lösung: „Ich bin gut, aber mein Chef weiß das so genau gar nicht“ – wenn das so ist, vergeuden Sie viel von der Leistung, die Sie dort täglich einbringen.. Oder drücken wir es technisch aus: Dann liegt der Wirkungsgrad Ihres beruflichen Tuns nur bei etwa 40%. Das reicht nicht!



Die Technische Universität Braunschweig besetzt am Institut für Thermodynamik der Fakultät für Maschinenbau zum nächstmöglichen Zeitpunkt die

Professur für „Thermodynamik“ BES.-GR. W3

Das Institut für Thermodynamik in der Fakultät für Maschinenbau ist ein Kerninstitut mit grundlagenorientierten Beiträgen in dem Forschungszentrum für Pharmaverfahrenstechnik (PVZ), dem Niedersächsischen Forschungszentrum Fahrzeugtechnik (NFF), der Battery LabFactory Braunschweig (BLB) sowie dem Exzellenzcluster Sustainable and Energy-Efficient Aviation (SE²A).



Die Schwerpunkte zukünftiger Forschung sollen in den folgenden Bereichen liegen:

- Thermodynamik komplexer Stoffsysteme, z. B. Elektrolytsysteme, Polymersysteme, pharmazeutische Wirkstoffe, auch Biopharmazie,
- Thermodynamische Grundlagen von Transportvorgängen in energie- und stoffwandelnden Prozessen, z. B. in Batterien, Brennstoffzellen, elektrochemischen Synthesen oder Wärmepumpen.

Von der* Stelleninhaber*in werden die geschäftsführende Leitung eines größeren Instituts und Forschung auf den genannten Schwerpunkten des Instituts erwartet. Dabei sollen die Themen der Thermodynamik unter Nutzung experimenteller und simulationsbasierter Methoden ganzheitlich adressiert werden.

In der Lehre sind grundlagenorientierte Lehrveranstaltungen für alle Studiengänge der Fakultät sowie weiterführende Angebote für Studierende der Studiengänge Maschinenbau, Bio-, Chemie- und Pharmaingenieurwesen sowie Nachhaltige Energietechnik abzudecken.



Bitte senden Sie Ihre Bewerbung bis zum 05.07.2023 ausschließlich über das Bewerbungsportal der TU Braunschweig.

Das Bewerbungsportal sowie die vollständige Stellenausschreibung finden Sie unter: www.tu-braunschweig.de/stellenmarkt



VDI nachrichten

Jahrgang 77 ISSN 0042-1758

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein,
Dipl.-Ing. Adrian Willig

Herausgeberbeiratsmitglieder:
Dipl.-Volksw. Claudia Michalski (Vors.),
Prof. Volker Markus Banholzer; Fenja Feitsch, M. Sc.;
Dipl.-Ing. Sven Warnck; Prof. Dr. Heike Weber

Redaktion:
Chefredakteur Ken Fouhy, B.Eng. (kf)
Chef vom Dienst Dipl.-Soz. Peter Steinmüller (pst)

Ressort Infrastruktur & Digitales
Dipl.-Phys. Stephan W. Eder (swe),
Peter Kellerhoff M.A. (pek),
Fabian Kurmann (kur)

Ressort Produktion & Umwelt
Dipl.-Ing. (FH) Martin Ciupek (ciu),
Dipl.-Kfm. Stefan Asche (sta),
Iestyn Hartbrich (har),
Dipl.-Oecotroph. Bettina Reckter (ber)

Ressort Wirtschaft/Management/Karriere
Dipl.-Soz. Peter Steinmüller (pst),
Claudia Burger (cer),
Wolfgang Schmitz (ws),
André Weikard (aw)

Bildbeschaffung/Fotoarchiv
Kerstin Küster,
fotoarchiv@vdi-nachrichten.com

vdi-nachrichten.com
Dipl.-Ing. Jens D. Billerbeck (jdb),

Anschrift der Redaktion
VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf
Telefon: +49 2 11 61 88-336
www.vdi-nachrichten.com
redaktion@vdi-nachrichten.com

VDI nachrichten wird sowohl im Print als auch auf elektronischem Weg (z. B. Internet, E-Paper, Datenbanken, etc.) vertrieben. Die veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Für die Übernahme von Artikeln in interne elektronische Pressestage erhalten Sie die erforderlichen Rechte über die Presse-Monitor Deutschland GmbH & Co. KG.
www.presse-monitor.de.

Verlag:
VDI Verlag GmbH, VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf
Postfach 10 10 54, 40001 Düsseldorf
Telefon: +49 2 11 61 88-0
Commerzbank AG, BIC: DRES DE FF 300
IBAN: DE59 3008 0000 0214 0020 00

Geschäftsführung: Ken Fouhy, B.Eng.

Layout/Produktion:
Gudrun Schmidt (verantw.),
Laura B. Gründel, Ulrich Jöcker,
Alexander Reiß,
Kerstin Windhövel

Produkt- und Imageanzeigen:
Leitung: Petra Seelmann-Maedchen
pmaedchen@vdi-nachrichten.com
Telefon: +49 2 11 61 88-191
Es gilt Preisliste Nr. 71 vom 1. 1. 2023.

Disposition: Ulrike Arzt (verantw.),
abwicklung@vdi-nachrichten.com
Telefon: +49 2 11 61 88-461

Stellen-/Rubrikenanzeigen/Gesuche:
Leitung: Michael Haß
mhaass@vdi-nachrichten.com
Telefon: +49 2 11 61 88-194
Es gilt Preisliste Nr. 71 vom 1. 1. 2023.

Vertriebsleitung: Ulrike Gläsele

VDI nachrichten erscheint freitags alle zwei Wochen.
Bezugspreise: Jahresabonnement VDI nachrichten Plus und Print 148 €. (Studierende 81 €)
VDI nachrichten Plus und E-Paper 108 EUR. (Studierende 58 €)
Ausland auf Anfrage.
Alle Preise inkl. Vertriebskosten und 7 % MwSt.
Für VDI-Mitglieder ist der Bezug im Mitgliedsbeitrag enthalten. Bei Nichterscheinen durch höhere Gewalt (Streik oder Aussperrung) besteht kein Entschädigungsanspruch. Der Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Unterlagen und Bilder. Die Veröffentlichung von Börsenkursen und anderen Daten geschieht ohne Gewähr.

Druck:
Frankfurter Societäts-Druckerei GmbH & Co. KG,
Kurhessenstraße 4-6, 64546 Mörfelden-Walldorf
Das für die Herstellung der VDI nachrichten verwendete Papier ist frei von Chlor und besteht zu 90 % aus Altpapier.

LESERSERVICE

für VDI-Mitglieder
Fragen zur Mitgliedschaft und zu Adressänderungen:
Telefon: +49 211 62 14-600
E-Mail: mitgliedsabteilung@vdi.de

für Abonnenten
Fragen zum Abonnement und zu Adressänderungen:
Telefon: +49 6123 9238-201
vdi-nachrichten@vuservice.de
Probeabonnement: www.vdi-nachrichten.com/probe

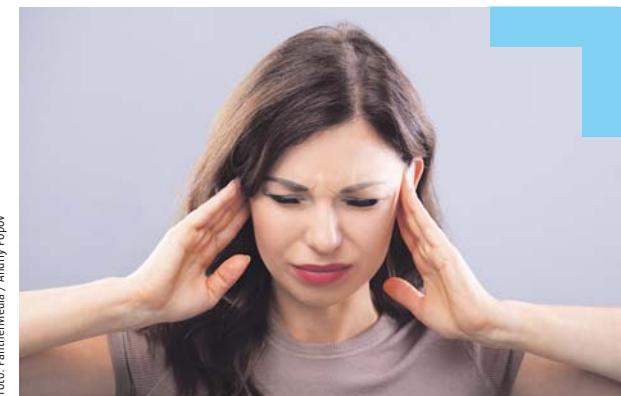
Dieser Ausgabe liegen Prospekte der
TELENOT ELECTRONIC GmbH, 73434 Aalen, bei.



Recruiting Tag: 22. Juni in Stuttgart

Am 22. Juni 2023 kommt Deutschlands führende Karrieremesse für Ingenieur*innen und IT-Ingenieur*innen nach Stuttgart in die Liederhalle. Über 25 regionale und überregionale Unternehmen wie Würth, Zeiss, DB, Bundesnetzagentur, Mahle erwarten Sie. Informieren Sie sich über Stellenangebote, nutzen Sie unsere Karriereberatung, das Vortragsforum und das Bewerbungsfotoshooting. Eintritt frei. Wo: Kongresszentrum Liederhalle, Berliner Platz 1-3.

■ ingenieur.de/stuttgart



Versicherung, wenn Hören und Sehen vergehen

Was, wenn man wegen einer Erkrankung oder eines Unfalls wichtige Fähigkeiten wie Sehen, Sprechen oder Hören verliert? Für solche Fälle gibt es die Grundfähigkeitsversicherung. Sie schützt vor existenzbedrohenden Folgen.

■ vd-ingenieure.de

Mehr Nachhaltigkeit durch Instandhaltung

PUBLIKATION: Dinge wie die Waschmaschine regelmäßig zu reinigen oder eine große Produktionsanlage in bestimmten Zeitabständen zu warten, scheinen unspektakulär. Tatsächlich jedoch ist es unabdingbar, sich um Maßnahmen zu kümmern, die der Instandhaltung zugutekommen. Denn gerade vor dem Hintergrund, die Umwelt weniger zu belasten, macht dieser Aspekt umso mehr Sinn.

Parallel zum Global Maintenance Day, der am 9. Juni stattfand, hat der VDI eine neue Publikation veröffentlicht, die sich mit dem Themenkomplex beschäftigt: „Instandhaltung – Motor der Nachhaltigkeit“. Hierbei gehen die Autoren neben einer Begriffserklärung vor allem auf die Frage ein, welche Skills man denn als Fachmann oder Fachfrau mitbringen müsse. Es gäbe keine „gradlinige Ausbildung“, da der oder die Einzelne

sehr unterschiedliche Fähigkeiten mitzubringen habe.

Einen wichtigen Punkt der Publikation stellen die verschiedenen Arten der Instandhaltung dar. Es gibt etwa die vorbeugende Instandhaltung. Dies zielt darauf ab, Ausfallzeiten zu reduzieren und die Lebensdauer aller Maschinen zu verlängern. Ähnlich wie der jährliche oder kilometerabhängige Service bei Privatfahrzeugen ist die vorbeugende Wartung oft zeit- oder nutzungsabhängig, wobei der empfohlene Zeitplan des Maschinenherstellers zu befolgen ist.

Neben den weiteren Gesichtspunkten wie Wartung, Instandsetzung und Dokumentation gehen die Autoren auf die langfristige Strategie ein: Insbesondere bei Anlagen, die ein Betrieb sehr lange betreiben will, müssen sich sowohl der Betreiber als auch der Hersteller sehr früh miteinander abstimmen, wie man

mit abnehmender Verfügbarkeit von Ersatzteilen umgehen möchte. Gleichermaßen gilt für Konzepte, nach denen mögliche Anpassungen, Umbauten oder Erweiterungen vorgenommen werden sollen.

Die strategischen Prozesse dazu werden unter dem Begriff Obsoleszenzmanagement zusammengefasst, wie es auch die Richtlinie VDI 2882 vorsieht: Betreiber und Lieferant müssen sich schon zum Zeitpunkt der Beschaffung eines Systems gemeinsam Gedanken machen, wie man den Betrieb und eine Ersatzteilversorgung sicherstellen kann. Die Komponentenverfügbarkeit über die Nutzungsdauer des Systems ist als Kernfrage in alle Betrachtungen einzubeziehen. Dieser Prozess lässt sich auch als Teil des Risikomanagements verstehen.

■ vdi.de/publikationen



Webinar: Tipps fürs Ingenieurstudium

Was will ich eigentlich studieren? Wo liegen meine Stärken? Lieber an eine Uni gehen oder eine FH wählen? Welchen Abschluss brauche ich? Antworten auf diese Fragen rund um das Bachelor- oder das Masterstudium geben Anja Robert, Beraterin an der RWTH Aachen, Arbeitsmarktexperte Ingo Rauhut und Masterabsolvent Hendrik Morr. Datum: 21. Juni, Uhrzeit: 16:30 Uhr

■ vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/vdi-webinare

Auch unterwegs: Bitte immer genug trinken!

Unsere neue VDI-Trinkflasche für Büro und Unternehmungen umfasst 0,7 l Fassungsvermögen und wiegt gerade mal 180 g. Der Schraubverschluss verhindert ein Auslaufen beim Transport und Magnete verhindern nach dem Öffnen, dass die Verschlusskappe zurückfällt. Darüber hinaus ist die Trinkflasche selbstverständlich spülmaschinengeeignet. Preis: 19,90 €

■ shopping.vdi.de/trinkflasche.html



Foto: VOL

Kindern Technik anschaulich machen

JUBILÄUM: Ende Juni erscheint das 50. VDIni-Club-Magazin – ein guter Grund, einen Rückblick zu wagen.

VON FRANK MAGDANS

Kinder sind wissbegierig. Sie werden neugierig, da sie die Welt um sich herum entsprechend ihres Entwicklungsstands wahrnehmen. Dinge zu verstehen, das geschieht vor allem über Erklärungen und Erfahrungen. Dabei ist es immer wichtig, anschaulich zu bleiben. Kinder müssen das Neue nämlich sprichwörtlich begreifen – allesamt Umstände, die die Redaktion des VDIni-Club-Magazins stets vor Augen hat.

„Kinder sollen Technik selbst erleben“, sagt Angela Inden, die das Projekt VDIni-Club im e. V. in Düsseldorf leitet. Daher lebt ein VDIni-Club-Magazin nicht nur davon, Fachthemen leicht verständlich zu vermitteln und das Wissen mit Illustrationen zu veranschaulichen; nein, vielmehr komme es auf das Haptische an. „Unsere Leser möchten teilhaben, möchten Bilder ausmalen oder sich Malen-nach-Zahlen widmen und sie können sich an technischen Wettbewerben beteiligen“, so Inden.

Die Idee, ein Magazin für die jüngsten VDI-Mitglieder auf die Beine zu stellen, war von Anfang an Teil des Konzeptes. Und die Überlegung, eine exklusive Leistung anzubieten, schwirrte den Verantwortlichen schon sehr früh durch den Kopf: Bereits ein Jahr nach der Gründung (Ende 2009) arbeitete das derzeitige Team an der ersten Ausgabe zum Thema Raumfahrt. Das Heft erschien dann Anfang 2011 – und die Macher waren, so dem Vorwort zu entnehmen, „nicht nur ein bisschen stolz“, sondern „eigentlich sehr stolz“ auf das neu gestaltete und inhaltliche Konzept des Magazins.



Die erste Ausgabe entstand vor zwölf Jahren und widmete sich dem Thema Raumfahrt. Foto: Max Fiedler

Überheblich ist die Haltung keineswegs. Also geht es völlig in Ordnung, sich stolz zu fühlen. Denn tatsächlich ist es kein Leichtes, für eine derart junge Leserschaft ein Magazin zu erstellen, kommt doch der Input oftmals von Fachbeiräten oder Richtlinienausschüssen. Da sitzen Experten und nicht gerade diejenigen, die wissen, wie man komplexe technische Zusammenhänge so herun-

terbricht, dass sie ein Kind versteht. Inden erklärt außerdem, es gäbe „allerhand globalgalaktische Themen“, man müsse jedoch „einzelne Aspekte herausfiltern, um die Kinder nicht zu überfordern“.

Da gibt es übrigens noch viel mehr zu erzählen, das belegt, weshalb von Überheblichkeit nicht die Rede sein kann: Inzwischen ist das VDIni-Club-Magazin weit über die Grenzen hinaus bekannt. So haben sich beispielsweise diverse Fahrradläden gemeldet und Heft 01/2012 über Fahrräder in Massen nachgefragt. 5000 zusätzliche Exemplare der Ausgabe 01/2018 über Bühnentechnik gingen zudem an die Junge Oper am Rhein. Darüber hinaus sind mit den Heften 02/2021 BienABest und 03/2021 mit dem Titel DigiLand zwei Themen von VDI-Projekten aufgenommen worden, die damit eine große Verbreitung erfahren haben.

Und siehe da, schon erscheint die 50. Ausgabe. Gehen einem da nicht langsam die Themen aus? Hoffen wir es mal nicht. Das Team selbst hegt diesbezüglich auch kaum Befürchtungen. Es kommt schließlich auch immer auf den Bezug zum VDI an. Allein zum Themenkomplex Zirkuläre Wertschöpfung erschien eine ganze Reihe von Ausgaben, genauer: vier an der Zahl. Allerdings seien solche Reihen auch sehr aufwendig in der redaktionellen Aufbereitung.

Projektarbeit auf europäischer Ebene

NETZWERK: Am 1. September startete das Erasmus+-Förderprojekt Engineers4Europe (E4E), an dem der VDI in den kommenden drei Jahren als Projektpartner mitarbeitet.

E4E ist eine Wissens- und Innovationsallianz, der 13 Partnerorganisationen aus acht europäischen Staaten angehören. Diese bilden die unterschiedlichen Facetten des Ingenieurberufs von der Ausbildung, über die Berufsausübung bis hin zur Weiterqualifizierung ab.

Herzstück des E4E-Projektes, das von unserem europäischen Dachverband ENGINEERS EUROPE koordiniert wird,

ist der Aufbau eines „European Engineering Skills Council“. Dieses neue Gremium soll aktuelle und zukünftige Trends in der Ingenieurausbildung beleuchten, Kompetenzbedarfe identifizieren und Weiterbildungsangebote entwickeln.

Als VDI beabsichtigen wir im Rahmen des E4E-Projekts die folgenden Aufgaben zu erfüllen:

- zur Entwicklung der Struktur und Arbeitsweise des Skills Council beitragen.
- Ungleichgewichte zwischen nachgefragten Qualifikationen und tatsächlichem Arbeitskräfteangebot identifizieren.
- Herausforderungen und Chancen be-

züglich der Entwicklung des Ingenieurberufes bewerten.

- die Umsetzung der Europäischen Kompetenzstrategie hinsichtlich des Ingenieurberufes vorantreiben.
- die Entwicklung spezifischer Trainingsangebote unterstützen.

„Wir wollen als VDI an der Weiterentwicklung der Ingenieurausbildung, der Profession und des Bildes des Ingenieurberufs auf europäischer und internationaler Ebene aktiv mitwirken“, sagt Ingo Rauhut, der als VDI-Experte für Ingenieurausbildung und Arbeitsmarkt im Projekt mitarbeitet. „Das E4E-Projekt gibt uns hierzu die Möglichkeit.“ fm

AKTUELL

CES-Förderpreis verliehen



Bei der Verleihung waren anwesend v. l. n. r.: Richard Rackl (GF CES), H. G. Schnürch (Beirat CES), Kai-Dietrich Wolf (Jury), Julian Roco Vasquez (Betreuer der Masterarbeit), Hanigah Kanagarajah, Frank Walther, Dieter Willbrand (Jury), Lukas Vogel, Dirk Biermann, Monika Kipp (Betreuerin Masterarbeit). Foto: VDI

Ende Mai hat der VDI in Düsseldorf den CES-Förderpreis 2023 an zwei herausragende Absolventen der TU Dortmund verliehen: an Hanigah Kanagarajah und an Lukas Vogel.

Das Ziel der Masterarbeit von Frau Kanagarajah bestand darin, zu ermitteln, ob sich mikromagnetische Prüfverfahren grundsätzlich zur Eigenschaftscharakterisierung von metastabilem Austenit eignen und inwiefern sich diese während des Drückwalzprozesses online einsetzen lassen. Im Ergebnis wird dargestellt, dass zukünftig ebenso die Prozessüberwachung und die Prozesssteuerung von mikromagnetischen Prüfverfahren übernommen werden können. Dadurch ließen sich die Prozesszeiten weiter verkürzen, Instabilitäten früher erkennen und am Ende Fehlproduktionen vermeiden.

Bei der Masterarbeit von Herrn Vogel geht es um Technologie zur Erstellung von Oberflächen mit definierten Geometrien im Fahrzeugbau. Vogel hat den Aufbau des Werkzeugs sowie das Einsatzverhalten und die Prozesswechselwirkungen mit Fokus auf die resultierende Oberflächengüte und Form der bearbeiteten Bauteile überprüft. Daraufhin wurde der Einfluss unterschiedlicher Strategien zum Einsatz von Öl als Kühlsmiermedium auf den Prozess und die möglichen Messmethoden in situ untersucht.

Hans-Georg Schnürch, Beiratsvorsitzender der CES, hat die Preise gemeinsam mit Herrn Richard Rackl, Geschäftsführer der CES in Velbert, und Herrn Jean Haefs, Geschäftsführer der VDI-GPL, überreicht. Die Preise bestehen aus einer Urkunde und einem jeweiligen Scheck in Höhe von 1500 €. fm

MEIN VDI



Die VDI-Veranstaltungen in Ihrer Region und zu Ihrem Fachbereich finden Sie im Mitgliederbereich „Mein VDI“. Über die Detailsuche können Sie auch nach PLZ oder einen Zeitraum suchen.

■ www.vdi.de/meinvdi



Schwebende Kameras

VIDEOTECHNIK: Wer Wert auf Videos ohne Verwackeln legt, kann heute mit technischen Hilfsmitteln als Amateur Aufnahmen produzieren, die früher nur Profis zustande brachten. Ob in der Luft oder auf dem Boden – die aktive Kamerastabilisierung ist mittlerweile unverzichtbar. **VON JÖRN SCHUMACHER**

Fliegende Hasselblad

Das Flaggschiff von DJI ist die DJI Mavic 3 Pro. Eine Hasselblad-Kamera wird begleitet von zwei Telekameras. Deren Brennweiten von 24 mm, 70 mm und 166 mm lassen sich zu einem Hybrid-Zoom kombinieren. Fotos und Videos haben eine Auflösung von bis zu 5120 x 3956 Pixel (50 Bilder/s). Mit geringer HD-Auflösung sind alternativ bis zu 200 Bilder/s möglich. Wie bei den meisten DJI-Drohnen sind Funktionen wie einer Person folgen, Rückkehren, Landen sowie Hinderniserkennung integriert. Der Akku hält 36 min – das ist Rekord. Bei einem Gewicht von 900 g überschreitet das Fluggerät laut der EU-Drohnenverordnung die Grenze (500 g), ab der man einen „großen Dronenführerschein“ benötigt. Preis: ab 2099 €.



Autonome Rundflüge

Eigens für die Industrie hat DJI das System DJI Dock entwickelt. In einer Box wartet die Drohne DJI Matrice 30 auf ihren Einsatz. Sie kann selbstständig vorher festgelegte Wegpunkte abfliegen und Daten sammeln, hochauflöste Fotos oder 3D-Scans anfertigen oder auch einen Video-Livestream senden. Selbst bei Wind, Regen oder Schnee öffnet sich die Klappe des Docks. Die Drohne kann laut Hersteller bis zu 41 min in der Luft bleiben und bis zu 7000 m hoch fliegen. Die Operatoren sitzen im bis zu 60 km entfernten Kontrollraum und lassen sich die Daten auf dem Monitor anzeigen. Der Preis ist entsprechend gesalzen: annähernd 26 000 €.



Günstige Ich-Perspektive

Wer den richtigen Bildausschnitt aus der Ich-Perspektive („First Person View“, FPV) mit geringem Budget finden möchte, kann auf eine Brillenalternative aus Norwegen zurückgreifen. In die Dronemask stecken Piloten ihr Smartphone, auf dem die Drohnen-App – und damit das Livebild der Kamera – läuft. Das Linsensystem vergrößert das Handdisplay ordentlich. Zwei separate Bilder für beide Augen anzusehen, wie lange üblich, ist nicht mehr nötig. Die Maske ist durchdacht konstruiert und aus hochwertigem Material. An den Seiten sind Einlässe für die Finger, für ein kurzes Bedienen des Handys. Der Abstand des Displays zu den Augen kann stufenlos verstellt werden und ist damit auch für Brillenträger geeignet. Preis: 166 €.



Leichtgewicht-Flugkamera für die Handtasche

Noch ist die Hover Camera X1 ein Crowdfunding-Projekt, doch laut Hersteller Zero Zero fanden sich genug finanzielle Unterstützer, um die Kamera-drohne zu produzieren. Das Leichtgewicht (125 g) kann zusammengeklappt werden und passt sogar in kleine Handtaschen. Die Kamera dreht Videos mit einer Auflösung von 2704 x 1520 Pixel und 30 Bildern/s. Die Flughöhe ist mit etwa 15 m eher maßig. Starten kann man das 127 mm x 145 mm x 30 mm große Fluggerät (ausgeklappt) von der ausgestreckten Handfläche aus. Preis: 389 €.



Videoqualität aus der EU

Die chinesische Firma DJI dominiert nach wie vor den Drohnenmarkt. Doch es gibt europäische Alternativen, z.B. die Anafi von Parrot. Der französische Drohnenhersteller, den es seit den 1990er-Jahren gibt, bietet diese 320 g leichte Drohne an, deren vier Propellerarme einklappbar sind. Mitgeliefert wird ein schickes Köfferchen, das sich im Rucksack verstauen lässt. Der Akku hält 25 min. Die Anafi verfügt jedoch über keine Hinderniserkennung, was vorsichtiges Fliegen voraussetzt. Kenner schätzen die 2018 erstmals veröffentlichte Drohne für die gute Videoqualität. Sie nimmt Videos in 4K mit maximal 30 Bildern/s oder in Full HD mit 60 Bildern/s auf. Ein interessantes Gimmick: Die Kamera lässt sich auch nach oben schwenken. Preis: 999 €.



Fliegender Kameramann

Normalerweise überträgt eine Drohne ihr Bild zum Monitor ihres Piloten. Den richtigen Blickwinkel oder die richtige Bewegung für eine Kamerafahrt zu finden, kann auf einem festen Bildschirm aber schwierig sein. Deshalb gibt es die Möglichkeit, die Bilder vom Drohnenflug aus der Ich-Perspektive zu betrachten. Das Fliegen in der „First Person View“ (FPV) macht bei DJI-Drohnen die Brille DJI Goggles Integra möglich. Zwei HD-Displays zeigen das Livebild der Drohnenkamera mit einer Bildwiederholrate von 100 Hz und einer Latenz von 30 ms an. Sie sind im Micro-Oled-Design ausgeführt, für hohe Auflösungen auf kleiner Fläche. Der Akku mit einer angegebenen Laufzeit von 2 h sitzt im Stirnband. Der Perspektivwechsel kostet 659 €.

