

10/2020

D 9,90 € / EU 11,90 € / ROW 12,90 € /  
Österreich 10,90 € / Schweiz 13,60 CHF

# Technology Review

Das Magazin für Innovation

## Covid-19

Impfstoff zum  
Selbermachen

## Textilien

Kleider mit  
Klimaanlage

## Batterien

Umweltfreundliches  
Lithium aus  
Deutschland

## Umwelt

Bedenkliche Menge  
an Medikamenten  
im Rhein

# Gigantismus in der Physik

Sieben große Fragen, die Forscher klären sollten,  
bevor sie das nächste riesige Spielzeug bauen



## Bio-Ökonomie

Roboter mit Muskelzellen, Wasserstoff aus  
Hausmüll, Möbel aus Pilzen: Ein Konzept wird  
endlich konkret



# Technology Review

Das Magazin für Innovation

Alle reden heute  
über die Zukunft  
der Arbeit –  
**wir seit 2013.\***

\*Ausgabe 11/2013: Computer machen die Arbeit.

Testen Sie 3 Ausgaben Technology Review mit 35 % Rabatt.

Jetzt bestellen: [trvorteil.de/testen](http://trvorteil.de/testen)

✉ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

☎ +49 541/80 009 120



+ Ihr  
Geschenk:



Smartwatch

Lesen, was wirklich zählt in Energie,  
Digitalisierung, Mobilität, Biotech.





LIEBE LESERINNEN UND LESER,

**KÜRZLICH** habe ich mit einem alten Bekannten geplaudert. Ein Virologe mit Herzblut. Er leitet ein renommiertes Forschungsinstitut, sprüht normalerweise vor Geist, aber jetzt klang er, als hätte er einen Mühlstein auf dem Kreuz. Wie es ihm ginge, wollte ich wissen. Ach, was solle er sagen. Corona. Alle forschen an dem Virus und sein Institut nun auch. Wenn man derzeit Forschungsmittel einwerben wolle, müsse man eben auf den Corona-Zug aufspringen. Dabei gebe es so viel anderes Wichtiges.

Corona-Forschung ist (überlebens)wichtig – gar keine Frage. Aber diese Unterhaltung hat mir erneut bewusst gemacht, wie sehr das Virus seit Monaten alles andere überstrahlt. Also blicken wir dieses Mal bis auf eine skurrile Geschichte von US-Forschern, die sich ihren eigenen Impfstoff mischen (Seite 48), weiter in die Zukunft.

In einem Atemzug mit der Post-Corona-Zeit werden stets die Herausforderungen des Klimawandels genannt. Wir haben im Raum Stuttgart die **Vision von einer biointelligenten Wirtschaft** für Sie entdeckt. Die Forschenden dort wollen nicht weniger, als die Welt retten. Ihrer Idee haben wir unseren Fokus gewidmet und ihn „Bio-Tech“ überschrieben. Es geht nicht um Biotechnologie ohne Bindestrich: um Gene, Insulin aus Bakterien und Ähnliches. Es geht um Verfahren und Kreisläufe nach biologischem Vorbild, die letztlich den Müll des einen zum Rohstoff des anderen machen (Seite 68).

Und wir haben uns gefragt, ob es angesichts des augenscheinlich kollabierenden Planeten vertretbar ist, einen neuen Teilchenbeschleuniger zu bauen, wie es das Cern in Erwägung zieht. Also hat sich Wolfgang Stielor auf den Weg gemacht und statt der einfachen Antwort auf eine einfache Frage eine komplexe **Geschichte über die Rätsel des Universums** ausgegraben. Ab Seite 28 lesen Sie, welche absurden Folgen aktuelle Theorien haben, wenn Physiker sie miteinander kombinieren und zu Ende denken. Sie werden den Sternenhimmel danach mit anderen Augen sehen. Unsere Essenz: Erst wenn diese Fragen beantwortet sind, sollte entschieden werden, ob uns ein neues Wissenschaftsspielzeug für insgesamt 20 Milliarden Euro wirklich weiterbringt, oder ob das Geld an anderer Stelle besser investiert wäre.

Viel Freude an unserer Oktober-Ausgabe!

Ihre



Jo Schilling

# 10.2020 INHALT

Rot gefärbte Themen sind auf der Titelseite angekündigt.

Technology Review ist die deutsche Ausgabe des gleichnamigen Magazins vom Massachusetts Institute of Technology MIT.



48

## IMPSTOFF FÜR EILIGE

US-Forscher mixen einen Covid-19-Impfstoff und verteilen ihn an Freiwillige. Eine gute Idee?



73

## KANN INDUSTRIE BIOLOGISCH WERDEN?

Möbel aus Pilzen, Roboter mit Muskelzellen, Energie aus Hausmüll – biobasierte Wirtschaft wird konkret.



Der Podcast zum Titelthema ab dem 14.9.

28

## QUANTEN, GALAXIEN UND DER GANZE REST

Die sieben wichtigsten Fragen der Physik – und warum für die Antworten nicht unbedingt gigantische Geräte nötig sind.

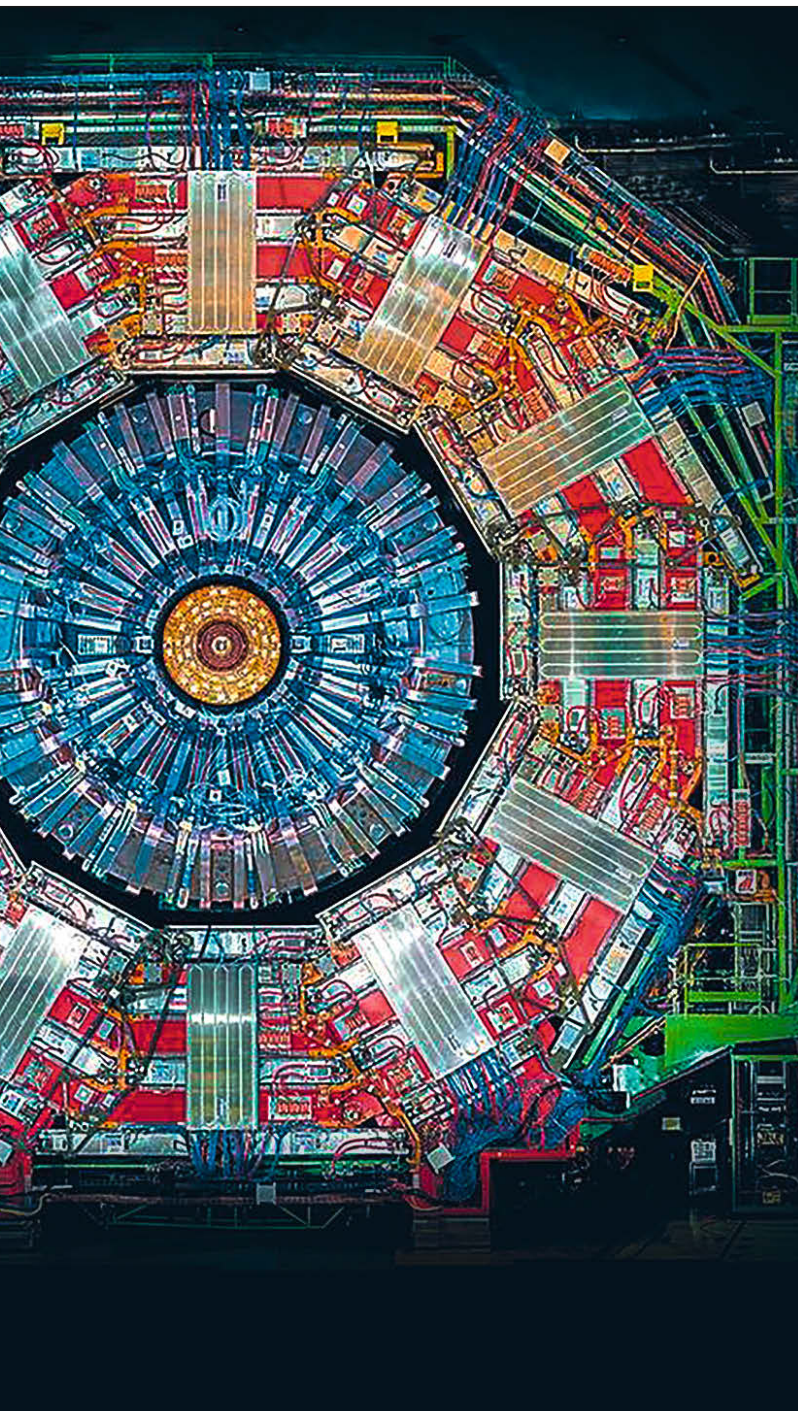


56

## ARZNEI IM RHEIN

Antibiotika, Antidepressiva und Schmerzmittel aus Pharmafabriken gelangen ins Trinkwasser.





Das Compact Muon Solenoid (CMS) am LHC-Teilchenbeschleuniger des CERN beobachtet Protonen-Kollisionen. Mit ihm wurde das Higgs Boson entdeckt. Für unser Titelbild haben wir es ein wenig verfremdet.



36

## DEUTSCHES LITHIUM

Den Batteriestoff pumpen künftig Geothermiekraftwerke am Oberrhein an die Oberfläche.

Fotos: Alex Hoekstra, Martin Weinhold/ TU Berlin, Ded Mityay/Shutterstock, Ronald Wittrek/Dpa Picture Alliance, Michael Hoch, Maximilien Brice/CERN/CMS Collaboration; Cover: CERN

### EINBLICK

8 **ENERGIE** Gasautobahn Nord Stream 2

### AKTUELL

10 **SCHIFFFAHRT** Steuermann von Bord  
 12 **INTERVIEW** Wann kommt die Covid-19-Impfung?  
 14 **UMWELT** Pheromone gegen Heuschreckenschwärme  
 19 **APP DES MONATS** Landlord Go für Immobilienzocker  
 20 **ENERGIE** Strom aus Backsteinen

### AM MARKT

22 **DRUCKER** Wie von Hand geschrieben  
 23 **BILDUNG** Notebook-Gehäuse als Raspi-Labor  
 25 **HAUSHALT** Geruchloser Müll dank Plasma  
 26 **AUSPROBIERT** E-Klapprad oder E-Scooter?

### HORIZONTE

28 **PHYSIK** Letzte Fragen zu großen Rätseln  
 36 **ROHSTOFFE** Lithium aus Geothermiewerken  
 38 **INTERVIEW** Bosch-Forschungsleiter über Optimismus  
 42 **REPORTAGE** Toronto, das bessere Silicon Valley?  
 46 **EXPERTE IN 5 MINUTEN** Raumfahrtantriebe  
 48 **GESUNDHEIT** Selbst gemixter Covid-19-Impfstoff  
 52 **INDUSTRIE** Ultraeffizientes Gewerbegebiet in Rheinfelden  
 56 **UMWELT** Medikamente im Trinkwasser  
 60 **TEXTILIEN** Klimaanlage für Kleidung

### TR MONDO

63 **USA** Delfine mit Fernsteuerung  
 64 **DÄNEMARK** Verbindliches Klimagesetz  
 65 **BONAIRE** Kindergarten für Korallen  
 66 **SCHWEIZ** Basilikum für Weltraumreisende

### FOKUS BIO-TECH

68 **TREND** Bio-logische Wirtschaft  
 70 **INTERVIEW** Über Kunstkühe und andere Bio-Fabriken  
 73 **PORTRÄTS** Pilze als Baustoff  
 76 **FORSCHUNG** Von Bionik bis Bio-Integration  
 80 **ROBOTIK** Biologische Antriebe für Maschinen

### MEINUNG

84 **KLIMA** Der neue Imperialismus  
 86 **BILDUNG** Abgewertet vom Algorithmus  
 87 **DATENSCHUTZ** Law and Order für alle  
 88 **BÜCHER** Ein Plädoyer für digitale Diversität

3 Editorial 6 Impressum / Mitarbeiter 90 Bildung und Karriere  
 92 Technologiezentren 94 Veranstaltungen 95 Leserbriefe  
 96 Jubiläum 97 Rückschau 98 Der Futurist

## Mitarbeiter dieser Ausgabe



**MANUEL BERKEL** berichtet von Berlin aus über die Energie-wende. Für die Geschichte über den Lithium-Schatz am Oberrhein kehrte er gewissermaßen zu seinen jour-nalistischen Wurzeln zurück. Seine erste Station als Volontär hatte er bei der „Lahrer Zeitung“.



**THOMAS BRANDSTETTER** ist promovierter Physiker. Ausgehend von seiner Begeisterung für Robotik, hat ihn seine Neugier zu Robotern aus lebenden Zellen getrieben, über die er in diesem Heft berichtet.



**ANTONIO REGALADO** ist Redakteur für Biomedizin bei der US-Ausgabe von Technology Review. Er sucht nach Ge-schichten darüber, wie Technologie die Medizin und die biomedizinische Forschung verändert – und hat spä-estens seit der Corona-Pandemie jede Menge zu tun.



**FRANK GROTELÜSCHEN** ist erklärter Freund moderner Funktionsbekleidung – ästhetisch fragwürdig, aber ungemein praktisch. Er freut sich schon auf die nächste Stufe: klimatisierende Klamotten, die den Körper je nach Bedarf entweder wärmen oder kühlen.

Foto: Quentin Bukold

## Impressum

Technology Review ist die deutsche Lizenzausgabe der MIT Technology Review.

### REDAKTION

Postfach 61 04 07, 30604 Hannover, Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover, Telefon: 05 11/53 52-764, Fax: 05 11/53 52-767, [www.technologyreview.de](http://www.technologyreview.de), E-Mail: [office@technology-review.de](mailto:office@technology-review.de)

**CHEFREDAKTEUR:** Robert Thielicke

**REDAKTEURE/-INNEN:** Gregor Honsel, Jennifer Lepies (Online), Karsten Schäfer, Dr. Jo Schilling, Dr. Wolfgang Stieler

**REDAKTIONSASSISTENZ:** Stephan Brünig

**SCHLUSSREDAKTION:** Timo Ahrens

**LAYOUT:** Frank Heymann, Andreas Zickert

**BILDBEARBEITUNG:** Michael Fröhlich

**INFOGRAFIKEN:** Brian Sipple

**FOTOREDAKTION:** Heike Pankel

**HERGESTELLT UND PRODUZIERT MIT XPUBLISHER:** [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)

**XPUBLISHER-TECHNIK:** Anna Hager, Pascal Wissner

**MITARBEITER DIESER AUSGABE:** Brian Barth, Manuel Berkel, Dr. Thomas Brandstetter, Susanne Donner, Udo Flohr, Frank Grotelüschen, Karl-Gerhard Haas, Karen Hao, Will Douglas Heaven, Dr. Christian Honey, Bernward Janzing, Karsten Lemm, Jan Oliver Löffken, Jens Lubbaddeh, Sascha Matthe, Antonio Regalado, Joseph Scheppach, Ben Schwan, Matthias Sternkopf, Veronika Szentpétery-Kessler, James Temple, Dr. Christian Wolf

### VERLAG

Heise Medien GmbH & Co. KG, Postfach 61 04 07, 30604 Hannover, Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0, Fax: 05 11/53 52-129

**HERAUSGEBER:** Christian Heise, Ansgar Heise

**GESCHÄFTSFÜHRER:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**MITGLIED DER GESCHÄFTSLEITUNG:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**VERLAGSLEITER:** Dr. Alfons Schröder

**ANZEIGENLEITUNG:** Michael Hanke, Telefon: 05 11/ 53 52-167, Fax 05 11/53 52-200, [michael.hanke@heise.de](mailto:michael.hanke@heise.de), [www.heise.de/mediadaten/tr](http://www.heise.de/mediadaten/tr)

**ANZEIGENPREISE:** Es gilt die Preisliste vom 1. Januar 2020

**LEITER VERTRIEB UND MARKETING:** André Lux

**VERTRIEBSABTEILUNG:** 05 11/53 52-157 (Aboservice: 05 41/8 00 09-120),

Vertrieb Einzelverkauf: VU Verlagsunion KG, Meßberg 1,

20086 Hamburg; Tel. 040/30 19-18 00,

Fax: 040/30 19-1 45 18 00; E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de),

Internet: [www.verlagsunion.de](http://www.verlagsunion.de)

**SONDERDRUCK-SERVICE:** Julia Conrades

**DRUCK:** Dierichs Druck + Media GmbH & Co. KG,

Frankfurter Str. 168, D-34121 Kassel, ISSN 1613-0138

### ABOSERVICE

Heise Medien GmbH & Co. KG, Leserservice, Postfach 24 69,

49014 Osnabrück, Telefon: 05 41/8 00 09-120,

Fax: 05 41/8 00 09-122, E-Mail: [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de),

Internet: [www.heise.de/abo](http://www.heise.de/abo)

### ABONNEMENT-PREISE

Standardabo inkl. Versandkosten: Inland € 124,15, Österreich € 128,70, Schweiz CHF 150,80, restl. Europa € 130,00, im restl. Ausland € 130,65; ermäßigtes Abo für Auszubildende, Schüler und Studenten (gegen Vorlage eines Nachweises) inkl. Versandkosten: Inland € 81,25, Österreich € 83,20, Schweiz CHF 97,50, restl. Europa € 84,50, restl. Ausland € 85,15. Das Plus-Abonnement – inkl. Zugriff auf die App für iOS und Android, auf [heise Select](http://heise.de/select) ([www.heise.de/select/tr](http://www.heise.de/select/tr)) sowie das Artikel-Archiv von Technology Review kostet pro Jahr € 9,10 [Schweiz CHF 13,00] Aufpreis. Der Bezug der Zeitschrift Technology Review ist im Mitgliedsbeitrag des Verbandes BVIZ e.V., des hightech presseclub e.V. und des Vereins Munich Network e.V. enthalten. Für VDI-, VBIO-, VDE-, GI- (Gesellschaft für Informatik), bdvb e.V., /ch/open und JUG Switzerland-Mitglieder gilt ein ermäßigter Preis: Inland € 95,55, Österreich € 103,35, Schweiz CHF 119,60, restl. Europa € 103,35, im restl. Ausland € 104,00 gegen Vorlage eines schriftlichen Nachweises des Verbandes bzw. Vereins einmal pro Jahr. Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden. Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

**PRINTED IN GERMANY, COPYRIGHT 2020 BY HEISE**

**MEDIEN GMBH & CO. KG**

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von Plan International Deutschland e.V., Hamburg.



Folge uns auf Social Media:



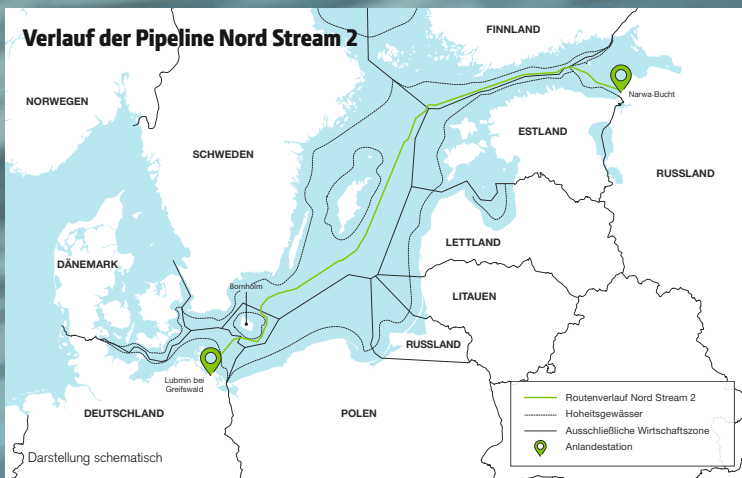
**Für Ihre  
Work-Life-Balance ist  
ein Update verfügbar.**

Jetzt beim ITZBund bewerben und  
unsere Zukunft digital gestalten.  
[Digital-für-Deutschland.de](https://www.digital-fuer-deutschland.de)



# Die Gas-Autobahn

Die Gaspipeline Nord Stream 2 läuft 1230 Kilometer von der russischen Ostseeküste bis zur deutschen Küste in der Nähe von Greifswald. Die Verlegung der rund 200 000 Rohre hat im Spätsommer 2018 begonnen. Wenn die Pipeline fertig ist, soll sie bis zu 55 Milliarden Kubikmeter im Jahr transportieren können. Im Moment fehlen allerdings noch die letzten 150 Kilometer bis an Land, und die Bauarbeiten ruhen – vor allem wegen politischer Konflikte.



**Transportschiffe**  
Liefen die Rohre aus verschiedenen Logistikzentren entlang der Route zum Verlegeschiff.

**Stinger**  
Stützt die Pipeline, während sie auf den Meeresgrund abgesenkt wird.

**S-Kurve**  
Die Pipeline bildet beim Absenken auf den Meeresboden eine S-Form. Dies bewahrt sie vor Beschädigung.

**Untersuchung nach dem Verlegen**  
Ein Schiff überwacht die korrekte Positionierung der Pipeline beim Auflegen auf den Meeresboden.

**Tauchroboter**  
Ein mit Sensoren und Kameras ausgerüsteter Tauchroboter übermittelt Informationen direkt vom Meeresboden an das Untersuchungsschiff.

**Aufschüttungen**  
An bestimmten Stellen ist das Aufschütten von grobem Kies und Gesteinsbrocken nötig, um eine stabile Auflage für die Pipeline zu schaffen.

## DIE ROHRE

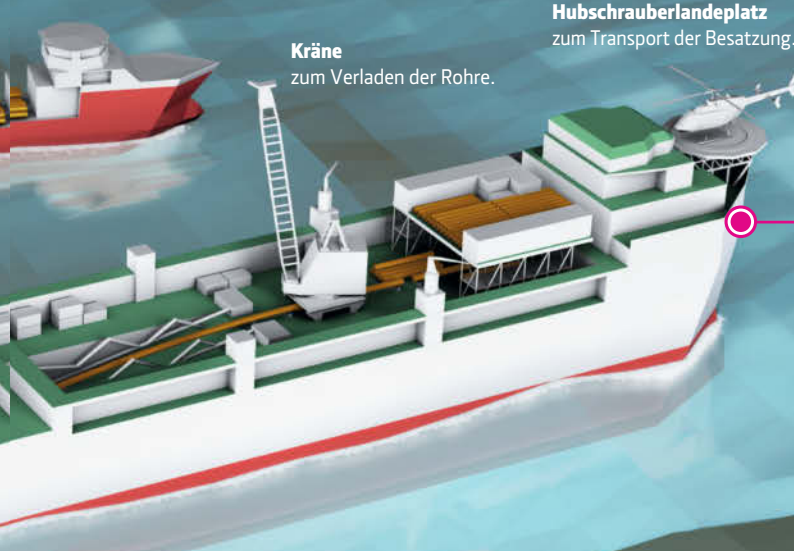
Die in Deutschland und Russland produzierten Rohre sind zwölf Meter lang, bis zu 24 Tonnen schwer und haben einen Innendurchmesser von 1153 Millimetern.

Betonummantelung  
60–110 mm

Korrosionsschutz  
4,2 mm

Wandstärke  
27–41 mm





**Kräne**  
zum Verladen der Rohre.

**Hubschrauberlandeplatz**  
zum Transport der Besatzung.

**DIE VERLEGESCHIFFE**

Sie schaffen ungefähr drei Kilometer Pipeline am Tag. Die Rohre schweißen sie an Bord zusammen und verlegen sie auf dem Meeresboden. Eine unabhängige Zertifizierungsstelle überprüft die Rohre.

**Untersuchung vor dem Verlegen**

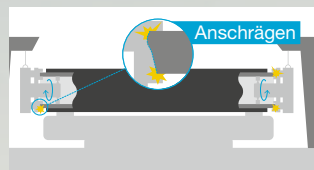
Bereits bei der Planung wird der Meeresboden genau untersucht. Kurz vor der Verlegung wird geprüft, ob es in der Zwischenzeit gravierende Veränderungen gab.

**Tauchroboter**

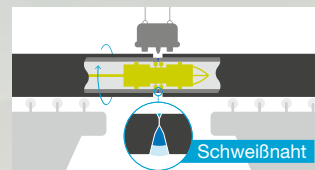
**DIE VERLEGUNG**



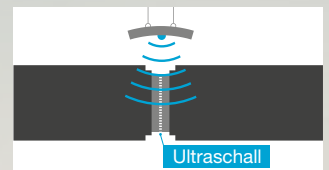
**1** Die Rohre werden laufend vom Transportschiff geliefert, abgeladen und auf den Lagerflächen auf beiden Seiten des Verlegeschiffs gestapelt.



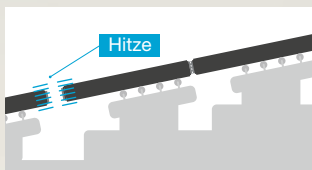
**2** Die Enden der Rohre werden angeschrägt, das Innere mit Druckluft gereinigt.



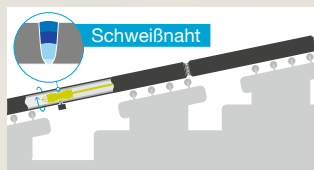
**3** Zwei angeschrägte, zwölf Meter lange Rohrstücke werden zu einem 24 Meter langen Doppelrohr aneinandergeschweißt.



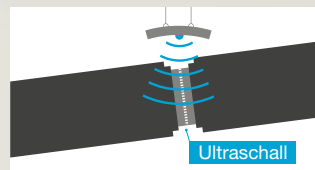
**4** Das Doppelrohr kommt zur Teststation, wo jeder Millimeter der Schweißnaht per Ultraschall untersucht wird. Entdeckte Schwachstellen werden repariert und erneut geprüft.



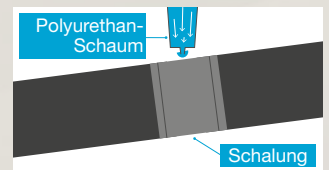
**5** Nach bestandener Prüfung kommt das Doppelrohr zur zentralen Fertigungsstraße, wo sein Inneres auf Ablagerungen untersucht wird. Das Ende des Doppelrohrs wird vorgewärmt, um es auf das Verschweißen mit dem Hauptstrang vorzubereiten.



**6** Ein halbautomatisches Schweißverfahren fügt das Doppelrohr ans Ende des Hauptstrangs an. Schweißer kontrollieren jeden Schritt.

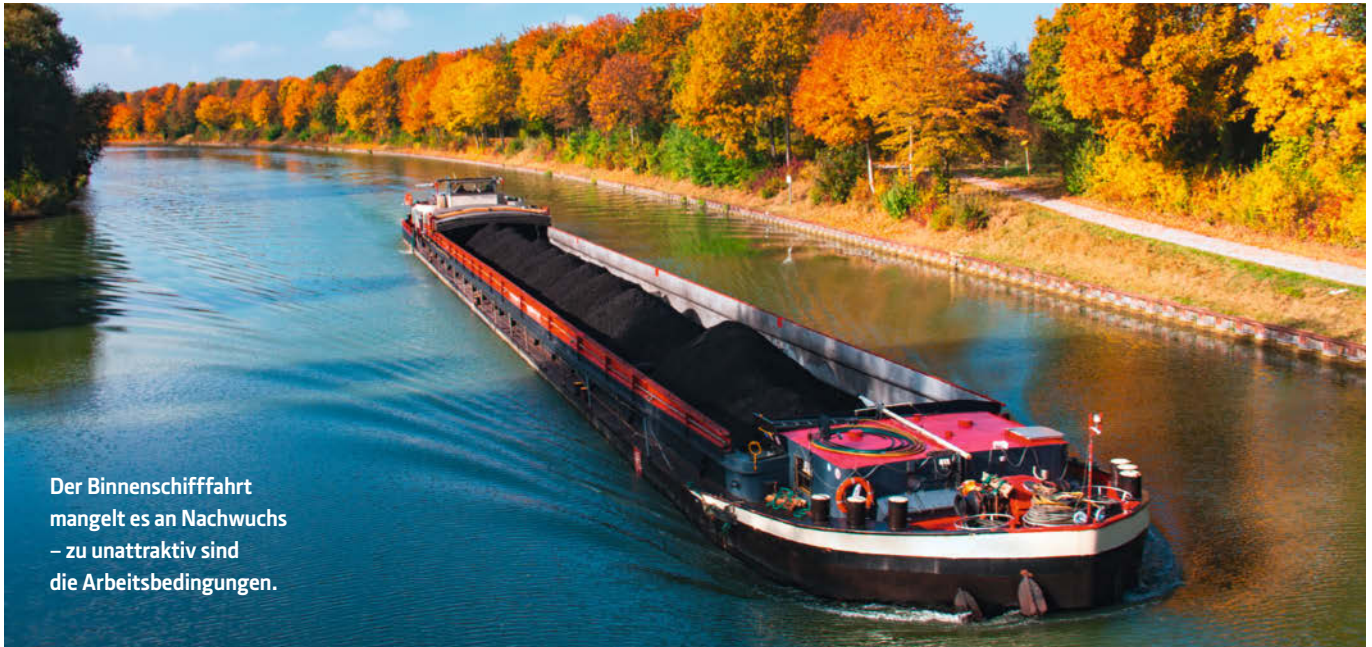


**7** Die Schweißnaht zwischen Doppelrohr und Hauptstrang wird ebenfalls untersucht und gegebenenfalls repariert.



**8** Um die Schweißnaht wird eine korrosionsbeständige Schrumpfschlauchmanschette angebracht. Dann erhält die Verbindungsstelle eine Schalung, in die Polyurethanschaum gegossen wird. Der verfestigte Schaum gewährt zusätzlichen Schutz.

# aktuell



Der Binnenschifffahrt mangelt es an Nachwuchs – zu unattraktiv sind die Arbeitsbedingungen.

Foto: Shutterstock

## Steuermann von Bord

Um den Mangel an Schiffsführern auszugleichen, arbeiten Forschende an Lösungen für eine automatisierte oder sogar autonome Binnenschifffahrt.

**M**it schöner Regelmäßigkeit schippert die „Niedersachsen 22“ über Flüsse und Kanäle, bringt Getreide, Baustoffe oder Container von der Nordseeküste nach Nordrhein-Westfalen; dreht um und fährt mit der nächsten Ladung wieder zurück. Die Crew kennt die Strecke im Schlaf – und künftig soll sie tatsächlich die Augen schließen können, während das 100 Meter lange und 10,50 Meter breite Schiff weiter durchs Wasser gleitet.

Ein Forschungsteam an der Universität Duisburg-Essen arbeitet daran, die „Niedersachsen 22“ zu einem der ersten vollautonomen Binnenschiffe Europas zu machen. Bei jeder Fahrt reisen Sensoren mit: Laserscanner an Bug und Heck erfassen Bäume, Brücken, Ufer, Hindernisse aller Art; acht Kameras liefern Videobilder, dazu kommen Ortsdaten, Ultraschall und eine Trägheitsplattform, die aufzeichnet, wie sich das Schiff im Wasser verhält. „Wenn ich Ruder lege, wenn ich den Propeller steuere, wie reagiert das Schiff darauf?“, möchte

Rupert Henn wissen. Er ist Geschäftsführer beim Duisburger DST, einem Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme, das die Arbeit der Wissenschaftler koordiniert. Etwa 200 bis 300 Terabyte an Informationen über Schiff und Wegstrecke müssen zusammenkommen, um die Algorithmen zu trainieren, schätzt Henn.

Damit sich Mensch und Maschine auf dem Wasser aneinander gewöhnen können, programmieren die Forscher einen digitalen Zwilling der „Niedersachsen 22“ und beobachten, wie sich das Schiff verhält, wenn es – von der KI kontrolliert – auf andere Wasserfahrzeuge trifft, die von Schiffsführern gelenkt werden. Bewährt sich das System bei den virtuellen Testläufen, darf die KI auch bei der echten „Niedersachsen 22“ das Ruder übernehmen. Das ist auf einem Abschnitt des Dortmund-Ems-Kanals schon im nächsten Jahr geplant. Hinter der KI als Schiffsführer steckt weniger Sparwille, sondern vor allem Personalnot. „Wir haben in Deutschland einen