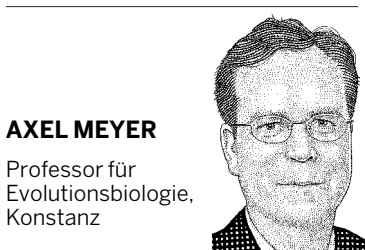


QUANTENSPRUNG

Die Vertreibung der Weisen

Wir tun nicht nur zu wenig, um unsere jungen Talente zurück ins Land zu locken. Am anderen Ende der Karriere werden alle Professoren, die Hervorragenden wie die weniger Beeindruckenden, zwangsemeritiert – beamtenrechtlich. Mit 65 Jahren, spätestens mit 67 kommt der meist traurige Abschied ohne goldene Uhr, bestenfalls mit einem Symposium samt Festschrift. So verliert Deutschland unnötigerweise nicht nur junge, sondern auch alte Talente – meist an die USA.

Durch die unflexiblen, veralteten Beamtenregeln beschränkt sich dieses Land selbst in der sich ständig wandelnden globalisierten Welt der Wissenschaft. Eigentlich sollte die neue Gleichstellungsgesetzgebung auch dafür sorgen, dass nicht nur nicht mehr nach Alter diskriminiert werden darf, sondern, dass jeder so lange arbeiten darf, wie er will – auch über das Pensionsalter hinaus. In vielen Ländern gibt es keine Alterszwangsemeritierung, sondern die Motivatoren machen weiter, bis sie tot am Schreibtisch gefunden werden. Mir sind einige Beispiele die-



AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz

ser Art bekannt. Gleichzeitig, so argumentieren die Jungen zu Recht, sollten Stellen für sie frei gemacht werden. Was könnte man ändern?

Deutsche Professoren sind so teuer, weil an jedem Lehrstuhl viele andere Stellen hängen, manchmal ein Dutzend. Es kommt aber vor, dass der Professor zum Gegenteil eines Weisen wird oder seine Freiheiten nutzt, um nur noch dienstags bis donnerstags da zu sein. In diesem Fall wäre nicht nur das Professorengehalt besser bei Jüngeren angelegt. Auch der Lehrstuhlstab wird weniger produzieren pro investierten Forschungseuro. Dieses Geld könnte besser für mehr Professorenstellen eingesetzt werden.

In den USA sind Bezahlung und Ressourcen der Professoren enger korreliert mit Forschungsleistung. So gibt es riesige Unterschiede bei Laborgröße und Bezahlung. Wer erfolgreich forscht und Drittmittel einwirbt, wird den notwendigen Arbeitsplatz bekommen und das passende Gehalt dazu, denn die Universitäten konkurrieren um Drittmittel und die akademischen Stars, die sie einwerben. Feste Stellen für technische Assistenten, Mitarbeiter, Sekretärinnen etc. gibt es in den USA sowieso fast nicht, also bemisst sich die Laborgröße, über ein Minimum hinaus, an den Forschungsmitteln. Wenn weniger Mitarbeiter da sind, wird Laborfläche an Kollegen vergeben, die den Platz brauchen. Inaktivität führt langfristig dazu, dass man nur noch sein Büro und sein Gehalt hat. Inaktive Professoren müssen auch mehr unterrichten als forschungsaktive. So regelt sich der Druck zur Pensionierung auch ohne feste Altersvorgaben je nach Motivation und Erfolg. Weniger Regeln bedeuten mehr Freiheit, und davon lebt die Forschung.

wissenschaft@handelsblatt.com

Heißer als die Sonne

Die Kernfusion soll die Erde vor der Hitze-Katastrophe bewahren. Dazu sind unvorstellbar hohe Temperaturen notwendig.

R. WENGENMAYR | DÜSSELDORF

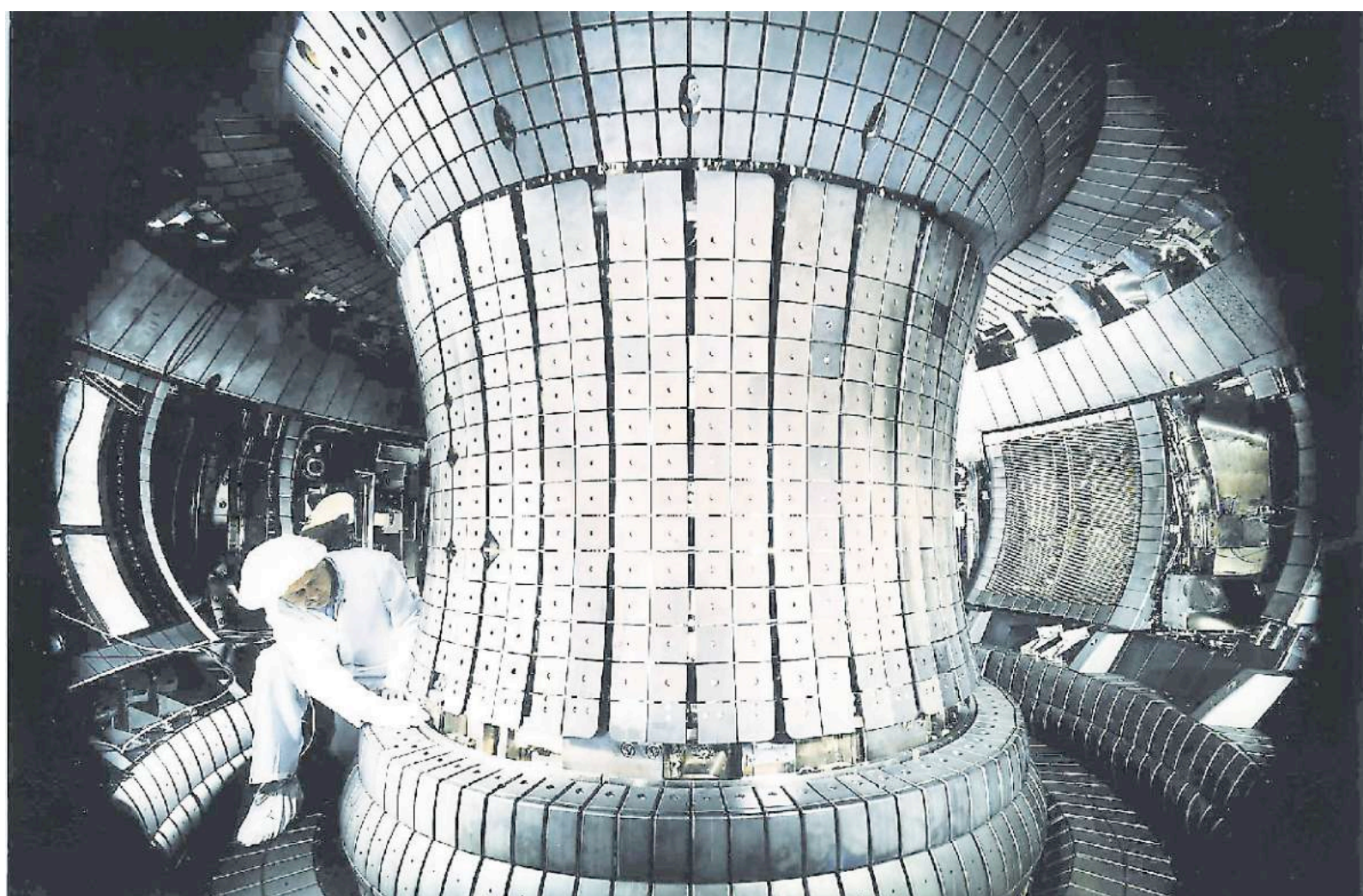
Die Fusionsenergie ist eigentlich nicht von dieser Welt: In Sternen verschmelzen bei fünfzehn Millionen Grad Celsius je vier Wasserstoff-Atomkerne zu einem Helium-Atom. Dabei setzt ein Gramm Wasserstoff so viel Energie frei wie das Verfeuern von acht Tonnen Erdöl. Die Kernverschmelzung wäre eine praktisch unerschöpfliche Energiequelle für die Menschheit – ohne Treibhausgas-Nebenwirkungen für das Klima.

Der Versuch, als realer Prometheus dem Sonnengott Helios das Feuer zu stehlen, gehört wohl zu den ehrgeizigsten technischen Abenteuern der Menschheit. Entsprechend zahlreich waren die Rückschläge seit den ersten Überlegungen in den 50er-Jahren. Kritiker lästern, dass die Kernfusion für immer eine Energie der Zukunft bliebe. Doch inzwischen macht ihre Erforschung Fortschritte, die Anlass zu vorsichtigem Optimismus geben. Sieben Staaten, darunter Deutschland, finanzieren das große Fusionsexperiment Iter (lat. „der Weg“) im französischen Cadarache. Bau und Betrieb – ab 2017 – sollen etwa zehn Mrd. Euro kosten. Iter soll erstmals zehnmal mehr Energie produzieren, als zur Aufrechterhaltung des Fusionsprozesses investiert werden muss. Funktioniert das, so soll ein Demonstrationskraftwerk DEMO folgen, 2050 dann das erste kommerzielle Kraftwerk.

„Ich glaube, dass das klappt“, sagt Hartmut Zohm, Direktor am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching, wo wichtige Beiträge zum Design von Iter entstehen.

Die Forscher verfolgen jedoch eine Fusion, die von derjenigen in der Sonne und anderen Sternen verschieden ist. Diese funktioniert nur unter dem unvorstellbaren Druck im Sterninneren effektiv, der für uns technisch unerschaffbar ist. Die irdische Fusionsreaktion findet dagegen in einem extrem verdünnten Plasma statt, das sich in starken Magnetfeldern einschließen lässt: Bei ihr verschmilzt je ein Kern des schweren Wasserstoff-Isotops Deuterium mit einem Kern des noch schwereren Isotops Tritium zu einem Heliumkern. Allerdings benötigt diese Reaktion noch höhere Temperaturen als in der Sonne. „Bei Iter werden es bis zu dreihundert Millionen Grad im Plasmazentrum sein“, erklärt Zohm.

Eine entscheidende Rolle spielt das Neutron, das pro Heliumkern frei wird. Es soll den Großteil der freigesetzten Wärmeenergie zur Reaktorwand und damit in den primären Kühlkreislauf transportieren. Der



Mehrere hundert Millionen Grad Celsius heiß muss das Plasma in der Fusionsanlage ASDEX in Garching sein, damit Wasserstoffatome zu Helium fusionieren.

Rest der Fusionswärme soll das Plasma „nachheizen“, um die Reaktion aufrechtzuerhalten. Zudem sollen die Neutronen sich mit den Lithiumatomen in der inneren Wand vereinigen, wodurch diese zu Tritium, „erbrütet“ werden. Dabei sollen noch mehr Neutronen frei werden, dass sie in der Bilanz immer genug Tritium nachproduzieren.

Funktioniert dieses Brüten, dann sind die beiden Grundzutaten ausreichend in unserer Umwelt vorhanden, um den wachsenden Energiehunger der Menschheit zu befriedigen. Lithium ist ohnehin häufig; Deuterium steckt in Spuren im natürlichen Wasser. Praktisch jedes Land verfügt also über die Zutaten. Geopolitische Konflikte um Energieressourcen würden entschärft.

„Wir setzen fest darauf, dass das Brüten funktioniert“, sagt Zohm. Ansonsten müssten spezielle Kernreaktoren das Tritium erbrüten – mit Nebenwirkungen: Die abgebrannten Brennstäbe strahlen jahrtausendlang mit enormer Radioaktivität, und auch bei modernsten Kernreaktoren ist eine Kernschmelze nicht hundert-

prozentig auszuschließen. Fusionsreaktoren wären prinzipiell sicherer. Selbst wenn das hyperheiße Plasma seinen magnetischen Käfig überwindet und auf die Reaktorwand trifft, beschädigt es diese kaum, denn: „Das Plasma ist extrem verdünnt, das entspricht einem Hochvakuum“, erklärt Zohm. Entsprechend gering und ungefährlich ist sein Energieinhalt. Ein Gau wie in Tschernobyl ist ausgeschlossen.

Der schlimmste denkbare Unfall wäre eine Zerstörung des Reaktorgefäßes von außen. Dann würde das Tritium in die Umgebung gelangen. Obwohl die Mengen klein wären, nehmen die Physiker diese Gefahr ernst. Das radioaktive Tritium zerfällt zwar mit einer Halbwertszeit von gut zwölf Jahren sehr schnell, doch als schwerer Wasserstoff würde es in das Wasser der Umgebung „eingebaut“, welches dadurch vergiftet würde. „So würde es in die Nahrungskette gelangen“, sagt Zohm.

Im Bau eines Reaktors, der gegen eine solche Panne sicher ist, sieht auch Michael Sailer, ein Kritiker der Fusionsforschung, „kein Problem“. Den Experten für Reaktorsicherheit am Darmstädter Ökoinstitut beunruhigt dagegen die Entwicklung der Werkstoffe für das Reaktorgefäß. Die Innenauskleidung wird voraussichtlich aus Wolfram bestehen, die tragenden Strukturen jedoch aus Stahl. Dieser wird aber unter massivem Neutronenbeschuss spröde. Außerdem enthalten alle Industriestähle Spuren von Nickel, Kobalt und anderen Metallen. Diese verwandeln sich dabei in radioaktive Isotope, die jahrtausendlang strahlen können. Finden die Materialwissenschaftler keine Werkstoffe, die dieses Problem

vermeiden, müssten Teile des Reaktorgefäßes nach der Demontage des Kraftwerks entsprechend lange gelagert werden. „Wie viel radioaktiven Abfall ein Fusionsreaktor hinterlassen wird, ist noch völlig unklar“, sagt Sailer. Klar ist aber, dass es erheblich weniger strahlender Müll als bei Kernkraftwerken sein wird, schon weil die vielen Brennstäbe entfallen.

Iter wird vor allem zeigen müssen, wie sich das heiße Plasma über längere Zeiträume steuern lässt. Parallel dazu müssen die Forscher geeignete Werkstoffe entwickeln. Kritiker halten die Milliarden, die die Fusionsforschung noch brauchen wird, für eine Fehlinvestition. Angesichts der drohenden Klimakatastrophe und der mehr als 100 Mrd. Euro für die zukunftslose und extrem klimaschädliche Steinkohle seit den 80er-Jahren relativiert sich diese Kritik.

Das auch für den Menschen gefährliche Vogelgrippe-Virus H5N1 hat sich angeblich vor allem von Südchina aus verbreitet. Aus der Provinz Guangdong stammten mehrere der bekannten Varianten des Virus, schreiben amerikanische Biologen in der Zeitschrift „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften.

Das Wissen, wie sich die Varianten entwickelten und ausbreiteten, könnte bei der Entwicklung von Strategien gegen die Vogelgrippe helfen. Eine detaillierte Karte der Vogelgrippe-Ausbreitung sei wichtig, um das Virus besser zu bekämpfen, schreiben die Forscher um Robert Wallace und Walter Fitch von der Universität von Kalifornien in Irvine. „Wenn man das Virus an seiner Quelle kontrollieren kann, ist die Kontrolle effizienter“, sagte Fitch. Die Forscher haben 192 Virus-Proben aus Asien und Europa genetisch analysiert. Anhand kleiner Veränderungen des Erbmateri- als ließ sich ihre Entwicklung zurückverfolgen. Demnach haben sich mehrere der international verbreiteten Varianten von H5N1 in Guangdong – einer Region mit sehr vielen Geflügelbetrieben – entwickelt.

Das sich mehrere H5N1-Varianten ausbreiteten, liegt wohl an der Spezialisierung der Viren auf verschiedene Wirtsvögel. Infektions- und Vermehrungszyklen passten sich sehr rasch an neue Gegebenheiten an. Die Viren sprangen deshalb leicht auf neue Wirte über und eroberten so neue Regionen.

Viele Mediziner fürchten, dass das Virus eines Tages auch von Mensch zu Mensch übertragbar werden könnte. Bislang starben mehr als 160 Menschen aus zehn Ländern an dem Erreger. jfk

UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE

DI ESSAY

MI GEISTESWISSENSCHAFTEN

DO NATURWISSENSCHAFTEN

FR LITERATUR

H5N1-Virus stammt aus Südchina

DÜSSELDORF. Das auch für den Menschen gefährliche Vogelgrippe-Virus H5N1 hat sich angeblich vor allem von Südchina aus verbreitet. Aus der Provinz Guangdong stammten mehrere der bekannten Varianten des Virus, schreiben amerikanische Biologen in der Zeitschrift „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften.

Das Wissen, wie sich die Varianten entwickelten und ausbreiteten, könnte bei der Entwicklung von Strategien gegen die Vogelgrippe helfen. Eine detaillierte Karte der Vogelgrippe-Ausbreitung sei wichtig, um das Virus besser zu bekämpfen, schreiben die Forscher um Robert Wallace und Walter Fitch von der Universität von Kalifornien in Irvine. „Wenn man das Virus an seiner Quelle kontrollieren kann, ist die Kontrolle effizienter“, sagte Fitch. Die Forscher haben 192 Virus-Proben aus Asien und Europa genetisch analysiert. Anhand kleiner Veränderungen des Erbmateri- als ließ sich ihre Entwicklung zurückverfolgen. Demnach haben sich mehrere der international verbreiteten Varianten von H5N1 in Guangdong – einer Region mit sehr vielen Geflügelbetrieben – entwickelt.

Das sich mehrere H5N1-Varianten ausbreiteten, liegt wohl an der Spezialisierung der Viren auf verschiedene Wirtsvögel. Infektions- und Vermehrungszyklen passten sich sehr rasch an neue Gegebenheiten an. Die Viren sprangen deshalb leicht auf neue Wirte über und eroberten so neue Regionen.

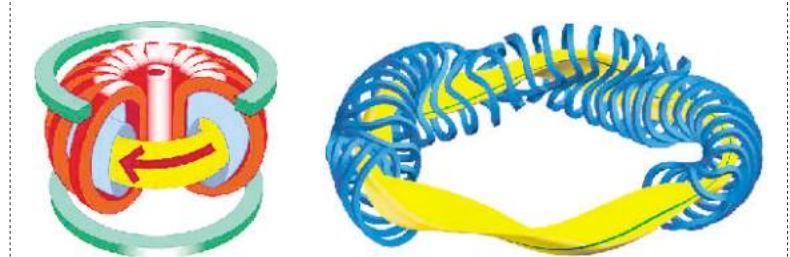
Viele Mediziner fürchten, dass das Virus eines Tages auch von Mensch zu Mensch übertragbar werden könnte. Bislang starben mehr als 160 Menschen aus zehn Ländern an dem Erreger. jfk

Zwei Prinzipien des Fusionsreaktors

Der Tokamak (links) funktioniert wie ein großer Transformator mit heißem Plasma als zweiter Spule. Das elektromagnetische Feld der ersten Spule hält das Plasma wie ein Schlauch zusammen. Wie jeder Transformator funktioniert der To-

kamak nur mit Wechselstrom, in –stundenlangen – Pulsen. Diesen Nachteil vermeidet der Stellarator (rechts). Sein komplex geformtes Magnetfeld bündelt das Plasma ohne darin umlaufenden Strom und erlaubt so einen Dauerbetrieb. Iter wird

als Tokamak konstruiert, weil dieses Prinzip am weitesten entwickelt ist. Man hofft, durch Nutzung spezieller Effekte im Plasma vom Pulsbetrieb wegzukommen. Der Stellarator wird an der Universität Greifswald erforscht.



Ein einziges Molekül kann zum elektronischen Schalter werden

Physiker simulieren einen Schaltkreis in Nano-Dimensionen

DÜSSELDORF. Eine deutsch-spanische Forschergruppe will einen elektronischen Schaltkreis auf molekularer Ebene entwickeln. Die Regensburg-Gruppe um Gianuario Cuniberti und Kollegen der Universität Madrid simulierten einen Schaltkreis mit einem einzelnen Molekül als Schalter. Die Ergebnisse der Versuche sind in der Zeitschrift „Nature Nanotechnology“ veröffentlicht.

Ein Silizium-basierter Transistor hat heute eine Seitenlänge von 90 Nanometern. Die „molekulare Elektronik“, eine Disziplin zwischen Quantenphysik und Elektronik, will elektronische Bauteile auf der Ebene einzelner Moleküle konstruieren, die nur einen Nanometer (millionstel Millimeter) messen.

Azobenzol heißt das Molekül, mit dem die Forscher einen der bisher wohl kleinsten elektrischen Schalter simulierten. Es kann in verschiedenen räumlichen Strukturen vorliegen. Solche als „Isomere“ bezeichneten Zustände eines Moleküls können unterschiedliche Eigenschaften haben: Sie reagieren auch verschieden auf ein elektrisches Feld. Mit Computersimulationsprogrammen untersuchten die Regensburger Physiker die elektrischen Transporteigenschaften der Isomere des Azobenzol-Moleküls.

Im Modell wurde das Molekül chemisch an zwei metallische Kohlenstoff-Nano-Röhrchen gebunden, die als Nano-Elektroden wirken. Unter elektrischer Spannung konnten nun

Ladungen durch das Molekül fließen. In der Simulation zeigte sich, dass beide Isomere den Strom verschieden stark leiten. Eine Änderung der räumlichen Molekülstruktur – veranlasst durch Laserlicht unterschiedlicher Wellenlänge – könnte also den Fluss des elektrischen Stroms dramatisch verändern und somit als Schalter wirken.

Die Schaltfähigkeit wird besonders beeinflusst von den chemischen Gruppen, die das Molekül an die Elektroden binden. Cuniberti und Kollegen wollen nun die Effizienz und die Stabilität dieses molekularen Schalters testen. Bis zur konkreten Anwendung bleibt viel zu tun: „Auf den molekularen Computer wird man noch eine Weile warten müssen.“ jfk

Bloomberg TELEVISION

FRÜHBÖRSE
Mo-Fr 07:00 Uhr
Was wird die deutschen Märkte bewegen, was sagen die Finanzprofis zu den Themen des Tages? Der optimale Start in den Tag.

Nikola Kemper
FRÜHBÖRSE

WEGWEISER WALL STREET
Mo-Fr 14:30 Uhr
Live-Berichte von der Eröffnung der New Yorker Börse sowie aktuelle Trends und ihr Einfluss auf den Handel in Europa. Borsentäglich live dabei.

Judith Bogner
WEGWEISER WALL STREET

KASSENSTURZ
Mo-Fr 17:30 Uhr
Die wichtigsten Themen des Handelstages im Überblick und die kommenden Ereignisse im Fokus. Alles Wichtige kompakt und informativ.

Andreas Scholz
Börse Frankfurt
KASSENSTURZ

SCHLUSSGLOCKE - DER TAG AN DER WALL STREET
Mo-Fr 22:00 Uhr
Was bewegt die Märkte in den USA, welche Auswirkungen sind für deutsche Anleger zu erwarten? Gäste, Kommentare, Analysen - jeden Abend live aus New York.

Michael Wudonig
Bloomberg New York
SCHLUSSGLOCKE

MARKTBERICHTE RUND UM DIE UHR

Einschalten – Informiert sein

Mit BLOOMBERG TELEVISION® top informiert durch den Tag: Vier Programmschwerpunkte, zeitlich genau abgestimmt auf den nationalen und internationalen Handelstag, verschaffen Ihnen den perfekten Überblick, um in der Wirtschafts- und Finanzwelt die Nase vorn zu haben.

www.bloomberg.com