

Es ist 2 vor 12

Die symbolische „Doomsday Clock“ der US-Zeitschrift „Bulletin of the Atomic Scientists“ wurde um eine halbe Minute auf jetzt zwei Minuten vor Mitternacht vorgestellt.¹⁾ Nach Einschätzung des Sicherheits-



rates des Bulletins ist die Menschheit ihrer Vernichtung so nahe wie nie seit 1953. Im Oktober 1952 hatten die

USA ihre erste Wasserstoffbombe gezündet, die Sowjetunion zog 1953 nach. Im selben Jahr hatten die USA erstmals eine nukleare Artilleriegranate getestet. Dass die Weltuntergangsuhr nun wieder auf zwei vor 12 steht, wird mit der gestiegenen Bedrohung durch einen Atomkrieg und den zunehmenden Gefahren einer Klimaveränderung begründet. Es werden die wachsenden Spannungen zwischen den USA und China im chinesischen Meer, zwischen den USA und Russland sowie zwischen den jungen Atomstaaten Indien und Pakistan erwähnt. Vor allem haben Nordkoreas Raketen- und Kernwaffenprogramme, die gegen Beschlüsse des UN-Sicherheitsrates verstoßen, im letzten Jahr erhebliche Fortschritte gemacht. US-Präsident Donald Trump und der nordkoreanische Diktator Kim Jong-un haben offen mit Nuklearangriffen gedroht und die Gefahr eines Kernwaffenkriegs unnötig vergrößert.

Russland und China hatten vorgeschlagen, dass Nordkorea seine Nuklear- und Raketentests stoppt, während die USA und ihre Verbündeten Japan und Südkorea ihre Manöver vor Nordkorea beenden sollten. Das Bulletin kritisiert, dass Trump gegen das Nuklearabkommen mit dem Iran sei, ohne eine praktikable Alternative vorzuschlagen. Die USA sollten dagegen eine Einigung über das bestehende Nuklearabkommen anstreben. Auch müssten die USA und Russland zusammenarbeiten, um die nukleare Bedrohung zu verringern. Doch erstmals seit vielen

Jahren führen beide Länder keine Rüstungskontrollverhandlungen für Kernwaffen mehr. Die Pläne der USA, ihr Kernwaffenarsenal zu verstärken, hätten die Spannungen erhöht. Auch der Klimawandel trage dazu bei, dass sich die Erde auf eine Katastrophe zubewege. Daher sollten US-Bürger von ihrer Regierung fordern, für den Klimaschutz aktiv einzutreten.

Forschung im Vergleich

Die National Science Foundation hat ihre alle zwei Jahre erscheinenden „Science and Engineering Indicators“ mit umfangreichen Statistiken über wissenschaftliche und technologische Entwicklungen vorgelegt.²⁾ Demnach liegen die USA bei den Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) zwar immer noch vorn, aber China hat verglichen mit der vorigen Statistik mächtig aufgeholt.³⁾ Die fünf forschungsstärksten asiatischen Länder haben ihren Anteil an den weltweiten F&E-Ausgaben von 37,8 auf 38,4 Prozent steigern können, während der Anteil für die USA und die EU abgenommen hat. Zwar haben die führenden europäischen Länder ihre Forschungsanstrengungen deutlich verstärkt, dennoch verschieben sich die globalen Gewichte immer weiter nach Asien.

Die Indicators verzeichnen auch die Zahl wissenschaftlicher Abschlüsse. Demnach wurden 2014 weltweit 7,5 Millionen Bachelorabschlüsse in den Natur- und Ingenieurwissenschaften vergeben, woran China mit 22 Prozent und die USA

mit 10 Prozent beteiligt waren. Bei der Zahl der Promotionen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften (S&E) lagen die USA mit rund 40 000 auf dem ersten Platz, während auf China 34 000 entfielen – mit stark steigender Tendenz.

Bei der Zahl der S&E-Publikationen hat China die USA im Jahr 2016 überholt, mit einem weltweiten Anteil von 18,6 Prozent, während jener der USA auf 17,8 Prozent gefallen ist. Anders sieht es bei der Qualität der Veröffentlichungen aus. Die Liste der Länder, aus denen 2014 die am häufigsten zitierten Veröffentlichungen (oberstes Prozent) kamen, wird angeführt von Schweden, gefolgt von der Schweiz und den USA vor China.

Initiative für Quantencomputer

Am Wettlauf zu einem leistungsfähigen Quantencomputer beteiligen sich in den USA neben Unternehmen wie Google, IBM, Intel und Microsoft auch staatliche Stellen. So gibt die US-Regierung jährlich 250 Millionen Dollar für das Quantencomputing aus, vor allem über das Army Research Office. Auch das Department of Energy (DOE) ist in das Rennen eingestiegen: Es will mit 40 Millionen Dollar die Entwicklung von Software für den Quantencomputer fördern. Die Unternehmen streben an, mit ihren Quantencomputern herkömmliche Elektronenrechner bei der Lösung schwieriger Aufgaben zu schlagen. Die Initiative des DOE zielt darauf ab, über eigene Laboratorien Verfahren für die Quantensimulation

Kennzahlen zu F&E-Ausgaben 2015

Land/Region	Ausgaben in Mrd. \$ (Änderung zu 2013 in %)	globaler Anteil in %	Anteil am BSP in %
Asien-5*)	736,7 (+16,5)	38,4	–
EU	386,5 (+12,9)	20,2	1,96
USA	496,6 (+8,7)	25,9	2,74
China	408,8 (+21,5)	21,3	2,07
Japan	170,0 (+6,1)	8,8	3,29
Deutschland	114,8 (+13,7)	6,0	2,93
Südkorea	74,1 (+7,5)	3,9	4,23
Frankreich	60,8 (+10,1)	3,2	2,22
Großbritannien	46,3 (+16,0)	2,4	1,70

*) China, Indien, Japan, Südkorea und Taiwan

1) thebulletin.org

2) www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181

3) Physik Journal, März 2016, S. 12

und Algorithmen für das quantenmaschinelle Lernen zu entwickeln. Dabei sollen Quantencomputer anspruchsvolle Probleme aus der Chemie, den Materialwissenschaften, der Kern- und Teilchenphysik lösen. Das könnten z. B. die Berechnung der Struktur und Anregungsenergien von Molekülen sein, die Modellierung katalytischer Prozesse, die Entwicklung von Quantenmaterialien oder die Berechnung der Struktur und Energie von Atomkernen und Teilchen. Für diese genuin quantentheoretischen Probleme sollen Quantencomputer mit optimierten Algorithmen neue Lösungsmöglichkeiten eröffnen.

Kommerzieller ISS-Service

Damit die NASA auch nach 2019 Astronauten zur ISS bringen kann, wenn der Transportvertrag mit Russland ausläuft, entwickeln die US-Firmen Boeing und SpaceX Mannschaftstransporter. Dafür hat die NASA Aufträge über 6,8 Milliarden Dollar vergeben. Doch die Entwicklung der Transporter verzögert sich, wie ein GAO-Report feststellt.⁴⁾ Nach der ursprünglichen Planung sollten die Zulassungsprüfungen für SpaceX im April 2017 und für Boeing im August 2017 stattfinden. Nun wurden sie in das 1. Quartal 2019 verschoben. Beide Firmen

hätten zu „aggressive“ Zeitpläne aufgestellt, die zunehmend unter Druck gerieten, weil die von NASA-Verantwortlichen vorausgesagten Verzögerungen eingetreten seien. Zudem gelte es, noch Sicherheitsprobleme zu lösen. Denn die NASA fordert, dass das Risiko für den Tod oder die Invalidität eines oder aller Mannschaftsmitglieder höchstens 1 zu 270 ist. Ob SpaceX und Boeing diesen Standard erfüllen können, ist noch offen. Der GAO-Report empfiehlt der NASA, einen Notfallplan bereit zu halten und über 2019 hinaus Sitzplätze in den Soyuz-Raumschiffen zu buchen.

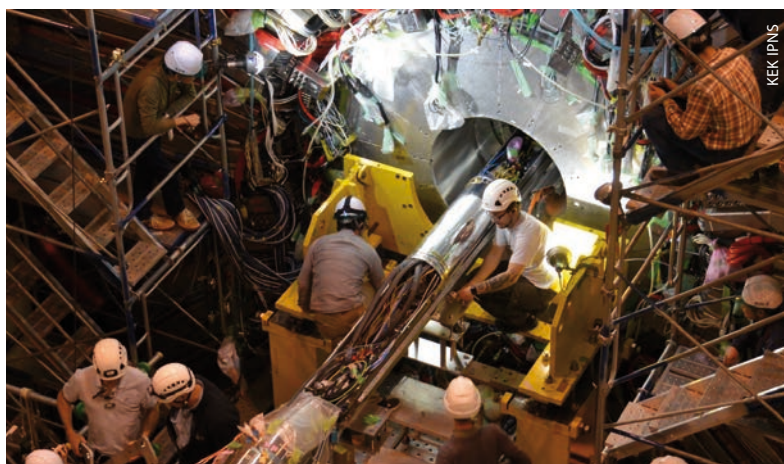
Rainer Scharf

Ein Biest für die Schöne

Am Belle II-Experiment in Japan laufen die ersten Testmessungen an.

Zwei Jahre nachdem erstmals Elektronen und Positronen im Ringbeschleuniger SuperKEKB kreisten, beginnt die erste sechsmonatige Messkampagne.^{#)} Physiker und Ingenieure wollen mit dem Test-Detektor BEAST herausfinden, welche Zählraten am Kollisionspunkt zu erwarten sind und wie sich der strahlinduzierte Untergrund zusammensetzt. Nach der Kollision von Elektronen und Positronen lässt sich mit dem 1400 Tonnen schweren Detektor Belle II der Zerfall von B-Mesonen beobachten. Diese Teilchen enthalten ein b-Quark oder dessen Antiteilchen. Ihre Zerfälle erlauben Rückschlüsse darauf, ob sich Materie und Antimaterie unterschiedlich verhalten.

Sieben Systeme verschiedener Detektoren legen sich bei Belle II wie zylindrische Schalen um den Kollisionspunkt. Sie weisen die Spuren und teilweise den Energieverlust der Teilchen nach, die bei den Zerfällen der B-Mesonen entstehen. Diese existieren etwa 1,6 Pikosekunden lang und legen dabei bis zu 0,1 Millimeter zurück. Der Zerfallsort lässt sich mit dem inneren Silizium-Pixeldetektor bestimmen, der federführend am MPI für Physik in Garching entwickelt wurde. Aus dem Zerfallsort lässt



Der Test-Detektor BEAST soll die Strahlenbelastung am Kollisionspunkt bestimmen.

sich mit Teilchenspuren und -energien der Zerfall vollständig rekonstruieren, selbst wenn Neutrinos und Photonen auftreten, die Belle II nicht nachweisen kann.

Der Beschleuniger SuperKEKB ermöglicht dank supraleitender Magnete sehr kompakte Elektronen- und Positronenstrahlen mit Durchmessern von etwa 50 Nanometern. Dadurch kommt es zu zahlreichen Kollisionen. Um zu untersuchen, ob die Silizium-Pixeldetektoren die hohen Zählraten verarbeiten können und keine Schäden davontragen, findet die erste Messkampagne mit dem Test-Detektor BEAST statt. Spezielle Strahlungsmonitore bestimmen die Zusammensetzung des strahlindu-

zierten Untergrunds. Das hilft, den Kollisionspunkt zu optimieren.

Belle II konkurriert bei der Physik jenseits des Standardmodells mit LHCb am CERN. 2019 soll an Belle II das vollständige Experimentierprogramm anlaufen und die Luminosität schrittweise auf $8 \cdot 10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ gesteigert werden.⁺⁾ Damit könnte die Anlage den Datenvorsprung von LHCb aufholen, da am LHC zu dieser Zeit ein Upgrade ansteht. Beide Experimente sind aufeinander angewiesen, verdeutlicht Thomas E. Browder, Sprecher der Belle II-Kollaboration: „Erst wenn wir neue Physik an beiden Systemen beobachten, ist uns die Entdeckung sicher gelungen.“

Kerstin Sonnabend

#) Physik Journal, April 2016, S. 7

+) Die Luminosität gibt an, wie viele Teilchen sich pro Zeit und Fläche in einem Collider-Experiment begegnen.