

Quanten für Kanada

Auch die kanadische Regierung hat eine Quantenstrategie beschlossen.

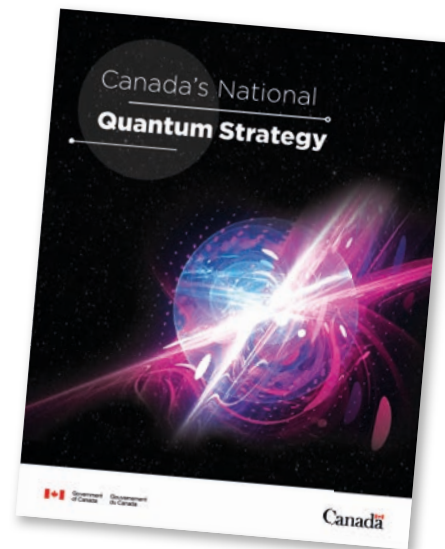
Der kanadische Wissenschafts- und Industrieminister François-Philippe Champagne hat in Waterloo (Ontario) eine neue Strategie vorgestellt, um die Quantentechnologien zu fördern.¹⁾ Dabei unterstützten ihn der Physiker und Quanteninformatiker Raymond Laflamme (U Waterloo) und die Physikerin Stephanie Simmons (Simon Fraser University). Die beiden sollen gemeinsam ein neues „Quantum Advisory Council“ leiten, um die Regierung bei der Umsetzung der Strategie zu beraten. Für die Fördermaßnahmen stehen 360 Millionen kanadische Dollar (CAD, ca. 250 Mio. Euro) aus dem Forschungsbudget von 2021 bereit. Die Bevölkerung und betroffene Interessengruppen beteiligten sich mit „Roundtable“-Treffen und Online-Umfragen an der Formulierung der Strategie.

Sie basiert auf drei Schlüsselmissionen: Hardware und Software für

1) Vollständiger Text unter bit.ly/3l8Byz5

Quantencomputing, Quantenkommunikation inklusive Post-Quantenkryptografie und quantentechnologische Sensoren. Die Investitionen verteilen sich auf drei „Säulen“: Auf Grundlagen- und angewandte Forschung entfallen 141 Millionen CAD; 45 Millionen sollen einheimische junge Talente fördern und Expertise im Land halten bzw. ins Land bringen. Für das Überführen von Forschungsergebnissen in skalierbare Produkte und Dienstleistungen sind 169 Millionen vorgesehen.

In Kanada läuft bereits eine Reihe von Initiativen zur Stärkung des Quantensektors: Das Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada investiert dieses Jahr zusätzlich 138 Millionen CAD in Grants zur Quantenforschung. Die „Quantum Research and Development Initiative“ des National Research Council of Canada unterstützt Quantenanwendungen im Internet of Things mit 50 Millionen. Dazu gehö-



ren neuartige Sensoren. Darüber hinaus stockt die öffentliche kanadische Technologieförderung das Programm „Innovative Solutions Canada“ in den nächsten sieben Jahren um 35 Millionen auf, um kleinen und mittleren Unternehmen den Zugang zu Quantentechnologien zu erleichtern.

Matthias Delbrück

Cleanup für die Atmosphäre

Ein Expertenteam stellt in einem Statusbericht die Möglichkeiten und die Notwendigkeit dar, Kohlendioxid abzuscheiden und zu speichern.

Mitte Januar stellte ein internationales Expertenteam unter Federführung der Smith School of Enterprise an der Universität Oxford eine Studie vor, wie sich der Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre aktiv reduzieren lässt.¹⁾ Die vier Organisatoren aus Oxford, Berlin und von der Universität Wisconsin-Madison schreiben auch für das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC); weitere Beiträge kommen unter anderem aus Princeton, vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung und der Europäischen Kommission.

Im Kern sagt das Gutachten aus, dass die globale Erwärmung nur

1) PDF unter bit.ly/3jAeERg

2) Fachartikel unter bit.ly/3wTkPDD

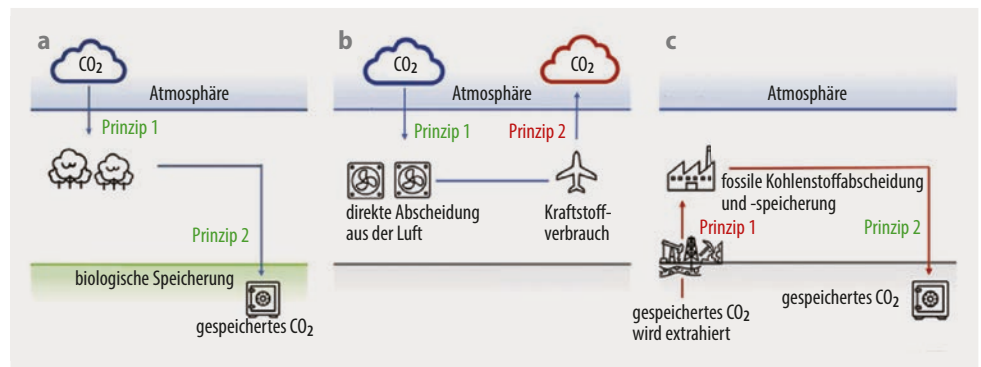
dann in einem akzeptablen Rahmen bleibt, wenn wesentlich mehr Treibhausgase aktiv aus der Atmosphäre entfernt werden. Das treffe insbesondere auf Kohlendioxid zu – ungeachtet der darüber hinaus notwendigen Bemühungen, die Emissionen zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Aktuell speichert die Erde als Gesamtsystem jährlich etwa zwei Milliarden Tonnen atmosphärisches Kohlendioxid, fast ausschließlich auf natürlichem Weg, etwa durch photosynthetisch aktive Lebewesen. Nur etwa 2,3 Millionen Tonnen tragen neue Technologien zur Abscheidung und anschließenden Speicherung bei. Dem Bericht zufolge könnte dieser Wert in den nächsten beiden Jahren auf knapp 12 Millionen Tonnen pro Jahr steigen, wenn alle ge-

planten Projekte rechtzeitig umgesetzt werden. Dem stehe aber ein wachsender Bedarf um fast eine Milliarde Tonnen bis 2030 und bis zum Fünffachen bis 2050 gegenüber, um das 2-Grad-Ziel zu erreichen, also die globale Erwärmung auf nicht mehr als 2 °C über dem vorindustriellen Durchschnitt zu begrenzen.

Auf diese Zusammenhänge hat das IPCC bereits 2005 und 2015 hingewiesen; Fortschritte gab es aber kaum. Denn das Konzept greift auf die ohnehin knappen Ressourcen für den Ausbau der regenerativen Energien und großskalige Maßnahmen zur Energieeinsparung zurück. Daher hat Deutschland bisher nur Anlagen erlaubt, welche die Kohlendioxid-Abscheidung demonstrieren; die Bun-

desländer können die Nutzung dieser Technik sogar komplett verbieten. Auf die finanziellen Aspekte geht die neue Studie explizit ein und rechnet vor, dass es nur mit einer Kombination von reduzierten Emissionen und Kohlendioxid-Entnahme gelingen kann, die Erderwärmung in akzeptabler Weise zu beschränken.

Es gibt grundsätzlich zwei Ansätze, um Kohlendioxid abzuscheiden: entweder durch Auffangen der Emissionen oder durch Einlagerung aus der freien Atmosphäre. Für das Auffangen gibt es mittlerweile praxistaugliche Verfahren und erste Demonstrationsanlagen. Dazu gehören eine „Abgaswäsche“ nach der Verbrennung ähnlich der Entschwefelung, eine Reinigung davor durch Kohlevergasung und Aufkonzentrierung sowie das sogenannte Oxyfuel-Verfahren. Diese Ansätze reduzieren jedoch in einem Verbrennungskraftwerk den thermischen Wirkungsgrad um mindestens zehn Prozent. Ein neues günstiges und effizientes Verfahren hat das Pacific Northwest National Laboratory in Richland (Washington, USA) vorgestellt.²⁾ Dieses wandelt das



Um negative Emissionen zu erzeugen, sollte eine Methode Kohlendioxid aus der Atmosphäre einfangen und langfristig speichern (a). Ein Beispiel dafür ist die Aufforstung. Viele Verfahren erfüllen nur einen Teil dieser Anforderung: beispielsweise die direkte Abscheidung aus der Luft in Brennstoffe (b) oder die fossile Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (c).

entnommene Kohlendioxid in nutzbares Methanol um. Als alternativer chemischer Grundstoff für Erdöl gleicht es den reduzierten Wirkungsgrad ganzheitlich gesehen aus.

Die direkte Entnahme von Kohlendioxid aus der Luft findet beim Aufforsten und dem Anbau besonders schnell wachsender Kulturpflanzen statt. Allerdings darf die entstehende Biomasse nicht verbrannt werden oder verrotten, sondern muss das

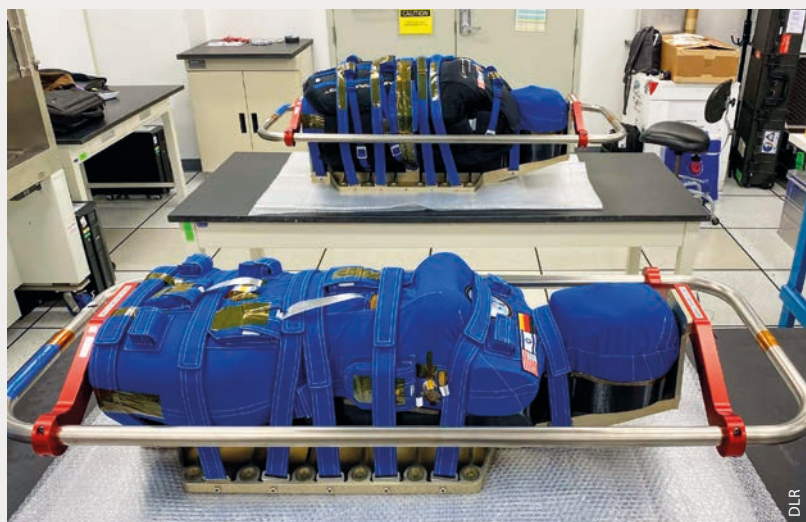
Treibhausgas dauerhaft fixieren, zum Beispiel als Baumaterial. In der Studie begrenzt der dafür nötige Flächenbedarf die Anwendung in großem Maßstab. Technologische Verfahren jenseits davon, die Kohlendioxid chemisch oder physikalisch aus der Umgebungsluft extrahieren, befänden sich überwiegend noch in frühen Entwicklungsstadien.

Matthias Delbrück

Einmal Mond und zurück

Im Rahmen der NASA-Mission Artemis I flogen im Raumschiff Orion die beiden Astronautinnen-Phantome Helga und Zohar einmal zum Mond und zurück (vgl. Physik Journal, Januar 2023, S. 6). Ziel dabei war es, erstmals die Strahlenbelastung auf den weiblichen Körper bei einem solchen Weltraumflug zu bestimmen. Nun hat die NASA die beiden Messpuppen an das vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) geleitete MARE-Forschungsteam übergeben. Im Februar sollen Helga und Zohar am DLR-Standort in Köln ankommen.

Die beiden Phantome sind weiblichen Körpern samt Fortpflanzungsorganen nachempfunden, um die Strahlungsdosis auch in besonders strahlungsempfindlichen Organen messen zu können. Die Messkörper bestehen aus jeweils 38 Scheiben, sind 95 Zentimeter groß, 36 Kilogramm schwer und enthalten aus Kunststoff nachgebildete Organe und Knochen unterschiedlicher Dichte. Zohar, bereitgestellt von der israelischen Raumfahrtagentur ISA, trägt zusätzlich eine AstroRad-Strahlenschutzweste und wiegt 62 Kilogramm. Im Inneren und auf der Oberfläche beider Phantome sind insgesamt 18 aktive Detektoren der NASA und 16 aktive Detektoren des DLR verbaut, hinzu kommen über 12 000 passive Strahlungsdetektoren aus kleinen Kristallen verteilt über den



gesamten Messkörper. Zusammen zeigen die Detektoren an, wie hoch die Strahlenbelastung an verschiedenen Stellen des Körpers ist. Zusätzlich gilt es zu untersuchen, wie gut die Strahlenschutzweste bei Zohar wirkte. Die aufwändige Auswertung erfolgt größtenteils am DLR in Köln, aber auch in Laboren der Projektpartner der NASA und zahlreicher internationaler Universitäten.

Maike Pfalz / DLR