

FORTSCHRITT

DENKEN WIE EIN BERG

Was haben Geologen und Astronomen gemeinsam? Beide kalkulieren mit sehr langen Zeiträumen. Von diesen Wissenschaften lässt sich deshalb lernen, unsere Welt mit mehr Weitblick zu gestalten. Für einen technologischen Fortschritt, der künftige Generationen mitdenkt, müssen wir tiefer bohren, statt hektisch an der Oberfläche zu kratzen.

Text: Oliver Driesen

Arche Noah im ewigen Eis: Im „Svalbard Global Seed Vault“ auf Spitzbergen lagern etwa eine Million Saatgutproben von Nutzpflanzen aus der ganzen Welt. Die Anlage, in der das Saatgut schwere Katastrophen überstehen kann, soll die Biodiversität sichern – und kann somit dazu beitragen, die Ernährungsgrundlage der Menschheit zu erhalten. Zuständig für den Saatgut-Tresor ist der Weltreuehandfonds für Kulturpflanzenvielfalt, eine unabhängige internationale Organisation mit Sitz in Bonn.



Saatgutsspeicher tief im Berg:

Das „Svalbard Global Seed Vault“ reicht 120 Meter in eine alte Kohlegrube hinein. Zahlreiche internationale Saatgutbanken lagern hier Samen von Nutzpflanzen, quasi als „Backup“.

Bei

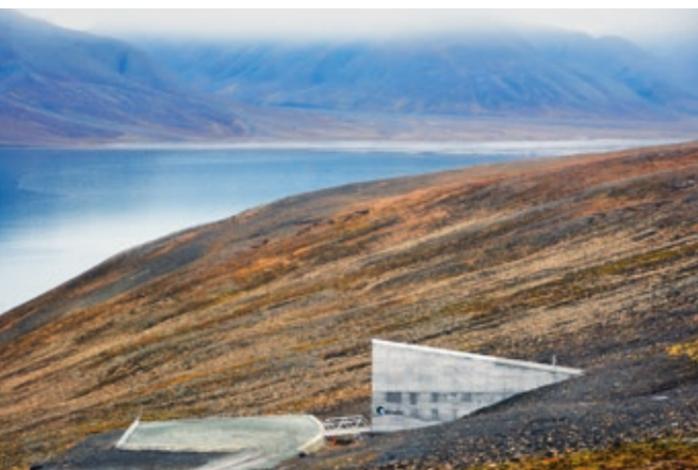
-18°

Celsius können die Samen, je nach Sorte, zwischen 55 und 10.000 Jahre überdauern.



Schatzkammer:

Die Lagerhallen sind aus armiertem Beton gefertigt und mit dicken Stahltüren versehen. Sie sollen auch schweren Katastrophen standhalten.



In sicherer Höhe: Der Eingang des „Svalbard Global Seed Vault“ liegt hoch über dem Ozean. Selbst bei einem drastischen Anstieg des Meeresspiegels wäre das Gebäude sicher.



Artenvielfalt im Tresor: Nach offiziellen Angaben lagern derzeit etwa eine Million Proben in dem Depot. Das sind Exemplare von schätzungsweise 40 Prozent des weltweit eingesetzten landwirtschaftlichen Samenguts.

Mitten in der Einöde der nordnorwegischen Inselgruppe Spitzbergen führt ein mit Beton verstärkter Stollen schräg hinein in den felsigen Grund. Der Eingang gehört zu einem längst verlassenen Bergwerk, das vor einigen Jahren neu belebt wurde: Als „Svalbard Global Seed Vault“ beherbergt es heute eine unterirdische Saatgutbank. Darin lagern bei minus 18 Grad Celsius rund eine Million Samenproben aller nur denkbaren Kulturpflanzen. In dieser Bücherei der genetischen Vielfalt sollen die biologischen Baupläne der unverzichtbaren Ackerfrüchte die Zeit überdauern – für den Fall globaler Öko-Katastrophen der Zukunft. Manche Arten halten sich hier im Permafrost bis zu 10.000 Jahre lang.

So vorausschauend kann technologischer Fortschritt sein. Die Planer des Seed Vault haben das Wohlergehen unzähliger künftiger Generationen erwogen, um dann eine unterirdische Anlage zu erschaffen, die Nutzen nicht nur für heute oder morgen, sondern auch noch für überübermorgen verspricht. Sie haben in mehrfacher Hinsicht tief gebohrt.

Im Trend liegt solch ein Verhalten nicht. Denn im Großen und Ganzen ist, was als Fortschritt verkauft wird, im Lauf der Geschichte immer kurzatmiger geworden. Die technischen Innovationen drängen schneller und schneller auf den Markt. Die ersten Schallplatten etwa, zunächst noch aus Schellack, später aus Vinyl, kamen kurz vor Beginn des 20. Jahrhunderts auf. Es dauerte gut achtzig Jahre, bis ihre Verdrängung durch die 1981 auf der Berliner Funkausstellung vorgestellte CD begann. Doch auch die CD-Sammlungen wanderten in den Keller, als ab 1998 die ersten tragbaren Abspielgeräte für das Audioformat MP3 erschienen, eine deutsche Erfindung. Bis zur Innovation des digitalen „Downloading“ waren somit nur noch rund 20 Jahre vergangen. Gar nur weitere sieben Jahre später, 2005, begann das „Streaming“ von Musiktiteln über das Internet. Selbst das Abspeichern von MP3-Archiven auf Festplatten war damit größtenteils „altmodisch“ geworden.

Nicht viel besser erging es dem Automobil. Den ersten funktionierenden, mit Dampf betriebenen Selbstfahrwagen baute der Jesuitenpater Ferdinand Verbiest um 1670 am Hof des chinesischen Kaisers. Im Jahr 1886 erfand Carl Benz seinen „Patent-Motorwagen“ mit Verbrennungsmotor. Damit löste nach etwas mehr als zwei Jahrhunderten das Benzin den Dampf als Antriebskraft für Fahrzeuge ab – und die automobiler Revolution aus. Es vergingen dann nur noch 93 Jahre bis zum ersten Kleinserien-Elektroantrieb in Deutschland (VW Golf, 1979). Anfang des 21. Jahrhunderts wurde die E-Mobilität immer lautstärker zum neuen Öko-Standard erklärt. Aber 2014, gerade einmal 35 Jahre nach den ersten ernstzunehmenden Stromern, feierte Toyota die Premiere eines Serienfahrzeugs mit Brennstoffzelle: möglicherweise ein Ausweg aus der Sackgasse der Evolution, als die sich die E-Autos aufgrund ihrer Batterieprobleme erweisen könnten.

Mit immer schnelleren Erschütterungen ganzer Branchen ist es vielfach geradezu zur Messlatte technologischen Fortschritts geworden, den Märkten eine „Disruption“ aufzuzwingen: eine sprunghafte Veränderung, die alles Bisherige über den Haufen wirft und für nichtig erklärt. Doch in einer Welt schwin-



Vorvater der Luftfahrt: Ohne Lilienthals Flugversuche (1891) gäbe es keinen Motorflug, keinen Düsenjet, kein Raumflugzeug.

JEDE TECHNOLOGISCHE INNOVATION STEHT SPRICHWÖRTLICH AUF DEN SCHULTERN VON RIESEN.

dender Ressourcen und existenzieller Überlebensfragen der Ökosysteme kann Disruption kein nachhaltiges Fortschrittsideal sein. Jede technologische Innovation steht „auf den Schultern von Riesen“: ohne Lilienthals Gleitflugzeug kein Motorflug der Gebrüder Wright, ohne motorisierte Fliegerei kein Düsenjäger von Heinkel, ohne Strahltriebwerk kein Raumflugzeug „SpaceShipTwo“ des Virgin Galactic-Chefs Richard Branson. Der „bahnbrechende“ Erfolg hat also stets eine lange Reihe an schöpferischen Vorvätern – und eine hoffentlich noch längere Galerie an Nachfahren, die eines Tages darauf zurückblicken können. Schließlich sollte vor uns als Menschheit noch eine Fülle an Zeit liegen, für die wir ebenso eine Mitverantwortung tragen wie für das Jetzt.

Solch ein Bewusstsein für eine sehr lange Zeitachse, die in die Vergangenheit und die Zukunft zugleich hineinragt, wäre der richtige Ansatz für das kommende Zeitalter des Anthropozän. Der Begriff bedeutet „Menschenzeitalter“. Er wird von immer mehr Geologen, die für die Einteilung der gesamten Erdgeschichte in Epochen und Zeitalter zuständig sind (siehe Grafik S. 8/9), als Bezeichnung für den bevorstehenden Abschnitt verwendet: Nach dem Holozän, der rund 16.000 Jahre langen „Nach-Eiszeit“ bis in unsere Tage, wird nun eine Zeit folgen, in der das Schicksal des Klimas und aller Ökosysteme vollständig in der Hand des Menschen liegt.

Doch darf man uns als Spezies diese Verantwortung zutrauen? Der amerikanische Astrophysiker und Autor Carl Sagan sprach warnend von der „technologischen Adoleszenz“, in der sich die

Menschheit befinde: Sie könne wie ein Halbstarker vor Kraft kaum laufen, verhalte sich aber eher destruktiv und kindisch als vernünftig und erwachsen. Leider könnten wir Halbstarken dabei viel, wenn nicht alles zerstören. Und es geht am Ziel vorbei, wenn sich ein „Weltraum-Unternehmer“ als Erlöser inszeniert, der Kolonisten auf den Mars führen werde, um mit einem revolutionären Geniestreich das Überleben der Menschheit sicherzustellen.

Dieses Gefühl beschleicht auch **Laurie Winkless** (siehe Interview auf S. 43). Die Physikerin und Wissenschaftsautorin, die sich in ihrem Buch „Science and the City“ mit einer lebenswerten Zukunft unserer Städte befasst, ist auf Egotrips von Tech-Gurus nicht gut zu sprechen: „Es macht mich so wütend. Da haben wir die Gelegenheit, eine zukunftsfähige Infrastruktur für alle zu schaffen, und dann machen sich Milliardäre Gedanken über führerlose Autos.“

Zeit scheint die Ressource zu sein, über die wir Menschen auf der Erde am allerwenigsten verfügen. Doch zum Glück können wir – mit einem klugen Herangehen an Technologie – Zeit gewinnen, statt sie zu verspielen. Und diese dann nutzen, um mit

WIR BRÄUCHTEN WIEDER EIN BEWUSSTSEIN FÜR DIE GANZ LANGEN ENTWICKLUNGSLINIEN.



Geologische Urgewalt: Auf Island wird das Tempo der Erdgeschichte messbar. Um 7 mm im Jahr driftet die Silfra-Spalte zwischen den Erdplatten von Amerika und Europa auseinander.

unserem stets ruhelosen Erfindungsgeist den Dingen geduldig auf den Grund zu gehen, anstatt ihn in einem Feuerwerk unausgegorener und effektverliebter Spielereien verpuffen zu lassen. Ob Klimawandel, Trinkwassermangel, Müllteppiche im Ozean oder Energiekrisen: Wir können die scheinbar so uferlosen Probleme der Menschheit lösen – wenn wir uns der Vorräte aus den Gebirgen an Zeit bedienen, die sich nicht nur hinter, sondern vor allem noch vor uns auf türmen. Wie das geht, lässt sich etwa von besagten Geologen lernen, die ein Gespür dafür entwickelt haben, die Kapitel der unermesslich langen Geschichte unserer Welt aus den Verwerfungen von Gesteinsschichten herauszulesen. So wie die Amerikanerin **Marcia Bjornerud** (siehe Kasten auf S. 11).

In ihrem 2018 erschienenen Buch „Timefulness“ empfiehlt sie Konzernen, Politikern und Planern, „zu denken wie ein Berg“: Wir bräuchten wieder ein Bewusstsein für die ganz langen Entwicklungslinien – wie sie nicht nur die Steine verkörpern, sondern auch Naturvölker, die sich mit ihrer Ahnenkette und den Kindern der Zukunft verbunden fühlen. Wer denkt wie ein Berg, wird auch für kommende Generationen mitplanen und Sinn und Zweck einer technischen Innovation daran messen, ob sie in diesem Sinne

UM MIT GLOBALEN BEDROHUNGEN FERTIGZUWERDEN, BRAUCHEN WIR NICHT WENIGER, SONDERN MEHR TECHNOLOGIE.

AM ANFANG WAR DAS CHAOTIKUM

Die Anfänge der Erde liegen rund 4.600 Millionen Jahre zurück. Wie der Planet sich seither entwickelte, haben Geologen anhand von Gesteinsschichten erforscht und mit Hilfe von verschiedenen zeitlichen Einheiten und Untereinheiten systematisiert. Diese kleine Erdgeschichte in Wort und Bild macht deutlich: In geochronologischen Zeiträumen gesprochen existiert der Mensch erst seit einem Wimpernschlag.

Die Anfänge der Erde werden **Hadaikum** genannt, nach Hades, dem griechischen Gott der Unterwelt. Der allererste Abschnitt, die Zusammenballung des noch glutflüssigen Globus vor rund 4,6 Milliarden Jahren, heißt vielsagend **Chaotikum 1**. Im nächsten „Äon“ (Erdzeitalter), dem **Archaikum 2**, verfestigten sich die ersten Gesteine und möglicherweise der erste Urkontinent. Was der Atmosphäre noch fehlte, war Sauerstoff, doch erste zur Photosynthese fähige Lebewesen im Ur-Ozean gaben ihn schon an das Wasser ab. Im **Proterozoikum 3** (Erdfrühzeit) vor ca. 2,5 Milliarden Jahren erhöhte sich der atmo-

sphärische Sauerstoffgehalt allmählich. Bevor das Leben das Land erobern konnte, musste sich eine Ozonschicht zum Schutz vor schädlicher UV-Strahlung bilden. Im **Kambrium 4** vor gut 500 Millionen Jahren schoss unter günstigen Klimabedingungen die Zahl der Pflanzen- und Tierarten in die Höhe. Die Stars dieser Periode waren die gliederfüßigen Trilobiten. Die Zeit der Dinosaurier folgte im **Erdmittelalter** (Mesozoikum) **5**. Zwischen dem ersten Drittel des **Trias** vor 235 Millionen und dem Ende der **Kreidezeit 6**

vor 66 Millionen Jahren dominierten die Dinosaurier den Planeten. Erst ein verheerender Asteroideneinschlag sorgte für ihren plötzlichen Exitus – bis auf die Flugechsen, die sich zu Vögeln entwickelten. Die Ära seit diesem Massensterben heißt **Erdneuzeit** (Känozoikum) **7**. Die großen Gebirge unserer Zeit, wie die Alpen und der Himalaya, falteten sich in dieser Epoche auf, die Säugetiere begannen ihren Siegeszug. Innerhalb der **Erdneuzeit** bezeichnet der jüngste Zeitabschnitt **Quartär 8** eine rund 2,6 Millionen Jahre lange

Kaltzeit, in die gegen Ende die Entstehung des Menschen fällt. Die letzten 11.700 Jahre dieser Periode, abgegrenzt durch eine relative Erwärmung am Ende des **Pleistozän**, sind der weitaus kürzeste Abschnitt: das Nacheiszeitalter oder **Holozän 9**. Seit der Planet und das Leben auf ihm entscheidend durch den Menschen beeinflusst werden, sprechen immer mehr Geologen von einem neuen Zeitalter, dem **Anthropozän**. Sein Beginn könnte 2021 von der International Commission on Stratigraphy offiziell beschlossen und datiert werden.



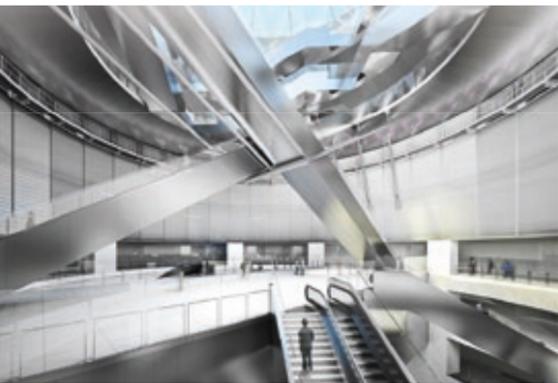
nachhaltig ist. In Bjorneruds Augen wäre es vernünftig, eine Art „Ministerium für Zukunft“ einzurichten, das den Interessen der noch nicht Geborenen Nachdruck verleiht.

Das sieht die Geologin ganz ähnlich wie ein anderer namhafter Autor, **Martin Rees**. Kein Zufall: Auch in seiner Wissenschaft geht es schließlich um unermessliche Distanzen in Zeit und Raum. Der Brite Rees ist Astrophysiker (siehe Kasten rechts) und trägt den stolzen Titel des „Astronom Royal“, eines Fachberaters des Königshauses. An kosmischen Dimensionen geschult, plädiert auch er gegen die Hast unserer Herangehensweise an viele existenzielle Fragen. Angesichts unserer heutigen Schwierigkeiten, auch nur zehn Jahre voranzuplanen, bewunderte der Wissenschaftler in einem FAZ-Interview, „dass Menschen im Mittelalter Kathedralen gebaut haben, deren Fertigstellung hundert Jahre und länger gedauert hat“. Und die heute noch stehen.

Wie Bjornerud befürchtet aber auch Rees in seinem ebenfalls 2018 erschienenen Buch „On the Future“, dass häufig weder Politiker noch Konzerne so viel Geduld aufbringen wollen. Denn mit Prämien oder Posten wird auf den Führungsetagen oft ein Denken in Quartalszeiträumen beziehungsweise Wahlperioden belohnt. Alle darüber hinausreichenden Erfordernisse blendet solch ein hektischer Planungshorizont aus. **Das Ergebnis: kurzatmiger „Fortschritt“ – echte Evolution sieht anders aus.**

HOCH- UND TIEFBAUEBENEN WERDEN NICHT MEHR UNTERSCHIEDLICH ERLEBT, SONDERN VERSCHMELZEN ZU EINER EINZIGEN „SUBSTANZ“.

Dominique Perrault, Architekt



Städten eine weitere Dimension hinzufügen: Gebäude wie die Station Villejuif Institut Gustave Roussy in Paris lösen die Grenze zwischen „oben“ und „unten“ auf. Das Bauwerk soll 2023 fertiggestellt sein.



ZUR PERSON: MARTIN REES

Der Astronom Martin Rees, Jahrgang 1942, war von 2004 bis 2012 Master des Trinity College sowie Professor für Kosmologie und Astrophysik an der Universität von Cambridge, Großbritannien. Seit 1995 trägt er den Titel „Astronom Royal“ (Königlicher Astronom). Der vielfach preisgekrönte Wissenschaftler hat bedeutende Beiträge zum Ursprung der kosmischen Hintergrundstrahlung, über Galaxienhaufen und über die Entstehung von Galaxien geleistet. Als Astronom befasst sich Rees zwangsläufig mit unermesslich langen Zeiträumen und Distanzen sowie mit der Zerbrechlichkeit des winzigen Punktes, den die Erde im kosmischen Maßstab darstellt. Diese Relationen prägten seine Wissenschaftsphilosophie: „Wir müssen global, rational und langfristig denken – unterstützt durch die Technologien des 21. Jahrhunderts, aber orientiert an Werten, die Wissenschaft allein nicht liefern kann.“ Rees widerspricht damit einer generellen Skepsis gegenüber technologischem Fortschritt. Sein neues Buch „On the Future“ ist 2018 bei Princeton University Press erschienen.

ON THE FUTURE

- › **Gebundene Ausgabe:** 272 Seiten
- › **Verlag:** Princeton University Press, 2018
- › **Sprache:** Englisch
- › **ISBN:** 978-0691180441



ZUR PERSON: MARCIA BJORNERUD

Marcia Bjornerud, Jahrgang 1962, ist Professorin für Geologie und Umweltwissenschaften an der Lawrence University im US-Bundesstaat Wisconsin. Die Wissenschaftlerin befasst sich schwerpunktmäßig mit struktureller Geologie, Tektonik, Gesteinsmechanik und Erdgeschichte. Die Dimension Zeit hat Bjornerud schon als Schülerin fasziniert: An einem eiskalten Wintertag entdeckte sie im Wald einen Rotkardinal, der auch beim Näherkommen unbeweglich auf seinem Zweig hocken blieb. In der Kälte war der Vogel dort verendet und festgefroren. „Es war, als ob die Zeit im Wald angehalten hätte“, erinnert sich Bjornerud, „und mir erlaubte, Dinge zu sehen, die normalerweise nichts als verschwommene Bewegung geblieben wären.“ Später, im Studium, begann die Geologin die Geschichten zu dechiffrieren, die Gesteinsschichten über unvorstellbar lange Zeiträume erzählen. Der Titel ihres neuesten Buches „Timefulness“ (Princeton University Press, 2018) ist eine Wortschöpfung: Sie soll unsere Achtsamkeit für die Fülle an Zeit, die hinter uns und vor allem noch vor uns als Spezies liegt, erhöhen.

TIMEFULNESS

- › **Gebundene Ausgabe:** 224 Seiten
- › **Verlag:** Princeton University Press, 2018
- › **Sprache:** Englisch
- › **ISBN:** 978-0691181202



Rees ist indes alles andere als ein Fortschrittsgegner: Dass Armut und Elend weltweit trotz explodierender Weltbevölkerung zurückgegangen seien, schreibt er, „wäre ohne Wissenschaft und Technologie nicht möglich gewesen“. Seine Schlussfolgerung: Um mit globalen Bedrohungen fertigzuwerden, brauchen wir nicht weniger, sondern mehr Technologie – „aber geleitet von sozial verantwortlicher Wissenschaft und Ethik“.

Welche Lösungen aber kann solch ein nachhaltiges Entwicklungsdenken, mit Achtsamkeit für kommende Zeiten und vorausschauendem Einsatz von Technologie, in der Praxis hervorbringen? Nun, es kann zum Beispiel unseren von Klimaerwärmung und Platzmangel bedrohten Städten eine weitere Dimension hinzufügen. Der französische Architekt und Stadtplaner **Dominique Perrault** (siehe S. 41) nennt diese Dimension „Groundscapes“: ein bislang vernachlässigtes Raum-Potenzial, das im Untergrund der Metropolen schlummert. Unter der Erde ist dem Architekten zufolge nicht nur Platz für funktionale Zweckbauten wie Tiefgaragen oder Heizungszentralen. Vielmehr können dort Lebenswelten mit großer sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit entstehen. Daher geht Perrault in eng bebauten Städten, wo immer es geht, baulich in die Tiefe, statt kostbaren oberirdischen Raum zu verbrauchen.

Einer dieser Tiefbauten ist der Nahverkehrsbahnhof Villejuif Institut Gustave Roussy in Paris (siehe S. 39). Bis zu 50 Meter unter die Erde verlegt Perrault dort Einkaufsebenen, Bahnsteige und Flanierbereiche. Dank ausgeklügelter Lenkung des Tageslichts unterscheidet sich das Aufenthaltserlebnis kaum von oberirdischen Gebäuden. Die sich auflösende Grenze zwischen ober- und unterirdischem Leben ist für Perrault das Grundprinzip der Zukunftsstadt: „Man wird sich innerhalb von Strukturen bewegen, die aus mehreren Ebenen bestehen. Dabei wird es stets natürliches Licht geben, natürliche Belüftung und natürliche Bewegung.“ Die Hoch- und Tiefbauebenen solcher Städte werden nicht mehr unterschiedlich erlebt, sondern verschmelzen zu einer einzigen „Substanz“, wie Perrault es nennt. In seinem Buch „Groundscapes“ beschreibt er seine Vision von einer Stadt, die sowohl ober- als auch unterirdisch mit Leben erfüllt ist: Der oberirdische Lebensraum dehnt sich konsequent unter die Erde aus und erweitert damit das natürliche Habitat der Stadtbewohner – ohne Grenze zwischen oben und unten. Ein Konzept, das nicht nur wertvollen innerstädtischen Raum freilegen, sondern den ökonomischen Blick auf Infrastrukturprojekte verändern werde. „Investitionen in unter- und überirdische Bauwerke lassen sich in diesem Fall nicht mehr voneinander trennen, was zu völlig neuen Wirtschaftlichkeitsberechnungen führen wird.“

Mit dem Bahnhof Villejuif Institut Gustave Roussy setzt der Architekt, der weltweit für seinen Tiefgang renommiert ist, ein weiteres bauliches Zeichen: **Wenn wir auch in den Megastädten des 21. und 22. Jahrhunderts noch Platz finden wollen, setzen wir besser Technologie und Phantasie in Bewegung.** Das zukunftsorientierte „Denken wie ein Berg“ funktioniert schließlich überall dort besonders gut, wo Fels und Gestein von der langen Geschichte der Erde erzählen – ob in einem alten norwegischen Bergwerk oder unter den Straßen von Paris.