



Ein warmer Ozean unter kilometerdickem Eis: Ganymed, der größte Mond des Jupiter

Planeten? – Sind doch öde

Mars, Saturn und Jupiter sind tot. Höchste Zeit, auf ihren Monden nach Spuren von Leben zu suchen **VON JOHANNES MITTERER**

In einem kleinen Sonnensystem am Rande der Milchstraße sucht der Mensch nach Leben außerhalb seiner irdischen Heimat. Acht Planeten (plus Zwergplanet Pluto) kreisen hier um die Sonne, und trotz ausgiebiger Forschung hat sich noch keiner davon als lebenswertes Habitat aufgedrängt. Mars: kaum Wasser. Merkur: keine Atmosphäre. Venus: fast 450 Grad Celsius heiß. Saturn und Jupiter: unwirtliche Gasriesen. Kein Einzeller könnte es sich dort gemütlich machen. »Die NASA gibt seit Jahrzehnten Milliarden von Dollar aus, um die Planeten in unserem Sonnensystem zu studieren«, sagt René Heller, Astrophysiker am Origins Institute der McMaster University in Ontario. »Aber der Mars ist und bleibt tot, das zeigt jede neue Rover-Landung.«

Doch die Planeten werden von insgesamt weit über hundert Monden umkreist, die studiert werden könnten. »Die Monde waren bisher wissenschaftlich extrem unterbeleuchtet«, sagt Heller. »Jetzt nehmen Forscher sie bei der Suche nach extraterrestrischen Lebensformen endlich in den Fokus.« In der vergangenen Woche schaffte es der Saturnmond Enceladus in die Schlagzeilen; auf ihm waren warme Ozeane entdeckt worden. Nun haben Wissenschaftler auch auf dem Jupitermond Ganymed Hinweise auf ein Meer aus Salzwasser gefunden.

Unter der Eiskruste Ganymeds könnte sich ein rund hundert Kilometer tiefer Ozean befinden, zehnmal so tief wie die Meere der Erde. Darauf deuten Untersuchungen mithilfe des Weltraumteleskops Hubble hin. Es hat das Magnetfeld des Mondes ins Visier genommen, das anhand von Polarlichtern gut sichtbar ist. Unter dem Einfluss des Jupiters flackerte es merklich – aber nicht so stark, wie man erwarten würde. Die Ursache dafür

könnte ein enormer Salzwasserozean sein, der ein induziertes Magnetfeld bildet, das diese Schwankungen dämpft. »Das ist eine plausible Erklärung, die bisherige Vermutungen stützt, aber noch von anderen Forschungsgruppen bestätigt werden muss«, sagt Heller. »Ein tiefer Ozean auf Ganymed eröffnet neue, aufregende Möglichkeiten für ein Leben außerhalb der Erde«, sagt NASA-Forscher John Grunsfeld.

Der Saturnmond Enceladus ist womöglich sogar noch eine bessere Wette. Die Raumsonde Cassini hatte Siliziumdioxidpartikel aufgefangen, die nach Auffassung der Wissenschaftler durch hydrothermale Aktivitäten entstanden sein könnten – also durch Reaktionen von Wasser mit Gestein in großer Tiefe und bei Temperaturen von mindestens 90 Grad Celsius. Das Mondmeer muss also heiß sein und tief, an seinem Grund muss Gestein ruhen. So könnten sich auch Nährstoffe im Wasser lösen. Der Grund der Ganymed-Meere dagegen besteht wahrscheinlich aus Eis.

Flüssiges Wasser und ein Vorrat von Nährstoffen sind zwei der Grundvoraussetzungen für Leben, wie wir es kennen. Außerdem braucht es eine stabile Energiequelle. Neben Ganymed und Enceladus gibt es noch zwei weitere Kandidaten, die diese Bedingungen zu erfüllen scheinen: den Saturnmond Titan und den Jupitermond Europa. Kein Planet unseres Sonnensystems kann da mithalten.

Monde haben einen großen Vorteil: Neben der Sonne dient ihnen ihr Mutterplanet als zweite externe Energiequelle. Er strahlt die Energie der

Sonne auf die Monde ab, zudem kann er sie direkt mit seiner eigenen Energie oder gar indirekt beheizen: Enceladus, Europa und Ganymed bewegen sich ellipsenförmig um ihre Mutterplaneten, dabei knetet die schwankende Gravitation die Monde durch. Es entsteht Gezeitenreibung, die das Innere der Monde erhitzt und ganze Ozeane unter dicken Eisschichten warm hält – ein natürliches Heizkraftwerk, betrieben durch Schwerkraft. Das Problem: Die Eisschicht an der Oberfläche kann trotzdem Milliarden Jahre überdauern. »Die Monde wirken schon ziemlich befremdlich«, sagt Heller. »Ihre Meere unter dem Eis sind zwar näher an den Bedingungen der Erde, trotzdem wären sie eine ganz andere Art von Heimstatt.«

Nur acht Planeten zählt das Sonnensystem, dafür aber mehr als Hundert Monde – und diese Trabanten sind auch viel interessanter

Spannend sind die Monde allemal, und sie eröffnen neue Perspektiven für die Suche nach Leben jenseits unseres kleinen Sonnensystems. Das Kepler-Teleskop hat bereits Tausende Exoplaneten entdeckt, also Planeten außerhalb des Sonnensystems. René Heller hat be-

rechnet, dass um die größten dieser Planeten Hybridhimmelskörper kreisen könnten, sozusagen Monde mit planetarer Qualität. Sie könnten zehnmal so viel Masse haben wie Ganymed und damit etwa doppelt so viel wie der Mars. »Solche Himmelskörper könnte es dort in großer Vielfalt geben«, sagt Heller. Ein neuer Satellit, genannt Plato, soll sich im Jahr 2024 auf die Reise machen, er könnte solche Riesenmonde mühselos entdecken. Wer weiß, vielleicht finden sich dort sogar Bedingungen für Leben, die denen auf der Erde überlegen sind.

Fortsetzung von S. 35

Soll man ihm glauben?

dosieren kann. Sie habe »mehr Computerpower als die ersten Mondfähren«, sagt Robb Fraley. Künftig will Monsanto Empfehlungen auf den Quadratmeter genau anbieten, für jedes kleine Feldstück, gekoppelt mit Details zu Sorten, Böden und laufend aktualisierten Wetterdaten. Das ist der neue Hype im Agrobusiness.

Die Manager in St. Louis kauften deshalb Ende 2013 die Climate Corporation, ein Start-up von Ex-Google-Mitarbeitern, für immerhin 930 Millionen Dollar. Die Firma hatte Milliarden von Bodendaten gesammelt und umfänglichen Klima- und Wettersimulationen zugeordnet. Sie bilden die Basis für das Beratungspaket »Climate Pro«, das angeblich bereits auf rund 400 000 Hektar getestet wird – zum Einführungspreis von rund sechs Euro pro Hektar und Jahr. Einen Farmer, der seine Anbauprotokolle zur Verfügung stellt, versorgt ein Team von Agronomen mit individuellen »Entscheidungshilfen«. Schon morgens kann er vom Bett aus per Bildschirm die Lage auf seinem Acker checken – so jedenfalls malt es ein Werbevideo aus. Und später warnt vielleicht sein Handy: Achtung, unten am Bach fehlt dem jungen Mais Stickstoff! Man werde sogar berechnen, schwärmt Robb Fraley, wie viel mehr Körner von welcher Sorte in einer feuchten Senke im Vergleich zur zugigen Anhöhe gesät werden sollten. Um neue Technik zum Aussäen zu entwickeln, hat sich Monsanto 2012 die Landmaschinenfirma Precision Planting einverleibt. Digital soll sich die Ernte um sieben Prozent steigern lassen.

Ein wenig seltsam kommt dem Laien die virtuelle Bestellung der analogen Scholle schon vor. Relief und Bodenbeschaffenheit seiner Felder kennt ein guter Landwirt doch! »Schon«, gesteht Fraley zu. »Aber wir analysieren allein 50 oder 60 einzelne Bodenparameter – vom Grad der Feuchtigkeit über die Dichte der organischen Materie bis zur Steigung des Hangs und der früheren Anbaugeschichte.« Die Kompetenz, das alles zu archivieren und zu bewerten, habe ein Bauer eben nicht.

Was der allerdings hat, sind Befürchtungen: Wird mein Wissen entwertet – gar missbraucht? Selbst das American Farm Bureau, das dem Agrobusiness nahesteht, warnt vor einer »Schönen Neuen Welt«, sollten Konzerne wie Monsanto immer tiefere Einblicke in die Praktiken des einzelnen Farmers erlangen. Wer sonst kommt noch an die Ackerdaten: konkurrierende Landwirte, Versicherungsgesellschaften? Staubt Monsanto womöglich selbst die Ideen seiner Kunden ab? Und macht auf dem Handy Dauerwerbung für seine Produkte, ähnlich wie Amazon und Google? Fraley winkt ab: »Die Informationen gehören dem Landwirt, keine Frage.« Ein Datenschutzabkommen mit den Bauernverbänden sei längst ausgehandelt.

Ob die Farmer ihm auch Glauben schenken? Dave Friedberg, der CEO der Climate Corporation, hatte für die Kooperation mit dem übel beleumundeten Konzern wortreich werben müs-

sen. Seinen Mitarbeitern schrieb er: »Einige von euch sind bestimmt von Freunden oder Familienmitgliedern angegriffen worden, weil wir uns mit Monsanto zusammmentum« – und griff in seiner Rechtfertigung zum ganz großen Pathos: Von Galileo über Servetus und Mendel bis Einstein habe »revolutionäre Wissenschaft schon immer massenhaft hasserfüllte Bauchgefühle entflammt«.

Gigant unter Druck – Dass derlei Motivation nötig ist, zeigt freilich vor allem: Die Risiken der industriellen Nahrungsmittelproduktion werden

Selbst Stammkunden von Monsanto beginnen zu murren. In der Kritik steht vor allem der Wirkstoff Glyphosat, der in Monsanto Unkrautvernichtungsmittel Round up Ready und ähnlichen Produkten anderer Firmen enthalten ist. Einige Mais- und Sojasorten wurden gentechnisch so verändert, dass sie dem hochwirksamen Herbizid standhalten. Viele Farmer sind immer noch angegan von diesem Doppelpack, weil es Zeit sparen soll, Arbeitskräfte, Sprit und Gift.

Doch in immer mehr Staaten, auf immer mehr Flächen haben sich Resistenzen gegen das ver-

gesichts des steigenden Drucks muss langfristig etwas Neues her. Also gingen sie ein weiteres Mal zum Know-how-Shopping.

Helfer im Untergrund – 2013 erwarben sie kalifornische Labore und die Mikrobensammlung der Firma Agradis. Diese erforscht biologische Hilfs-substanzen für die Landwirtschaft. Gegründet wurde sie vom PR-Meister der Genomforschung, Craig Venter, mit dessen Firma Synthetic Genomics Monsanto ebenfalls kooperiert. 2014 besiegelte Monsanto dann eine Allianz mit Novozymes in

größeren Vertrieb und vielfältige Feldversuche bieten. Robb Fraley ist überzeugt davon, »dass wir bestimmt viele Mikroorganismen entdecken, mit denen wir unser Saatgut ummanteln und gegen Insekten und Krankheiten schützen können«. Auch chemischer Dünger könne eingespart werden, indem man den Boden mit nützlichen Bakterien gezielt anreichere. »Ganz natürlich, wie wenn wir probiotischen Joghurt essen.«

Bei den »Biologicals« war Monsanto spät dran, sie werden von allen großen Agrarkonzernen und vielen kleinen Firmen erforscht. Im ökologischen Landbau setzt man Biopräparate schon lange ein. Und davon lässt sich ausgerechnet Monsanto inspirieren: Sollten Nachhaltigkeitsfans da nicht triumphieren?

Wird Monsanto wirklich nachhaltig? – Das zu behaupten wäre voreilig. Noch ist alles in der Entwicklung, die Entdeckung der Ökologie kein Mentalitätswandel, sondern zusätzliches Standbein. Biologicals sollen chemische Pestizide eher ergänzen als ersetzen. Transgene Mikroorganismen seien nicht dabei, sagt Robb Fraley, will sie aber auch für die Zukunft nicht ausschließen. Deren Freisetzung im sensiblen Lebensraum Ackerboden würde Umweltschützern wohl arg missfallen. Zudem spekuliert Monsanto naturgemäß auch bei den neuen Ansätzen auf noch mehr Marktmacht. Auch in jüngerer Zeit kaufte der Konzern Saatgut-unternehmen auf, was nicht nur die Vielfalt der Anbieter bedroht, sondern auch jene der Pflanzen. Und Präzisionslandwirtschaft? Sie hat das Potenzial, Ressourcen zu sparen. Datendienste können selbst Kleinbauern Chancen bieten. Doch das alles könne auch als Rationalisierungstechnologie das Höfesterben weiter beschleunigen, fürchten amerikanische Agrarökonom. Wie überall in der Welt könnte »mehr mit weniger« auch in den USA heißen: mehr Ertrag mit weniger Bauern. Und Konzentration geht oft mit Monotonie einher.

Viele ökologische Probleme im Getreidegürtel ließen sich einfacher und wirkungsvoller mit einem breiteren Fruchtwechsel lösen. Doch in der Marktfalle zwischen Mais- oder Sojasilos und Ethanolabriken wissen die Farmer oft nicht, wie sie andere Ackerfrüchte verkaufen sollten. Monsanto Nachhaltigkeitskonzepte sind so gestrickt, dass sie dieses System nicht ändern. Keine Kreisläufe, keine neue Vielfalt. Besser schon. Aber gut?

Die Frage stehe zur Debatte, meint die *Bloomberg Businessweek*, »ob dieselben Unternehmen, die das Ernährungssystem von heute geschaffen haben, auch das von morgen schaffen können«. Dabei geht es ja nicht nur darum, wie zu produzieren, sondern auch darum, Anbausysteme zu finden, die langfristig tragbar sind.

Jahrzehntlang ist Monsanto mit dem Raubbau in der Landwirtschaft gewachsen. Nun will der Konzern auch am Kampf dagegen verdienen.

Von »Monsantox« bis »Monsatan«

Weltweit ist der US-Konzern zum Symbol für Gentechnik und die Herrschaft über das Saatgut geworden – damit treibt er Bauern und Bürger auf die Straße

auch in den USA nicht mehr fraglos geschluckt. Hollywood-Star Susan Sarandon prangert die Gentechnik an. Die populäre *Larry King Show* macht sie zum Debattenhema. Die Restaurantkette Chipotle mustert GVO-Rohstoffe aus. In Hawaii setzten die Bürger ein Anbauverbot durch. 26 Bundesstaaten erwägen eine GVO-Kennzeichnungspflicht, vier Volksbegehren scheiterten trotz millionenschwerer Gegenkampagnen der Konzerne meist nur mit ein, zwei Prozent. Auch im Herzland von *king corn* und *queen soya*, zwischen Nebraska und Illinois, wächst die Skepsis, weil sich die ökologischen Langzeitfolgen der gigantischen Monokulturen immer deutlicher zeigen. Kommunen klagen über zu viel Nitrat im Trinkwasser, bis zum Golf von Mexiko werden die Algen gedüngt.

meintliche Wundermittel entwickelt. Gerade weil Glyphosat so breit und flächendeckend eingesetzt wurde, müssen Bauern wieder öfter spritzen, nun zum Teil mit hochgiftigen Präparaten. Viele kaufen dann doch lieber konventionelles Saatgut, manche lassen sogar wieder per Hand jäten.

Der US-Regierung gegenüber hat Monsanto solche Effekte heruntergespielt: Es sei »zu erwarten, dass die Entstehung von Resistenzen nur ein sehr seltenes Ereignis sein wird«. Heute schiebt Robb Fraley die Verantwortung für die Misere den Landwirten in die Schuhe: Die hätten Sorten und Agrargifte öfter wechseln müssen – »so ist halt die Natur«. An ihren GVOs halten die Manager in St. Louis trotzdem fest. Offensiv drängen sie auch auf asiatische und afrikanische Märkte. Doch an-

Dänemark. Das Unternehmen wurde lange von einem WWF-Vorsitzenden geleitet und gilt weltweit als führend bei der biotechnologischen Erkundung von Bakterien, Pilzen und anderen Mikroorganismen sowie der Herstellung von Enzymen. Die Dänen machen Waschmittel effizienter, sie arbeiten für die Biospritgewinnung und viele andere Industrien. Doch zunehmend widmen sie sich auch Mikroorganismen, die Insekten verschrecken, Pflanzen stärken oder ihnen dabei helfen, Phosphat und Stickstoff aufzunehmen. Das sei »ein zentrales Wachstumsthema« für die Landwirtschaft, loben Bankanalysten.

Die Arbeitsteilung in der »BioAg Alliance«: Novozymes analysiert, optimiert und fermentiert nützliche Organismen – Monsanto kann einen viel

Foto: Rodrigo E. Marin/Nippon News/Corbis, Adriana Abilio/Olapia, Sergio Leyva/Sigale/Demotix/Corbis, Heinrich/Coro, dpa, Haytham Pictures/Studio X, Reuters, Kate Muncson/Reuters/Corbis, action press (im Uhrzeigersinn); ZEIT-Grafik