

WISSEN

Kampf um Tikal

Gewalt oder friedlicher Wandel?
Was geschah um 300 n. Chr. in der
berühmten Maya-Stadt ▶ Seite 34

PLASTIKMÜLL

Mit drastischen Worten zum Erfolg

VON HANNO CHARISIUS

Wissenschaftler sprechen manchmal ziemlich kompliziert. Dies und das müsse berücksichtigt, jenes in Betracht gezogen werden und überhaupt gelte ihre Aussage nur unter ganz bestimmten Bedingungen. Meist sind Forscherinnen und Forscher allerdings vollkommen zu Recht zurückhaltend, wenn es um die Interpretation von Daten oder Beobachtungen geht. Vieles ist noch ungewiss, vieles wird gerade erforscht. Solange also viele Fragen offen sind, ist es nur richtig, sich nicht zu früh festzulegen.

Umso mehr fällt auf, wenn sich Forscher zusammenschließen und in unmissverständlichen Worten vortragen, was jetzt getan werden muss. So wie es angesichts der fortschreitenden Klimakrise inzwischen regelmäßig geschieht. Auch zur Coronakrise veröffentlichten Expertinnen und Experten seit Tagen klare Botschaften. Und nun, Mitte der Woche, fanden die Europäischen Akademien der Wissenschaft (Easac) eine ungewöhnlich deutliche Stimme, um der Plastikkrise den Kampf anzusagen.

Würden die Forderungen umgesetzt, stiegen die Preise für viele Produkte

Am Mittwoch veröffentlichte das Gremium einen Maßnahmenkatalog gegen die zunehmende Vermüllung des Planeten. Darin zu lesen sind sieben zum Teil radikale Forderungen. Dazu zählen zum Beispiel das Verbot von Müllexporten, Deponieverbote für Plastik (gibt es zwar in Deutschland, aber nicht in allen EU-Ländern), sowie bindende Vorgaben für das Verpackungsdesign. Letzteres soll sicherstellen, dass Plastikmüll recycelt, also materiell wiederverwertet wird. Dies ist nicht zu verwechseln mit dem „thermischen Recycling“, wie die Müllverbrennung manchmal genannt wird.

Die Liste der Forderungen geht noch weiter: Die Hersteller sollen für den Umweltschaden aufkommen, den ihre Produkte verursachen. Das könnte zu Preissteigerungen führen. Und Geld ist bekanntlich noch immer das beste Instrument, um das Verhalten der Menschen zu steuern. Am Schluss ihres Katalogs fordern die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine gesetzliche Quote für Recyclingkunststoff in neuen Produkten. Diese aber würde die Industrie vor riesige Probleme stellen, denn Beimischungen wirken sich auf die Produkteigenschaften aus. Prozesse werden schwieriger, Materialien teurer.

Und doch ist es gut, dass der Zusammenschluss der Europäischen Wissenschaftsakademien so drastische Forderungen formuliert. Und ja, würden die Forderungen umgesetzt, würden die Preise für viele Produkte steigen. Aber wie soll sich sonst etwas ändern? Durch freiwillige Verpflichtungen? Jetzt ist klar, was getan werden muss. Und daran kann man politisches Handeln messen – und niemand mehr behaupten, er hätte von nichts gewusst.



Hanno Charisius würde gerne auf alle Plastikverpackungen verzichten. Das ist gar nicht so einfach.

Mini-Dino

Nur 14 Millimeter lang ist der Kopf eines der kleinsten Dinosaurier, der je gefunden wurde. Vor geschätzten hundert Millionen Jahren wurde das Wesen in Bernstein eingeschlossen. Nun entdeckten es Forscher in Myanmar, berichtet das Fachmagazin *Nature*. Er ist ungefähr so groß wie die Bienelefe, der kleinste lebende Vogel, eine knapp zwei Gramm schwere Kolibri-Art.



FOTO: XING LIDA/AFP

Oculudentavis khaungraae oder „Auge-Zahn-Vogel“ zeichnet sich durch einen ausgeprägten Schnabel aus. Dieser ist ein deutlicher Hinweis, dass er zu jener Gruppe von Dinosauriern gehört, aus denen sich die modernen Vögel entwickelten. Ober- und Unterkiefer sind mit außergewöhnlich vielen scharfen Zähnen besetzt. Vermutlich ernährte er sich von Insekten und anderen kleinen, wirbellosen Tieren.

Elektronen des Friedens

Nahe Jordaniens Hauptstadt Amman betreibt ein internationales Forschungsteam einen Teilchenbeschleuniger. Es geht um hochkarätige Wissenschaft – und den Versuch, aus Feinden Freunde zu machen

VON AGNES FAZEKAS

Bekommt ein italienischer Atomphysiker eine Mail mit dem Betreff „Katastrophe“, und zwar kurz bevor er seinen neuen Job in Nahost antreten soll. Kein Witz. Als Giorgio Paolucci die Mail öffnete, saß er gerade mit seiner Frau beim Abendessen. Er zeigte ihr das Foto einer Halle in der jordanischen Wüste. Das Dach war unter einem heftigen Schneefall kollabiert. Darunter lag sein neuer Arbeitsplatz: der erste Teilchenbeschleuniger im Nahen Osten.

Das war 2013. Zehn Jahre zuvor war im Dorf Allan, 35 Kilometer nordwestlich von Jordaniens Hauptstadt Amman, der erste Spaten Erde ausgehoben worden – für ein internationales Projekt, an das damals nicht mehr viele Menschen glaubten. Gerade erhoben sich die Palästinenser erneut gegen Israel, das seinerseits begann, eine Mauer zum Westjordanland hochzuziehen. Die Hoffnung auf Frieden war endgültig verpufft.

Wer heute nach Allan kommt, findet ein ärmliches Dorf mit ein paar winzigen Läden und zahlreichen Moscheen. Und dann ist da noch dieses Brummen, das seit dem Sommer 2017 oft tagelang zu hören ist: die Kühlanlage des Beschleunigers. Für die Physiker ist es ein fröhlicher Sound. Endlich sausen die Elektronen durch den Speicherring!

„Sesame“ steht über dem Portal, das mit den Säulchen an einen griechischen Tempel erinnert: „Synchrotron Light for Experimental Science and Applications in the Middle East“. Es soll der Wissenschaft in der Region Türen öffnen und Erzfeinde an einen gemeinsamen Labortisch zaubern.

Anders als beim bekanntesten Beschleuniger der Welt am Cern in Genf kollidieren die Teilchen in einem Synchrotron nicht, sondern zirkulieren durch ein ringförmiges Vakuum, den Speicherring. Dabei erzeugen sie eine Strahlung, die so stark gebündelt ist, dass sich damit so ziemlich alles durchleuchten lässt. Deshalb nutzen nicht nur Physiker Synchrotronquellen für Experimente, sondern auch Biologen, Chemiker oder Materialforscher.

Jordaniens erlaubt allen Forschern der an dem Projekt beteiligten Mitglieder Zutritt; das sind derzeit Zypern und die Türkei, Iran, Ägypten, Pakistan, Israel – und die palästinensische Autonomiebehörde. Ausgeklügelt und vorangetrieben wurde das alles von Physikern wie dem Israeli Eliezer Rabinovici. Im November 1995 saß er mit arabischen Kollegen in einem Beiduenzelt in Ägypten. Dort beschlossen sie, dass es Zeit sei, der Gesellschaft etwas zurückzugeben. „Als Wissenschaftler habe wir das Privileg, in die Küche der Natur zu gucken“, sagte Rabinovici vor ein paar Jahren bei einem TED-Talk. „Unser Talent ist die Zusammenarbeit, wir können ein Beispiel setzen.“

Auf zwei Dinge einigten sich die Physiker damals: Jede Mitgliedsnation müsse gleichermaßen von Sesame profitieren. Und: Man müsse einen Beschleuniger aufstellen, der mit seinen Pendants in Europa und den USA mithalten kann.

Beinahe 25 Jahre später, im Jahr 2019, steht Giorgio Paolucci in seinem Büro und kämpft mit der Klimaanlage. Der 61-Jährige wurde als wissenschaftlicher Leiter der Anlage angestellt, aber sein eigentliches Metier ist der Kompromiss. Er hält zwei fragile Experimente am Laufen. Zum einen ein wissenschaftliches: Der Speicherring gleicht einem gewaltigen Donut aus Stahl, 130 Meter im Durchmesser, eingefasst von einer drei Meter dicken Betonwand. Auf ihrer Reise geben die Elektronen elektromagnetische Strahlung ab. Um diesen Strahl so präzise, stabil und ausdauernd wie möglich zu halten, müssen

die Magnete rund um den Ring fein abgestimmt sein. Das hat man jetzt so weit unter Kontrolle. Im Moment gibt es zwei Strahlrohre, an denen Licht für Experimente abgezweckt wird.

Das zweite Experiment ist ein soziales: Paolucci muss mit kulturellen Unterschieden, politischen Befindlichkeiten und finanziellen Problemen umgehen. Immer ist das Geld knapp. Meist springen die EU, Deutschland oder Italien ein, oft kommt die Hilfe in Form von Secondhand-Teilen. Immerhin ein Problem ist gelöst: 2018 betrug die Stromrechnung satte 300 000 Dollar im Monat. Inzwischen bezieht Sesame Solarenergie und ist damit der erste von knapp 60 Beschleunigern auf der Welt, der nachhaltig betrieben wird.

Dazu fehlt es in der Region an Personal, das nicht nur das Synchrotron warten, sondern auch den unerfahrenen Gastforschern helfen kann. Selbst beim Verfassen der Forschungsanträge brauchen einige Hilfe. Hundert Ideen sind beim vergangenen Aufruf eingetrudelt, für Untersuchungen zu kulturellem Erbe, Medizin oder Umweltschutz. Viel Arbeit. Und viel Hoffnung.

Herzstück des Rings bildet übrigens eine Westberlinerin. „Bessy 1“, Deutschlands erste Strahlungsquelle, wurde 1999 ausgemustert.

Im Inneren des Speicherrings warnen immer noch Schilder auf Deutsch vor Hochspannung. Freilich verlangte die alte Dame nach einem ordentlichen Upgrade. „Wir müssen schon was bieten, wenn wir gegen den Braindrain in der Region ankämpfen wollen“, sagt Giorgio Paolucci.

Von der Idee, wie am großen Bruder Cern Grundlagenforschung zu betreiben, musste man sich jedoch verabschieden. Ein solcher Ring hätte einige Milliarden statt 36 Millionen Dollar gekostet. Sesame ist auf angewandte Physik ausgelegt. Das entspricht dem Bedarf in der Region. Gleichzeitig verspricht ein interdisziplinärer Forschermix Culture Clash im Labor. Und der ist ausdrücklich erwünscht.

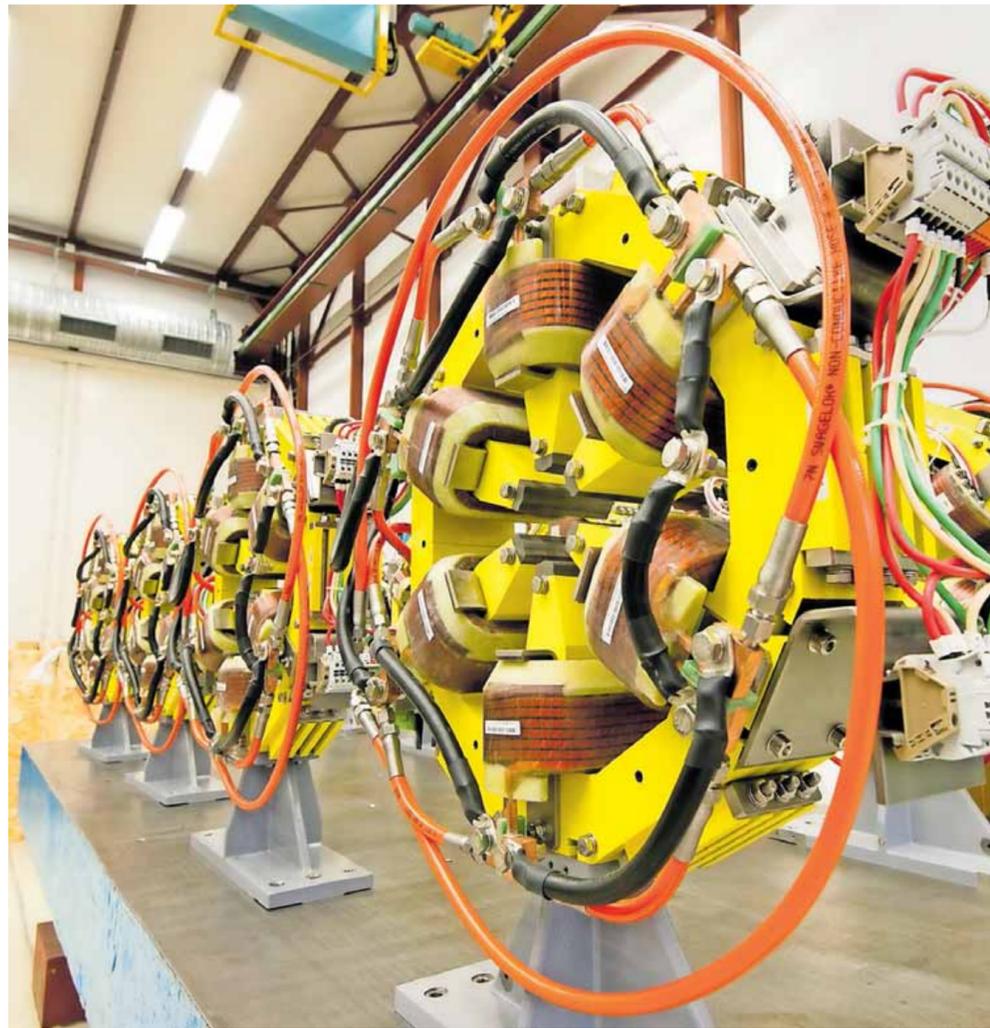
Apropos. Es ist Ramadan, und Paolucci guckt etwas entschuldigend auf den Espresso in seiner Hand, als ein jordanischer Mitarbeiter die Strahlungsmesser bringt, die man sich an den Körper heften muss, wenn man dem Ring nahe kommen möchte.

Die Herrin des Rings heißt Gihan Kamel und trägt Jeans und Kopftuch. Die 43-jährige Ägypterin kannte ihr „Baby“ schon, als es noch in Kartons verpackt war. Jetzt lenkt das Rohr über Spiegel und optische Elemente Infrarotlicht aus dem Ring in ihr Labor.

Das Kästchen mit den Präparaten, das sie verwahrt, könnte zukünftigen Forschern als Zeitkapsel dienen: ein Dinosaurierknochen, dessen Konservierungsmethode überprüft werden soll; bemalter Stuck aus der antiken Stadt Petra, dessen Pigmente analysiert werden wollen; Brustkrebsgewebe aus Pakistan. Für Kamel hat alles den gleichen Wert.

„Unsere Rolle ist es, die Basis für exzellente Wissenschaft zu bieten und damit Forscher anzulocken.“ Viele Leute könnten sich nicht vorstellen, dass man die Politik im Labor beiseiteschieben kann. „Aber auch wenn es draußen knallt, schießen wir hier drin mit dem Strahl auf Präparate.“ Während der Synchrotron die Elektronen schleudert, sitzt die Ägypterin mit den Forschern im spartanischen Kabuff. Natürlich unterhalte man sich nicht nur über das antike Petra oder Krebs. Die Forscher aus Iran hätten irgendwann mit ihr Yoga gemacht zwischen dem Spektrometer und der Formeltafel. Und keine massiere verkrampfte Forschernacken so gut wie die Kollegin aus Zypern.

Kamel ist überzeugt davon, dass dieses Licht, in dem sich die Geheimnisse der



Magnete lenken Elektronen in ihrer Bahn durch den Speicherring (Foto oben). Die ägyptische Physikerin Gihan Kamel arbeitet mit einem Infrarot-Strahlrohr.

FOTOS: SESAME/CERN

Welt offenbaren, auch zwischenmenschliche Grenzen sprengen kann. Nicht nur hinsichtlich Nationalität oder Religion. Zuvor hat sie in Italien geforscht, und das sei schwierig genug gewesen, als Frau und Muslimin. Bei Sesame sieht sie ihre Rolle auch darin, anderen arabischen Wissenschaftlerinnen ein Vorbild zu sein. Präparate von zwei Mitgliedern fehlen allerdings noch in Kamels Kästchen: Israel und dem Westjordanland. Die Nachbarn, die man bei klarem Wetter oben vom Hügel aus sieht und die doch ferner nicht sein könnten.

Für Israelis brauche es schon einen kleinen Vertrauensvorsprung, um nach Jordanien zu reisen und dort auf Forscher aus Iran zu treffen, sagt Roy Beck-Barkai vom Lehrstuhl für Physik und Astronomie an der Uni Tel Aviv. Er gehört seit zehn Jahren zur Delegation von Sesame und wirbt bei seinen Kollegen und Kolleginnen für den Katzensprung. Drei Stunden mit dem Auto, keine teuren Reiseversicherungen für wertvolle Präparate. Ein Beschleuniger, der sich mit denen in Europa messen lässt, ist auch für Israelis attraktiv.

Das Einzige, was sie sich hier noch wünschen, seien mehr Forschungsstationen. „Noch ist Sesame ein Ferrari ohne Sitze“, sagt Beck-Barkai. Er ist sich aber sicher: Sobald weitere Strahlrohre installiert werden und genug geschultes Personal vor Ort ist, könnte die Nachfrage auch bei Israelis steigen. Und die Palästinenser? „Wir haben Kollegen, die wollen und sollen am Sesame forschen.“ Dass bisher keine Studie aus dem Westjordanland zustande kam, liege jedoch an den wenigen Eisenstunden und dem Niveau der Anträge. Er wolle nicht harsch klingen, sagt Beck-Barkai. Aber es reiche eben nicht, ein interessantes Präparat mitzubringen.

Die drei israelischen Teams, deren Anträge 2019 von einem unabhängigen Komitee anerkannt wurden, wird Kamels Kollege Messaoud Harfouche an seinem Röntgenabsorptionsstrahl betreuen. Gerade sitzt er etwas missmutig in seinem Büro, analysiert Daten und wartet auf Post. „In anderen Forschungszentren werden Kristalle bei Bedarf einfach selbst gezüchtet“, sagt Harfouche. „Wir müssen Bestellbriefe schreiben.“ Bevor er 2011 zum Team stieß, hat er in der Schweiz und in Frankreich geforscht. „Meine Frau hat sich nach Sonne und arabischer Kultur gesehnt“, sagt er.

Wie Kamel ist er ein Beispiel dafür, dass sich der Braindrain in der Region umdrehen lässt, sobald sich nur Möglichkeiten ergeben. Seine Nationalität will er allerdings nicht an die große Glocke hängen. „Wissenschaftler sprechen ihre eigene Sprache“, sagt er. Man publiziere in den gleichen Blättern, gehe auf dieselben Konferenzen. Doch er macht sich Sorgen, in der Heimat Ärger zu bekommen, wenn bekannt wird, dass er hier mit Israelis arbeitet. Ein Konflikt, nicht nur für palästinensische Forschende.

Vor dem Strahlrohr hat er provisorisch einen Tisch für Präparate aufgebaut. Die Presse und die Waage hat er selbst aufgetrieben. „Es ist eine Herausforderung, hier zu arbeiten, mit schmalem Budget und Ingenieuren, die wir erst mal ausbilden

müssen“, sagt er. Aber genau das gefalle ihm. „Wir wissen bei Sesame nie, was im nächsten Jahr passiert.“

März 2020 – es ist einiges passiert. Paolucci wurde von einem italienischen Kollegen abgelöst. Die Schweiz hat ein Diffractionsstrahlrohr abgetreten. Die EU spendiert eine Forschungsstation für Tomografie. Und vielleicht schon im Herbst wird es erste Tests an einem Strahlrohr geben, das sich zum Beispiel für die Untersuchung von Halbleitern eignet. Gebaut wird es am Desy-Zentrum in Hamburg. Und: Die Gastforscher können jetzt in einem richtigen Hotel auf dem Gelände übernachten.

„Die Lage von Sesame ist leider sehr ungünstig, die Anbindung nach Amman eine Katastrophe“, sagt Frank Lehner, der das Helmholtz-Projekt leitet. Er hat das Dorf gut zehn Mal besucht in den vergangenen Jahren. Auch die Infrastruktur spielt ihre Rolle, wenn es um die Entwicklung eines Wissenschaftsstandorts geht. Und natürlich das Interesse vor Ort. Er habe einen Wahnsinnsaufwand betrieben, um die Aufmerksamkeit jordanischer Geologen zu gewinnen, sagt Lehner. Die geplante Tomografie-Strahllinie, ein Bildgebungsverfahren, könne dem rohstoffarmen Land neue Messmethoden eröffnen, zur Gewinnung von Öl aus Sediment. „Aber solange sie mit der Methode nicht vertraut sind, erkennen sie den Nutzen leider nicht.“

Auf der anderen Seite sieht er in den Ministerien von Jordanien und Israel verlässliche Partner. „Die Bereitschaft ist da!“ Irgendwann, sagt Lehner sich sicher, werde es auch internationale Forschungsarbeiten geben, nicht nur aus dem Nahen Osten. Und vielleicht, wer weiß, werden dann eines Tages auch Israelis und Palästinenser gemeinsam an einem Strahlrohr sitzen und forschen.