



Paul Crutzen

Im Gespräch mit Tobias Asmuth

Für die Vorhersage des Ozonlochs gewann er den Nobelpreis für Chemie. Und er gab den Anstoß für das Protokoll von Montreal, das die Produktion der schädlichen Fluorkohlenwasserstoffe verbietet. Der niederländische Forscher Paul Crutzen hatte schon immer den Blick fürs große Ganze. Nun wird er unserem Erdzeitalter wohl sogar einen neuen Namen verpassen: Anthropozän. Dahinter steht die Überzeugung, dass die Menschheit längst zum bestimmenden Faktor auf diesem Planeten geworden ist.

Foto: Andreas Reeg

„Wir sind als Menschen zur entscheidenden Macht aufgestiegen und greifen tief in den Stoffwechsel der Erde ein. Der Mensch sitzt am Steuer, jetzt lautet die Frage: Wohin fahren wir?“

Paul Crutzen

DER CAMPUS der Universität Mainz ist mit dem Wort nüchtern sehr freundlich beschrieben: Betonklötze, Forschungskomplexe, Wissensfabriken, mittendrin das Max-Planck-Institut für Chemie, ein fünf Stockwerke hoher Würfel. Darin reihen sich kleine Labors aneinander, in denen jeweils ein oder zwei Wissenschaftler monatelang Messsonden zusammenbauen, um sie dann in die ganze Welt zu verschicken. Das Ziel ist, so viele Daten wie möglich über die Atmosphäre unseres Planeten zu sammeln – Daten über die Mengen von Sauerstoff und Kohlendioxid, die Verteilung von Methan und Ozon; Daten, mit denen Forscher erklären können, warum sich unser Klima ändert – und vielleicht auch, wie unsere Erde einmal aussehen wird.

Eines zeigen die Daten den Forschern schon jetzt ganz deutlich: nämlich dass wir in einer vom Menschen gemachten Zeit leben, im sogenannten Anthropozän. Unsere Umwelt ist zum Humansystem geworden, in dem wir auf Klimawandel und Ressourcenknappheit eigentlich mit einer Zusammenarbeit im Weltmaßstab reagieren müssten.

Paul Crutzen, der Schöpfer der Idee vom Anthropozän, sitzt zwischen all den Laboren in einem kleinen, schlichten Büro, er trägt eine bequeme Trainingsjacke über dem weißen Hemd, ein dunkles Brillengestell, dahinter blinzeln wache Augen. Als Forscher sieht er sich ganz natürlich für unsere Zeit zuständig, seine Arbeit soll nicht nur Antworten, sondern immer auch Fragen produzieren, sein Denken soll inspirieren und provozieren. Führen wir also ein Gespräch über Vernunft, Verantwortung und Verzweiflung.

TERRA MATER: *Professor Crutzen, wie fühlt es sich eigentlich an, unserer Zeit einen neuen Namen zu geben?*

PAUL CRUTZEN: Das ist für mich immer noch unglaublich, und ich bin wirklich glücklich. Der Name beginnt sich immer weiter in der Wissenschaft durchzusetzen – und das in der Bedeutung, die ich mit dieser Neuschöpfung auch ausdrücken wollte: das Anthropozän als eine vom Menschen gemachte Zeit.

— *Sie haben auf einer Konferenz im Jahr 2000 das erste Mal den Namen „Anthropozän“ benutzt, um damit unser Erdzeitalter zu beschreiben. Wie sind Sie auf den Gedanken gekommen, diesen Namen zu wählen?*

Wie ich auf den Begriff kam, weiß ich nicht. Ich hatte vorher noch nicht von ihm gehört, es war spontan. Ich war Mitglied des Weltklimarats, und es war bei einem Treffen in Mexiko. Der Vorsitzende sprach die ganze Zeit vom Holozän. Und da sagte ich plötzlich einfach so, dass wir nicht mehr im Holozän leben, sondern im Anthropozän. Als ich das sagte, war es im Raum ganz still. Ich habe meine Gedanken dann 2002 im Aufsatz *The Geology of Mankind* vorgestellt: Nachdem die Menschheit sich Jahrtausende gegen die Macht der Natur hat behaupten müssen, formt nun der Mensch selbst die Natur, er wird selbst zur Naturgewalt. Diese Entwicklung wollte ich mit dem Begriff Anthropozän beschreiben.

— *Die Geological Society of London, die unsere 4,5 Milliarden Jahre alte Erdgeschichte in zeitliche Epochen einteilt, hat Ihre Gedanken aufgegriffen und*

prüft die Umbenennung von Holozän in Anthropozän. Sie sucht dafür nach vom Menschen gemachten Sedimenten, die den neuen Namen rechtfertigen würden. Die Entscheidung wird 2015 erwartet. Wie wird sie ausfallen?

Ich bin kein Geologe. Aber was ich besonders bemerkenswert fand, ist die Tatsache, dass auch an vielen entfernten Stränden der feine Sand oft zur Hälfte aus Plastik besteht. Der Mensch hat also so etwas wie ein neues geologisches Material geschaffen. Er hat aber auch die Zusammensetzung der Atmosphäre verändert. Vor allem beim Stickstoffkreislauf zeigen sich andere Isotope, und das kommt vom Einsatz riesiger Mengen von stickstoffhaltigem Dünger. Der Stickstoff wird aufgewirbelt, vom Wind über die Erde verteilt und lagert sich auch abseits bewohnter Gebiete ab. Auch die Atombombenversuche haben radioaktive Elemente freigesetzt, die noch in Zehntausenden von Jahren nachgewiesen werden können.

— Mit der Idee des Anthropozäns kehrt der Mensch ins Zentrum zurück, er gibt dem Erdzeitalter seinen Namen. Sein seit Kopernikus, Darwin und Freud angeschlagenes Selbstbewusstsein wird aufgerichtet, er wird zu einer Art Schöpfer. Ist der Mensch dafür bereit?

Das ist eine ganz schwierige Frage. Wir sind als Menschen zur entscheidenden Macht aufgestiegen und greifen tief in den Stoffwechsel der Erde ein. Deshalb müssen wir eine neue Perspektive finden und global zusammenarbeiten. Der Mensch sitzt am Steuer, jetzt lautet die Frage: Wohin fahren wir? Ich hoffe, dass der Begriff Anthropozän für einen Sinneswandel steht, dass er dabei hilft, zu erkennen, dass wir auf der Erde Prozesse in Gang gesetzt haben, die enorme Auswirkungen haben, die nicht einfach verschwinden, um die wir uns kümmern müssen.

— Sie setzen Ihre Hoffnung dabei auch auf Erfindungen und technologische Lösungen. Manche Leute kritisieren, dass das Anthropozän überholte Technikgläubigkeit und Allmachtsfantasien propagiert ...

Wir müssen als Menschen Techniken verfeinern, neue Instrumente planen, intelligente Maschinen bauen, um Lösungen für Probleme zu finden. Wo immer man heute auf der Erde ist, spürt man den Einfluss des Menschen. Es gibt keine natürliche Atmosphäre mehr, keinen natürlichen Boden und auch keine natürlichen Ozeane. Der Mensch betreibt bereits den Umbau unseres Planeten, er beutet rücksichtslos Rohstoffe aus, begradigt Flüsse, baut Staudämme, verändert brutal die Landschaft. Das ist schlechtes Geoengineering. Wir müssen in intelligentes Geoengineering investieren, und wir müssen diese Entwicklung dann begleiten und immer wieder kontrollieren, damit kein neuer Schaden entstehen kann.

— Ihre eigene Idee, Schwefel in die Atmosphäre zu schießen, hat viele Menschen verblüfft und wurde kritisiert.

War der Vorschlag wirklich ernst gemeint?

Mein Vorschlag war Ausdruck meiner Wut, dass die Menschheit es nicht schafft, die für den Klimawandel verantwortlichen Emissionen zu reduzieren. Es ist doch eigentlich ganz klar, was passiert, wenn wir das nicht tun. Und so wollte ich mit der Idee sagen, dass wir – wenn wir nichts unternehmen – bald zu solchen gigantischen Mitteln greifen müssen: Schwefel mit Raketen in die Stratosphäre zu schießen, damit kleinste Partikel das Sonnenlicht in den Weltraum reflektieren, um die Atmosphäre der Erde zu kühlen. Das kann man im Computer simulieren; ob es technisch zurzeit wirklich zu realisieren wäre, war für mich in dem Moment gar nicht entscheidend. Mein Vorschlag sollte ein Weckruf sein, aber viele Menschen schlafen wohl einfach weiter.

— Dabei ist mit dem Klimawandel die Frage „Wie sollten wir leben?“ dringlicher denn je geworden. Auch die Konsequenzen scheinen klar, nur unser Handeln wirkt seltsam halbherzig ...

Und genau das ist für mich als Wissenschaftler schwer zu ertragen. Es lässt mich oft

Paul Crutzen

(*3. Dezember 1933) wurde in Amsterdam geboren, wo er zunächst als Ingenieur Brücken und Kanäle konstruierte. Später ging er nach Schweden; er promovierte und lehrte an der Stockholmer Universität Meteorologie. Zwischen 1974 und 1980 forschte er in Boulder, Colorado, bevor er 1980 an das Mainzer Max-Planck-Institut für Chemie berufen wurde. Sein Schwerpunkt: die Atmosphärenchemie. Paul Crutzen gilt als einer der „Retter der Ozonschicht“. Er wies nach, wie die in Spraydosen und Kühlschränken verwendeten Fluorkohlenwasserstoffe die Ozonschicht in der Stratosphäre über dem Südpol zerstören. Dafür erhielt er (zusammen mit Mario Molina und Frank Rowland) 1995 den Nobelpreis. Es war das erste Mal, dass das Nobelkomitee für Chemie ein Umweltthema auszeichnete. Im Jahr 2000 prägte Paul Crutzen den Begriff „Anthropozän“, mit dem er unser Erdzeitalter beschreibt. Der Kern von Crutzens These: Unsere Vorstellung von der Natur ist überholt, der Mensch formt den Planeten, er ist zum stärksten Antreiber ökologischer und geologischer Prozesse geworden. Tatsächlich hat die Geological Society of London ihre Stratigraphische Kommission beauftragt zu prüfen, ob das Holozän vorbei ist. Ein erster Zwischenbericht empfiehlt einstimmig, ein neues Zeitalter der Erde festzustellen: das Anthropozän.

→

verzweifeln, wie Politik und Industrie die nötigen Maßnahmen verschleppen. Um die Menge von Kohlendioxid in der Atmosphäre auf dem aktuellen Niveau zu stabilisieren, müsste man den Ausstoß um mindestens 50, eher 70 Prozent reduzieren, stattdessen aber produzieren wir immer mehr Kohlendioxid. Es führt kein Weg daran vorbei, dass wir unsere Wirtschaftsweise ändern und unsere Ökosysteme pflegen müssen. Unser Leben, wie wir es zurzeit führen, überfordert den Planeten. Es verblüfft mich immer wieder, dass die Erde uns Menschen bisher klaglos ertragen hat. Aber das ändert sich jetzt – und nun müssen wir handeln.

— *Schon im Kalten Krieg haben Sie mit einem Forscherteam in Mainz vor dem Ende der Menschheit auf dem Planeten gewarnt und den Ausdruck „Nuklearer Winter“ geprägt. Ist es für Sie ein Bedürfnis, die Menschen immer wieder vor ihrem Tun zu warnen?*

Ja, so ein Bedürfnis spüre ich tatsächlich. Ich sehe die Notwendigkeit, mich einzumischen. Mit dem Begriff „Nuklearer Winter“ haben wir die langfristigen Folgen eines Atomkriegs drastisch beschrieben: eine herbeigebombte Eiszeit mit einer jahrhundertlang andauernden Dämmerung, in der alles Leben zu Tode gefroren wäre. Das war ein starkes Bild und hatte einen gewissen Einfluss auf die Debatte um die Bedrohung durch Atomraketen.

— *Zur selben Zeit erforschten Sie die Ursachen für den Abbau von Ozon. Zusammen mit Mario Molina und Frank Rowland erhielten Sie für die wissenschaftliche Erklärung des Ozonlochs 1995 den Nobelpreis. Sie zeigten, welche Reaktionen in der Stratosphäre über dem Südpol vor sich gehen. Es hat aber eine Weile gedauert, bis Ihre Ideen sich auch unter Kollegen durchsetzten. Es war eine verrückte Sache: Die schlimmsten Folgen menschlichen Handelns ereigneten sich ausgerechnet in den menschenleeren Polarregionen. Das hatte wirklich kein Forscher*

vorhergesehen: ein Loch in der Ozonschicht über der Antarktis, bis zu zwanzig Kilometer groß. Anfangs glaubten Kollegen, dass das nur Nonsense sein könne, aber schließlich zeigten die Messdaten: Das Loch ist da! Meine Erklärung war, dass sich in der Stratosphäre über den Polen um die dort vorhandenen Säurekristalle bei den extrem niedrigen Temperaturen ein Eismantel bildet, der chemische Reaktionen auslöst, bei denen Chlor freigesetzt wird. Dieses Chlor, als Fluorkohlenwasserstoffe damals Bestandteil in Spraydosen, greift das schützende Ozon der Erde an.

— *Wie schwierig war es, die Menschen dazu zu bringen, gegen die Ursachen vorzugehen?*

Das war nicht leicht, weil es auch manche Wissenschaftler nicht wahrhaben wollten. Die Erklärung ist kompliziert: tiefe Temperaturen, Sonneneinstrahlung, ungewöhnliche Reaktionen. Aber als die Daten dann Jahr für Jahr unsere Thesen bestätigten, dass das Chlor aus den Fluorkohlenwasserstoffen für das Ozonloch verantwortlich war, konnte die Wahrheit nicht mehr geleugnet werden, auch nicht von der Politik und der Industrie. Der Druck, etwas zu tun, wurde immer stärker, auch weil die Folgen einer löchrigten Ozonschicht schrecklich wären: zerstörte Nahrungsketten und immer mehr Menschen, die an Hautkrebs erkrankten.

— *Das Montreal-Protokoll, also das weltweite Verbot, Fluorkohlenwasserstoffe zu produzieren, gilt als Erfolgsgeschichte, als eines der wenigen Beispiele einer gelungenen globalen Zusammenarbeit in Sachen Umweltschutz.*

Ja. Aber es wird trotzdem noch fünfzig Jahre oder länger dauern, bis sich die Ozonschicht wieder vollkommen regeneriert hat, denn die noch vorhandenen Fluorkohlenwasserstoffe in der Atmosphäre sind einfach so langlebig. Wir haben als Forscher leider keine Garantie, dass wir immer das große Glück haben, erklären zu können, was gerade passiert.

— *Wenn man sich auf ein Gespräch vorbereitet und über Sie liest, dann merkt man, dass die Menschen sich nicht sicher sind, was Sie eigentlich wirklich sind: ein Meteorologe, ein Chemiker, ein Atmosphärenchemiker, ein Missionar, ein Prophet. In welcher Bezeichnung erkennen Sie sich wieder?*

Ich bin Meteorologe, der sich ein wenig mehr als gewöhnlich für die Chemie interessiert. Mit dem Begriff Prophet kann ich nichts anfangen. Aber ich bin Wissenschaftler und glaube, dass wir Wissenschaftler die Pflicht haben, die Menschen auf der Welt vor Gefahren zu warnen. Wenn wir das nicht machen, wer soll es sonst tun? Niemand. Das ist dann zwar oft frustrierend, denn mächtiger sind die Leute mit dem Geld – aber das ist kein Grund, aufzugeben.

— *Ab wann hatten Sie denn den Wunsch, Wissenschaftler zu werden? Zuerst haben Sie ja, glaube ich, als Ingenieur gearbeitet.*

Für ein Universitätsstudium war mein Stipendium zu gering, also studierte ich zuerst an einer Technischen Hochschule Ingenieurwesen und habe dann auch Brücken für meine Heimatstadt Amsterdam entworfen. Aber eigentlich mochte ich den Beruf nie besonders, und als ich ein Angebot der Universität in Stockholm bekam, dort Computer zu programmieren, habe ich das sofort angenommen. Es war für mich die Chance, doch noch eine Laufbahn an einer Universität einzuschlagen. Ich konnte Kurse in Mathematik und Statistik besuchen, und ich arbeitete dort eng mit einem Meteorologen zusammen. Die Meteorologie begann mich zu faszinieren, auf eine ganz eigene Art.

— *Was war das Besondere am Blick in die Wolken? Mathematik und Informatik sind ganz klare, geordnete Systeme. Das ist die Meteorologie auf ihre Art natürlich auch, aber es gibt so viele Parameter, die man intuitiv, fast spielerisch in Beziehung zueinander setzen kann, um zu sehen,*

was da jetzt eigentlich genau passiert. Das war am Anfang für mich fast schockierend, diese Freiheit, aber dann wurde der Blick nach oben enorm inspirierend.

— *Als ein Meteorologe mit einer globalen Sicht auf die Welt: Wo fühlen Sie sich eigentlich zu Hause?*

Ich habe in allen Ländern, in denen ich als Forscher gearbeitet habe, gern gelebt, aber vielleicht am liebsten in Schweden. Die Leute da nehmen Dinge auf eine unaufgeregte Art ernst, und das gilt auch für wissenschaftliche Arbeit. Ich bin trotzdem später gerne nach Colorado in die USA gegangen und dann weiter nach Deutschland – und das nicht, weil meine Eltern in Deutschland geboren wurden und ich schon gut Deutsch sprach, sondern weil sie am Mainzer Max-Planck-Institut meine Arbeit unterstützten. Die Bedingungen für meine Forschung waren sogar noch besser als in Amerika, und das ist für mich das Wichtigste als Wissenschaftler.

— *Sie haben gerade davon gesprochen, dass Sie die ernste, aber unaufgeregte Art geschätzt haben, mit der in Schweden wissenschaftliche Ergebnisse behandelt werden. Wie empfinden Sie den Dialog zwischen den Wissenschaften und der Gesellschaft?*

Ich sollte zufrieden sein mit dem, was ich als Forscher erreicht habe. Aber es frustriert mich, dass viele wissenschaftliche Erkenntnisse so langsam umgesetzt werden. Das ist so mühsam, so kurz-sichtig. Die Menschen sind Skeptiker und Politiker sind besonders große Skeptiker, die Dinge tun – oder vielleicht besser nicht tun –, von denen man weiß, dass sie schlecht sind und bloß unnötig Zeit kosten.

— *Vielleicht sollte man neue Organisationen für den Dialog zwischen Wissenschaften und Politik etablieren. Es gibt schon so viele Organisationen, jedes Jahr kommen ein paar neue Institutionen dazu, vielleicht wenn der Papst noch eine Kommission* →

gründet ...? Nein, ich bin da nicht besonders optimistisch. Nicht so sehr Organisationen als Menschen lösen Probleme. Wir Wissenschaftler müssen einfach immer wieder und wieder auf alte Bedrohungen, neue Erkenntnisse und bessere Lösungen hinweisen.

— *Seit ein paar Jahren sind Sie Ehrenbotschafter der Global Phosphorus Research Initiative. Warum engagieren Sie sich so beim Thema Phosphor?*

Was mir Sorgen macht, ist die Bedeutung von Phosphor – es ist ein so wichtiger Stoff, ein lebensnotwendiges Element. Ohne Phosphor gibt es keine intensive Landwirtschaft, ohne industriell gefertigten Dünger aus Phosphorgestein wären die Ernten dramatisch kleiner. Die Nahrungsmittelproduktion würde in große Schwierigkeiten stürzen – dabei leben immer mehr Menschen auf der Erde, und sie müssen essen. Wir benutzen Phosphor, streuen es als Dünger auf den Acker, es fließt ab, irgendwann landet es im Meer – dann ist es weg, für immer. Die Phosphorvorkommen sind jedoch begrenzt, die meisten Gesteine haben sich über viele Millionen Jahre aus abgestorbenen Meereslebewesen gebildet. Die Welt muss endlich anfangen, über das Problem Phosphor zu reden. Phosphor geht irgendwann zur Neige.

— *Wie sollte die Welt auf die kommende Phosphorkrise reagieren?*


Ich will, dass Phosphor global reguliert wird. Darauf zu vertrauen, dass der Markt es richtet, ist unverantwortlich. Eine globale Einigung sehe ich aber leider nicht einmal am fernen Horizont. Wir müssen daher auch nach neuen wissenschaftlichen Methoden suchen.

— *Was für wissenschaftliche Lösungen könnte es geben, um jene Mengen Phosphor zu sichern, die wir brauchen?*

Als ich vor fünf Jahren begann, mich mit Phosphor zu beschäftigen, war es für mich schockierend zu erkennen, wie wenig getan wird für das

Recycling. Wir müssen bessere und sichere Verfahren entwickeln, um Phosphor aus Exkrementen und anderen Abfällen zu recyceln. Außerdem müssen wir nach alternativen Düngern forschen. Wenn wir damit nicht jetzt beginnen, stehen wir zwar nicht in zehn Jahren, aber schneller, als wir denken, vor riesigen Schwierigkeiten. Das trifft dann unsere Kinder und Enkel, die vor einer gigantischen Nahrungsmittelkrise stehen werden – auf einem Planeten mit vielleicht zehn Milliarden Menschen.

— *Fünfzig oder hundert Jahre sind für die meisten Menschen weit weg. Ist die Menschheit am Ende zu träge, um im Anthropozän zu überleben?*

Wir haben als Menschen auf der Erde so viele Entwicklungen in Gang gesetzt, von denen wir alle Auswirkungen noch gar nicht kennen. Wir besitzen nicht alle Daten und haben nicht die Fähigkeit, die Zukunft vorherzusagen. Aber wir müssen endlich unsere Verantwortung übernehmen. Es geht um eine lange Zukunft der Menschheit, es geht auch um das Jahr 2200 oder 2500. Das müssen wir verstehen lernen. 

DIE CHEMIE DES ATMOSPHERISCHEN

Paul Crutzen: der Lebensweg eines großen Visionärs in Bildern

Große Auszeichnung. Der schwedische König Carl Gustav überreicht Paul Crutzen den Nobelpreis für Chemie. STOCKHOLM, 1995



Kam, sah und siegte. Als bekannt wird, dass er den Nobelpreis erhalten würde, setzen Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts ihrem Chef einen Lorbeerkranz auf. MAINZ, 1995



Jeder fängt mal klein an. Paul Crutzen an seinem ersten Schultag in den Niederlanden. Vor seiner Universitätskarriere konstruierte er als Ingenieur Brücken. AMSTERDAM, 1940



Triumphzug. Crutzen mit seiner Ehefrau Terttu bei den Feierlichkeiten anlässlich der Verleihung des Nobelpreises. MAINZ, 1995



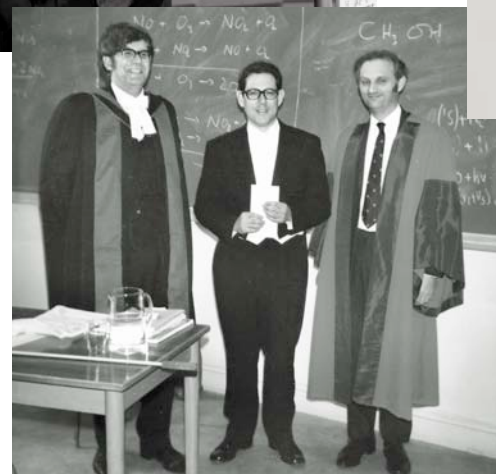
Talent zum Weitblick. Bei einem Symposium zum Anthropozän. Die Idee zu diesem neuen Erdzeitalter kam Crutzen im Jahr 2000. MAINZ, 2013



Sorge um die Welt. Mit einem Luftprobengefäß in den USA: Crutzen entdeckte das Ozonloch und dessen Gefährlichkeit. CHICAGO, 1989



Hochfliegende Ideen. Das Flugzeugmodell steht in Crutzens Büro, in der Sonde an der Spitze befinden sich Luftmessgeräte. MAINZ, 2013



Späte akademische Karriere. Den Doktor in Naturwissenschaften machte der Niederländer Paul Crutzen in Schweden. STOCKHOLM, 1973

Legende zu Lebzeiten. Bronzebüste in den Gängen des Max-Planck-Instituts, das der Professor seit 1980 leitet. MAINZ, 2013