

BodenSchätzeWerte

Unser Umgang mit Rohstoffen

Publikation zur Sonderausstellung von *focusTerra*

Ulrike Kastrup, Roland Fischer



ETH zürich

focusTerra
Erdwissenschaftliches Forschungs- und
Informationszentrum der ETH Zürich

BodenSchätzeWerte

Unser Umgang mit Rohstoffen

Publikation zur Sonderausstellung von *focusTerra*

Ulrike Kastrup, Roland Fischer

Herausgeberin: *focusTerra*

ISBN Publikation 978-3-906327-00-6

Online-Version verfügbar unter:

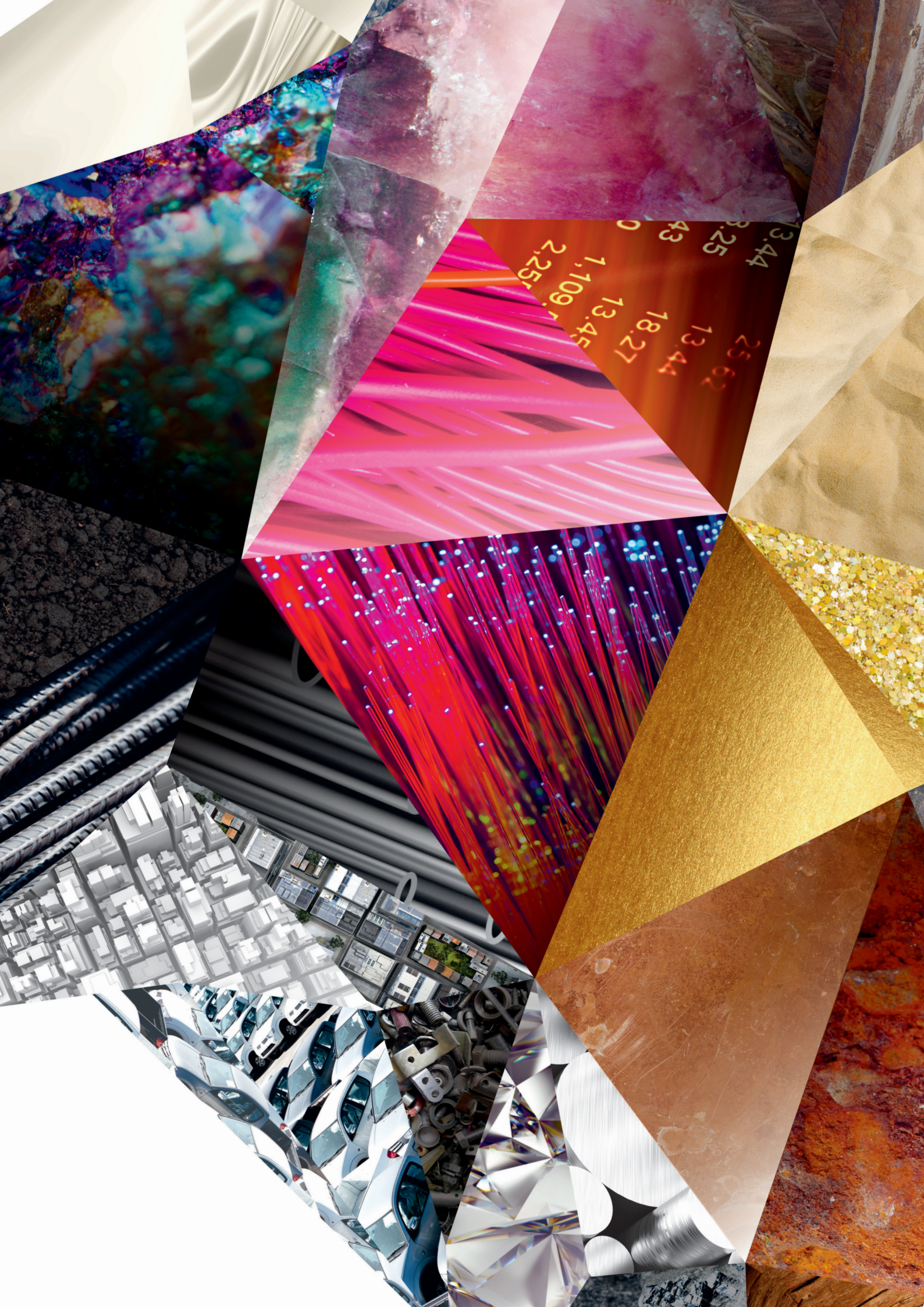
<http://doi.org/10.3929/ethz-a-010469815>

© ETH Zürich, August 2015

focusTerra wird gemeinsam betrieben durch die
ETH-Bibliothek und das Departement Erdwissenschaften

ETH BIBLIOTHEK

D ERDW
EARTH SCIENCES





Inhalt

- 6 Vorwort
Lino Guzzella
Präsident der ETH Zürich
- 8 Begrüssung
Ulrike Kastrup
Leiterin *focusTerra*
- 10 Interviews
Rohstoffe – ein grosses Spannungsfeld
Roland Fischer
- Natur: Geologie und Umwelt
- 12 **Christoph Heinrich**
Forschungsgruppe für Fluide und Erzlagerstätten,
Institut für Geochemie und Petrologie, Departement Erdwissenschaften, ETH Zürich
- 14 **Johan Robertsson**
Forschungsgruppe für Explorations- und Umweltgeophysik, Institut für Geophysik, Departement Erdwissenschaften, ETH Zürich
- 16 **Bernhard Wehrli**
Forschungsgruppe für Aquatische Chemie, Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik, Departement Umweltsystemwissenschaften, ETH Zürich
- Technologie: Material und Technik
- 18 **Marco Mazzotti**
Laboratorium für Trennprozesse, Institut für Verfahrenstechnik, Departement für Maschinenbau und Verfahrenstechnik, ETH Zürich
- 20 **Stefanie Hellweg**
Forschungsgruppe für Ökologisches Systemdesign, Institut für Umweltingenieurwissenschaften, Departement für Bau, Umwelt und Geomatik, ETH Zürich
- 22 **Dirk Hebel**
Forschungsgruppe für Architektur und Konstruktion, Departement Architektur, ETH Zürich
- Ökonomie: Handel und Wirtschaft
- 24 **Therese Egli**
Center of Economic Research/Resource Economics, Department of Management, Technology and Economics, ETH Zurich
- 26 **Mark Pieth**
Lehrstuhl für Strafrecht, Strafprozessrecht und Kriminologie, Juristische Fakultät, Universität Basel
- 28 **Lea Haller**
Paul Bairoch Institute of Economic History, Universität Genf, und Institut für Geschichte, ETH Zürich
- Soziologie: Ethik und Gesellschaft
- 30 **Florian Wettstein**
Institut für Wirtschaftsethik, Universität St. Gallen
- 32 **Walter Stahel**
Product-Life Institute, Genf
- 34 **Peter Wick**
Particles-Biology Interactions Labor, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)
- Staatliche Regulierung: Recht und Politik
- 36 **Stephan Rist**
Zentrum für Nachhaltige Entwicklung und Umwelt, Geographisches Institut, Universität Bern
- 38 **Christoph Good**
Kompetenzzentrum Menschenrechte, Universität Zürich
- 40 Themen der Ausstellung
- 44 Impressum
- 44 Danksagung

Vorwort



Foto: Giulia Marthaler, ETH Zürich

In einer sich rasch ändernden und globalisierten Welt ist auch der Umgang mit Rohstoffen eine globale Herausforderung. Diese beschäftigt nicht nur die rund 500 Unternehmen der Rohstoffbranche in der Schweiz. Sie fordert die Wissenschaft und prägt die öffentliche und politische Debatte in unserem Land.

Welchen Beitrag können Hochschulen leisten?

Hochschulen sind dazu aufgerufen, gemeinsam mit Gesellschaft und Staat nachhaltige Lösungen für eine verantwortungsvolle Nutzung unserer Rohstoffe zu finden. Wir betreiben dazu Grundlagenforschung und bilden die nächste Generation von Expertinnen und Entscheidungsträgern aus.

Dank ihrer breiten und interdisziplinären Ausrichtung kann die ETH Zürich eine fundierte und ganzheitliche Perspektive zu Gewinnung, Handel, Verwendung und Wiederverwertung natürlicher Ressourcen aufzeigen:

Die Erdwissenschaftlerinnen liefern mit ihren Forschungsergebnissen wichtige Grundlagen zur Entstehung, geografischen Vertei-

lung von Lagerstätten, zur Gewinnung und zu den Eigenschaften globaler Rohstoffe. Gemeinsam mit Ingenieuren untersuchen sie die Eignung des Untergrunds zur Gewinnung von geothermaler Energie und zur Speicherung von CO₂.

Aktuellste wissenschaftliche Erkenntnisse der geologischen und geopolitischen Rahmenbedingungen analysieren wir im Kontext eines wachsenden Rohstoffbedarfs und untersuchen ihre gesellschaftlichen und ökonomischen Auswirkungen.

Materialien und Nanotechnologien versprechen eine signifikante Effizienzsteigerung der Rohstoffnutzung - wodurch sowohl der Energie- als auch der Materialverbrauch reduziert werden kann.

In der Architektur wird an alternativen Baumaterialien geforscht, welche in innovativen Projekten Anwendung finden.

Forschungsprojekte einer effizienten Abfall- und Kreislaufwirtschaft leisten bereits heute einen konkreten Beitrag zur Sicherung der

Rohstoffversorgung und zur Reduktion negativer Umwelteingriffe.

Aufgrund dieser Tätigkeiten und der daraus gewonnenen Erkenntnisse nimmt die ETH Zürich auch ihre gesellschaftliche Verantwortung wahr: Sie informiert die Öffentlichkeit aus erster Hand über Fortschritte und Herausforderungen bei der Nutzung von Rohstoffen. Damit trägt sie zur öffentlichen Diskussion um ein Thema bei, das uns alle betrifft und zahlreiche Interessenskonflikte enthält. Denn der Erhalt unseres Lebensstandards hat lokale und globale Konsequenzen. Wie lässt sich beispielsweise das Ziel, den CO₂-Haushalt zu reduzieren, mit der stetig zunehmenden Anzahl von Flugreisen vereinbaren? Oder wie ist mit Produkten umzugehen, deren Herstellung möglicherweise mit Menschenrechts- und Umweltproblemen behaftet sind? Wir müssen die Herausforderungen entlang der gesamten Wertschöpfungsketten erkennen und transparent machen. Niemand kann einem anderen Land vorschreiben, wie es seine natürlichen Ressourcen nutzt oder Güter produziert. Wir können jedoch mit exzellenter Forschung Entscheidungsgrund-

lagen für die Gesellschaft und damit auch für die Politik liefern, um den Rohstoffabbau umweltschonender zu gestalten, den Verbrauch zu reduzieren und die Nutzung von Rohstoffen nachhaltiger zu machen.

focusTerra vermittelt seit über sechs Jahren einem breiten Publikum erfolgreich aktuelle Forschungsinhalte. Mit ihrer Ausstellung «BodenSchätzeWerte – Unser Umgang mit Rohstoffen» möchte *focusTerra* die Öffentlichkeit zu einer kritischen Auseinandersetzung mit dem Thema Rohstoffe aufrufen. Sie spricht damit explizit auch junge Generationen an, welche mit diesen brennenden Zukunftsfragen unweigerlich konfrontiert sein werden. Wir hoffen, sie durch diesen Diskurs für die zahlreichen Forschungsthemen an der ETH Zürich zu begeistern und viele von ihnen später bei einem Studium bei uns wiederzutreffen.

Prof. Dr. Lino Guzzella
Zürich im August 2015

Begrüssung



Foto: Manfred Maurer

Rohstoffe fürs Leben

Wenn Sie diese Zeilen lesen, halten Sie einen Katalog in der Hand, dessen Papier unter anderem aus Kalziumkarbonat besteht. Oder Sie lesen den Text auf einem Bildschirm, was die darin verarbeiteten Seltenen Erden möglich machen. Und der Strom für Ihren Computer wurde zu einem Grossteil aus Erdöl, Erdgas oder Uran gewonnen und fliesst gerade durch ein Kupferkabel.

Und vielleicht tragen Sie einen Silberring am Finger, haben Zahnfüllungen aus Amalgam (Quecksilber), Gold oder Keramik und erinnern sich an einen Skiunfall, der das Einsetzen von Titannägeln in Ihr Knie nach sich zog, bevor Ihr Bein unter einem Verband - aus Gips - verschwand.

Wo immer wir hinblicken, womit immer wir uns beschäftigen: Überall begegnen wir heute mineralischen Rohstoffen.

Schon früh haben die Menschen begonnen, mineralische Rohstoffe zu nutzen. Bezeichnungen wie Steinzeit, Eisenzeit und Bronzezeit zeugen von der Wichtigkeit des jewei-

ligen Rohstoffs in unserer Entwicklungsgeschichte. Mit der Industrialisierung kam die zunehmend ortsungebundene Massenverarbeitung und Nutzung immer spezifischerer Rohstoffe, was uns schliesslich in die heutige postindustrielle Ära des digitalen «Siliziumzeitalters» führte. Kenntnisse über Rohstoffe, ihre Vorkommen und Anwendungsmöglichkeiten haben von jeher einen Vorteil bedeutet und oft zu Reichtum und Macht geführt. Und auch heute sind Rohstoffabbau und -handel für viele Industrie-, Schwellen und Entwicklungsländer ein zentrales Standbein ihrer Wirtschaft.

Was kommt als Nächstes?

Die Errungenschaften in der Vergangenheit bieten den heute lebenden Menschen ein beinahe unvorstellbares Ausmass an Möglichkeiten. Viele davon bedeuten aber auch eine zunehmende Belastung für unseren Planeten. Dabei spielt der Umgang mit Ressourcen eine wichtige Rolle. So führt zum Beispiel das Verbrennen fossiler Brennstoffe dazu, dass sich immer mehr klimawirksames Kohlendioxid in der Atmosphäre anreichert und die globale Temperatur steigen lässt. Eine Folge davon

ist das Abschmelzen des arktischen Meereses. In den vom Eis befreiten Regionen hofft man, neue – unter anderem klimawirksame – Rohstoffe finden und fördern zu können. Auch in die Ozeane stösst der Mensch immer weiter vor auf der Suche nach abbaubaren Mineralien am Meeresboden. Doch die Erschliessung sensibler Abbaugelände, an denen wir selbst mit innovativsten Technologien noch an Grenzen stossen, bedeutet zugleich einen immer tieferen Eingriff in die Ökosysteme der Erde. Bereits heute gefährden wir diese zunehmend durch Abfall, Verschmutzung, Lärm und Landschaftsveränderungen.

Die Aufgabe, mit unserer Umwelt im Gleichgewicht zu leben, um nicht nur uns selbst, sondern vor allem auch zukünftigen Generationen nicht die Lebensgrundlage zu entziehen, ist eine unserer grössten Herausforderungen in diesem Jahrhundert. Dies erfordert neben Kreativität und Innovationen ebenso ein Umdenken unserer Gesellschaft.

Welches sind unsere «Must-haves»?

Da heute lokales Handeln globale Konsequenzen haben kann, müssen wir beim Umgang mit Rohstoffen gemeinsam Antworten auf eine Vielzahl von Fragen finden:

Welche Rohstoffe brauchen wir und wofür? Wo und unter welchen Bedingungen wollen wir sie gewinnen? Welche Risiken sind wir bereit, einzugehen, und zu welchem Preis? Welche Verantwortung tragen der Einzelne, Gemeinden, Staaten, Firmen und Organisationen?

Und wie können wir Rohstoffe effizienter nutzen, um Engpässe zu vermeiden und Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren?

Hier öffnen sich Türen zu neuen Wirtschaftsformen, die es ermöglichen, einen Rohstoff so lange wie möglich zu nutzen und wiederzuverwerten. Dies bedeutet ein Wegbewegen von einer linearen Wirtschaft (herstellen – nutzen – wegwerfen) hin zu einer Kreislaufwirtschaft. Darin steht nicht der Besitz und Verbrauch von Produkten im Vor-

dergrund, sondern der Dienst, den ein Produkt leistet. Auf diesem Weg lassen sich neben den Ressourcen auch Kosten einsparen. Um ein simples Beispiel zu nennen: Brauchen wir tatsächlich eine eigene Bohrmaschine oder nur gelegentlich ein Loch in der Wand? Es gibt bereits zahlreiche Geschäftsmodelle, die diesen Ansatz berücksichtigen, wie beispielsweise das Carsharing.

Die Sonderausstellung

In der Sonderausstellung «BodenSchätzeWerte – Unser Umgang mit Rohstoffen» geben wir Ihnen Einblick in die Vielseitigkeit und Wichtigkeit mineralischer Rohstoffe. Wir zeigen Ihnen, wo und wie wir sie finden und welche grosse Bedeutung sie in unserem Leben haben. Wir beleuchten die Thematik aus unterschiedlichen Blickwinkeln – dabei spielen die Faktoren Geologie und Umwelt, Technologie, Ökonomie, Soziologie und staatliche Regulierungsmechanismen eine zentrale Rolle. Zudem machen wir die Herausforderungen deutlich, die sich aus der vorgestellten Komplexität ergeben, und stellen mögliche Lösungsansätze vor. Viele Ideen für einen nachhaltigen Umgang mit unseren Rohstoffen sind in der Gesellschaft bereits angedacht und umgesetzt, aber es gibt immer noch Spielraum nach oben. Und eine jede, ein jeder ist aufgerufen, diesen Spielraum mitzugestalten.

Wir wünschen Ihnen einen informativen, interessanten und inspirierenden Ausstellungsbesuch!

Dr. Ulrike Kastrup
Zürich im August 2015

Roland Fischer

Rohstoffe – ein grosses Spannungsfeld

Stoffe, die roh sind. Ein seltsam unklarer Begriff, und doch bringt er die Sache schön auf den Punkt. Vor allem macht er klar, dass diese Stoffe nicht roh bleiben werden, sondern dass wir sie aus der Erde holen, um mit ihnen etwas anzufangen, sie zu verarbeiten, zu verfeinern, zu nutzen.



Im Französischen ist die Sache noch viel unbestimmter: Hier nennt man Rohstoffe schlicht «matériaux» oder «matières premières», also einen Ausgangsstoff für Späteres. Im Englischen spricht man von «raw materials», von «resources» oder «commodities»; letzteres kann allerdings sowohl für die Grundstoffe wie auch für die Erzeugnisse stehen, mit denen gehandelt wird.

Neben ihrer Rohheit im Moment der Förderung sowie neben der Notwendigkeit, sie für die Nutzung zu verarbeiten, verbindet die Rohstoffe auch dies: Es gibt sie im Prinzip in rauen Mengen. Gemäss Schätzungen des Geologischen Dienstes der Vereinigten Staaten lagern im Boden noch ungefähr 6.3 Milliarden Tonnen Kupfer, die vom Menschen entdeckt und gefördert werden könnten – das entspricht etwa dem 340-Fachen der im Jahr 2014 produzierten Menge. Und weitere Vorkommen sind zu erwarten. Rohstoffe werden nur deshalb rar, weil ihr Abbau die Umwelt beeinträchtigt und dies nicht unendlich lange gut geht – und weil es oft viel Energie braucht, um sie aus dem Boden zu gewinnen. Die simple Formel «fast unbegrenzte Reserven, sehr begrenzte Umwelt» gilt für praktisch alle Rohstoffe. Doch die Rohstoffthematik ist weit vielschichtiger: Es gibt sehr leicht zu gewinnende, aber auch nur mit grossem Aufwand zu fördernde Rohstoffe; es gibt solche, die seit Urzeiten gewonnen werden, und solche, die erst seit wenigen Jahren abgebaut werden; und es gibt global verteilte neben vereinzelt Vorkommen. Wer über Rohstoffe berichten will, muss zunächst die Erde verstehen, von ihrem geologischen Aufbau bis zur Umwelt, in der wir leben.

Rohstoffe finden sich in letzter Zeit immer öfters im Brennpunkt des gesellschaftlichen Interesses. Sie sind eben nicht allein ein geologisches Produkt diverser chemischer und physikalischer Prozesse. Sie sind auch wichtige Handelsgüter, sie sind sprichwörtlich Gold wert. Und da spielt die Schweiz, obwohl doch ein Land fast ohne Bodenschätze – von Kies und Stein abgesehen – plötzlich eine zentrale Rolle: Sieben der

zehn grössten Schweizer Firmen sind Rohstoffhändler. Vorsichtig geschätzt läuft rund ein Viertel des globalen Rohstoffhandels über dieses Land, bei manchen Rohstoffen ist es sogar die Hälfte. Die Schweiz ist eine der wichtigsten Rohstoffdrehkreise der Welt, und sie steht deshalb in einer besonderen Verantwortung.

Der Bundesrat hat das erkannt und 2014 in einem Bericht, der sich unter anderem mit dem Thema Transparenz im Schweizer Rohstoffsektor auseinandersetzt, festgehalten, dass «Rohstoffe [...] oft in Ländern abgebaut [werden], die über schlecht funktionierende staatliche Strukturen verfügen. Vor diesem Hintergrund besteht bei der Rohstoffextraktion beziehungsweise beim Handel mit Rohstoffen regelmässig ein Risiko, dass die an die jeweiligen Regierungen geleisteten Zahlungen – wie etwa Steuern, Nutzungsabgaben oder weitere bedeutende Ausgaben – aufgrund von Misswirtschaft, Korruption und Steuerflucht versickern oder zur Konfliktfinanzierung missbraucht werden. In der Folge profitiert die Bevölkerung kaum vom Rohstoffreichtum ihres Landes und verbleibt in Armut, was als «Rohstofffluch» bezeichnet wird».*

ETH-Geologieprofessor Christoph Heinrich ist allerdings der Ansicht (siehe nachfolgendes Interview), Rohstoffe seien nicht mit einem inhärenten Fluch belastet: «Bodenschätze sind ein wertvolles Gut, eine Chance gerade auch für arme Länder und deren lokale Bevölkerung.»

Nachfolgend wird dieses Spannungsfeld zwischen Chance und Problematik in einer Reihe von Interviews mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Forschungsfeldern aufgezeigt, um deutlich zu machen, dass Rohstoffe viel mehr sind als Geologie. Der Mensch und die menschliche Zivilisation gehen und stehen – und fallen womöglich – auf und mit ihnen.

*Bericht in Erfüllung der Empfehlung 8 des Grundlagenberichts Rohstoffe und des Postulats 13.3365 «Mehr Transparenz im Schweizer Rohstoffsektor»: <http://www.ejpd.admin.ch/dam/data/bj/aktuell/news/2014/2014-06-25/ber-d.pdf>



«Rohstoffe an sich sind kein Fluch, im Gegenteil.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Wegen des Vorrats an geologischen Ressourcen brauchen wir nicht in Panik zu verfallen. Die Problematik liegt nicht darin, dass uns die Rohstoffe ausgehen könnten, sondern wie wir sie verantwortungsvoll und nachhaltig nutzen. Von allen mineralischen Rohstoffen sind grundsätzlich noch grosse Mengen vorhanden, schwieriger wird es bei der Frage der Wirtschaftlichkeit – der Frage also, wie wir sie gewinnen. Hier geht es um langfristige technische Investitionen, wobei der Umgang mit der Umwelt und der Energieaufwand entscheidend sind. Wenn wir beliebig viel Energie zur Verfügung hätten, dann wären tatsächlich fast unbegrenzte Mengen aller mineralischen Rohstoffe vorhanden. Wir brauchen keinen weiteren Planeten, um unseren Rohstoffbedarf zu decken, aber wir müssen sorgsam mit unserem Planeten Erde umgehen!

Doch wir stossen an Grenzen, weil wir eben beispielsweise nicht unbegrenzt viel Energie zur Verfügung haben?

Das ist so, und daher sind wir auf die natürliche Anreicherung von technisch wichtigen

Metallen wie Kupfer und Platin angewiesen. Erzvorkommen sind global sehr ungleich verteilt, müssen aber überall mit der nötigen Rücksicht auf Umwelt und Menschen gewonnen und verarbeitet werden. Alle Elementrohstoffe lassen sich verantwortungsvoll und auf unschädliche Art gewinnen – vorausgesetzt, die Leute sind bereit, das auch zu bezahlen. Es ist letztlich immer eine wirtschaftliche Abwägung, wie sauber man Rohstoffe gewinnt. Umwelt- und Energiekosten betreffen übrigens nicht nur Entwicklungsländer, sondern auch die Schweiz. Wir hätten in der Schweiz genügend lokale Baurohstoffe, doch muss man diese in Steinbrüchen gewinnen, und gegen diese Eingriffe in die Landschaft gibt es immer mehr Widerstand in der Bevölkerung. Die Verknappung von Schweizer Sand und Kies hat mit dem Landschaftsschutz zu tun, nicht mit den geologischen Ressourcen – andererseits ist ein Import über grosse Distanzen energetisch und umwelttechnisch unsinnig.

Sie haben einmal gesagt, Rohstoffe seien kein Fluch, sondern eine Chance.

Ja, ich mag den Begriff «Rohstofffluch»

nicht – Rohstoffe an sich sind kein Fluch, im Gegenteil: Bodenschätze sind ein wertvolles Gut, eine Chance gerade auch für arme Länder und deren lokale Bevölkerung. Der Fluch wird erst durch verantwortungslose Menschen gemacht – es geht hier um Politik, teilweise um Technologie, kaum um Geologie.

Warum sind Erzvorkommen eigentlich so ungleich über die Erde verteilt? Warum lagern in manchen Ländern grosse Schätze unter der Erde, während es in anderen fast keine Rohstoffe gibt?

Damit es zur Anreicherung von Rohstoffen kommt, müssen mehrere Bedingungen zusammenfallen, und das passiert jeweils nur an ganz bestimmten Stellen im Untergrund und in gewissen Perioden der Erdgeschichte. Dabei kann man von der Faustregel ausgehen, dass ein Rohstoff umso ungleicher verteilt ist, je seltener und wertvoller er ist. Kies gibt es an fast allen Orten auf der Welt, bei den Rohstoffen für Zement (Kalksteine) sieht es schon schwieriger aus. Finnland zum Beispiel muss Zement importieren, da dem Land die zur Herstellung nötigen Rohstoffe fehlen. Grosse Eisenlagerstätten gibt es nur in wenigen Ländern, beispielsweise in Brasilien und Australien. Extrem ist die Situation beim Platin, das grösstenteils aus einem einzigen Magmakörper in Südafrika stammt – der allerdings ungefähr die Grösse der Schweiz hat.

Wenn Sie in die Zukunft blicken, welche Entwicklungen sehen Sie beim Abbau von Rohstoffen?

Man wird mehr Vorkommen im Untertagebau gewinnen, das ist besser für die Umwelt. Entsprechend wird man weniger grosse Tagebauwunden in die Landschaft schlagen – manche dieser Löcher sind viele Quadratkilometer gross und bis zu einem Kilometer tief. Tiefere Vorkommen zu finden und zu erschliessen, ist schwieriger, bedeutet jedoch weniger Abfall und weniger Landschaftsden. Einsparungen und Rezyklierung werden immer wichtiger, aber um unseren essenziellen Bedarf zu decken, kommen wir um einen Abbau von Rohstoffen nicht herum – weder bei

Eisen und Zink noch bei seltenen Metallen für Hightechanwendungen im Energiesektor.

Wie tief graben wir uns denn bislang in die Erde?

Bei Tagebauminen ist man bei einem Maximum von einem Kilometer angelangt; viel tiefer wird man mit dieser Technik nicht mehr kommen. In Untergrundminen, zum Beispiel beim Gold, ist man hingegen bereits bis in eine Tiefe von vier Kilometern vorgedrungen. Wenn das auch für andere Rohstoffe gemacht wird, dann werden grosse zusätzliche Ressourcen erschlossen. Selbst wenn es um die Hartgesteine in der Schweiz geht, sind Minen im Innern von Bergen die Zukunft.

Christoph Heinrich ist Professor für Rohstoffgeologie an der ETH und der Universität Zürich. Sein Hauptinteresse gilt den geologischen Bildungsprozessen mineralischer Rohstoffe im Erdinnern, doch befasst sich seine Gruppe auch mit anderen Fluidprozessen, namentlich im Bereich der Tiefengeothermie. Christoph Heinrich ist zudem Präsident der Schweizerischen Geotechnischen Kommission (SGTK).

«Wir sollten die Warnhinweise der Klimaforschung ernst nehmen.»



Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Einen Weg zu finden, wie die Nachfrage nach Energie in der Zukunft gedeckt werden kann – auf ebenso sichere wie nachhaltige Weise. Das ist eine der grundlegenden Fragen, mit der sich die Gesellschaft heute konfrontiert sieht. Und es ist meines Erachtens eines der spannendsten Forschungsfelder, in dem man zurzeit arbeiten kann.

Diese Forschung besteht in Ihrem Fall darin, den Erdboden zu durchleuchten, um Rohstoffreserven zu entdecken. Wie macht man das?

Die geophysikalischen Methoden, die wir verwenden, eignen sich zur Untersuchung der Erdschichten für unterschiedlichste Anwendungen wie etwa das Finden fossiler Brennstoffreserven und Geothermiereservoire – es geht also gleichzeitig um nicht erneuerbare und um erneuerbare Energieträger. Wir nutzen dafür verschiedene Methoden wie beispielsweise die Seismik, bei der mit elastischen Wellen in die Erde hineingeleuchtet wird; oder Radar, bei dem mit elektromagnetischen Wellen Strukturen im Untergrund

geortet werden. Mithilfe anderer geophysikalischer Techniken messen wir Variationen im Magnet- oder Gravitationsfeld der Erde.

Das sind ja zum Teil Techniken, die schon seit Jahrzehnten im Einsatz sind. Gibt es da überhaupt noch Neues zu entdecken?

Und wie! Tatsächlich steht die Geophysik zurzeit an einem unglaublich interessanten Punkt ihrer Geschichte. Die Grundlagen dieser Wissenschaft sind natürlich seit Langem bekannt. Aber die technische Entwicklung der letzten Jahrzehnte haben die Datenaufzeichnung und -verarbeitung revolutioniert. Als Folge davon werden zum Beispiel die rechnerischen Aufgaben, die sich bei der Auswertung ergeben, inzwischen fast ausschliesslich mit Supercomputern bewältigt, während in den 1950er- und 1960er-Jahren vieles noch mit Papier und Bleistift gemacht wurde. Heute kann der Untergrund sehr fein aufgelöst werden – es tauchen plötzlich Strukturen auf, die vorher nicht sichtbar waren. Diese neuen Untergrundmodelle erlauben es Geologen, ein neues Verständnis für die Strukturen und Entwicklung von Reservoirien und Lagerstätten zu gewinnen. Deshalb gelten seismische

Methoden auch als wichtigste Technologie im Energiesektor.

Haben die neuen Erkenntnisse denn schon fundamentale Auswirkungen? Wie steht es zum Beispiel mit dem Peak Oil – haben wir den Punkt maximaler Ölförderung bereits hinter uns?

Ich denke nicht. Die Entwicklung der letzten zehn Jahre ermöglicht es uns zum Beispiel, heute Schiefergas zu fördern, was bis vor Kurzem aus technischen und ökonomischen Gründen nicht möglich war. Obwohl die Schiefergasförderung Herausforderungen in Bezug auf die Umwelt mit sich bringt, ist Gas vielleicht eine bessere Alternative als Kohle. In den letzten zehn Jahren sind auch einige riesige konventionelle Ölvorkommen entdeckt worden – etwa in Brasilien. Auch in Norwegen wurde eines der grössten Ölfelder gefunden, die das Land je entdeckt hat. Die Schätzungen der totalen Reserven gehen stetig nach oben, nach wie vor. Und neue Fördertechnologien sowie ein hoher Ölpreis tun ein Übriges dazu.

«Unsere Gesellschaft steht an einem Scheideweg.»

Also eine unbeschwerte Zeit für die Industrie und die damit zusammenhängende Forschung?

Das würde ich so nicht sagen. Das Zusammenspiel zwischen Ökonomie, Umwelt und Politik bringt bedeutende Herausforderungen mit sich. Es ist schlicht nicht nachhaltig, immer mehr Energie zu verbrauchen – vor allem, wenn es sich um fossile Energiereserven handelt. Wir sollten die Warnhinweise der Klimaforschung ernst nehmen. Unsere Gesellschaft steht an einem Scheideweg – und ich glaube, dass unsere Forschung dazu beitragen kann, die Energieversorgung auch in Zukunft zu sichern, und zwar auf so saubere Weise wie möglich.

Johan Robertsson ist Professor für Geophysik an der ETH Zürich. Er leitet die Forschungsgruppe für Exploration und Umweltgeophysik. Der Spezialist für seismische Wellenausbreitung wurde für eine neue Methode zur seismischen Datenerfassung unlängst mit dem Eni-Preis «New Frontiers of Hydrocarbons» ausgezeichnet, dem weltweit wichtigsten Preis auf dem Gebiet der Energiegewinnung.



«Man schätzt, dass fast die Hälfte der Konflikte im Bergbau sich ums Wasser drehen.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Vielleicht lässt sich leichter sagen, wo es im Augenblick (noch) keine Herausforderungen gibt: Man hat lange gedacht, dass die Ressourcen knapp sind und dass die Rohstoffe ausgehen könnten, aber danach sieht es momentan nicht aus. Es ist vielmehr die Knappheit der Umweltsysteme, die uns vor Probleme stellt.

Was heisst das konkret?

Es gibt diverse Systeme wie die Atmosphäre, den Boden, das Wasser, die alle nur in begrenzter Weise Emissionen aufnehmen können. Und der Abbau von Rohstoffen setzt oft eine ganze Menge Schadstoffe frei. Eigentlich bräuchten wir, wenn wir die Industrie so weiterbetreiben, einen zusätzlichen Planeten, nur um unseren Müll zu entsorgen.

Sie haben einmal geschrieben, man solle doch ganz auf den Abbau von Gold verzichten. War das polemisch gemeint?

Durchaus nicht. Es gibt eigentlich keinen ökonomischen Anreiz mehr, Gold zu horten. Wir hätten mehr als genug Reserven

und bräuchten keinen Abbau mehr. Trotzdem wird weiter Gold gefördert, obwohl das Metall ein extremer Fall ist, was die Belastung des Umweltsystems betrifft: Aus einer Tonne Gestein fördert man im Schnitt gerade mal ein Gramm Gold – da ist der Aufwand schlicht zu gross, wenn man die gesamten Kosten anschaut: den Energieaufwand, den damit verbundenen CO₂-Fussabdruck, die verbrauchte Wassermenge, das chemische Risiko.

«Die Technik entwickelt sich ja weiter, und das ist gut für die Umwelt.»

Sie interessieren sich ja besonders für die Ressource Wasser. Wie bedeutend ist das Wasserproblem im Zusammenhang mit Rohstoffen?

Es ist zentral. Man schätzt, dass fast die Hälfte der Konflikte im Bergbau sich ums Wasser drehen. Und in vielen Teilen der Welt ist das ein Problem, das sich noch verschärfen dürfte. Wenn Bergbau im grossen Stil in Gebieten

betrieben wird, in denen bereits Wasserknappheit herrscht, dann sind Konflikte vorprogrammiert.

Steht in dem Fall die lokale Bevölkerung automatisch auf der Verliererseite?

Nein, das ändert sich. Zunächst muss man sehen: Konflikte sind teuer und wollen deshalb von den Rohstofffirmen lieber vermieden werden. Und inzwischen hat auch das Wasser durchaus eine Lobby; die Vereinten Nationen beispielsweise bringen das Thema sehr erfolgreich auf die politische Agenda. Es gibt zwar nach wie vor wenige Sanktionsmöglichkeiten auf internationaler Ebene, aber es gibt eine Menge Best-Practice-Beispiele, die immer verbreiteter zur Anwendung kommen. Die Technik entwickelt sich ja weiter, und das ist oftmals gut für die Umwelt.

Können Sie dafür ein Beispiel nennen?

Beim Quecksilber gibt es seit zwei Jahren eine internationale Vereinbarung, die sogenannte Minamata-Konvention. Diese verpflichtet unterzeichnende Staaten, dafür zu sorgen, dass weniger dieses giftigen Schwermetalls in die Umwelt gelangt. Man weiss, dass sich heute zwischen vier und vierzig Mal mehr Quecksilber in der Umwelt befindet als im Naturzustand – man weiss aber nicht so genau, wo es sich anreichert. Es gelangt ja vom Wasser auch in die Böden und Sedimente, von wo es noch sehr lang emittiert werden kann. Beim Goldabbau wird auch immer noch Quecksilber eingesetzt, dies vor allem beim handwerklichen Abbau. Da ist es auf jeden Fall von Vorteil, wenn Gold von grossen Firmen gefördert wird, die das entsprechende Umwelt-Know-how haben.

Bernhard Wehrli ist Professor für Aquatische Chemie an der ETH Zürich und der Eawag (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz). Seine Gruppe erforscht biogeochemische Prozesse in Oberflächengewässern (Flüsse, Seen, Sümpfe). Dabei gilt sein Forschungsinteresse dem Erarbeiten von Lösungen für das nachhaltige und integrierte Management von Wassersystemen.



«Die Welt braucht jeden einzelnen Ansatz, den wir zur Verfügung haben.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Ich sehe zwei grosse Herausforderungen, auf die fossilen Rohstoffe bezogen. Erstens verbrauchen wir diese sehr viel schneller, als sie sich bilden – was ja Millionen von Jahren dauert. Zukünftige Generationen werden so womöglich ganz ohne diese Rohstoffe auskommen müssen, was gerade im Falle von Öl nicht sehr weit gedacht wäre. Erdöl ist ein hochwertiger Rohstoff, mit dem wir eine Vielzahl von Chemikalien herstellen können – es ist fahrlässig, diesen Rohstoff einfach zu verbrennen. Die zweite Herausforderung ist der Klimawandel. Da stellt sich die Frage, wie wir diese Rohstoffe noch weiter verwenden können, ohne uns Sorgen um die Emission von CO₂ machen zu müssen, wenn sie verbrannt werden.

Wie können wir es denn schaffen, den Verbrauch dieser Rohstoffe zu bremsen?

Das grundsätzliche Problem ist, dass wir nicht alle Kosten in die Rohstoffpreise einrechnen. Die Umweltverschmutzung und die Klimafolgen müssten eigentlich im Preis beispielsweise der Kohle beinhaltet sein – beziehungsweise im Preis des Stroms, der mit

dieser Kohle erzeugt wird. Das ist im Moment jedoch nicht so: Wir beziehen nach wie vor billigen, aber schmutzigen Strom.

Wie teuer müsste Strom aus fossiler Energie denn sein, wenn man auch die Umweltkosten miteinrechnen würde?

Das ist eine schwierige Frage, so allgemein lässt sich das kaum beantworten. Aus technischer Perspektive kann ich sagen, dass wir zumindest einen Preis für den Aufwand angeben können, das CO₂ abzuscheiden und wieder dauerhaft zu speichern (CCS – Carbon Capture and Storage). Wir können also die Vermeidungskosten angeben, was den Klimawandel angeht. Für das Sammeln und Einlagern des CO₂, das bei Verbrennungsvorgängen oder auch bei industriellen Prozessen wie zum Beispiel der Zementherstellung entsteht, schlagen diese Kosten mit etwa 50 Euro pro Tonne CO₂ zu Buche. Das würde den jetzigen Strompreis gerade mal um etwa 50 Prozent verteuern und nicht, wie oftmals befürchtet, ein Mehrfaches des jetzigen Strompreises ausmachen.

Wie ist denn der Stand der Technik beim CSS? Einen konkreten Preis pro Tonne CO₂ angeben zu können – das bedeutet, dass sie schon praxistauglich ist?

Ja, die Technologie existiert, sie steckt aber noch in den Kinderschuhen. Es ist wie mit jeder industriellen Technologie: Wir lernen laufend dazu, wir beobachten und optimieren. Und wir kommen schrittweise weiter. Natürlich wird sie derzeit erst in sehr kleinem Stil eingesetzt, was eben daran liegt, dass klimapolitisch kein Handlungsbedarf besteht: Wir sollten, aber müssen nichts tun, und deshalb tun wir auch nichts. Die Speicherkapazitäten wären allerdings prinzipiell vorhanden, um auch grosse Mengen von CO₂ wieder in den Boden zurückzubringen – in derselben Grössenordnung, in der wir derzeit CO₂ emittieren. Und nach aktuellem Stand des Wissens lässt sich die Technik sicher meistern; wir wissen, welche Reservoirs wir nutzen können, damit das CO₂ dauerhaft im Untergrund bleibt. Die Natur hat uns das mit Jahrmillionen alten Öl- und Gaslagerstätten vorgemacht.

«Die Umweltverschmutzung und die Klimafolgen müssten eigentlich im Preis beinhaltet sein.»

Wo sind denn solche Reservoirs zu finden? Gibt es sie auch in der Schweiz?

Eine Studie der Universität Bern hat kürzlich dargelegt, dass auch in der Schweiz relativ grosse Kapazitäten zur Einlagerung von CO₂ vorhanden wären, vor allem im Mittelland. Allerdings hat die Studie lediglich das theoretische Speicherpotenzial aufgezeigt. Ob sich im Mittelland wirklich geeignete Reservoirs finden, müsste man zuerst anhand konkreter Bohrungen und Tests herausfinden. Tatsächlich werden wir wohl eher die riesigen Speicherkapazitäten unter der Nordsee nutzen, was aber auch bedeutet, dass wir ein grosses Pipeline-Netz für den Transport des CO₂ zu diesen Lagerstätten bauen müssen.

Mitunter wird an der CSS-Technologie die Kritik geäussert, dass sie ein System stützt, das wir längst ändern müssten. Verhindert CSS die rasche Energiewende?

Nein, das glaube ich nicht. Ich bin überzeugt, dass wir alle Klimaschutzmassnahmen nutzen müssen, die sich uns bieten. Es ist eine Tatsache, dass die Weltwirtschaft weiter im grossen Stil Kohle und Gas nutzen wird, einfach weil es billig ist. Aber natürlich müssen wir auch darauf hinarbeiten, so schnell wie möglich nachhaltige Energieträger zu finden – in meiner Forschungsgruppe gibt es Projekte in beide Richtungen. Es gibt keine «Silver Bullet», wie die Amerikaner sagen, also keine Wunderwaffe gegen das Klimaproblem – die Welt braucht jeden einzelnen Ansatz, den wir zur Verfügung haben.

Marco Mazzotti ist Professor für Verfahrenstechnik am Institut für Verfahrenstechnik der ETH Zürich und Vorsitzender des Leitungsausschusses des Energy Science Center der ETH Zürich. In seinen Forschungsaktivitäten konzentriert er sich vor allem auf Trennprozesse. Sein Know-how macht ihn zu einem international renommierten Experten für die Abscheidung und Speicherung von Kohlenstoffdioxid (Carbon Capture and Storage, CCS).

«Es gibt im Müll
tatsächlich noch
viele ungenutzte
Ressourcen.»



Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Ich möchte mich auf den sekundären Rohstoffsektor, also auf das Recycling von Rohstoffen beziehen. Wenn man sich hier die Materialkreisläufe anschaut, so liegt die grösste Herausforderung bei den Metallen. Es werden immer mehr verschiedene Metalle in Konsumgegenständen eingebaut – inzwischen ist fast das gesamte Periodensystem in elektronischen Geräten anzutreffen, oftmals in geringen Konzentrationen. Diese Rohstoffe können am Ende des Lebenszyklus eines Geräts nur sehr schwer wieder aufgetrennt werden. Das kann beim Wiederverwerten zu erhöhten Verlusten führen, weil sich Fremd- oder Schadstoffe in Kreisläufen anreichern, die dem Recyclingprozess hinderlich sein können (z. B. zu viel Kupfer im Stahl). Auch können Umwelt- oder Gesundheitsprobleme auftreten, wenn in einem durch Recycling gewonnenen Material Stoffe sind, die dort nicht hineingehören, in einem neuen Produkt aber unwissentlich mitverarbeitet werden.

Was ist denn der Stand in Sachen «Wiederverwertung von Metallen»?

Was die herkömmlichen Metalle wie Alu-

minium, Eisen, Stahl oder Kupfer angeht, ist viel Erfahrung vorhanden, und bereits heute wird ein Grossteil dieser Metalle stofflich wiederverwertet. In der Schweiz gibt es zum Beispiel zwei Stahlwerke, die ausschliesslich Stahl aus Eisen- und Stahlschrott herstellen. Aber die rasche Entwicklung der Elektronik stellt eine Herausforderung dar. Nehmen Sie das Beispiel Mobiltelefone: Hier gibt es laufend Innovationen und neue materielle Zusammensetzungen. Darüber hinaus haben diese Geräte meistens kein recyclingfreundliches Design und landen nach der Gebrauchsphase aufgrund ihrer kleinen Grösse manchmal sogar noch nicht einmal im Elektroschrott, sondern im Kehrichtsack. Gelangen die Geräte dann in eine Kerichtverbrennungsanlage, werden zum Teil zwar auch dort Metalle aus den Rückständen der Verbrennung wiedergewonnen, jedoch oft in minderer Qualität und mit geringerer Effizienz als durch das direkte Elektroschrottreycling.

Und lohnt sich Recycling nicht auch wirtschaftlich? Man hört ja immer wieder, in unserem Müll würden wahre Schätze nur darauf warten, wiedergewonnen zu werden.

Es gibt im Müll tatsächlich noch viele

ungenutzte Ressourcen, aber die Wirtschaftlichkeit der Wiedergewinnung hängt von vielen Faktoren ab, etwa von der Art des Metalls, der Konzentration und der Trennbarkeit. Bei einigen Produkten und Materialien lohnt sich das Recycling bereits heute. Bei anderen, zum Beispiel bei Elektrogeräten, muss eine vorgezogene Recyclinggebühr beim Verkauf der Geräte erhoben werden, damit Kostenlücken bei der Verwertung gedeckt werden können.

Was passiert denn derzeit mit dem Elektromüll und den darin enthaltenen wertvollen Rohstoffen?

Die Schweiz ist bezüglich der Sammlung von Alt-Elektrogeräten führend. Diese werden – soweit möglich – zunächst mechanisch in ihre Einzelbestandteile zerlegt. Komplexe Komponenten können durch Schmelzprozesse aufgetrennt werden, das ist aber recht aufwendig und findet meist ausserhalb der Schweiz statt. Man muss immer die gesamte Ökobilanz im Blick behalten: Ab einem gewissen Punkt lohnt sich das stoffliche Recycling nicht mehr, da hierfür schlicht zu viel Energie benötigt wird. Ein Teil der noch funktionierenden Elektrogeräte wird exportiert. Und dies mag Sinn machen, wenn die Geräte weiterhin gebraucht werden, allerdings werden sie nach Ablauf ihrer Lebensdauer sicher nicht wieder in die Schweiz zurückgebracht, um hier ordnungsgemäss entsorgt zu werden. Elektroschrott ist in vielen Entwicklungsländern ein grosses Problem. Auch dort findet oft ein Recycling statt, jedoch fehlt meistens die richtige Infrastruktur und das Wissen, das es für eine umweltgerechte Wiederverwertung braucht. Beim sogenannten Hinterhofrecycling sind die Arbeiter häufig giftigen Gasen ausgesetzt, zum Beispiel durch das offene Verbrennen von Kabeln zur Wiedergewinnung von Kupfer. Das Pikante dabei: Würden die Altgeräte als Abfall exportiert, dann würden viel höhere gesetzliche Auflagen gelten beziehungsweise es wäre gar nicht möglich.

Sie glauben nicht an perfekte Rohstoffkreisläufe als Zukunftsvision?

Für einige Produkte ist es durchaus mög-

lich, weitgehend Kreisläufe zu schliessen, aber die Verluste sind nicht komplett vermeidbar. Der Traum, dass man Rohstoffe in Produkte einbaut und nach deren Gebrauch wieder vollständig einer gleichwertigen Nutzung zuführen kann, ist natürlich verlockend. Doch solch in sich geschlossene Kreisläufe wird es nie geben, auch wenn es durchaus noch grosses Optimierungspotenzial gibt. Und das heisst auch: Es gibt keine vollständige Rohstoffautonomie für Länder, die selber keine Rohstoffe haben oder fördern.

Wo sehen Sie Ansatzpunkte, um die Kreisläufe zumindest zu optimieren?

Das fängt beim Produktdesign an. Derzeit wird die Art und Weise, wie sich ein Produkt rezyklieren lässt, selten berücksichtigt. Das wird sich hoffentlich in Zukunft ändern. Eine gute Trennbarkeit zusammen mit transparenten Produktinformationen würde dazu führen, dass aus einem Produkt am Ende Schrott mit höherer Reinheit und Qualität entsteht. Dies würde die Kosten für das Recycling senken, höhere Verwertungsquoten zulassen, den Energiebedarf für die Aufarbeitung vermindern und die Qualität der wiedergewonnenen Materialien erhöhen. Es besteht auch Optimierungspotenzial bei der Sammlung und Verwertung selbst. Zuletzt kann man sogar aus den Rückständen der Kehrrichtverbrennung Metalle wie Eisen, Kupfer, Aluminium und sogar Gold wiedergewinnen. Hier ist die Schweiz bereits heute international führend und macht laufend weitere Fortschritte.

Stefanie Hellweg ist Professorin für ökologisches Systemdesign am Institut für Umweltingenieurwissenschaften der ETH Zürich. Schwerpunkte ihrer aktuellen Forschung sind die Modellierung, Bewertung und Verbesserung der Umweltwirkungen technischer Systeme. Insbesondere arbeitet Stefanie Hellweg an der methodischen Weiterentwicklung von Lebenszyklusanalysen und Entscheidungsunterstützungsinstrumenten für «Industrial Ecology».



«Bereits heute ist Sand eine der knappsten Ressourcen der Welt.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Als Architekt und Städtebauer? Da möchte ich vorausschicken, dass die Stadt der Zukunft nicht in Europa oder Nordamerika, sondern in den Entwicklungszonen Afrikas und Asiens – also rund um den Äquator – gebaut wird und dort deshalb künftig der grösste Verbrauch unserer Rohstoffe stattfinden wird.

Und worin liegt hier genau die Herausforderung?

Wir wissen eigentlich, dass wir diese Städte nicht mit denselben Ressourcen bauen können, die wir zu nutzen gewohnt sind. Nur ein Beispiel: Von 54 afrikanischen Ländern produzieren gerade einmal zwei eigenen Stahl. In Äthiopien steht Stahl auf Rang drei der meist-importierten Materialien und ist für einen grossen Teil des nationalen Handelsdefizits verantwortlich. Ein weiteres Beispiel ist Sand: Ein Grossteil des Betons besteht aus in Wasser gebundenen Kiesen und Sanden – und die abbaubaren Vorräte gehen zur Neige. Es klingt zwar seltsam, aber bereits heute ist Sand eine der knappsten Ressourcen der Welt. Der Grund für diesen Zustand ist die Mono-

polisierung unserer Bauindustrie auf wenige Materialien.

Warum ist dieses Monopol denn so erfolgreich?

Da gibt es zwei Blickrichtungen. Die Sicht von Süden nach Norden verlangt nach dem Erreichen des Standards, der von den Industrieländern vorgelebt wird – man könnte es das Dubai-Fieber nennen. Man versucht, etwas aufzuholen, und übernimmt dann auch dieselben Fehler. Die Sicht von Norden nach Süden ist eher die des Exports eines erreichten Status quo: Man will helfen und errichtet Schulen, Universitäten, Spitäler nach einem Muster, das weltweit funktioniert. Das ist natürlich einfacher, als für jedes Land spezifische Lösungen zu entwickeln. Diese beiden Sichtweisen verheiraten sich zu einer unheilvollen Mischung.

Und was macht die längst global aufgestellte Bauindustrie? Werden von dieser Seite ebenfalls die alten Methoden «zementiert»?

Nicht nur, es gibt vermehrt Industriepartner, die durchaus an alternativen Methoden interessiert sind, weil sie auch sehen,

dass es nicht ewig so weitergehen kann. Hier wird das Problem mit der Ressourcenknappheit allmählich verstanden – die Herausforderung besteht darin, nun die nötigen Veränderungen einzuleiten.

Und sieht man erste Ansätze zu einem Umdenken? Wie wird denn zum Beispiel in China gebaut?

Momentan noch: in Beton. Dabei sehe ich gerade in China gegenwärtig einen Wandel in der Mentalität, bedingt durch eine jahrzehntelange Ausbeutung fossiler Ressourcen und durch die damit einhergehende Umweltbelastung. Diese zeigt sich seit einigen Jahren vor allem in Form von Luftverschmutzung.

Entwicklungsländer hätten jedoch grundsätzlich einen Riesenvorteil, sie könnten zu Schrittmachern eines Wandels werden, sozusagen das fossile Zeitalter überspringen. Vielleicht wird China mit der gleichen Geschwindigkeit, mit der es zur fossil basierten Industrienation geworden ist, in den nächsten Jahren zum ökologischen Vorreiter.

Sie erforschen in Zürich ja bautechnologische Alternativen. Können Sie konkrete Beispiele dafür nennen?

Da gibt es vor allem zwei Ansätze. Zum einen Bambus, mit dem wir nun schon eine Weile sehr intensiv experimentieren und den wir in gewissen Anwendungsbereichen als einen möglichen Ersatz zu Stahl etablieren möchten. Tatsächlich hat sich gezeigt, dass einige Bambusfasern zugfester als Stahl sind. Ausserdem ist die Pflanze genau dort zu finden, wo wir den grössten urbanen Zuwachs vermuten: im tropischen Gürtel unseres Planeten. Bambus wächst enorm schnell und ist dadurch auch ein hervorragender CO₂-Speicher. Im Moment überlegen wir, wie man in Indonesien eine erste Produktionsstätte für ein Kompositmaterial aufbauen könnte. Das zweite Beispiel ist Müll: Wir versuchen gerade, aus dieser Ressource Produkte zu entwickeln, mit denen wir neue Anwendungen in der Architektur erproben. Auch hier gilt: Dieser Rohstoff ist schon genau dort, wo wir

ihn in Zukunft brauchen, und vielleicht unterscheiden wir bald nicht mehr zwischen Müll und Ressource.

Und wie sieht es mit der Ausbildung bei uns aus; müsste man da auch umdenken?

Ja, wir müssen die Studierenden für lokal vorhandene Rohstoffe sensibilisieren und dafür, welche Vorteile und Einschränkungen jede Ressource mit sich bringt. Dabei verstehen wir den Begriff der Ressource nicht nur im Sinn von Materialien. Eine Ressource ist ebenso eine kulturelle oder soziale Eigenheit, die in der Architektur ihre Umsetzung finden kann. In diesem Semester arbeiten unsere Studierenden zum Beispiel mit Handwerkern zusammen, die gleichzeitig ihre Bauherren sind, um einen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen – und aus diesem Verständnis heraus können sie hoffentlich eine Architektur entwickeln, die spezifisch ist und sozial und kulturell verankert. Dieser Ansatz ist wiederum global anwendbar und erlaubt das Arbeiten in vielen Varianten und Alternativen.

Dirk Hebel ist Assistenzprofessor im Departement Architektur der ETH Zürich und am Future Cities Laboratory in Singapur. Seine Forschung konzentriert sich auf alternative Baumaterialien und Konstruktionsmethoden und ihre Anwendungen in den Industrienationen wie auch in Entwicklungsländern.



«Dabei wäre die Entkoppelung von fossiler Energie und Wirtschaftswachstum eigentlich gar kein Problem.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Aus meiner ressourcenökonomischen Sicht fokussiere ich auf etwas andere Probleme als auf diejenigen, die man gemeinhin kennt. Da natürliche Ressourcen begrenzt und ungleich verteilt sind, geht es auch um Fragen der Knappheit und der Verteilung. Aber das Hauptproblem sehe ich in den externen Einwirkungen, die oft gar nicht in die «Rohstoffrechnung» einfließen – das markanteste Beispiel dafür ist aktuell der Klimawandel. Und hier haben wir es mit einem generationenübergreifenden Thema zu tun.

Wie wäre das Problem denn in den Griff zu bekommen?

Man wird wohl Wege finden müssen, um dafür zu sorgen, dass Rohstoffe – insbesondere natürlich fossile Brennstoffe – gar nicht erst gefördert werden. Das ist aber derzeit noch ein delikates Thema, weil man auf diese Rohstoffe angewiesen zu sein glaubt, um den Wirtschaftsmotor am Laufen zu halten. Dabei wäre die Entkoppelung von fossiler Energie und Wirtschaftswachstum eigentlich gar kein Problem. Natürlich müsste es einen Strukturwandel in gewissen Sektoren geben, aber gesamtwirtschaftlich gesehen wären die Auswirkungen durchaus nicht nur negativ.

Und warum hat dieses Umschwenken weg von den fossilen Rohstoffen nicht schon längst begonnen?

Die Wirtschaft sträubt sich gegen entsprechende Investitionen insbesondere dann, wenn die langfristige Planbarkeit nicht gegeben ist. Deshalb braucht es vor allem eine transparente Politik, die klare Ziele festlegt, an denen sich die Industrie orientieren kann. Und diese Politik würde meiner Meinung nach am besten in einer deutlichen Verteuerung fossiler Energieträger bestehen – das wäre der effizienteste Weg.

Versucht man das nicht bereits, zum Beispiel via Zertifikatehandel?

Da weist die Gesetzgebung derzeit leider noch zu viele Lücken auf; der Zertifikatehandel hat bislang noch kaum eine Wirkung gezeigt. Das ganze System wirkt noch nicht, was man auch daran sieht, dass sich die Investoren so gut wie gar nicht dafür interessieren. Es ist letztlich eine Frage des politischen Willens: Wenn man einen Effekt sehen will, muss man über den Preis gehen. Und wir wüssten ja eigentlich, wie es zu machen wäre: Steuern und ehrlich angesetzte Zertifikate sind die effizientesten Mittel, das ist belegt.

Was würden denn die Förderländer der Rohstoffe dazu sagen? Die sind ja mitunter stark abhängig von den Erlösen eines ganz spezifischen Rohstoffs?

Es gibt durchaus so etwas wie einen «Rohstofffluch», der ein Land befallen kann. Prinzipiell gilt: Je ungleicher die Erlöse verteilt sind, desto grösser die Probleme. Eine Volkswirtschaft, die vollkommen auf einem Rohstoff basiert, hat oft Schwierigkeiten, aus diesem Fluch herauszukommen – die Erlöse werden dann in den Erhalt der Ungleichverteilung investiert. Das gilt vor allem für instabile politische Regionen, während in Norwegen zum Beispiel der Fall ganz anders liegt: Entdeckt ein Land erst dann Rohstoffvorkommen, wenn es in einer politisch stabilen Lage ist, dann können die Erlöse tatsächlich der ganzen Bevölkerung zugutekommen.

Therese Egli promovierte und forschte bis vor Kurzem am Center of Economic Research der ETH Zürich zu Themen der Klimapolitik und Ressourcenökonomie sowie zur Wachstumstheorie. Inzwischen arbeitet sie bei Meta-Sys, wo sie sich mit Marktanalysen im Immobiliensektor beschäftigt.

«Aber es ist klar, dass Rohstoffe oftmals unter dubiosen Verhältnissen gewonnen werden.»



Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Wenn man sich die Situation nicht nur in der Schweiz, sondern weltweit anschaut, dann sehe ich ein ganzes Spektrum von Problemen. Vor allem sind zu nennen: Umweltverschmutzung, arbeitsrechtliche Verstösse und vor allem Korruption. Wenn man diesen Problemen auf den Grund gehen möchte, muss man zunächst klar zwischen Herstellung und Handel unterscheiden – beide Sektoren haben ihren eigenen Strauss an Problemen. Es ist wichtig, die beiden auseinanderzuhalten, weil die Regulierungsbemühungen derzeit weitgehend auf die Herstellung und Förderung der Rohstoffe abzielen.

Und wir in der Schweiz es aber nur mit dem Handel zu tun haben?

Genau. Und die Händler waschen ihre Hände gern in Unschuld und sagen einfach, sie würden gar keine Probleme mit der Herstellung sehen. Dass man die Korruption in den Griff bekommen muss, das akzeptieren sie, aber die weiteren Zusammenhänge blenden sie lieber aus.

Warum ist die Schweiz denn so eine wichtige Handelsplattform für Rohstoffe geworden?

Da gibt es unterschiedliche Erklärungen. Die guten Lebensbedingungen sind sicher ein Faktor, die Schweiz ist als Arbeitsplatz attraktiv. Aber auch das Bankgeheimnis spielt eine Rolle, und dazu die Tradition, dass der Sektor des Rohstoffhandels hierzulande eher unterreguliert ist.

Sie haben dieses Geschäft genau unter die Lupe genommen und diverse Beispiele für Geldwäsche und Korruption gefunden. Waren das eher seltene Ausnahmen oder der Normalfall?

Ich würde mich da auf keine Einschätzung des Anteils «unsauberer» Geschäfte festlegen wollen, das wäre unseriös. Aber es ist klar, dass Rohstoffe oftmals unter dubiosen Verhältnissen gewonnen werden – und dass es dabei auch illegale Geldflüsse gibt. Zum Beispiel wenn durch Bestechung dafür gesorgt wird, dass eine Mine auch in einem Naturschutzgebiet betrieben werden kann. Die grosse Frage dabei ist natürlich: Was wissen die Händler hier in der Schweiz über die Hintergründe vor Ort?

Und wie kann man solchen Verfehlungen am besten begegnen?

Im Moment wird das durch eine Selbstregulierung der Branche versucht. Ich bin da eher skeptisch, auch wenn mir das Argument einleuchtet, dass man das Geschäft in der Schweiz nicht stärker regulieren sollte als im Ausland. Ich hoffe immerhin, dass es zu Gesprächen an einem runden Tisch mit den grössten Handelshäusern kommt und man Grundmuster für eine Regulierung entwickelt, wie das auch bei den Banken im Zusammenhang mit der Geldwäsche der Fall war. Aber der Schweizer Staat ist hier diplomatisch nicht mächtig genug – obwohl die Schweiz eine Weltmacht im Handel darstellt.

Sie haben vor zwei Jahren zusammen mit der Erklärung von Bern vorgeschlagen, eine Rohstoffmarktaufsicht («ROHMA»), analog zur Finanzmarktaufsicht, zu gründen. Wie wurde die Idee aufgenommen?

Der Vorschlag war ja eigentlich eher ein politischer Scherz. Aber es hat gar nicht schlecht funktioniert, die Akteure der Branche haben sich provozieren lassen. Die Idee ist jedoch inzwischen ausgereizt – so eine Behörde wird es in der Schweiz vermutlich nie geben. Dabei besteht für die Schweiz ein reales Risiko, zu einem Piratenhafen in Sachen unseriöse Rohstoffgeschäfte zu werden. Es müsste im Eigeninteresse unseres Landes sein, das zu verhindern. Aber dazu müsste man sich zunächst einmal auf klare Leitplanken einigen.

Mark Pieth ist Ordinarius für Strafrecht an der Universität Basel. Von 1990 bis 2013 leitete er eine Arbeitsgruppe der OECD zur Bekämpfung der Korruption im internationalen Geschäftsverkehr. 2004 untersuchte er für die Vereinten Nationen die mutmassliche Korruption beim Oil-for-Food-Programm im Irak. Zudem war er an der Vorbereitung der schweizerischen Gesetzgebung in den Bereichen Geldwäsche, organisiertes Verbrechen, Drogenmissbrauch und Korruption beteiligt. 2014 wurde er von der University of Sussex (England) mit dem Ehrendokortitel ausgezeichnet.



«Was nach einer langen Kontinuität des Rohstoffhandels in der Schweiz aussieht, ist bei genauem Hinsehen eine Geschichte permanenten Wandels.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Bei der internationalen Harmonisierung, wie wir sie im Bankenwesen in den letzten Jahren erlebt haben. Rohstoffhandelsfirmen sind mobil, Firmensitz und Geschäftstätigkeit sind räumlich getrennt. So können sich Länder als attraktive Firmenstandorte positionieren, mit guten Steuer- oder Regulationsbedingungen. Umso wichtiger ist es, internationale Standards zu definieren, die für alle Firmen in allen Ländern gelten – und die vor allem auch durchgesetzt werden können. Wobei man aufpassen muss, wenn man einfach von Rohstoffen im Allgemeinen spricht. Es gibt zwischen den Branchen grosse Unterschiede. Die Kaffee-

handelsfirmen haben schon seit ein paar Jahren ein Fair-Trade-Bewusstsein entwickelt, während dieses beispielsweise bei mineralischen Rohstoffen noch weitgehend fehlt.

Warum diese Unterschiede?

Kaffee ist eine hochemotionale Angelegenheit, dagegen ist Kupfer beispielsweise ein viel abstrakterer Stoff, auch im Gebrauch. Beim Kaffee als Genussmittel kann Fair Trade sehr direkt auch als Marketingargument eingesetzt werden. Oder nehmen wir Diamanten: Beim Ehering kann man sich gut vorstellen, dass faire Bedingungen und Menschenrechte beim Kauf eine Rolle spielen, bei Industriediamanten für Bohrmaschinen dann schon wieder weniger.

Sie haben von Rohstoffen als etwas «Abstraktem» gesprochen. Was hat es damit auf sich?

Das ist eine für den Rohstoffhandel entscheidende Entwicklung. Die «Neutralität» der Rohstoffe ist Mitte des 19. Jahrhunderts infolge einer Standardisierung entstanden. Vorher war die Herkunft von Bedeutung: Man wusste, woher ein Ballen Baumwolle oder ein Sack Weizen kam. Mit dem Aufkommen der Eisenbahn änderte sich das: Rohstoffe wurden zusammengeschüttet und als Massenprodukt verschickt und verarbeitet. Sie verloren ihre Herkunft und bekamen stattdessen ein Qualitätssiegel, beim Weizen zum Beispiel verschiedene Güteklassen. Auf diese Weise wurden sie an den grossen Rohstoffbörsen mit Terminverträgen handelbar, als zukünftig zu liefernde Quantitäten und Qualitäten. Das wäre eine weitere grosse Herausforderung, hier gewissermassen das Rad der Zeit zurückzudrehen und die Herkunft der Rohstoffe wieder sichtbar zu machen.

Wie kam denn die Schweiz zu ihrer besonderen Rolle im globalen Rohstoffhandel?

Es ist tatsächlich erstaunlich, dass ein rohstoffarmes Binnenland, das keine Kolonialmacht war und keine expansive Territorialpolitik betrieb, eine zentrale Position im Rohstoffhandel einnehmen konnte – und zwar nicht erst in jüngster Vergangenheit, sondern bereits im 19. Jahrhundert. Der Grund liegt in der frühen Globalisierung der Handelsbeziehungen. Die Schweiz war als Exportland von Industriegütern im frühen 19. Jahrhundert auf die Märkte im globalen Süden angewiesen, weil der europäische Markt damals ziemlich geschlossen war. Schweizer Handelsleute versuchten ihr Glück in der heutigen Dritten Welt und hatten dort bereits ein Beziehungsnetz aufgebaut, als nach dem amerikanischen Sezessionskrieg und dem Ende der Sklaverei plötzlich Rohstofflieferanten wie Indien und Ägypten an Bedeutung gewannen. Bei Textil- und Kolonialrohstoffen wurde die Schweiz so zu einer globalen Drehscheibe.

Sind das noch dieselben Handelshäuser, die heute im Öl- oder Metallgeschäft mitmischen?

Nein. Die Branche überlebte zwar – mit Rückschlägen – die Krise des globalen Finanzsystems in den frühen 1930er-Jahren, den Zweiten Weltkrieg und die Dekolonisation. Sie reagierte auf die Verstaatlichung von Minen und Plantagen mit geografischer und wirtschaftlicher Diversifikation. Mit den Veränderungen im Ölgeschäft, dem Ende des Kalten Kriegs, den technologischen Umbrüchen und dem Aufkommen neuer Finanzinstrumente veränderte sich das Geschäft zwischen 1970 und der Jahrtausendwende allerdings radikal, und neue Firmen traten auf den Plan. Die Schweiz – beziehungsweise einzelne Kantone – positioniert sich nun erfolgreich als attraktiver Standort für ausländische Holdings. Was nach einer langen Kontinuität des Rohstoffhandels in der Schweiz aussieht, ist bei genauem Hinsehen eine Geschichte permanenten Wandels. In der Schweiz ansässige Firmen operierten in sich stark verändernden geoökonomischen Kontexten, konnten mit dem Export von Dienstleistungen aber immer wieder gute Geschäfte machen.

Lea Haller ist Historikerin an der ETH Zürich und an der Universität Genf. Nach einer Dissertation zur Geschichte des Cortisons arbeitet sie aktuell an einer Geschichte des globalen Rohstoffhandels im 20. Jahrhundert, mit Fokus auf Schweizer Handelsfirmen. Das Projekt wird mit einem Branco Weiss Fellowship gefördert.



«Bisher wurde fast gänzlich auf eine starke Regulierung des Sektors verzichtet.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Aus Schweizer Sicht besteht sie wohl darin, die menschenrechtlichen Probleme und die Umweltrisiken regulatorisch in den Griff zu bekommen, ohne einen Firmenexodus nach London oder Singapur zu provozieren. Es gibt hier durchaus noch Spielraum, denn bisher wurde fast gänzlich auf eine starke Regulierung des Sektors verzichtet.

Man hat den Eindruck, dass sich der Rohstoffhandel erst in jüngster Vergangenheit in der Schweiz angesiedelt hat – womöglich eben gerade weil die Gesetzgebung zu wenig streng ist?

Diese Wahrnehmung ist weit verbreitet, entspricht aber nur beschränkt den Tatsachen. Der Handel mit Kolonialgütern, Kakao, Kaffee, Baumwolle etc. geht sehr viel weiter zurück, es gibt da durchaus eine Tradition in der Schweiz, auch was die Zurückhaltung des Staats angeht. Die Handelsunternehmen haben sich traditionell nicht auf dem Radar der regulatorischen und öffentlichen Aufmerksamkeit befunden, deshalb auch der Eindruck, dass das alles neu sei. Tatsächlich hinkt die

Schweiz deshalb nun bei der Kontrolle des Sektors hinter den USA und der EU her. Die Forderung, dass die Schweiz hier nachziehen soll, ist deshalb berechtigt – die Instrumente dazu wären eigentlich vorhanden.

Der vom Bundesrat erstellte Rohstoffbericht war ja immerhin ein Anfang. Sind Sie zufrieden mit der Wirkung des Berichts?

Der Bericht ist sinnbildlich für den wachsenden politischen und öffentlichen Druck auf die Rohstoffhändler. Er zeigt auf, wo es Probleme gibt, und spricht eine Reihe von Empfehlungen aus, wie damit umgegangen werden soll. Es wird fast ausschliesslich auf freiwillige Massnahmen gesetzt, was vor allem von Nichtregierungsorganisationen stark kritisiert wurde. Auf der anderen Seite spürt man durchaus eine gewisse Bereitschaft des Sektors, in diesem Rahmen mitzuhelfen. Die Frage bleibt allerdings, ob ein freiwilliger Standard genügend Druck auch auf jene Firmen entfalten kann, die sich noch immer querstellen. Das wird auch eine Frage der konkreten Ausgestaltung eines solchen Standards sein.

Kann man also den Unternehmen die Diskussion über die Rohstoffproblemefelder überlassen?

Das wäre kurzsichtig. Die Diskussion ist nicht in erster Linie eine wirtschaftliche, sondern eine politische – sie geht die ganze Gesellschaft an. Wir müssten uns fragen, wie weit wir solche problematischen Geschäftspraktiken als Gesellschaft tolerieren wollen, inwieweit diese mit unseren Grundwerten im Einklang stehen und welche Aussenwirkung sie auf die internationale Wahrnehmung der Schweiz haben. Der politische und öffentliche Diskurs wird aber viel zu oft mit rein wirtschaftlichen Argumenten abgewürgt, das heisst mit dem Verweis auf Standortvorteile, Arbeitsplätze usw.

«Die Diskussion ist nicht in erster Linie eine wirtschaftliche, sondern eine politische – sie geht die ganze Gesellschaft an.»

Hat man denn heute wenigstens eine objektive Vorstellung davon, wie sauber beziehungsweise unsauber die Lage in den Ländern ist, in denen die Rohstoffe abgebaut werden?

Ja, das hat man durchaus. Eine Studie des früheren UN-Sonderbeauftragten für Wirtschaft und Menschenrechte zeigt, dass knapp 30 Prozent aller Menschenrechtsverletzungen mit Unternehmensbeteiligung dem Rohstoffsektor anzulasten sind. Das liegt natürlich auch daran, dass der Sektor standortgebunden ist. Oft liegen Rohstoffvorkommen in Konfliktgebieten – wobei die dortigen Konflikte nicht selten durch eben diese Vorkommen verursacht werden. Unternehmen, die in solchen Regionen operieren, werden fast unweigerlich in die Konflikte hineingezogen, sei dies über Zahlungen an Konfliktparteien oder durch die Anheuerung skrupelloser Sicherheitskräfte etc.

Schauen wir ein wenig in die Zukunft – welche Entwicklung sehen Sie? Wie geht zum Beispiel ein wachsender Rohstoffkonsument wie China mit solchen Fragen um?

Man kann es positiv wie negativ sehen. Ein wirklich vertieftes Problembewusstsein ist noch nicht vorhanden – in China noch etwas weniger als hier. Aber die Lage beginnt sich zu ändern, die Unternehmen fangen an zu begreifen, dass sie Lösungen finden müssen. Ich würde sagen, die Rohstoffhändler sind heute in etwa da, wo die Banken vor 15 Jahren waren. Und der Druck nimmt ständig zu, sowohl auf politischer als auch auf rechtlicher Ebene. So gibt es wachsende Bemühungen, Menschenrechtsverstösse durch Unternehmungen rechtlich zu ahnden oder die Grundlagen dafür bereitzustellen, wo sie noch nicht vorhanden sind. In der Schweiz zielt die vor Kurzem angelaufene Konzernverantwortungsinitiative auf solche Möglichkeiten. Weltweit wurden in den letzten 20 Jahren zahlreiche Fälle eingeklagt. Ein wirklich wegweisendes Urteil gegen ein Mutterhaus der fehlbaren Filialen steht aber auch heute noch aus. Dennoch, einige Unternehmungen haben den Ernst der Lage erkannt und beginnen entsprechend zu reagieren.

Florian Wettstein ist Professor für Wirtschaftsethik und Direktor des gleichnamigen Instituts an der Universität St. Gallen. Seine Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich Wirtschaft und Menschenrechte, Unternehmensverantwortung sowie in der normativen Theorie und der allgemeinen Wirtschaftsethik.

«Die Wegwerfgesellschaft hat Sinn gemacht, solange die Rohstoffpreise gefallen sind.»



Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Die Lebensdauer von Produkten möglichst zu optimieren, um darauf hinzuarbeiten, möglichst wenig Rohstoffe zu verbrauchen. Und zwar indem man Anreize schafft, die auf eine lange Lebensdauer hinzielen statt wie im Moment auf ein Modediktat, das dafür sorgt, Konsumgüter mit der Gewissheit zu produzieren, dass sie sowieso rasch wieder weggeworfen werden.

Und wie schafft man diesen Anreiz?

Indem wir weniger Dinge kaufen, sondern ihre Nutzung. Beziehungsweise: Indem wir mieten statt kaufen, wie es zum Beispiel bei Mobility der Fall ist. Wirtschaftlich sinnvoll wäre es ja eigentlich nur, Dinge zu kaufen, die einen Wertzuwachs erfahren, zum Beispiel Häuser oder Kunstwerke. Für alles andere sollte man nur die Nutzung erwerben.

Und was hat das mit dem Rohstoffverbrauch zu tun?

Es würde die ganze Logik umkehren. Flottenbetreiber wie Mobility achten darauf, möglichst langlebige Produkte zu kaufen,

weil sich das für das Mietsystem am besten rentiert. Oder nehmen Sie Kleider: Wo das System des Textilleasings angewandt wird, wie im Spital oder im Hotel, da nehmen die Käufer automatisch Einfluss auf die Langlebigkeit der Produkte. Sie wollen keine Stoffe, die rasch verschleissen – in diesem System zahlt sich nur hohe Qualität aus. Ähnliches passiert gerade bei Lastwagenreifen: Michelin hat begonnen, diese auf Kilometerbasis zu vermieten und dazu mobile Werkstätten einzurichten, die bei Problemen helfen. Nun lohnt es sich plötzlich, sehr langlebige Reifen zu konstruieren – es gibt eine Anreizumkehr für die Hersteller, sie konzipieren Produkte nun als System.

Das sind derzeit ja noch Spezialfälle. Sie glauben, das könnte auch beim privaten Konsum funktionieren?

Das ist gar nicht so utopisch. Electrolux hat erste Erfahrungen damit gesammelt, Waschmaschinen nicht mehr zu verkaufen, sondern zur Verfügung zu stellen und dann für die Nutzung abzurechnen: «Pay per wash» nennt sich das. Früher haben wir ja auch Telefone gemietet, statt immer wieder ein neues

zu kaufen. Die Wegwerfgesellschaft hat Sinn gemacht, solange die Rohstoffpreise gefallen sind. Das war im 20. Jahrhundert eigentlich immer der Fall, doch seit der Jahrtausendwende steigen sie wieder. Ausserdem wird die Regulierung der Rohstoffwirtschaft die Dinge auch in diese Richtung lenken: Wenn man nachweisen muss, dass Rohstoffe sauber gewonnen worden sind, dann sind all jene Anbieter im Vorteil, die stark auf Recycling setzen – und als frühere wie zukünftige Besitzer der Rohstoffe fungieren. Auch Hersteller sollten sich allmählich von der Wegwerfgesellschaft verabschieden – auch in der Wettbewerbslogik wäre ein Wechsel vorteilhaft.

«Einzelteile zu ersetzen und nicht gleich ganze Systeme, könnte also sogar eine Beschleunigung des Fortschritts bedeuten.»

Aber ganz ohne Abfall wird es nicht gehen.

Nein, wohl nicht. Ausser wir schaffen es, das Cradle-to-Cradle-Prinzip konsequent umzusetzen und möglichst wenig gemischte Abfälle zu erzeugen – das Komplizierte beim Recycling ist das Auftrennen von Metalllegierungen oder Kunststoffpolymeren. Am Schluss müssten wir es schaffen, Abfall völlig zerstörungs- und verdünnungsfrei wieder einzusammeln und die einzelnen Teile neu zu nutzen. Und das muss nicht mal auf eine Bremsung des Fortschritts hinauslaufen, im Gegenteil: Technischer Fortschritt findet selten in Quantensprüngen statt, sondern in kleinen Verbesserungen von Details. Einzelteile zu ersetzen und nicht gleich ganze Systeme, könnte also sogar eine Beschleunigung des Fortschritts bedeuten.

Walter R. Stahel ist Gründer und Leiter des Instituts für Produktdauereforchung in Genf (The Product-Life Institute), das neue Wege der wirtschaftlichen Entwicklung analysiert, basierend auf einer Optimierung der Produktlebensdauer. Walter Stahel ist dipl. Architekt ETH, seit 2012 Vollmitglied des Club of Rome und seit 2005 Visiting Professor an der University of Surrey (England), die ihm 2013 den Titel eines Doktor h. c. verliehen hat.



«Kritische Teilchengrößen müssen einer klaren Regulierung unterliegen.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Im Ausschöpfen der Möglichkeiten von nachhaltigen Materialien – beispielsweise können viele nachwachsenden Ausgangsstoffe heute smarter eingesetzt werden, wenn ihre Eigenschaften gezielt modifiziert werden.

Woran denken Sie da zum Beispiel?

Nehmen wir Zellulose, die gerade ein Revival erlebt, weil ihre Eigenschaften bis in kleinste strukturelle Dimensionen hinein neu erforscht werden. Sogenannte Nanozellulose ist ein hochinteressantes Ausgangsmaterial für verschiedene Anwendungen. Kollegen von uns an der Empa haben daraus beispielsweise Schwämme entwickelt, die Öl aufnehmen können, dabei aber wasserabweisend sind. Diese Schwämme sind sehr einfache, jedoch effektive Hilfsmittel zum Beispiel im Falle eines Öllecks. So können Materialien entwickelt werden, die multifunktional und nachhaltig sind.

Die Nanotechnologie ist insofern also ein Türöffner für ganz neue Rohstoffanwendungsfelder?

Ja. Man hat erst seit jüngerer Zeit die

Instrumente, mit deren Hilfe man den Aufbau von Materialien untersuchen, verstehen und sogar visualisieren kann. Dabei stösst man mitunter in Größenordnungen vor, in denen quantenmechanische Effekte relevant werden, die Materialeigenschaften je nachdem radikal verändern können. Nehmen sie Titan-dioxid: Zu Partikeln zermahlen ist es weiss, macht man es noch kleiner, wird es durchsichtig und hat katalytische Eigenschaften. Das lässt ganz neue Anwendungen zu. Ein weiteres Beispiel findet man in farbigen Kirchenfenstern, die fein gemahlene Gold enthalten und so den Gläsern eine satte rote Farbe geben. Das Wissen um diese Anwendung von Gold ist empirisch gewachsen – man kennt das Verfahren schon seit Generationen. Heute können wir solche überraschenden Materialeigenschaften aber viel gezielter einsetzen.

Inwiefern müssen wir aufpassen, dass wir dabei die Risiken im Griff behalten?

Es ist klar, dass wir beim Übergang in den Nanobereich ganz neue, womöglich auch unerwartete Materialeigenschaften generieren. Das muss sorgfältig untersucht werden. Es bedarf einer gesamtheitlichen Abklärung der

Chancen und Risiken. Die Lunge ist sicherlich das sensitivste Organ, wenn es zu einer Exposition mit freien Nanomaterialien kommt. Auf der anderen Seite hat die Lunge aber auch ein sehr effizientes Reinigungssystem, welches gut funktioniert für kleinste Staub- und andere Teilchen; zumindest solange es nicht überlastet wird. An diesen Risiken wird sehr intensiv geforscht. Kritische Teilchengrößen müssen einer klaren Regulierung unterliegen.

Ein konkretes Beispiel: Sonnencremes werden heute mit Nanopartikeln (Titan-, Zinkoxid) hergestellt. Erst sie ermöglichen den hohen Schutz vor Sonnenbrand. Um eine Gefährdung durch die Nanopartikel auszuschliessen, wurde zum Beispiel genau abgeklärt, ob diese durch die Haut in den Körper eindringen können. Man kam zum Schluss, dass eine gesunde Haut eine effiziente Barriere für Nanomaterialien ist.

«Die Wiederholung eines solchen Falls möchte und muss man sowohl aus gesellschaftlicher als auch aus wirtschaftlicher Sicht verhindern.»

Beim Asbest haben wir allerdings gesehen, dass Risiken manchmal nicht erkannt werden. Könnte so etwas heute auch wieder passieren?

Asbest ist sicher ein extremer Fall, einerseits weil die Inkubationszeit zwischen Exposition und Ausbruch der Krankheit aussergewöhnlich lang ist. Auch nach Anerkennung des Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung dauerte es noch Jahrzehnte, bis dieser rechtlich anerkannt wurde. Die Wiederholung eines solchen Falls möchte und muss man sowohl aus gesellschaftlicher als auch aus wirtschaftlicher Sicht verhindern. Entsprechend gilt das Vorsorgeprinzip: Wo man unsicher ist, sucht man nach Lösungen, um zum

Beispiel faserige Materialien nur mit Bedacht einzusetzen oder durch andere Materialien zu ersetzen. Ist eine schädliche Wirkung erkannt, so ist eine Exposition auf ein Minimum zu reduzieren oder vollständig auszuschliessen.

Wie würden Sie als Biologe also den richtigen Umgang mit neuen Nanomaterialien sehen?

Es ist schade, dass wir immer zuerst die Frage gestellt bekommen, ob etwas giftig oder schädlich ist. Bis wir die Frage eindeutig geklärt haben, ist die Innovationskraft einer neuen Anwendung oft schon verpufft. Ich wünsche mir, dass man zunächst einmal danach fragt, wie und wo (Nano-)Materialien in Zukunft sicher und nachhaltig eingesetzt werden können, sodass dann Materialentwicklung und Sicherheitsforschung gemeinsam im Sinne eines «Safety-by-Design-Ansatzes» neue Materialien für eine Vielzahl von Anwendungsfeldern entwickeln können.

Peter Wick ist Leiter des Particles-Biology Interactions Labor an der Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) in St.Gallen. Sein Interesse gilt dabei unter anderem der Entwicklung innovativer und sicherer Nanomaterialien für den Gesundheitsbereich. Er ist Mitverfasser eines Berichts zur Human- und Ökotoxizität synthetischer Nanomaterialien, herausgegeben vom Bundesamt für Umwelt.

«Es muss uns gelingen, den Rohstoffsektor zu demokratisieren, und zwar entlang der ganzen Wertschöpfungskette.»



Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

In der demokratischen Mitbestimmung aller Akteure. Viele der derzeit akuten Probleme haben damit zu tun, dass die lokale Bevölkerung nicht in die Entscheidungsprozesse miteinbezogen wird. Es muss uns gelingen, den Rohstoffsektor zu demokratisieren, und zwar entlang der ganzen Wertschöpfungskette.

Wie müsste der Abbau denn am besten organisiert sein, damit er sich ebenso fair wie nachhaltig gestaltet? Müsste die lokale Bevölkerung die Rohstoffe bestenfalls selber gewinnen?

Das gibt es natürlich, in Bolivien zum Beispiel, wo von Kooperativen Metallerz abgebaut und an Zwischenhändler verkauft wird. Aber das kann nicht in relevanten Größenordnungen passieren. Für einen Abbau im grösseren Stil braucht es eine koordinierte Aktion mit entsprechendem technischem und ökonomischem Know-how. Dafür gibt es zwei Modelle: Entweder der Staat vergibt Konzessionen und definiert dabei die Bedingungen, wie private Firmen die Vorkommen abbauen können. Oder der Staat gründet selber eine Firma, die

den Abbau vornimmt. Ein staatlicher Konzern kann so versuchen, die Konkurrenz sowohl im Sinn der Steigerung des Kapitalgewinns als auch im Sinn des öffentlichen Gutes und einer umwelt- und menschengerechten Entwicklung zu beeinflussen. Auf diese Weise tritt der Staat nicht nur als Regulator auf, sondern zudem als wirtschaftlicher Akteur, was ihm einiges mehr an Einfluss verschafft.

Was ist denn falsch daran, den Abbau privaten Firmen zu überlassen?

Im Prinzip nichts. Auch der Anspruch, Gewinn zu machen, ist legitim. Bei vielen Firmen stehen aber einseitig die Interessen der Aktionäre im Zentrum und nicht die Frage, ob und wie die lokale Bevölkerung von den Bodenschätzen profitiert. So wird dann beispielsweise mit allerlei Steuertricks versucht, im Ursprungsland der Rohstoffe möglichst wenig Abgaben zu zahlen oder die viel einträglichere Verarbeitung der Rohstoffe ausserhalb der Rohstoffländer vorzunehmen.

Aber Investitionen in die Infrastruktur nützen ja auch der lokalen Bevölkerung.

Ja, allerdings profitieren längst nicht

immer alle. Wenn zum Beispiel ein Bergbauprojekt 20 Prozent der lokalen Bevölkerung einen sicheren Arbeitsplatz verschafft, dabei aber die Umwelt stark beeinträchtigt, dann bedeutet das für die restlichen 80 Prozent, die weiter Landwirtschaft betreiben: Wälder werden gerodet, Wasser, Weiden und schliesslich auch die Lebensmittel werden mit meist hochbedenklichen Substanzen belastet. Manche der grossen Firmen beginnen das zu verstehen und geben immer grössere Summen für die Entwicklung der Lokalbevölkerung aus. Sie unterstützen Schulen, Vereine, Kooperativen, Gesundheitsposten, Quartiervereine, bauen Strassen oder Häuser. Aus der Sicht der Lokalbevölkerung ist das trotzdem oft «nicht die Entwicklung, die wir uns vorgestellt haben». Die fast komplette Abhängigkeit von einer privaten Firma, was Grundinfrastruktur, Wohlfahrt, Arbeitsplätze und so weiter angeht, wird immer problematisch sein. Weil diese Aktivitäten nicht über den Staat, sondern über die jeweilige Firma geleistet werden, bedeutet dieses Modell den Ausschluss der Bürger. Das investierte Geld kann diesen Verlust an Staatsbürgeridentität nicht kompensieren.

Auf welche Weise muss die lokale Bevölkerung eingebunden werden?

Entscheidend sind demokratisch organisierte Entscheidungsprozesse, von Anfang an. Wenn der Staat Lizenzen vergibt, müsste er von den Firmen als Erstes verlangen, dass sie die Lokalbevölkerung vom Projekt überzeugen müssen. Nehmen Sie zum Beispiel das Vorhaben, im Bündnerland Gold abzubauen. Die kanadische Firma, die sich dafür interessiert, muss in der Schweiz zunächst vor die Gemeindeversammlung und dort das OK zur Exploration einholen – aufgrund dessen dann weiter diskutiert wird. So kann man Konflikte früh erkennen und Lösungen finden.

Die Schweiz ist ja ein Muster für gut etablierte Strukturen, die solche Entscheidungsprozesse erlauben. Was, wenn diese gar nicht vorhanden sind?

Strukturen, mittels derer man auf loka-

ler Ebene demokratisch entscheidet, gibt es fast überall. Falls nicht, wäre ihr Aufbau ein äusserst sinnvolles Vorprojekt zum eigentlichen Abbau. Viele der grossen Rohstofffirmen haben in den letzten Jahren entsprechende Abteilungen für sogenanntes Community Development aufgebaut. Aber wenn, wie die Erfahrung zeigt, die Entscheidung, ein Rohstoffprojekt zu realisieren, ohne wirkliche demokratische und transparente Mitbestimmung zustande kam, kommen solche Projekte meist zu spät und können das Versäumte durch Geld allein nicht wiedergutmachen.

Stichwort Transparenz: Das würde ja auch uns als Konsumenten angehen?

Ja, was man im Lebensmittelbereich gelernt hat, wird nun auch bei Rohstoffen immer stärker diskutiert – im Idealfall müsste man bei allen Rohstoffen zurückverfolgen können, woher sie kommen und auf welche Weise sie gewonnen worden sind. Allerdings: Wir können ja immer erst kaufen, wenn schon alles abgebaut und verarbeitet ist. Es braucht deshalb einen sinnvollen Mix aus Information für die Konsumenten, Transparenz über wichtige Aspekte in der ganzen Wertschöpfungskette, freiwilligen Regeln und einer gesetzlichen Rahmung, die sicherstellt, dass alle Akteure die gleichen Umwelt- und Menschenrechtsstandards einhalten.

Stephan Rist ist assoziierter Professor für Humangeografie am Geografischen Institut der Uni Bern (GIUB) und Forschungsgruppenleiter am Zentrum für Entwicklung und Umwelt (CDE). Seine Hauptinteressen gelten der Agrarökologie und -soziologie sowie der Ressourcenpolitik. Stephan Rists Forschungsgruppe befasst sich vornehmlich mit den sozialen Normen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, über welche bestimmt wird, wer unter welchen Bedingungen Zugang zur Nutzung von natürlichen Ressourcen wie Boden, Wasser, Biodiversität und Rohstoffen bekommt.



«Die Vereinten Nationen haben dazu unlängst Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte formuliert.»

Wo sehen Sie die aktuell drängendste Herausforderung im Rohstoffsektor?

Bedingt durch meinen fachlichen Hintergrund klar bei den sozialen Auswirkungen des Abbaus und beim Menschenrechtsschutz – kurz: bei der Frage der Verantwortlichkeit. Die Menschenrechte zu schützen, ist ja Aufgabe der Staaten, das ist eine historisch gewachsene Tatsache. Nun gibt es heute aber neben den Staaten auch mächtige, global agierende privatwirtschaftliche Akteure. Bei deren Erfassung hinkt das Recht hinterher. Die Bedeutung der Wirtschaft hat sich auf der globalen Skala verändert, und das hat zur Folge, dass unsere Möglichkeiten, mit Menschenrechtsverstößen umzugehen, nicht mehr zeitgemäss sind.

Wo zeigt sich das für den Juristen konkret?

Man kann es auf die kurze Formel bringen, dass die Territorialität nicht mehr besteht. Der Menschenrechtsschutz ist bisher weitestgehend territorial organisiert – das heisst, jeder Staat ist innerhalb seiner Grenzen dafür verantwortlich, dass die Menschenrechte geschützt sind. Doch die grossen privatwirtschaftlichen Akteure sind heute hybrid unter-

wegs, sie agieren auf verschiedenen Territorien gleichzeitig und sind so durch territorial ausgestaltete Rechtsdurchsetzungskonzepte schwer fassbar.

Wäre es denn juristisch möglich, Unternehmen direkt darauf zu behaften, dass rund um ihre Aktivitäten die Menschenrechte eingehalten werden?

Möglich schon, aber primär ist das nicht so angelegt im historisch gewachsenen Konzept der Menschenrechte: Sie funktionieren hauptsächlich im vertikalen Verhältnis zwischen Bürger und Staat. Es gibt allerdings eine aktuelle Debatte darüber, ob sich daran nicht etwas ändern sollte, das heisst, inwiefern auch Unternehmen für Menschenrechtsbeeinträchtigungen verantwortlich gemacht werden können. Die Vereinten Nationen (UN) haben dazu unlängst Leitprinzipien für Wirtschaft und Menschenrechte formuliert. Sie definieren neben der staatlichen Schutzpflicht eine unternehmerische Respektierungspflicht der Menschenrechte. Die UN-Leitprinzipien sind ein sogenanntes «Soft-Law-Instrument». Verkürzt gesagt handelt es sich bei «Soft Law» um nicht verbindliches Recht, das

jedoch nichtsdestoweniger rechtliche Wirkung zeitigt. Eingesetzt wird es oftmals im Sinne einer Absichtserklärung, wenn der Konsenswille für eine verpflichtende Lösung (noch) nicht besteht. Dass die UN-Leitprinzipien trotz der rechtlichen Nichtverbindlichkeit rechtliche Folgen nach sich ziehen können, zeigt die weite Verbreitung der Inhalte auf nationaler und internationaler Ebene.

Und welche «Hard Laws» gelten in diesem Bereich schon?

Ein Beispiel wären die zunehmenden Reporting-Verpflichtungen für nicht finanzielle Risiken, worunter auch der Einbezug in Menschenrechtsbeeinträchtigungen fallen kann. Da gibt es durchaus vielversprechende Entwicklungen wie etwa jüngst die EU-Richtlinie zur Berichterstattung über die rein finanziellen Bilanzen hinaus. Es scheint nur eine Frage der Zeit, bis derartige Regeln auch in der Schweiz umgesetzt werden. Grundsätzlich glaube ich jedoch aufgrund der Komplexität des Problems nicht, dass wir in nächster Zeit eine Revolution des Systems erleben werden; ich glaube vielmehr, wir werden kleine Schritte sehen, also eine Evolution des Systems, eine fortlaufende Erweiterung. Es läuft momentan auf nationaler und internationaler Ebene relativ viel in dem Bereich – ob das nun ein nachhaltiger Durchbruch oder nur ein Strohfeuer ist, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt schwer abschätzen.

Würden Sie persönlich eher «Hard Law»- oder «Soft Law»-Ansätzen den Vorzug geben? Was kann mehr Wirkung zeigen?

Ich würde das eine nicht gegen das andere ausspielen. Es lässt sich nicht einfach sagen, dass «Soft Law» per se schlechter ist – tatsächlich gibt es viele Beispiele, wo existierendes «Hard Law» toter Buchstabe bleibt, zum Beispiel im Kongo. Da haben wir zumindest auf dem Papier klare Regeln, die auch die Frage der Gerichtsbarkeit einschliessen. Bloss sind die Gerichte, die für die Verurteilung von Menschenrechtsverletzungen zuständig wären, in dem Land faktisch inexistent. Da liegt dann natürlich die Frage nahe, ob es nicht gute Gründe für die Zuständigkeit Schweizer Ge-

richte gäbe, wenn es um Firmen mit Sitz in der Schweiz geht. Bei der damit zusammenhängenden Frage der extraterritorialen Wirkung von Menschenrechtsverpflichtungen handelt es sich juristisch gesehen allerdings um eine grosse Knacknuss, mit der sich die Staaten erst langsam auseinanderzusetzen beginnen.

Das ist juristisches Neuland?

Ja, in den letzten Jahren wurden verschiedene prozedurale Testballons gestartet, um herauszufinden, wie damit juristisch zu verfahren sei. Allerdings sind relativ wenige davon erfolgreich gewesen; in der aktuellen Gesetzgebung gibt es kaum vielversprechende Ansätze, um so einen Prozess gegen international tätige Rohstofffirmen zu führen. Aus Sicht der Opferperspektive scheint daher eine Offenheit gegenüber alternativen Streitbeilegungs- und Wiedergutmachungsmechanismen – wie etwa im Rahmen der auf Mediation ausgelegten Verfahren vor den Nationalen Kontaktpunkten* der OECD – vielversprechend.

Die Konzerne kommen derzeit also noch ungeschoren davon, falls beim Abbau der Rohstoffe die Menschenrechte nicht eingehalten werden?

Das würde ich so nicht sagen. Viele der Prozesse ziehen sich über Jahre hin und produzieren einiges an Medienecho. Hängige Verfahren, über die während vieler Jahre regelmässig berichtet wird, wollen Konzerne lieber vermeiden – auch wenn es am Schluss zu keiner Verurteilung kommt.

*Der Nationale Kontaktpunkt (NKP) für die OECD-Leitsätze für multinationale Unternehmen fördert die Beachtung der Leitsätze und erörtert mit den beteiligten Parteien alle entsprechenden Fragen, um so zur Lösung der möglicherweise auftretenden Probleme beizutragen. (Quelle: <http://www.seco.admin.ch>)

Christoph Good ist promovierter Jurist und Senior Research Fellow am Kompetenzzentrum Menschenrechte (MRZ) der Universität Zürich. Seine Forschungsinteressen erstrecken sich auf den internationalen Menschenrechtsschutz (insbesondere im wirtschaftlichen Kontext), auf das humanitäre Völkerrecht und auf die Grundlagen des Staats-, Verfassungs- und Völkerrechts.

Die Themen der Sonderausstellung

01 – Mineralische Rohstoffe

Geologische Prozesse in und auf der Erde bestimmen, wo welche Rohstoffe entstehen.

02 – Rohstoffe durch die Zeit

Mineralische Rohstoffe haben die Menschheitsgeschichte entscheidend geprägt. Wie haben sie die Entwicklung von Kultur und Technologie beeinflusst?

03 – Mineralische Rohstoffe der Schweiz

Steinreich! – Die Schweizer Rohstoffe sind heute vor allem im Bereich der Bau- und Industriestoffe relevant.

04 – Bedeutung und Verwendung

Rohstoffe spielen eine bedeutende Rolle für die Wirtschaft und in unserem Alltag. Ohne Kupfer kein Strom, ohne Öl kein Plastik, ohne Eisen kein Stahl.

05 – Rohstoffforschung

Wie erforscht das Departement Erdwissenschaften der ETH Zürich die Prozesse zur Rohstoffbildung?

06 – Exploration und Prospektion

Mit modernsten Methoden können Geologen Rohstoffvorkommen aufspüren (Exploration) und im Hinblick auf einen möglichen Abbau erkunden (Prospektion).

07 – Bohrkerne

Aufschlussreiche Proben aus der Tiefe.

08 – Abbau von Rohstoffen

Bohren, sprengen, baggern, pumpen – wie lassen sich Rohstoffe gewinnen?

09 – Grenzenloser Abbau?

Die wachsende Nachfrage nach Rohstoffen rückt schwer zugängliche und schützenswerte Abbaugebiete wie die Tiefsee, die Arktis oder das Weltall ins Blickfeld.

10 – Arbeitsplatz Mine

Was bedeutet es, in einer Mine zu arbeiten?

11 – Landnutzung

Wie nutzen wir unser Land? Wer entscheidet über die Nutzung? Was bedeutet der Rohstoffabbau für eine Region und für die Menschen, die dort leben?

12 – Bergbau und Umwelt

Zur Gewinnung von Rohstoffen ist viel Energie und Wasser nötig. Rest- und Schadstoffe können zudem Boden, Gewässer und Luft belasten.

13 – Ökotoxikologie

Die Anreicherung von Quecksilber und anderen Schwermetallen in der Umwelt ist ein grosses Problem. Denn über die Nahrungskette gelangt Quecksilber auch auf unsere Teller.

14 – Aufbereitung von Metallen

Wie wird aus einem Erzgestein reines Metall? Hier wird der Vorgang am Beispiel von Kupfer schrittweise aufgezeigt.

15 – Seltene Erden

Warum zählen die Seltenen Erden zu den begehrtesten Rohstoffen der Welt? Und sind sie tatsächlich so selten, wie es ihr Name nahelegt?

16 – Experimente

Die verschiedenen Eigenschaften der Rohstoffe bestimmen, wie wir sie verwenden.

17 – Rohstoffe und Konflikte

Bodenschätze können Grundlage für Wohlstand sein, aber auch zu Konflikten beitragen. Welche Verantwortung haben wir als Konsumenten?

18 – Reserven und Ressourcen

Wie viele Rohstoffe gibt es noch? Welche Vorkommen kennen wir gut (Reserven), welche werden vermutet (Ressourcen)? Wie wird eine Ressource zu einer Reserve?

19 – Gesetze und Regelungen

Die Rohstoffwirtschaft ist international. Umso komplexer ist die gesetzliche Regelung. Wie funktioniert sie?

20 – Verantwortung

Was können Unternehmen und Konsumenten tun, damit Mensch und Umwelt im Bergbau nicht zu Schaden kommen?

21 – Rohstoffhandel

Abbau in Australien, Geschäftsabschluss in Zug, Spekulation in London, Verbrauch in Shanghai: Der Weg eines gehandelten Rohstoffs ist oft länger als der Warenfluss des physischen Rohstoffs.

22 – Drehscheibe Schweiz

Keine Häfen, nur wenige Raffinerien, keine grossen Lager... Warum gilt die Schweiz im internationalen Rohstoffhandel dennoch als Drehscheibe?

23 – Finanzflüsse

Entwicklungsländer sind oft in hohem Mass von Rohstoffexporten abhängig; diese können bis zu 80% der Gesamtexporterträge ausmachen. Rohstoffreichtum führt aber nicht automatisch zu Wohlstand und Entwicklung. So leben 69% der ärmsten Menschen in rohstoffreichen Entwicklungsländern – ein Paradox?

24 – Werte

Wer oder was bestimmt den Wert eines Rohstoffs? Der Weltmarkt? Seine Seltenheit? Der Aufwand an Verarbeitung? Wir als Konsumenten?

25 – Radioaktivität

Der radioaktive Zerfall chemischer Elemente ist ein natürlicher Prozess. Er ist für uns von grossem Nutzen, birgt aber auch Gefahren.

26 – Asbest

Aufgrund seiner Eigenschaften galt Asbest lange als idealer Bau- und Brandschutzstoff. Doch was macht das Material zum Gesundheitsrisiko?

27 – Kunststoff

Rund 4% der jährlichen Erdölproduktion werden zu Kunststoff verarbeitet, fast gleich viel wird zusätzlich als Energie für dessen Herstellung verbraucht.

28 – Zement – das Fundament

Zement ist weltweit einer der wichtigsten Baustoffe sowie Grundlage unserer Infrastruktur. Insgesamt werden davon jedes Jahr über 3.4 Milliarden Tonnen produziert und verbaut. Woher kommt Zement, und ist unsere Versorgung gesichert?

29 – Farbrohstoffe, Kosmetik und Düngemittel

Lapislazuli auf dem Gemälde, Glimmer im Make-up, Apatit auf dem Acker.

30 – Transport

Was die Wirtschaft in Bewegung hält.

31 – Energie und Energieträger

Schweizer «Energiestrategie 2050»: mit lokalen erneuerbaren Energien auf dem Weg zu einer vom Ausland unabhängigen Energieversorgung.

32 – Graue Energie

Der Begriff «Graue Energie» bezeichnet die Energie, die in der Produktion von Konsumgütern verborgen ist. Wie «grau» ist unser Leben?

33 – Design

Die Zukunft gestalten! Die Umweltauswirkungen und Kosten eines Produkts werden zu 80% bereits in einer frühen Phase seiner Entwicklung bestimmt. Damit kommt Produktdesignern bei der Gestaltung unserer Zukunft eine wichtige Rolle zu.

34 – Refuse, reduce, reuse, recycle – rethink!

Wir verbrauchen oder degradieren unsere natürlichen Ressourcen wie mineralische Rohstoffe, Boden, Luft und Wasser immer schneller. Was können wir tun, um Ressourcen einzusparen und zu schonen?

35 – Nachhaltiges Wohnen

Mit einem umweltbewussten Lebensstil können Ressourcen geschont werden. Wie leben Sie?

36 – Alternative Baumaterialien

Manche Rohstoffe für die Bauindustrie werden immer knapper. Bestehen Alternativen zu den traditionellen Baustoffen wie Holz, Beton und Stahl?

37 – Entsorgung: Deponie und Endlager

Parallel zum Anstieg des Konsums wächst in der Schweiz der Abfallberg: 690 Kilogramm Müll produzierte 2012 jeder Einwohner in der Schweiz – damit sind wir europaweit gesehen die Nummer 2. Was passiert mit dem Abfall?

38 – Urban Mining

Gebäude und Produkte, Abfall und Deponien – die Stadt als Rohstoffquelle wird immer wichtiger und ergiebiger.

39 – Nutzung des Untergrunds

Wie wird der Untergrund genutzt? Wem gehört der Untergrund? Welche Nutzungskonflikte können entstehen?

40 – Schiefergas

Was unterscheidet Schiefergas von konventionellem Gas? Wie funktioniert Fracking? Und welche Risiken sind damit verbunden?

41 – Geothermie

Unter uns befindet sich eine unermesslich grosse, erneuerbare Energieressource: die Erdwärme, auch «Geothermie» genannt. Mit ihr lässt sich heizen, kühlen und Strom produzieren.

42 – Rekultivierung

Rohstoffabbau bedeutet immer einen Eingriff in die Umwelt. Nach einem Abbau sollte ein Gebiet so wiederhergestellt werden, dass Natur und lokale Bevölkerung profitieren.





Ausstellung

focusTerra – Erdwissenschaftliches
Forschungs- und Informationszentrum
der ETH Zürich

Ausstellungsteam

Projektleitung

Dr. Ulrike Kastrup, Leiterin *focusTerra*

Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen

Dr. Bettina Gutbrodt, Dr. Gillian Grün,
Andrea Dähler, Dr. Martine Vernooij,
Iris Thurnherr

Ausstellungsarchitektur und -gestaltung

Klauser Lienhard, Zürich

Publikation

Editorin

Dr. Ulrike Kastrup

Interviews

Roland Fischer

Lektorat

Sonja Brunschwiler,
TEXTARBEIT, Zürich

Grafisches Konzept und Layout

Büro Haeberli,
Visuelle Kommunikation, Zürich

Druck

Neidhardt + Schön AG, Zürich

Wir danken allen Interviewpartnerinnen
und -partnern für Ihre Mitwirkung an dieser
Publikation.

Die Sonderausstellung entstand in Zusammen-
arbeit mit vielen nationalen und internationalen
Expertinnen, Experten und Organisationen.

Sie wurde realisiert mit finanzieller Unterstüt-
zung von

- Centre for Development and Environment (CDE), Universität Bern
- Departement Erdwissenschaften, ETH Zürich
- Departement Umweltsystemwissenschaften, ETH Zürich
- Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA)
- Dr. Peter Eckardt
- Erdöl-Vereinigung
- ETH-Bibliothek
- geothermie.ch
- Glencore International
- Nagra
- Omya
- Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT)
- Schweizerische Geotechnische Kommission (SGTK)
- Schweizer Salinen
- St. Galler Stadtwerke
- Stump ForaTec
- ETH Zurich Foundation

Rohstoffe fürs Leben

Mineralische Rohstoffe bilden die Grundlage unseres täglichen Lebens. Ihre Verfügbarkeit ist für uns selbstverständlich, und der weltweite Verbrauch nimmt stetig zu. Was sind die langfristigen Folgen unserer zunehmenden Nutzung nicht erneuerbarer Rohstoffe? Welche Herausforderungen kommen auf uns zu?

Die Sonderausstellung «Boden Schätze Werte» informiert über die Entstehung, den Abbau und die Nutzung von mineralischen Rohstoffen – und unseren Umgang damit, wenn wir ein Produkt nicht mehr brauchen. Was können wir tun, damit Rohstoffe wirtschaftlich, umweltschonend und sozialverträglich gewonnen und so lange und so effizient wie möglich genutzt und wiederverwendet werden können?

Begleitend zur Sonderausstellung geht *focusTerra* mit spannenden Interviews diesen Fragen auf den Grund. Führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von Schweizer Hochschulen erläutern ihre unterschiedlichen Sichtweisen und machen das breite Spannungsfeld im Rohstoffsektor deutlich.

Herausgeberin: *focusTerra*

ISBN Publikation 978-3-906327-00-6

Online-Version verfügbar unter:

<http://doi.org/10.3929/ethz-a-010469815>

© ETH Zürich, August 2015

focusTerra wird gemeinsam betrieben durch:

ETH BIBLIOTHEK

DERDW
EARTH SCIENCES