

ÖKO WELT S

FACHZEITSCHRIFT DER ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ • MEDICI PER L'AMBIENTE

ÖKOSKOP NR. 2/13



**ROHE
WELT
DER
END-
LICHEN
ROH-
STOFFE**

INHALT

Editorial	3
Stephanie Fuchs, Redaktorin	
Atom Aktuell: Bevölkerungsschutz zu aufwändig?	4
Martin Forter, Geschäftsleiter AefU	
Erdöl im Tschad: «Früher waren wir arm, jetzt leben wir im Elend»	5
Lorenz Kummer, Swissaid	
Schätze im Dunkeln: Die Tiefsee im Fokus der Rohstoffsuche	8
Prof. Dr. Antje Boetius, Universität Bremen	
Seltene Metalle: Rohstoffe für die Zukunftstechnologien	11
Dr. Patrick Wäger und Dr. Roland Hischier, Empa	
Sekundäre Rohstoffe: Sustainable Recycling Industries – Elektroschrott als Chance	14
Dr. Mathias Schluep, Empa / World Resources Forum	
Platin in der Medizin: Vom Rohstoff zum Wirkstoff zum Schadstoff	17
Dr. Andrea Thorenz, Universität Augsburg	
Bericht vom Tatort: Lithium und Kupfer – das Gold der Anden?	20
Martin Rihs, San Pedro de Atacama (Chile)	
Raubbau an Natur und Kultur: Wassergewinnung durch Bergbaukonzerne in der Atacamawüste	24
Dr. Alonso Barros van. H., Chile	
Buchtipps / AefU-Ratgeber «Heizung und Lüftung»	26
Bestellen: Terminkärtchen und Rezeptblätter	27
Die Letzte	28

«Umweltmedizinisches Beratungsnetz»

Ein Projekt der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz

Projektleiterin: Frau Dr. med. Edith Steiner

Die telefonische Anlaufstelle ist besetzt:

Mittwoch von 9 Uhr bis 11 Uhr

Tel. 052 620 28 27

umweltberatung.aefu@bluewin.ch

Titelbild: Verdunstungsbecken bei der Lithiumgewinnung. Enormer Wasserverbrauch in der Atacamawüste (Chile). Bild: © Haroldo Horta Tricallotis.

27. Juni 2013

Liebe Leserin, lieber Leser

*Wir sind daran, die Erde zum zweiten Mal auszupressen. Nun, da die sprudelndsten und reichsten Lagerstätten langsam erlahmen, quetschen wir Erdöl aus Teersanden und Schiefergas mittels dem höchst umstrittenen «Fracking» auch aus schwer zugänglichen Gesteinsschichten. Wir nehmen nicht nur, was die Erde hergibt, sondern entreissen es ihr mit brachialen Methoden. Die steigenden Metallpreise machen jetzt auch weniger dichte und weit abgelegene Reserven lukrativ. So beisst sich der Rohstoffhunger immer tiefer in die Erde und gelüstet sogar nach Vorkommen im All. Kein Ort zwischen der Tiefsee (**Boetius, S. 8**) und den Sternen scheint mehr sicher vor der unersättlichen Prospektion.*

*Auch bei der zweiten Pressung herrschen koloniale Verhältnisse: Der Reichtum der Entwicklungsländer geht mit den Rohstoffkonzernen, das Elend aber bleibt und Umweltzerstörung kommt hinzu (**Kummer, S. 5**). Hartnäckig weigern sich die Profiteure im Milliarden schweren Geschäft, ihren Beitrag an die Armutsbekämpfung zu leisten. Mit der «Extractive Industries Transparency Initiative» (EITI), worin sich viele rohstoffabbauende Länder zu mehr Transparenz verpflichten, ist ein wichtiger Schritt getan. Eine spürbare Verbesserung hängt aber auch von rigoros angewendeten und griffigen Gesetzen in den Sitzstaaten der Rohstoffunternehmen ab. Die sind in der Schweiz, dem inzwischen wichtigsten Handelsplatz für Rohstoffe, noch längst nicht beschlossen.*

*Die rasante Entwicklung in der Informations- und Kommunikationstechnologie, bei der Elektro-Mobilität und ebenso bei der nachhaltigen Energiegewinnung fordern grosse Mengen an Lithium, Gold, Platin, Metalle der Seltenen Erden u.a.m., die hauptsächlich in Entwicklungs- und Schwellenländern vorkommen (**Wäger und Hischier, S. 11**). Bisher weitgehend unberührte Landschaften rücken plötzlich in den Fokus der Miningesellschaften. Im Bergbau kommen teilweise hochtoxische Hilfsstoffe und gigantische Wassermengen zum Einsatz. So gerät der «Rohstoff der Rohstoffe» doppelt unter Druck: Das Wasser wird vergiftet (besonders gefürchtet ist Zyanid bei der Goldgewinnung), anderen Nutzungen und dem Ökosystem entzogen, wie beim Lithiumabbau in den Hochanden (**Rihs, S. 20**). Der Konflikt zwischen internationalen Rohstofffirmen und der indigenen Bevölkerung um Landnutzung sowie Wasser als die elementarsten Lebensgrundlagen, manifestiert sich beispielsweise in Chile (**Barros, S. 24**).*

*Die rohstofffördernde Industrie verschlingt riesige Energiemengen, die vor Ort hauptsächlich aus nicht erneuerbaren Quellen stammen. Umso wichtiger ist das Recycling, das die kostbaren Metalle als Sekundärrohstoffe zurückbringt. Die gefährliche Handarbeit mit dem Elektroschrott der ersten Welt erledigen vor allem Frauen und Kinder in den Entwicklungsländern. Das Schweizer Projekt «Sustainable Recycling Industries» unterstützt die Menschen vor Ort, den Schrott in einer umwelt- und gesundheitsverträglichen Weise als Geschäftsmodell zu nutzen (**Schluep, S. 14**).*

*Um die «ganze Wahrheit» über die Umweltwirkungen eines Rohstoffes zu erhalten, muss die Analyse seinen ganzen Weg vom Abbau über die Anwendung bis zur Entsorgung – oder oft genug unkontrollierten Zerstreuung – berücksichtigen. Das gilt auch für die medizinische Anwendung von Metallkomplexen. Sonst werden ausgerechnet im Gesundheitsbereich als Wirkstoff gedachte Rohstoffe zum Gesundheitsrisiko für Mensch und Umwelt (**Thorenz, S. 17**).*

*Bevor es zur rohen Welt der Rohstoffe geht, lesen Sie den Beitrag von AefU-Geschäftsführer **Martin Forter, S. 4**. In seinem Tagesgeschäft beobachtet er die Entwicklung des Bevölkerungsschutzes bei Atomunfällen genau. Die Einschätzungen des Ensi, unserer obersten Atomaufsicht, lassen nicht nur ihn leer schlucken.*

Stephanie Fuchs, Redaktorin

BEVÖLKERUNGSSCHUTZ ZU AUFWÄNDIG?

Martin Forter, Geschäftsführer AefU

Die Schweizer Atomaufsicht verweigert bisher die Anpassung der amtlichen Unfallszenarien an Fukushima. Zudem schiebt sie den Umgang mit radioaktivem Wasser auf die lange Bank.

Nach der Atomkatastrophe 2011 im japanischen Fukushima hätten in der Schweiz die Ideen für einen besseren Notfallschutz bei Atomkraftwerken (AKW) bis Mitte 2012 vorliegen sollen. Dann hiess es, die Überarbeitung der amtlichen Unfallszenarien dauere bis Ende 2012. Obwohl auch die drei Atomkommissionen des Bundes den Handlungsbedarf bei schweren Atomunfällen im September 2012 als «gross und dringlich» bewertet hatten, verschob das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (Ensi) den Abgabetermin seiner Überprüfung im Januar 2013 erneut, diesmal auf Ende 2013.

«Augenmass» statt Katastrophenschutz?

Die amtlichen Unfallszenarien (sog. Referenzszenarien) müssten «mit Extrem-Ereignissen» ergänzt werden, hatten die drei Atomkommissionen verlangt. Das Ensi aber wird die Referenzszenarien bis Ende 2013 nicht mit einem Unfall à la Fukushima ergänzt haben – zumindest nicht, wenn es so weiter arbeitet wie bisher. Dies belegt das Ensi-interne Dokument «Überprüfung der Referenzszenarien für die Notfallplanung in der Umgebung der Kernkraftwerke, Entwurf», das die AefU am 23. April 2013 veröffentlicht haben. Darin schreibt das Ensi, bei der Notfallplanung für AKW-Unfälle sei «Augenmass» zu wahren. Einige der Szenarien für schwere Atomunfälle seien «so unwahrscheinlich»,

dass der Aufwand für den Schutz der Bevölkerung vor der Radioaktivität «nicht mehr angemessen» wäre. Es müssten nur Atomunfälle berücksichtigt werden, «die vernünftigerweise planbar» seien. Deshalb lässt das Ensi einen aus seiner Sicht nicht vernünftig planbaren Unfall, wie er in Fukushima tatsächlich geschah, bisher einfach weg. Unsere Atomaufsicht kommt unbeeindruckt zum Schluss: es «ergeben sich gegenüber den bisherigen Szenarien keine Änderungen». Pikant dabei: Das Ensi beruft sich auf veraltete internationale Empfehlungen aus den Jahren 2007 und 2009 – ganz so, als wäre 2011 die theoretisch unwahrscheinliche Atomkatastrophe in Fukushima nie geschehen.

Auf dem Buckel der Bevölkerung

Einmal mehr spielt das Wasser im Ensi-Bericht keine Rolle. Dies, obwohl seit Fukushima die offizielle Doktrin widerlegt ist, dass AKWs dicht seien. Noch heute tritt dort radioaktives Wasser aus und fliesst ins Meer. Bei uns würde es in die Flüsse gelangen – mit verheerenden Folgen für Aare, Limmat und Rhein sowie das Grundwasser und die Trinkwasserversorgungen entlang dieser Gewässer. Das Ensi vertröstet in alter Manier auf später. Walter Wildi, Atomspezialist an der Universität Genf kritisiert: «Das Ensi hat auch im Bereich Wasser das Talent, das Risiko seiner Versäumnisse auf den Buckel der Bevölkerung anstatt auf den der Betreiber zu laden».

Was das Ensi mit seinem eingeschränkten «Augenmass» noch immer ausblendet, haben die AefU schon 2012 in einem Kurzfilm aufgezeigt: «Fukushima in Mühleberg – was wenn?» (Film ab unter www.aefu.ch).



ERDÖL IM TSCHAD

«FRÜHER WAREN WIR ARM, JETZT LEBEN WIR IM ELEND»

Lorenz Kummer, Swissaid

Seit zehn Jahren exportiert Tschad Öl. Doch das von der Weltbank einst als «Modell» gepriesene Projekt, hat der Bevölkerung des zentralafrikanischen Landes nicht die versprochene Entwicklung gebracht. Im Gegenteil: In der Erdölregion haben Armut, Gesundheits- und Umweltprobleme zugenommen.

Es ist, als würde man auf einem anderen Planeten landen. Plötzlich tragen die Soldaten keine Kalaschnikows mehr, Afrikas «Standard-Waffe», sondern M16-Gewehre – amerikanische Produktion. Auf einem Sattelschlepper donnern Wohncontainer im US-Vorstadt-Look vorbei, komplett mit Satellitenschüssel und Klimaanlage: die Behausung für die Angestellten des Ölkonzerns «ExxonMobil». Die Basis der US-Firma liegt im Herzen des Doba-Beckens im Süden Tschads, wo pro Tag 100 000 Fass Öl aus dem rotbraunen Boden gepumpt werden.

Dreht man sich um, wird man zurück katapultiert in jenes Afrika, wie man es nur zu oft sieht: schäbige Bretterbuden, Strassen voller Abfall, in den Pfützen schimmert ölig ein Regenbogen. Atan heisst der Slum, rund 5000 Menschen leben hier, ohne Elektrizität, ohne Wasserversorgung – und die meisten tun das, was der Name vermuten lässt: Sie warten. Warten auf einen Job auf der Basis, als Wächter oder als Fahrer. Warten, dass etwas geschieht. Vielleicht heute, vielleicht morgen, vielleicht nie.

Doch Beschäftigung gibt es wenig, viele Arbeits-Migranten sind schon weiter gezogen, zurück in ihre Dörfer oder in andere Satelliten-Slums in der Nähe von neuen Bohrlöchern. Ins Gebiet von Ronier etwa, wo der chinesische Ölkonzern CNPC seit drei Jahren Öl fördert und über eine Pipeline in die Raffinerie in der Nähe der Hauptstadt N'Djaména leitet. Getrieben von den nie verstummenden Gerüchten, dass sich nahe am Luxus besser leben lässt.

Symbol für das Scheitern

So sind die Slums am Rande der Ölbasen zum Symbol für das Scheitern eines Projekts geworden, das voller Hoffnung begonnen hatte. Im Oktober 2003 floss das erste Öl durch die 1070 Kilometer lange Pipeline von Doba an Kameruns Küste. Die Weltbank, die das 3,3 Milliarden Dollar teure Projekt mitfinanzierte, sprach von einer «grossen Chance für Tschads Bevölkerung». Denn die Regierung hatte sich verpflichtet, zehn Prozent der Einnahmen in einen Fonds zugunsten künftiger Generationen fliessen zu lassen. Vom Rest sollten 80 Prozent für die Armutsbekämpfung, fünf Prozent für Entwicklungsprojekte in der Region Doba und 15 Prozent für allgemeine Staatsausgaben verwendet werden.



Der Ölboom im Tschad geht unvermindert weiter. Der Energieaufwand ist riesig. Stromleitungen zerschneiden das Land.

Das war sensationell in der Welt des Öls, wo viele Förderländer mit dem «Fluch der Ressourcen» zu kämpfen haben: Die Erlöse aus der Förderung von Rohstoffen kommen meist nicht der Bevölkerung zugute, sondern fördern vielmehr die Korruption und interne Konflikte. Doch auch im Tschad fällt die Bilanz zehn Jahre später ernüchternd aus. «Das Geld kommt nicht an, wo es sollte», sagt Nazaïre Djerakoubou, der beim Hilfswerk SWISSAID für die Aktivitäten im Erdöl-Bereich zuständig ist. Denn Tschads Präsident Déby hat 2006 die Abkommen mit der Weltbank gebrochen und den Fonds für zukünftige Generationen abgeschafft. Für «Armutsbekämpfung» sind nur noch 70 Prozent reserviert, und dazu zählen nun auch Ausgaben für Militär und Polizei. Die Weltbank hat sich schliesslich aus dem Projekt zurückgezogen.

Ölboom geht weiter

Die Ölförderung geht indessen unvermindert weiter. Neben CNPC und einem taiwanesischen Unternehmen hat auch die kanadische Firma Griffiths eine Konzession erhalten. Im letzten Herbst hat der Schweizer Rohstoff-Gigant «GlencoreXstrata» einen Anteil von 25 Prozent an der Konzession von Griffiths erworben, die für zwei Ölfelder im Westen Tschads gilt. Und auch im Ölhandel mit der tschadischen Regierung ist die Zuger Firma jüngst aktiv geworden (vgl. Kasten).

ERDÖL IM TSCHAD

Dank des Ölbooms hat Tschad seit 2003 über 12 Milliarden Dollar eingenommen, allein 2011 waren es 2,7 Milliarden Dollar, 76 Prozent aller Staatseinnahmen. Das Staatsbudget hat sich in den letzten zehn Jahren vervierfacht – mit Folgen, die sich vor allem in der Hauptstadt N'Djaména zeigen. Im Zentrum der Stadt wurden zahlreiche neue Gebäude gebaut, die Strassen sind breit und in gutem Zustand. Und Präsident Déby hat im letzten Herbst gar den Bau eines neuen internationalen Flughafens und eines luxuriösen Geschäftszentrums angekündigt.

Globaler Trend zu mehr Transparenz

Das Prinzip ist einfach: Öl-, Gas- und Bergbaukonzerne sollen offenlegen, was sie den Regierungen von rohstoffreichen Ländern für die Ausbeutung der Bodenschätze bezahlen. Und die Regierungen sollen deklarieren, wieviel sie einnehmen. Nur wenn diese Informationen vorliegen, können die Bürger von Ländern wie Tschad von ihren Regierungen über die Verwendung der Rohstofflöse Rechenschaft einfordern und damit die in diesem Geschäft weit verbreitete Korruption wirksam bekämpfen.

Die «Extractive Industries Transparency Initiative (EITI)» spielt in diesem Bereich eine Vorreiterrolle. Unter ihrem Dach versammeln sich derzeit 37 rohstoffabbauende Länder, die sich zu mehr Transparenz verpflichten. Ergänzend dazu werden heute immer mehr Sitzstaaten von Rohstoffunternehmen mit Gesetzen aktiv. Die USA verpflichten börsennotierte Rohstofffirmen zur Publikation aller Zahlungen an Regierungen, die EU zieht Mitte Juni mit ähnlichen Vorschriften nach.

Auch der Bundesrat hat im jüngst publizierten Rohstoffbericht die Ausarbeitung eines Transparenz-Gesetzes vorgeschlagen. Knackpunkt wird dabei die Frage sein, ob die Schweiz bereit ist, den Rohstoffhandel in die Transparenzvorschriften einzubeziehen. Denn die Schweiz ist in den letzten Jahren zum weltweit wichtigsten Rohstoffhandelsplatz aufgestiegen und beherbergt die weltweit grössten Firmen dieser Branche wie «Vitol», «Glencore» oder «Trafigura».

Wie wichtig der Verkauf von Rohstoffen für Entwicklungsländer ist, zeigen etwa die Dimensionen einer Transaktion im Januar 2013 zwischen Tschad und dem Zuger Rohstoff-Giganten «GlencoreXstrata»: Mit den rund 80 Millionen Dollar aus dem Verkauf von 950 000 Fass Rohöl liesse sich die Hälfte des jährlichen Bildungsbudgets Tschads decken. Es ist deshalb zentral, dass Staaten auch über die von Handelsfirmen erhaltenen Gelder transparent informieren müssen.

Das Netz asphaltierter Strassen im Land ist seit 2003 von 300 auf 2000 Kilometer gewachsen, die Regierung hat Universitäten, Spitäler und 2000 Schulen gebaut. Doch vielenorts fehlt das Personal, beim Bau der Infrastrukturprojekte floss viel Geld in die Taschen von Firmen im Umfeld des Präsidenten. Und im Zentrum Doba verrottet das neue Stadion, das grösste Symbol für den verfehlten Einsatz des Ölgeldes: 30 Millionen Franken kostete der Prestigebau, doch einen Fussballclub gibt es in Doba immer noch nicht.

Eingekesselte Dörfer

Solche Investitionen haben dem Grossteil der Bevölkerung nichts gebracht: Im «Human Development Index» nimmt der Tschad immer noch den 184. von 186 Rängen ein. Und in der Ölregion sind die Probleme über die Jahre nur schlimmer geworden. Inzwischen gibt es weit über 1000 Bohrlöcher, und die Pipelines, die sie verbinden, haben Dörfer eingekesselt oder entzwei geschnitten: Viele Bauern haben kaum mehr Zugang zu ihren Feldern, die traditionellen dörflichen Produktionssysteme sind zerstört. Und überall sind Wach- und Sicherheitsdienste präsent und schränken die Bewegungsfreiheit der Menschen ein.

Ein Bauer aus dem Dorf Maikiri, das von Ölfeldern eingekesselt ist, drückt sich drastisch aus: «Früher waren wir arm, jetzt leben wir im Elend». Es gibt im Dorf weder sauberes Trinkwasser noch eine Gesundheitsstation noch eine Schule. Weil die Bauernfamilien einen Teil ihrer Felder für die Ölförderung weggeben mussten und die Ernteerträge zurückgegangen sind, erwirtschaften sie zu wenig zum Überleben. Allein im Bassin von Doba sind heute schon 4000 Hektaren Land mit Ölinstallationen überzogen. Gerechte Kompensationen für Ackerland oder Bäume müssen hart erkämpft und können kaum sinnvoll investiert werden.

Probleme gemeinsam anpacken

In den neuen Fördergebieten lauten die Klagen ähnlich. Die Bevölkerung des Dorfes Mogo in der Provinz Bongor schimpft über das chinesische Unternehmen CNPC: Die Arbeitsplätze wurden an qualifiziertere auswärtige Arbeitnehmer vergeben; der durch den Verkehr verursachte Staub führt zu Gesundheitsproblemen und Ernteeinbussen, Böden und Gewässer sind verseucht. Das soziale Gefüge ist nachhaltig gestört, Prostitution und HIV/Aids haben sich verbreitet. In den Ölregionen sind fast zehn Prozent der Menschen infiziert; im ganzen Land sind es lediglich 3,3 Prozent.

Trotzdem geht der Kampf für bessere Lebensbedingungen weiter, denn es gibt auch Erfolge. So hat die



Bild: © Lorenz Kummer

Das lange Warten auf einen Job. In der Nähe der Ölbasen sind weitläufige Slums entstanden.

Angst vor den «Ölmännern» die ganze Region aufgerüttelt und dazu geführt, dass sich hunderte von Dorfgemeinschaften überhaupt erst organisiert haben. Die inzwischen weit verzweigten Netze von Nicht-Regierungs-Organisationen bieten heute fast das einzige Gegengewicht zur Regierung. Sie setzen sich für mehr Transparenz und für den sinnvolleren Einsatz des Ölgeldes oder für höhere Kompensationen für zerstörte Bäume oder Felder ein und haben vielerorts lokale Entwicklungspläne ausgearbeitet. «Das Erdöl ist zum Türöffner geworden», erklärt Nazaire Djerakoubou von SWISSAID, «und hat der Bevölkerung vor Augen geführt, dass sich viel erreichen lässt, wenn man die Probleme gemeinsam anpackt».

SWISSAID im Tschad

SWISSAID ist mit Projekten zur ländlichen Entwicklung vor allem im Zentrum Tschads sowie im Süden tätig, dort, wo das Erdöl liegt. SWISSAID-Partnerorganisationen kämpfen für mehr Transparenz in den Zahlungsströmen zwischen Rohstoffkonzernen und der Regierung sowie in den staatlichen Budgets. In der Ölregion stehen sie der direkt betroffenen Bevölkerung bei, informieren sie über ihre Rechte und unterstützen sie darin, diese einzufordern. So wurde etwa Ende 2011 eine Klage von Dutzenden von Dörfern beim Ombudsmann der Weltbank deponiert, die Kompensation für Schäden verlangt. Diese wurde von der Weltbank akzeptiert, derzeit sind Verhandlungen im Gange. www.swissaid.ch.

DIE TIEFSEE IM FOKUS DER ROHSTOFFSUCHE

Prof. Dr. Antje Boetius, Universität Bremen

Der Energie- und Rohstoffbedarf der Menschheit wächst schneller denn je, daher schwinden die Vorräte an Land, und die Preise für viele Rohstoffe steigen. Kein Wunder, dass das Meer in den Fokus der Rohstoffsuche gerät, denn es bedeckt 70 Prozent des Planeten. In der Tiefsee – jenseits der Kontinentalränder – werden riesige Schätze vermutet an Fisch, Naturstoffen, Öl und Gas sowie verschiedenster Metalle. Doch die Tiefsee als vom Menschen noch weitgehend unberührter Naturraum, hat auch einen hohen kulturellen Wert, weil sie das Unbekannte beherbergt, uns zum Träumen bleibt.

Viele fürchten daher die Nutzung, Verschmutzung und Zerstörung der Tiefsee aus ethischen und ästhetischen Gründen und fordern ihren Schutz vor Ausbeutung. Doch wie kann geschützt werden, was wir nicht kennen, was eigentlich allen gehört, für das es aber kaum Rechte und Regeln gibt? Wenn man verfolgt, wie schwer es der Politik fällt, eine nachhaltige Nutzung des Landes und der Küsten durch den Menschen auszugestalten, kann man das Misstrauen vieler verstehen, wenn es um das letzte gemeinsame Erbe der Menschheit geht – die Tiefsee. Doch weckt der Ozean auch die Hoffnung, dem drohenden Mangel an Rohstoffen für Energieversorgung, Technik und vielfältige Produkte noch für eine Weile zu entkommen. Bisher gibt es zwei Arten der kommerziellen Tiefseeebenutzung: die Tiefseefischerei und die Gas- und Ölgewinnung.

Nachhaltiger Fisch?

Die Tiefseefischerei hatte in den siebziger Jahren ihre Rekorderträge erbracht, doch der Ertrag sinkt seitdem. Die Gründe sind unbekannt, sowohl die beginnende Überfischung wie auch eine sinkende Produktivität der Weltmeere könnten den Trend erklären. Eine «nachhaltige» Tiefseefischerei bedeutet dabei, dass nur soviel Fisch einer Population aus ihrem Habitat entnommen wird, wie dort stets nachwachsen kann. Das ist schwierig, denn Tiefseefische brauchen oft länger als Menschen um Geschlechtsreife zu erlangen – sie wachsen daher nur innerhalb von Jahrzehnten nach und sind schnell überfischt. Zudem sind die Bestände wegen Nahrungsmangel klein, und die Umwelt sensitiv gegenüber Eingriffen mit schwerem Fischereigeschirr. Es bleibt daher sehr umstritten, ob überhaupt eine nachhaltige Tiefseefischerei möglich ist.

Rohstofflager in der Tiefe

Bei Öl und Gas aus der Tiefsee gibt es ebenfalls Probleme mit dem Nachhaltigkeitskonzept. Öl- und Gaslager entstehen über Jahrmillionen. Aber der Bedarf ist so hoch,

dass die Lager – kaum wurden sie erschlossen – innerhalb weniger Jahre aufgebraucht sind. Wegen steigender Preise vor allem beim Erdöl, wird der Abbau zunehmend auch in schwer zugänglichen Regionen lohnenswert. Große Tiefseereserven an Öl und Gas wurden zum Beispiel im Golf von Mexiko, vor Brasilien und der Westküste Afrikas sowie im Mittelmeer entdeckt. Auch in der Arktis werden noch wichtige Lager vermutet, die durch den Rückgang des Meereises wohl in naher Zukunft zugänglich werden. Die Tiefsee-Gas- und Erdöllager sind in doppelter Hinsicht tief. Sie liegen in Wassertiefen von 500–3000 Metern und dann noch einmal mehrere Kilometer unter dem Meeresboden. Die Bohrung in solche Tiefen ist inzwischen technisch gelöst. Doch es bleibt ein hohes Risiko bei der Abschätzung des Drucks in Öl- und Gasfeldern und bei den Sicherungsoptionen gegen Überdruck. Ein trauriges Beispiel ist die Erdölkatastrophe im Golf von Mexiko 2010, bei der enorm viel Öl in die Tiefsee auslief, mit bis heute unbekannten Folgen für die Ökosysteme.

Gashydrat – gefrorenes Methan

Eine weitere potentielle Quelle für fossile Brennstoffe ist das Gashydrat aus der Tiefsee: gefrorenes Methan. Hydrate aus Methangas entstehen je nach Wassertemperatur und hydrostatischem Druck ab 400–700m Wassertiefe im Bereich der produktiven Kontinentalränder. Die Hydrate sitzen in mehr oder weniger dicken Eisschichten im Tiefseeschlamm in den oberen 150 Metern des Tiefseebodens. Erste globale Bilanzierungen gingen davon aus, dass im Hydrat die doppelte Menge der derzeit geschätzten weltweiten Vorkommen fossiler Brennstoffe stecken. Doch die mögliche Ausbeutung der Gashydratlager in der Tiefsee – ein erster Versuch wurde gerade vor Japan realisiert – ist umstritten, denn die Fördermethoden sind wenig umweltfreundlich. Es müssten große Bereiche des Meeresbodens samt all seiner Lebewesen abgetragen werden. Dabei würden große Mengen Schlamm aufgewirbelt. Inzwischen gibt es weniger destruktive Vorschläge. Doch derzeit sinkt das



Bild: © MARUM Universität Bremen

Tiefseekorallenriffe wachsen sehr langsam und können durch Tiefseefischerei gefährdet werden.

Interesse an Erdgas aus der Tiefsee, da auch an Land sehr große unterirdische Vorkommen erschließbar sind.

Kostbare Knollen

Auch andere Rohstoffe wie polymetallische Krusten und Knollen wachsen erst über Jahrmillionen Jahre zu abbaubaren Mengen heran. Diese enthalten verschiedene wertvolle Metalle wie Kupfer, Kobalt, Zink, Nickel, Silber. In den achtziger Jahren zeigte sich, dass weite Bereiche des abyssalen Tiefseebodens im Pazifischen und Indischen Ozean dicht von großen polymetallischen Knollen bedeckt sind. Eine erste Förderlizenz erhielt Deutschland 1984 für den zentralen Pazifik. Doch kurz darauf sank der Preis der Edelmetalle auf dem Weltmarkt und damit auch das Interesse an den Tiefseelagern. In den letzten Jahren sind die Rohstoffpreise wieder enorm gestiegen und die

Manganknollen kehren zurück ins Bewusstsein der Ressourcen- und Umweltforschung. Aktuell laufen Forschungsprojekte, um im Zentralpazifik den Bestand der Manganknollen zu erfassen, aber auch um wissenschaftliche Grundlagen zu Umweltstandards, Monitoring und der Einrichtung von Schutzgebieten zu schaffen. Andere Erze, deren Abbau erkundet wird, befinden sich an den Mittelozeanischen Rücken, Seebergen und anderen Heißen Quellen. Dort entstehen durch die Interaktion von heißem Magma und vulkanischer Aktivität mit dem Meerwasser metallische Schwefel-Niederschläge, die dicke Krusten bilden. Diese enthalten die Wertmetalle Kupfer, Zink und Blei sowie Spuren von Gold und Silber. Internationale Tiefseeforscher haben sich mit der Gefährdung und dem Schutz chemosynthetischen Lebens an Hydrothermalquellen beschäftigt und plädieren ebenfalls dringend für die Einrichtung von Schutzgebieten.

SCHÄTZE IM DUNKELN

Schutz für den Tiefseeschlamm

Ein neues Thema im Tiefseebergbau ist der Abbau von Yttrium und verschiedenen Metallen der Seltenen Erden aus dem Pazifischen Tiefseeschlamm. Diese Stoffe werden zum Beispiel für den Bau von Mobiltelefonen, Elektroautos und anderen High-Tech Produkten benötigt. Ein Abbau von Schlämmen des oberen Meeresbodens



Seegurken gehören zu den häufigsten Tieren der Tiefseeebenen.

könnte für längere Zeit den Bedarf des Weltmarktes decken. Auch hier bleibt unklar, wie man den Schutz der Artenvielfalt sichern kann. Denn neuere Tiefseeforschung hat ergeben, dass obwohl die Tiefsee als ein riesiger Raum erscheint, viele Populationen von Tieren an bestimmte geographische Regionen gebunden sind. Noch gibt es kaum Schutzgebiete im Meer. So ist es eine drängende Aufgabe, über die Sicherung der Vielfalt und der Ökosysteme in der Tiefsee nicht nur global sondern auch lokal nachzudenken.

Gene, Enzyme und Naturstoffe für die Zukunft

Denn neben Fisch, Erdöl, Edelmetallen und Platz zur Verklappung oder Speicherung unerwünschter Stoffe, birgt die Tiefsee einen Wert, der bisher schwer zu beziffern ist: die Vielfalt genetischer Ressourcen und biologischer Naturstoffe. Die sogenannte Bioprospektion umfasst die Suche, Erprobung und Nutzbarmachung von natürlichen biologischen Rohstoffen vom Gen bis zu Stoffwechselprodukten von Lebewesen. Wie viele Arten von Tieren und Mikroorganismen es in der Tiefsee zu entdecken gibt, weiß niemand. Die Schätzungen schwanken zwischen 10 Millionen und einer Milliarde. Tiefseelebewesen, die extrem kalte, heiße, saure, basische oder salzige Standorte besiedeln, unter hohem Druck leben, mit wenig Energie auskommen, besonders alt werden oder sich in den Körpern anderer Lebewesen

vermehrten können, haben biotechnologisch interessante Gene, Enzyme und Naturstoffe, die unter diesen Bedingungen gut funktionieren. Sie tragen die Information zur Herstellung von Eiweißen, Fettsäuren, Wachsen, Vitaminen, Pigmenten, Klebstoffen, Zelltypen, Giftstoffen, antimikrobiellen Substanzen, Oberflächen, chemischen Rezeptoren und vieles mehr. Von dieser Vielfalt an Funktionen und Strukturen können sich viele Industriezweige einiges anschauen. Auch wenn der Weg von der Suche bis zur Vermarktung oft Jahrzehnte dauert: Jedes neue Krebsmittel oder Antibiotikum ist ein Milliarden-Geschäft. Die Möglichkeit, die Artenvielfalt der Tiefsee als Ressource für neue Anwendungen, biotechnologische Prozesse und pharmazeutische Produkte nutzen zu können, scheint unendlich.

Die Tiefsee den Kindeskindern

Der vielfältige Schatz des Meeres an Genen, Stoffen und Lebewesen ist aber vor allem eine Zukunftsoption. Erst kommende Generationen werden ihn zu heben wissen. Unsere Zeit muss vor allem eine Frage beantworten: Wie kann man das bewahren und schützen, was erst zukünftig für den Menschen einen hohen Wert haben wird, derzeit aber noch unbekannt ist? Ist eine nachhaltige Rohstoffgewinnung aus der Tiefsee möglich? Die Erforschung, Beobachtung und der Schutz der Tiefseelebensräume ist also eine wichtige Aufgabe nicht nur für die Wissenschaft, sondern auch für die Gesellschaft, Industrie und Politik.

Prof. Dr. Antje Boetius, MARUM, Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen; Alfred-Wegener-Institut Helmholtz, Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven; Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Bremen. antje.boetius@awi.de.

Mit Auszügen aus: Antje Boetius und Henning Boetius (2011) *Das dunkle Paradies – Die Entdeckung der Tiefsee*. C. Bertelsmann Verlag, 464 Seiten.

Weiterer Lesestoff

Sarah Zierul (2010) Der Kampf um die Tiefsee. Wettlauf um die Rohstoffe der Erde. Hoffmann und Campe, 350 Seiten.

World Ocean Review (2010). Mit den Meeren leben. Ein Bericht über den Zustand der Weltmeere. <http://worldoceanreview.com>

ROHSTOFFE FÜR DIE ZUKUNFSTECHNOLOGIEN

Dr. Patrick Wäger und Dr. Roland Hischier, Empa

In den vergangenen Jahrzehnten haben seltene Metalle¹ wie Gallium, Indium, die Platinmetalle (u.a. Platin, Palladium, Rhodium), die Metalle der Seltenen Erden (u.a. Cer, Dysprosium, Neodym, Praseodym, Lanthan, Samarium) oder Tantal immer mehr Einzug in unseren Alltag gehalten. Auch wenn die Nachfrage nach klassischen Industriemetallen wie Aluminium oder Kupfer nach wie vor dominiert (2012 wurden weltweit 263 000 000 t Aluminium und 17 000 000 t Kupfer hergestellt, Tab. 1), so wurden 2012 doch beträchtliche Mengen seltener Metalle in Umlauf gesetzt (z.B. wurden 110 000 t Seltenerdmetalloxide produziert, Tab. 1).

Ein wichtiger Anwendungsbereich für diese nicht erneuerbaren mineralischen Rohstoffe sind die Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT), wo besonders viele davon zum Einsatz kommen: von Gallium, Gold, Palladium oder Silber in Leiterplatten über Indium in Flachbildschirmen bis hin zu Neodym und Dysprosium in Festplattenlaufwerken oder Lautsprechern [1]. Aber auch für eine Vielzahl anderer «Zukunftstechnologien», welche uns u.a. bei der Abkehr von fossilen Energieträgern unterstützen sollen, sind seltene Metalle aus heutiger Perspektive von grosser Bedeutung, etwa in der Elektromobilität (u.a. Kobalt und Lithium für Batterien), der Photovoltaik (u.a. Gallium und Indium für Dünnschicht-photovoltaikanwendungen) oder der Windenergie (u.a. Neodym, Dysprosium und Praseodym in Windkraftanlagen) [2, 3, 4].

Abhängig von seltenen Metallen

Mit der Zunahme der Nachfrage nach seltenen Metallen stellt sich auch die Frage, inwieweit die Versorgung mit diesen Rohstoffen mittel- bis langfristig gewährleistet ist. Wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, sind verschiedene seltene Metalle hinsichtlich Versorgungsrisiken und Auswirkungen von Versorgungsunterbrüchen heute als «kritisch» einzustufen. Als besonders kritisch gelten Indium, Niob, die Platinmetalle Platin, Rhodium und Ruthen, die Seltenerdmetalle sowie Wolfram [4].

Ein wichtiger Grund für diese Einstufung liegt darin, dass wir bezüglich Versorgung heute von wenigen Ländern, in denen diese Metalle überhaupt gewonnen werden, abhängig sind (z.B. stammen Seltenerdmetalle zu mehr als 85% aus China und Platin zu rund 70% aus Südafrika, Tab. 1).² Diese Abhängigkeit wird dadurch verschärft, dass die Möglichkeiten, kritische Metalle durch weniger kritische Rohstoffe zu ersetzen, häufig eingeschränkt sind oder ganz fehlen (z.B. bei den Seltenerdmetallen zur Herstellung von Hochleistungs-Permanentmagneten in Elektromotoren, oder beim Indium zur

Herstellung des in Flachbildschirmen oder Photovoltaikanlagen verwendeten transparenten Leiters Indiumzinnoxid). Zudem ist die Rückgewinnung aus ausgedienten Produkten heute für viele dieser Metalle noch nicht etabliert. Es werden weniger als 1% der in Produkten eingesetzten Mengen an Gallium, Germanium, Indium, Seltenerdmetalle oder Tantal zurückgewonnen [6].

Kritisch für Umwelt und Gesundheit

Aus Sicht einer nachhaltigen Entwicklung geben insbesondere auch die Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen bei der Produktion von seltenen Metallen Anlass zur Sorge. Bereits heute geht die Produktion von seltenen Metallen aus Primärressourcen mit erheblichen Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen einher: So werden bei der Förderung und Produktion von 1 kg Gold, Platin oder Rhodium 18 700, 14 800 bzw. 29 000 kg CO₂-Äquivalente freigesetzt, während es für die Förderung und Produktion von 1 kg Kupfer «nur» 3.2 kg CO₂-Äquivalente sind (Tab. 1). Allerdings gilt es zu beachten, dass klassische Industriemetalle wie Aluminium oder Kupfer aufgrund der viel grösseren Fördermengen in absoluten Zahlen weiterhin deutlich mehr CO₂-Emissionen erzeugen [7]. Wie ebenfalls aus Tab. 1 hervorgeht, ist der Beitrag der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit (MG) meist deutlich grösser als jener auf die Qualität der Ökosysteme (ÖQ) oder auf die Rohstoffvorkommen (RV).

Mit steigender Nachfrage wird sich diese Situation in Zukunft weiter verschärfen, da mit zunehmendem Abbau der Primärressourcen der Aufwand für die Gewinnung der Metalle wächst [7]. So sehr eine verstärkte Rückgewinnung seltener Metalle aus ausgedienten Produkten zu begrüssen ist, weil sie normalerweise mit deutlich weniger Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen einhergeht [8], so wenig wird sie alle Probleme lösen können, solange die Nachfrage weiter steigt. Neben anderen Massnahmen [9] wird es deshalb ganz besonders wichtig sein, dass die Produktion metallischer

SELTENE METALLE

Rohstoffe aus Primärressourcen sich in Zukunft noch stärker an Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung orientiert und die ökologischen und sozialen Auswirkungen auf ein Minimum reduziert werden.

Dr. Patrick Wäger und Dr. Roland Hischier, Empa – Materials Science and Technology, Technology and Society Lab, St. Gallen.

patrick.waeger@empa.ch, roland.hischier@empa.ch.

- 1 Als «selten» werden Metalle bezeichnet, deren durchschnittliche Konzentration in der Erdkruste weniger als 0.01 Gew.-% beträgt.
- 2 Ausserdem dient der Erlös aus dem Abbau von gold-, tantal-, wolfram- und zinnhaltigen Mineralien in Zentralafrika (die sog. «Konfliktmineralien») der Finanzierung von Bürgerkriegsparteien.

Referenzen

- [1] Buchert, M., Manhart, A., Bleher, D. und Pingel, D. (2012) Recycling critical raw materials from waste electronic equipment. Öko-Institut e.V., Darmstadt.
- [2] Angerer, G., Erdmann, L., Marscheider-Weidemann, F., Scharp, M., Lullmann, A., Handke, V. und Marwede, M. (2009) Rohstoffe für Zukunftstechnologien, Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe.
- [3] Bauer, D., Diamond, D., Li, J., McKittrick, M., Sandalow D. und Telleen P. (2011) Critical materials strategy. United States Department of Energy, Washington D.C.
- [4] Wäger, P., Fussen, D. und Widmer, R. (2013) Mobilität und kritische Rohstoffe. In: de Haan, P. und Zah, R. (Hrsg.) Chancen und Risiken der Elektromobilität in der Schweiz vdf, Zürich.
- [5] Erdmann, L. und Graedel, T.E. (2011) The criticality of non-fuel minerals: A review of major approaches and analyses. Environmental Science and Technology 45/18: 7620–7630.
- [6] UNEP (2011) Recycling rates of metals: A status report. United Nations Environment Programme, Paris.
- [7] UNEP (2013) Environmental Risks and Challenges of Anthropogenic Metals Flows and Cycles. A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Paris.
- [8] Wäger, P. A., Hischier, R. und Eugster, M. (2011) Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A follow-up. Science of the Total Environment 409/10: 1746–1756.
- [9] Wäger, P.A., Lang, D., Wittmer, D., Bleischwitz, R. und Hagelüken, C. (2012) Towards a more sustainable use of scarce metals. A review of intervention options along the metals life cycle. GAIA 21: 4. 300-309.
- [10] EC (2010) Critical raw materials for the EU: Report of the ad-hoc working group on defining critical raw materials. European Commission, Bruxelles.
- [11] USGS (2013) Mineral Commodity Summaries 2013. United States Geological Survey.

- [12] Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M.A.J., de Schreyver, A., Struijs, J. und Van Zelm, R. (2012) ReCiPe 2008 – A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. Report I: Characterisation. First edition (revised), VROM – Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, Den Haag.
- [13] ecoinvent Centre (2010) ecoinvent data v2.2. Swiss Centre for Life Cycle Inventories: Dübendorf, CH.

Tabelle 1 (Seite rechts):

Fördermengen, Abbauländer, Einsatzgebiete sowie Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen der Förderung und Produktion ausgewählter Seltener Metalle und klassischer Industriemetalle

Begriffserklärungen

- 1 Mit «Reserve» wird derjenige Anteil einer in oder auf der Erdkruste vorhandenen «Ressource» bezeichnet, der unter den gegenwärtigen ökonomischen und technischen Rahmenbedingungen gefördert werden kann. Reserven sind als provisorische Inventare zu betrachten, die kontinuierlich revidiert werden [10, 11].
- 2 Dargestellt ist die gesamte Belastung («cradle to gate») von Förderung und Produktion von 1 kg Metall, bei folgenden Kenngrössen:
 - THG** = Treibhausgase in kg CO₂-Äquivalenten;
 - KEA** = Verbrauch an nicht erneuerbaren Energieträgern (kumulierter Energieaufwand), in MJ-Äquivalenten;
 - MG** = Gesamtscore für die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, gemäss europäische Ökobilanz-Bewertungsmethode «ReCiPe» [12], ausgedrückt als Punktwert;
 - ÖQ** = Gesamtscore für die Auswirkungen auf die Qualität des Ökosystems nach «ReCiPe», ausgedrückt als Punktwert;
 - RV** = Gesamtscore für die Auswirkungen auf das Rohstoffvorkommen nach «ReCiPe», ausgedrückt als Punktwert.

Alle Daten sind der Datenbank ecoinvent v2.2 [13] entnommen.

Rohstoff	Fördermenge pro Jahr [11]	Wichtigste Abbauländer [11]	Länder mit grössten Reserven ¹ [11]	Wichtigste Einsatzgebiete [11]	Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen der Förderung und Produktion ²				
					THG kg CO ₂ -Äq	KEA MJ-Äq	MG Punkte	ÖQ Punkte	RV Punkte
Gold	2700 t	China (14%), Australien (9%), USA (9%), Russland (8%), Südafrika (6%), Peru (6%), Indonesien (4%)	Australien (14%), Südafrika (12%), Russland (10%), Chile (8%), USA (6%), Indonesien (6%), Peru (4%), China (4%), Usbekis- tan (3%), Ghana (3%), diverse andere Länder (19%)	Schmuck (66%), Zahn- technik (12%), Elektro- und Elektronikanwendungen (5%)	18700	290000	8900	600	680
Indium	670 t	China (58%), Japan (10%), Kanada (10%), Süd- korea (10%), Belgien (4%)	keine Angaben	Flachbildschirme (Indiumzinnoxid)	154	2250	15.3	3.2	4.6
Lithium	37 000 t	Chile (35%), Australien (35%), China (16%), Argentinien (7%)	Chile (58%), China (27%), Austra- lien (8%), Argentinien (7%)	Keramik- und Glasherstel- lung (30%), Batterien (22%), Schmierfette (11%)	21	39.2	0.93	0.41	0.63
Platin- metalle	179 t Platin 200 t Palladium	Platin: Südafrika (72%), Russland (15%), Zimbabwe (6%); Kanada (4%). Palladium: Russland (41%), Südafrika (36%), Kanada (7%), USA (6%)	Südafrika (95%), Russland (2%), USA (1%)	Autokatalysatoren, Schmuck, Elektronik, Chemie	14 800	273 000	4960	360	490
Seltenerd- metalle	110 000 t (als Oxide)	China (86%), USA (6%), Australien (4%), Indien (3%)	China (50%), USA (12%), Indien (3%), Australien (1%), diverse andere Länder (37%)	Katalysatoren (62%), Metalle und Legierungen (13%), Glas und Keramik (9%), Permanentmagnete (7%)	9740	173 000	6900	280	320
Tantal	770 t	Mocambique (34%), Brasilien (24%), DR Kongo (12%), Rwanda (12%), Äthiopien (10%)	Brasilien (59%), Australien (35%), Kanada (3%), Äthiopien (3%)	Tantalkondensatoren (>60%)	29 000	533 000	10 230	710	940
Aluminium (Bauxit)	263 000 000 t	Australien (28%), China (18%), Brasilien (13%), Indonesien (11%), Indien (8%), Guinea (7%), Jamaika (4%)	Guinea (26%), Australien (21%), Brasilien (9%), Vietnam (8%), Jamaika (7%), diverse andere Länder (8%)	Metallurgie (>90%)	60	1100	2.4	1.1	2.5
Kupfer	17 000 000 t	Chile (32%), China (9%), Peru (7%), USA (7%), diverse andere (12%)	Chile (28%), Australien (13%), Peru (11%), USA (6%), diverse andere Länder (12%)	Baubereich (45%), Elektro- und Elektronikanwendungen (23%), Transport (12%), Konsumgüter (12%)	3.16	48.5	6.6	0.16	0.12

SEKUNDÄRE ROHSTOFFE



Bild: © Empa

SUSTAINABLE RECYCLING INDUSTRIES – ELEKTROSCHROTT ALS CHANCE

Mathias Schluep, Empa und World Resources Forum

Die Wiederverwertung mineralischer Rohstoffe als Geschäftsmodell für Entwicklungsländer: Diesen Ansatz verfolgen die «Empa» und das «Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO)» im Rahmen der wirtschaftlichen Entwicklungszusammenarbeit seit 2003. Mit grossem Erfolg wurden seither in verschiedenen Entwicklungsländern nachhaltige Recyclingsysteme für Elektro- und Elektronikschrott aufgebaut. Darauf aufbauend wurde das Nachfolgeprogramm «Sustainable Recycling Industries» entwickelt.

Für den Weltmarkt wichtige mineralische Rohstoffe wie Kupfer und Gold stammen oft aus Entwicklungs- und Schwellenländern. Die Verfügbarkeit vieler Metalle, zum Beispiel Metalle der Seltenen Erden, wird zusehends kritischer. Deshalb ist ein effizienter Umgang mit diesen mineralischen Rohstoffen wichtiger denn je. Ein grosser Beitrag kann dabei die Rückgewinnung aus gebrauchten Produkten leisten. Dabei stehen vor allem Elektronik- und Elektrogeräte im Vordergrund. Auch in Entwicklungsländern steigt die Nutzung solcher Konsumgüter rasant. So stieg zum Beispiel die Verbreitung von Computern

innerhalb der letzten zehn Jahre um das Zehnfache, die Verbreitung von Mobiltelefonen sogar um das Hundertfache.

Dementsprechend steigen auch die Abfallberge an. Zusätzlich sehen sich diese Länder mit einem fortlaufenden Zustrom von Altgeräten aus Industrienationen konfrontiert; viele dieser Geräte sind nicht mehr funktionsfähig. Die «Empa» hat für die Uno-Konvention von Basel, die den grenzüberschreitenden Transport gefährlicher Abfälle und ihre Entsorgung regelt, die Situation in Westafrika untersucht. In Ghana zum Beispiel blieben

Bild links:

Kühe suchen auf einem informellen Schrottplatz in Accra (Ghana) in den giftigen Abfallhalden nach Nahrungsresten. Im Hintergrund eine von den Recyclingaktivitäten stark kontaminierte Lagune.

aus der Importware nach einem Jahr rund 40 000 Tonnen Elektroschrott zurück. Insgesamt importierten die untersuchten fünf westafrikanischen Staaten während der letzten Jahre, so die Schätzungen, jährlich insgesamt 250 000 Tonnen Elektroschrott. Das entspricht etwa 5 Prozent des Schrottaufkommens in der EU. Diese Importe sind gemäss dem internationalen Übereinkommen der «Basler Konvention», welche alle Europäischen Staaten unterzeichnet haben, als illegal zu deklarieren. Denn Elektro- und Elektronikgeräte enthalten häufig gefährliche Stoffe, etwa Schwermetalle wie Quecksilber und Blei sowie hormonaktive Stoffe wie bromierte Flammschutzmittel und werden deshalb am Ende ihres Lebenszyklus als gefährlich Abfälle eingestuft.

Elektroschrott ist ein zentraler Wirtschaftsfaktor

In Entwicklungsländern wird die Rückgewinnung von Rohstoffen aus diesen Geräten hauptsächlich von Tausenden von unkontrollierten Arbeitern und Arbeiterinnen im sogenannten informellen Sektor betrieben. Recycling ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor für die Ärmsten der Gesellschaft. Allerdings nicht nur zu deren Vorteil. Gefährliche Stoffe werden freigesetzt, vor allem beim Verbrennen von Kabeln, um an das darin enthaltene Kupfer zu gelangen, oder von Kunststoffgehäusen, um das Abfallvolumen zu verringern. Die Verbrennung von Kabeln an offenen Feuerstellen ist eine der Hauptquellen für Dioxin, ein langlebiger organischer Schadstoff, der sich über grosse Entfernungen verbreitet, sich im Gewebe lebender Organismen anreichert und so in die globale Nahrungsmittelkette gelangt. Auch die Verschleppung von gefährlichen Substanzen kann zu Problemen führen. So zeigte eine kürzlich durchgeführte Studie in New Delhi, dass Kunststoffrecycling allein in dieser Metropole in mehr als 7000 Kleinbetrieben zwischen 20 000 und 25 000 Menschen beschäftigt. Die Analysen zeigten allerdings auch, dass der Bleigehalt in rezykliertem Kunststoff, woraus beispielsweise Kinderspielzeug und Geschirr entsteht, teilweise deutlich über den in Europa geltenden Grenzwerten liegt.

Ein zunehmendes Problem ist auch das Vermischen von Sekundärrohstoffen zweifelhaften Ursprungs auf

dem Weltmarkt, wo sie nicht mehr rückverfolgbar sind. Es gibt heute noch keine Qualitäts- und Nachhaltigkeitsrichtlinien für solche Sekundärrohstoffe, im Gegensatz zum Abbau von Primärrohstoffen, wo problematische Umstände in Konfliktregionen erkannt und erste Qualitätslabels in Entwicklung sind. Richtlinien für erneuerbare Rohstoffe, wie z.B. Max Havelaar für Kaffee oder FSC für Tropenholz, existieren seit längerem.

Fortsetzung eines Erfolgsprogramms

Das SECO und die «Empa» arbeiten seit 2003 im Bereich der Elektro- und Elektronikaltgeräteentsorgung erfolgreich zusammen. Sie unterstützten im «Swiss e-Waste Programme» Indien, China, Südafrika sowie Kolumbien und Peru, ihre Systeme für die Entsorgung von e-Schrott zu verbessern. Im Zusammenhang mit diesem Programm sind z.B. in allen Partnerländern mittlerweile entsprechende Vorschriften erlassen worden.

Aufbauend auf diesen langjährigen Erfahrungen und Erfolgen entwickelte das SECO und die «Empa» das Nachfolgeprogramm «Sustainable Recycling Industries». Unter-



Kunststoffrecycling in Delhi (Indien): Das Zerlegen, Sortieren und Aufbereiten der Kunststofffraktionen ist viel Handarbeit, die meist Frauen und Kinder machen.

stützt wird das Programm durch das «World Resources Forum (WRF)». Das in St. Gallen domizilierte WRF zeigt im vielversprechenden Ansatz, wie wissenschaftliche Forschung sich mit Politik und Wirtschaft verbindet, um auf internationaler Ebene handfeste zukunftsfähige Lösungen im Umgang mit den natürlichen Ressourcen auszuarbeiten. Ziel des neuen Programmes «Sustainable Recycling Industries» ist die nachhaltige Rückgewinnung von Sekundärrohstoffen und dadurch die Integration von Recyclingbetrieben der Partnerländer in den globalen Markt. Um dies zu erreichen, engagiert sich das neue Programm in drei Bereichen:

SEKUNDÄRE ROHSTOFFE

- **Verbesserung der Datengrundlagen zur Beurteilung der Qualität von Sekundärrohstoffen:**

Damit die Vorteile der Verwendung von Sekundärrohstoffen auf ihre Umwelt- und Sozialverträglichkeit beurteilt werden können, ist eine Bewertung ihres gesamten Lebenszyklus nötig – eine Ökobilanz. In Entwicklungs- und Schwellenländern fehlen heute jedoch oft die Daten zu grundlegenden Verarbeitungsprozessen. Lokale oder regionale Ökoinventare können diesen Mangel beheben. Dies kommt auch KonsumentInnen in der Schweiz entgegen, die zunehmend Nachhaltigkeit über den ganzen Lebenszyklus eines Produktes fordern. Die «Empa» und das Kompetenzzentrum «ecoinvent» bauen dazu im Rahmen des neuen Programms regionale Zentren zur Erhebung von Daten in Indien, Südafrika, Ägypten und Brasilien auf.



Zerlegung von Computern in Peru. Der formalisierte Pionierbetrieb hat hier in den letzten Jahre einige Arbeitsplätze geschaffen.

- **Unterstützung von Pilotprojekten für die Verbesserung von Recyclingketten:**

Das Programm arbeitet mit Privaten und Regierungsinstitutionen in den Partnerländern Ghana, Südafrika, Ägypten, Kolumbien, Peru und Indien zusammen. Gemeinsam werden Pilotprojekte unterstützt, um mittels Technologiekooperationen vorbildliche Verfahren und Recycling-Standards einzuführen. Dadurch soll eine marktgerechte Entsorgung von Altgeräten und die Rückgewinnung von Sekundärrohstoffen (z.B. Metalle, Kunststoffe, Gläser) aus Konsumgüterabfällen und deren Rückführung in die globalen Rohstoffmärkte erreicht werden.

- **Förderung von Nachhaltigkeitsrichtlinien für Sekundärrohstoffe:**

Auf globaler Ebene wird zur Zeit das Thema der Rückgewinnung von Rohstoffen aus Abfallströmen in verschiedenen Gremien diskutiert. Das neue SECO-«Empa»-Programm wird diese Diskussionen mit handfesten Resultaten und praktischen Erfahrungen aus den Pilotprojekten und den regionalen Zentren für Ökoinventare bereichern. Dazu wird das globale Netzwerk des WRF genutzt und ein Runder Tisch von Experten gebildet. Die Aufgabe des Runden Tisches wird sein, in einem Konsensverfahren Nachhaltigkeitsrichtlinien für Sekundärrohstoffe zu entwickeln. Damit sollen Anreize geschaffen werden, nachhaltiger zu produzieren – sowohl, was die Qualität der zurückgewonnenen Stoffe angeht, als auch die Ökologie und die soziale Verantwortung.

Ein Resultat dieser Anstrengungen könnte ein Gütesiegel für nachhaltig rezyklierte Sekundärrohstoffe sein. Ein Label kann Aufmerksamkeit schaffen und erzeugt dadurch eine Nachfrage nach ökologisch und sozial einwandfreien Produkten. Ob dies allerdings der richtige und ein realistischer Weg ist, wird sich im Verlauf des Projektes zeigen, welches bis 2016 dauern wird. Wichtigstes Ziel ist, die Chancen einer nachhaltigen Recyclingindustrie auch in Entwicklungsländern zu nutzen, damit deren Einbindung in den Welthandel zu fördern, Arbeitsplätze zu schaffen und sie an neuen Technologien teilhaben zu lassen.

*Dr. Mathias Schluep, Empa – Materials Science and Technology, Technology and Society Lab und World Resources Forum, St. Gallen.
mathias.schluep@empa.ch.*

Weitere Informationen

<http://ewasteguide.info>
<http://www.seco-cooperation.admin.ch>
<http://www.empa.ch/tsl/sri>
<http://www.worldresourcesforum.org>
<http://www.ecoinvent.ch>

VOM ROHSTOFF ZUM WIRKSTOFF ZUM SCHADSTOFF

Dr. Andrea Thorenz, Universität Augsburg

Der Einsatz metallischer Wirkstoffe in der Medizin eröffnet oftmals neuartige, verbesserte Wirkmechanismen und ermöglicht damit zukunftsweisende Behandlungsverfahren. Der Erfolg entsprechender Medikamente führt zu einer signifikanten Nachfrage nach strategischen Metallen mit teilweise beträchtlichen Wirkungen auf die Biosphäre. Im vorliegenden Artikel wird am Beispiel des Rohstoffs Platin die – gemessen an der Gesamtförderung – bereits heute bedeutende Nachfrage aus dem medizinischen Sektor hinsichtlich Rohstoffverfügbarkeit, ökologischer Risiken beim Abbau und Folgen der Dissipation von Platinsalzen aus Zytostatika für die Biosphäre diskutiert.

Analysiert man die Entwicklung der pharmazeutischen Forschung, erkennt man einen zunehmenden Einsatz anorganischer Substanzen. Bedingt durch den Erfolg von Cisplatin als weltweit meistverkauftes Zytostatikum, rücken dabei Metallkomplexe zunehmend in den Fokus.

Verwendung von Metallen in Pharmazeutika

Während Eisen, Magnesium, Zink und Selen schon lange als Nahrungsergänzungsmittel bekannt sind, finden Metallkomplexe nun zunehmend auch in die klassische Diagnostik und Therapie als Kontrastmittel, Radiopharmaka, Antiinfektiva oder Therapeutika Einzug (Tab. 1).

werden Goldpräparate zur Behandlung von Arthritis, bismuthaltige Medikamente bei der Behandlung von Darm-erkrankungen und Lithium als Wirkkomponente von Anti-depressiva eingesetzt.

Umweltschutzorientierte Bewertung

Eine Bewertung der Umweltwirkungen von Produkten bzw. derer Komponenten oder Inhaltsstoffe erfordert zunächst eine Analyse der Mengenströme. Ein entsprechendes Vorgehen wird exemplarisch am Beispiel platinhaltiger Zytostatika erläutert, die etwa zur Behandlung von Brustkrebs eingesetzt werden.

Einsatzgebiete von Metallen / Metallionen in der Medizin	
MRT-Kontrastmittel	Gadolinium (Gd ^{III}), Magnesium (Mg ^{II}), Eisen (Fe ^{III})
Radiopharmaka (diagnostisch)	Titan (201 ^{Ti}), Indium (111 ^{In}), Gallium (67Ga), Cobalt (51Co), Chrom (51Cr), Ytterbium (169Yb), Technetium (99mTc)
Radiopharmaka (therapeutisch)	Strontium (89Sr), Samarium (153Sm), Rhenium (186Re)
Antiinfektiva	Silber (Ag ^I), Antimon (Sb ^{III} , Sb ^V)
Therapeutika	Lithium (Li ^I), Platin (Pt ^{II} , Pt ^{IV}), Gold (Au ^I), Bismut (Bi ^{III})

Tabelle 1: Einsatzgebiete von Metallen in der Medizin (nach [1])

So werden Metalle als Paramagnetisches Reagenz in der Magnetresonanztomographie (MRT) eingesetzt. Gammastrahler werden zur Diagnostik etwa in der Szintigraphie oder in der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) verwendet, während Betastrahler therapeutisch genutzt werden. Weitere Einsatzgebiete betreffen die antibakterielle Wirkung bestimmter Metallionen wie Silber (Ag^I). Neben Platin als Bestandteil von Zytostatika

man, dass bereits heute 7,1 t Platin pro Jahr zur Herstellung entsprechender Pharmazeutika bzw. medizinischer Produkte (z.B. auch für Herzschrittmacher) benötigt werden [2]. Dies entspricht rund 3% der Weltjahresproduktion.

Nach der Ermittlung der Mengenströme sind deren Wirkungen auf das Ökosystem zu untersuchen. Dabei ist prinzipiell zwischen input- bzw. ressourcenorientierten

In einem ersten Schritt ist die Platindosis pro Sitzung zu ermitteln. Diese beträgt in Abhängigkeit der Größe und des Gewichtes einer Patientin zwischen 58,5 und 142,35 mg reines Platin. Geht man davon aus, dass ein Brustzentrum in Deutschland mindestens 250 Patientinnen pro Jahr behandelt, ergibt sich bei derzeit 255 zertifizierten Brustzentren in Deutschland eine Verbrauchsmenge von ca. 50 kg Platin pro Jahr (bei 4–6 Sitzungen pro Therapie). Erweitert man den Fokus weltweit auf alle platinhaltigen Präparate, erkennt

PLATIN IN DER MEDIZIN

Aspekten und output- bzw. emissionsorientierten Aspekten zu unterscheiden. Die inputorientierten Risiken betreffen in erster Linie die Verfügbarkeit potentiell benötigter Primärrohstoffe sowie ökologische Risiken bei deren Abbau. Die outputorientierten Risiken betreffen die Schädigungen der Biosphäre durch dissipierte¹ Wirkstoffe nach deren Anwendung. So werden etwa die wasserlöslichen Salze platinhaltiger Zytostatika mit dem Urin der Patienten ausgeschieden. Die Ausscheidung platinhaltiger Rückstände im Urin beträgt je nach verabreichter Dosis und Therapieart innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Applikation lediglich 10–50%. Die restliche Substanz wird erst nach Tagen, oft erst zu Hause ausgeschieden [3, 4]. Dort gelangen sie meistens in die kommunale Abwasserentsorgung. Dieser Effekt wird durch die Zunahme ambulanter Behandlungen sowie dem Einsatz oral zu verabreichender Medikamente (z.B. Satraplatin) noch verstärkt.

Die inputorientierten Risiken der Verwendung begrenzt verfügbarer dissipativer Wirkstoffe betreffen sowohl ökonomische, ökologische als auch soziale Aspekte. Aus ökonomischer Sicht ist zunächst die prinzipielle Verfügbarkeit zu nennen. Diese ergibt sich einerseits aus den endlichen Ressourcen, der länder- und unternehmensspezifischen Konzentration der Lagerstätten sowie andererseits aus der sich dynamisch entwickelnden Nachfragesituation. So betragen die derzeit bekannten Weltvorräte für Platin ca. 21 000 t. Bei einer Nachfrage von jährlich ca. 250 t ergibt sich damit eine statische Reichweite² von ca. 83 Jahren. Problematisch erscheint auch, dass 76% der Produktion in einer einzigen geographischen Region, nämlich in Südafrika, erfolgt (Abb. 1). Oftmals gibt es eine Reihe industriell und gesellschaftlich bedeutender Konkurrenzanwendungen: die Verwendung von Platin als Bestandteil von Brennstoffzellen zur Umsetzung von E-Mobility-Konzepten oder die Verwendung von Silber bei der Herstellung von Photovoltaikmodulen. Ökologische Risiken betreffen

die meist hohe Energieintensität bei der Bereitstellung von Primärrohstoffen oder die Verwendung toxischer Substanzen beim Abbau (z.B. Verwendung von Cyanid-Lösungen zur Gewinnung von Gold bzw. Silber). Soziale Aspekte betreffen in erster Linie die Arbeitsbedingungen in speziellen Lagerstätten (z.B. Kinderarbeit in Coltanminen des Kongo).

Bezüglich der Risiken einer Platindissipation in die Biosphäre besteht weiterhin Forschungsbedarf. Neue Arbeiten belegen jedoch, dass platinhaltige Substanzen in der Umwelt schlecht abbaubar sind und ein hohes Bioakkumulationspotential aufweisen. Darüber hinaus wirkt Platin (wie alle Schwermetalle) ab einer bestimmten Konzentration im Boden toxisch für Mikroorganismen, Bodentiere und Pflanzen. So konnte in zoologischen Studien Schädigungen von Tierembryonen sowie Schädigungen des Herz-Kreislauf-Systems beobachtet werden [6].

Inputorientierte Risiken	Ressource Platin (Datengrundlage 2011)
Weltvorräte	ca. 21 000 t
Aktuelle Nachfrage gesamt	250 t/a (Tendenz steigend)
Aktueller Verbrauch in Medizinbranche	7,1 t/a
Aktuelles Fördervolumen	195 t/a
Preis pro Tonne	ca. 48 000 000 USD
Statische Reichweite	ca. 83 Jahre
Geostrategische Verteilung	76 % der Produktion in einer Region von Südafrika
Ökologische Risiken beim Abbau	Primärgewinnung ist äußerst energieintensiv
Outputorientierte Risiken	Platinhaltige Zytostatika
Dissipation	Gelöste Platinsalze, 0,021 - 2,9 µg/L ⁻¹ im Urin/Patient nachgewiesen; 14,2 kg/a Gesamtemission aus Krankenhäusern (BRD)
Bioaktivität	Wahrscheinlich bzw. Forschungsbedarf
Toxizität	Akut toxisch
Handlungsoptionen	Platinhaltige Zytostatika
Substitutionspotential	Partiell durch semisynthetische Wirkstoffe der Eibe
Recyclingmöglichkeiten	Voraussetzung ist die Entwicklung zukunftsorientierter Sanitär- und Entsorgungskonzepte

Tabelle 2: Ressourcenorientierte Bewertung des Einsatzes von Platin als Wirkkomponente in Zytostatika (nach [8]).

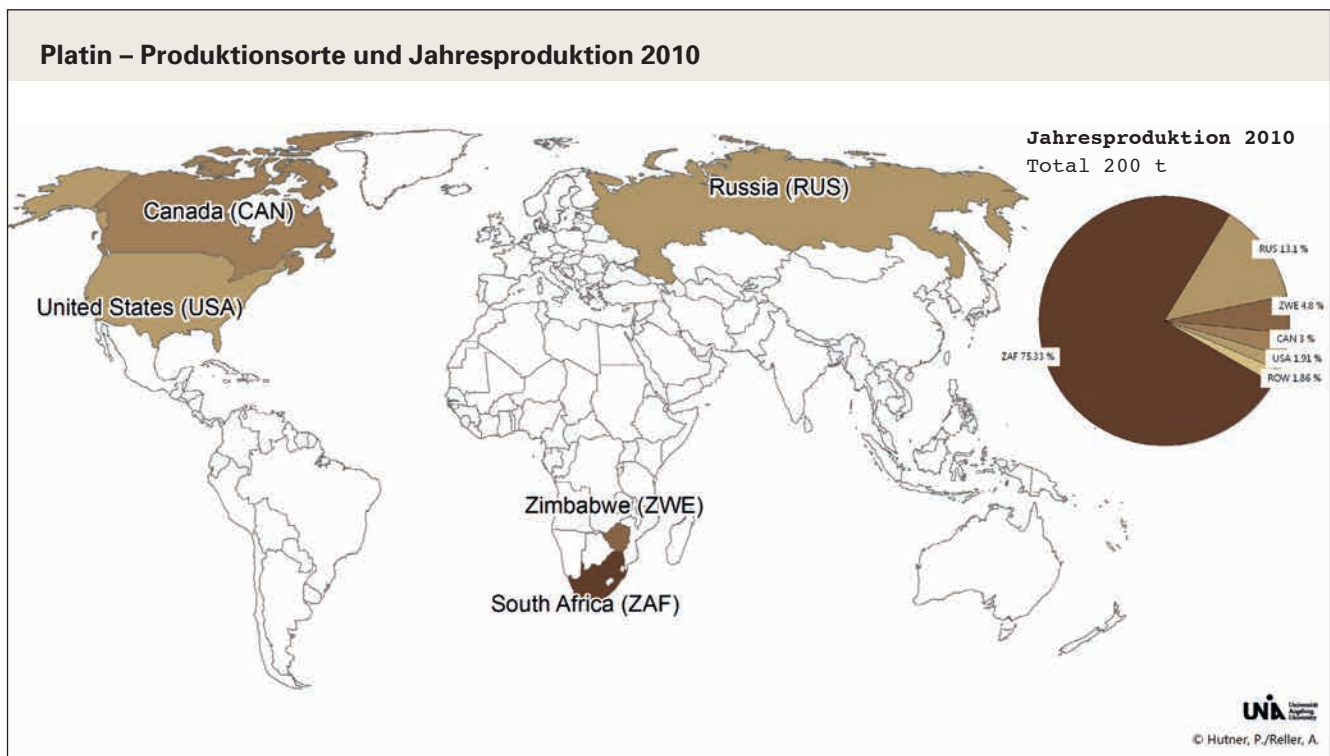


Abb. 1: Platin produzierende Länder und ihr Anteil an der Jahresproduktion 2010 (nach P. Hutner/A. Reller, MRM, Universität Augsburg).

Handlungsoptionen und Forschungsbedarf

Zur Sicherung der Versorgung mit zukunftsweisenden pharmazeutischen Wirkstoffen bzw. zur Vermeidung oder Reduktion der dissipativen Risiken ist die Entwicklung von Substituten bzw. Alternativ-Präparaten sowie innovativer Recyclingkonzepte unerlässlich. Erfolgversprechende Beispiele hierzu sind etwa Zytostatika, die aus Extrakten der Eibe hergestellt werden und nachgewiesene zytotoxische Eigenschaften besitzen. Im Jahr 2008 betrug der weltweite Umsatz der Eiben-Präparate bereits 4,1 Mrd. Euro [7]. Bislang werden diese Wirkstoffe allerdings oft nur als Co-Medikation eingesetzt und ersetzen so platinhaltige Zytostatika nur partiell. Ausserdem sind Sanitärkonzepte zu entwickeln, die eine möglichst vollständige Rückgewinnung der eingesetzten metallischen Wirkkomponenten ermöglichen.

*Dr. Andrea Thorenz, Lehrstuhl für Ressourcenstrategie & Ressource Lab der Universität Augsburg.
andrea.thorenz@mrm.uni-augsburg.de.*

- 1 Unter Dissipation versteht man die «...irreversible Verteilung von Stoffen und Energie in die Umweltmedien, d.h. Luft, Wasser und Boden. Bei den zerstreuten Stoffen handelt es sich um Abfall, Abrieb, um Verbrennungsprodukte und Düngemittel. Diese verteilten Stoffe verändern die quantitative Zusammensetzung der Medien und damit häufig schon ihre physikalische Konsistenz. Ferner wirken sie teils als Giftstoffe, die sich dann über Nahrungsketten in bestimmten Organismen ansammeln,

teils wirken sie als Katalysatoren, die etwa – wie die Fluor-Kohlenwasserstoffe – natürliche Kreisläufe verändern» [5].

- 2 Die statische Reichweite benennt die Zeitspanne in Jahren, während der die weltweit bekannten und wirtschaftlich förderbaren Vorkommen eines nicht erneuerbaren Rohstoffs bei aktuellem Verbrauch zur Verfügung stehen.

Literatur

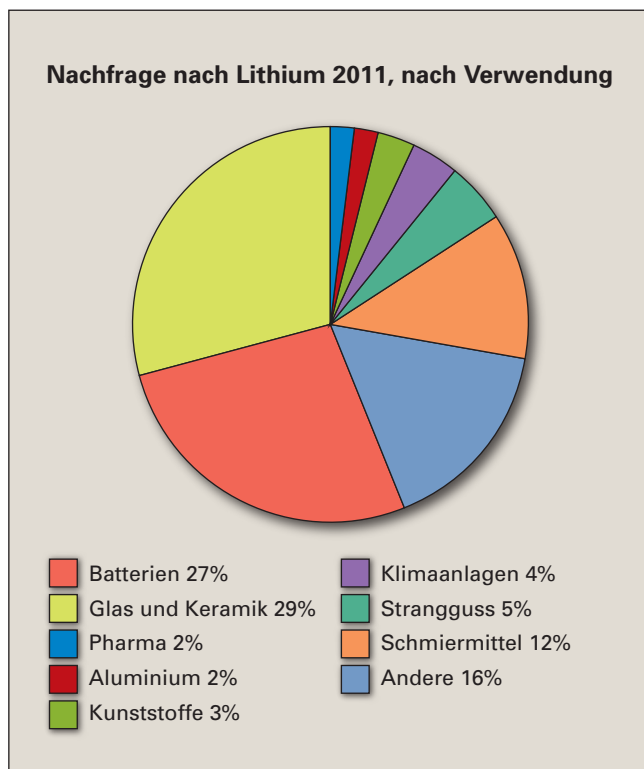
- [1] Sadler, P. J.; Guo Z.: Metalle in der Medizin. Angewandte Chemie 1999, 111:1610-1630.
- [2] Johnson Matthey: Platinum 2010. [http://www.platinum.matthey.com/uploaded_files/Pt_2010/german_press_release_2010.pdf]
- [3] Wagner G., Weber S., Reller A. (2011): Removal of cytotoxic platinum compounds from aqueous media by photolysis in the presence of 2,4,6-trimercapto-1,3,5-triazine. The Royal Society of Chemistry.
- [4] Gießen H: Platin im Abwasser. [http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=pharm_4_24_2004]
- [5] Böhme G. (1996): Naturphilosophie als Arbeit am Begriff «Natur». In: Arzt T., Dollinger R. A., Hippus Gräfin Dürckheim M. [Hrsg.]: Philosophia naturalis: Beiträge zu einer zeitgemäßen Naturphilosophie, S. 340-356.
- [6] Osterauer R., Haus N., Sures B., Köhler H.R. (2009): Uptake of platinum by zebrafish (Danio rerio) and ramshorn snail (Marisa cornuarietis) and resulting effects on early embryogenesis. Chemosphere, 77(7):975-982.
- [7] Schäfer B.: Hoffnung gegen Krebs. Taxol®. Chemie in unserer Zeit 2011, 45:32-46.
- [8] Thorenz A., Reller R. (2011): Discussion of risks of platinum resources based on a function orientated criticality assessment – shown by cytostatic drugs and automotive catalytic converters, Environmental Sciences Europe.

LITHIUM UND KUPFER – DAS GOLD DER ANDEN?

Martin Rihs, San Pedro de Atacama (Chile)

Nicht selten weit abseits der Wohlstandswelt liegen viele der rohen Stoffe für die Wunschgüter der modernen Gesellschaft, welche die Annehmlichkeiten im Alltag und ihre dicht vernetzte Kommunikation erst möglich machen. So auch die Rohstoffe Lithium und Kupfer. Riesige Lagerstätten befinden sich in der trockensten Wüste der Welt. Am «Salar de Atacama», im Norden Chiles, verändert der Tourismus aber vor allem der Abbau von Lithium die Wüste und die Welt der indigenen Bevölkerung unglaublich schnell und für immer.

Rasant wird seit den neunziger Jahren das Dorf San Pedro, die Region, die Wüste und auch mein Alltag globalisiert. Gaslampenlicht und Kerzen haben ausgedient, Photovoltaik und Solarthermie erleuchten und erwärmen mein Lehmhaus am Nordufer des zweitgrössten Salzsees in Südamerika. Wie Krebszellen breiten sich gigantische Kupferminen von den Minenhauptstädten Antofagasta und Calama über die ganze Atacamawüste aus. Auf langen Umwegen kamen Kupfer und Lithium, verarbeitet zu Hightech in Solarpanels und Batterien, wieder hierher zurück. Dies ist ein kleiner Bericht von einem Tatort.



Nachfrage nach Lithium 2011. Die Elektro-Mobilität hat den Löwenanteil am Batterienbedarf (Quelle: U.S. Geological Survey).

Lithium und Kupfer boomen

Durch wirtschaftliche und geopolitische Veränderungen, technologische Entwicklungen und auch wegen ökologischen Gesichtspunkten haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten sowohl Kupfer wie auch Lithium besonders weit oben auf den Nachfragelisten platziert.

Beide Rohstoffe sind in grossen Mengen auf dem südamerikanischen Kontinent vorhanden. Chile und Peru fördern zusammen weit mehr als ein Drittel des Weltbedarfs an Kupfer, zusammen über 7 Mio. Tonnen pro Jahr. Chile, Bolivien und Argentinien besitzen zusammen 80 Prozent der gesamten Weltreserve an Lithium. Chile ist zur Zeit weltweit die Nr.1 in der Lithiumproduktion.

Run aufs Wasser

Die Abbauorte liegen fast ausschliesslich in sehr abgelegenen Gebieten in den Anden, oft in grosser Höhe (3000–4000m.ü.M) und extrem ariden Zonen, wie zum Beispiel in der Atacama-Küstenwüste oder in Mondlandschaften gleichenden Salzseen der Hochanden. Die Abbaubedingungen gehören für Mensch und Technik wohl zu den anspruchvollsten überhaupt.

Grundsätzlich im Bergbau und umso mehr in diesem kargen Umfeld spielt das Wasser die prägendste Rolle. Es ist der eigentlich Rohstoff aller Rohstoffe: Wasser – das eigentliche Gold der Wüste. Weder Lithium noch Kupfer, noch Kalium, Wolfram, Iod, Magnesium oder Molybdän und nicht Silber und Gold können ohne Wasser aus dem Boden geholt werden. Ohne Wasser ist auch kein einziges Arbeitercamp möglich. Deshalb entbrannte in den letzten Jahren ein sagenhafter «Run» auf jegliches Wasser in der Nähe und zunehmend auch in weiterer Entfernung zu den Abbaugebieten.

In der Wüste aber sind die Herausforderung und der Aufwand gigantisch, um an Wasser zu gelangen. Heute

suchen und bohren spezialisierte Firmen für die grossen Minengesellschaften nach dem edel-teuren Nass und handeln – oft ähnlich wie Broker – damit. Umweltbedenken und soziale Skrupel sind in diesem Geschäft längstens verblasst. In Sekundenlitern (lt/s) messen die Extraktionsfachleute ihre Ertragsvolumen und je karger die Gegend und grösser der Bedarf, desto saftiger steigen die Verkaufstarife.

Lebensinseln trocknen aus

Die Fördermengen an Wasser haben die Nachhaltigkeit schon lange übertroffen. Das ist die Ursache für «umkippende» Ökosysteme. Seit Jahrtausenden hatten in der Wüste kleine «Lebensinseln» Bestand. Nun trocknen diese Oasen aus. Davon betroffen sind die indianischen

Bauern, die mit ihren extensiven Anbauweisen inoffensiv und nachhaltig eine eigenständige Kultur und Lebensweise entwickeln haben. Drei Flamingoarten sind vom Aussterben bedroht. Die Streitigkeiten mit der lokalen Bevölkerung (Aymaras, Quechuas und Lickanantays) sind an der Tagesordnung. Seit 12 000 Jahren kamen sie mit dem wenigen Wasser in ihrer Welt zurecht. Nun sehen sie ihre Lebensgrundlage mit den Oberflächengewässern schwinden, die in langsamen Zyklen von den nun ausgebeuteten subterranean Gewässern gespiesen wurden. Neuste Bohrtechnologien erlauben nun auch uralte Wasservorkommen anzuzapfen (sogenannt fossiles Wasser), welche in uns bekannten Zeitspannen nicht erneuerbar sind.

Ungegesetzte Bohrungen sind keine Seltenheit, da Kontrollorganismen nicht greifen, verschleiern helfen oder



Kupfermine «Chuquibambilla», Chile. Sie misst ca. 4.5 x 2.5km, ist 1000m tief und aus dem Weltall erkennbar.

BERICHT VON EINEM TATORT

Kupfermine «Chuquicamata» (Chile). Ein einziger Riesenlaster verbraucht beim Erztransport in zwölf Stunden 2000 Liter Diesel.



Unter der «Pampa Amarilla» im Grenzgebiet Chile/Argentinien liegen die größten Grundwasserreserven der Anden. Hier erfolgen Wasserexplorationen für die 100km entfernten Minen.



schlicht nicht existieren. Nirgendwo auf der Welt sind die gesetzlichen Bestimmungen für das Wasserrecht so minenfreundlich wie in Chile. Das Handelsgut Wasser ist ein Teil des neoliberalen Wirtschaftsmodells im Land. Mensch und Ökologie haben das Nachsehen zu Gunsten von Wachstum und «Entwicklung» in Richtung erste Welt.

Arbeitsprozesse

Bergbau bedeutet viel schwere Infrastruktur, mechanische und zunehmend auch elektromechanische Vorgänge und computergesteuerte Prozesse. Kurz: energie- und ressourcenintensive Schwerindustrie mit einem immensen «Impact» auf die Umwelt. Beim Kupfer- und Lithiumabbau kommen noch die erwähnten besonders extremen geographischen und klimatischen Bedingungen hinzu (extreme Trockenheit und grosse Höhen).

Bei der Förderung beider Metalle ist Wasser das essenziellste Hilfsmittel. Es ist Werkstoff für den Bau der Infrastruktur (Zementherstellung), Lösungs- und Transportmittel bei der eigentlichen Rohstoffgewinnung, Staub-binder und Reinigungsmittel und nicht zu vergessen: Lebensmittel für Tausende von Arbeitern und ihre Familien in den Versorgungsstätten.

Lithium gehört zu den Alkalimetallen und ist das leichteste aller existierenden Metalle. Es kommt in der Natur auf Grund seiner hohen Reaktivität nicht elementar vor. Es ist jedoch in vielen Salzseen im Andenhochland in

Form von Sole (LiCl/KCl/Ki , etc.) vorhanden. Diese wird in riesigen Solarverdunstungsbecken in verschiedenen Ausfällungsphasen zu Lithiumcarbonat (Li_2CO_3) mit einer ca. 6%-igen Konzentration eingedickt (s. Titelbild). Per Zisternenlastwagen wird die Lösung in eine Lithiumaufbereitungsanlage transportiert.

Enorme Wassermengen sind nötig, um die verschiedenen Salze aus dem Salzseeuntergrund (unmittelbar über dem Muttergestein) heraus zu lösen und in den Produktionsprozess einzuspeisen. Mit immer raffinierteren und wirtschaftlich rentableren Bohrmethoden wird Wasser beschafft, um dem Lithiumboom gerecht zu werden. Die Elektroautoindustrie beschwört die Lithiumbatterie als grüne Technologie, um die CO_2 -Bilanz nach unten zu korrigieren. Sie investiert viele Millionen Dollar in die Lithiumrohstoffländer Bolivien, Chile und Argentinien.

Kupfer ist ein schwach reaktives Schwermetall und gehört zu den Halbedelmetallen. Wegen seiner Zähigkeit und der gleichzeitig relativ leichten Formbarkeit wird es häufig im Baugewerbe eingesetzt. Aber mehr noch dient es als hervorragender Strom- und Wärmeleiter.

Es wird als Werkstoff für Elektroinstallationen, Transformatoren, Spulen, integrierte Schaltkreise und Leiterplatten eingesetzt.

Der Abbau und die Raffinierung von Kupfer (Elektrolyse) ist ebenfalls enorm energieaufwändig. Auch dabei werden gigantische Wassermengen benötigt, um den Bergbaubetrieb in den wüstenhaften Gebirgen Chiles und Perus zu garantieren. So werden zum Beispiel zwölf Prozent des Wasserverbrauchs allein dazu verwendet, die Grubenstrassen feucht zu halten. Damit soll die riesige Staubbentwicklung vermindert werden, die beim Erztransport mit Mega-Trucks bis 500 t Gesamtgewicht entsteht.

Die grossen chilenischen Kupferminen wie «Chuquicamata» (S. 21) oder «Mina Escondida» benötigen für ihren Betrieb je rund 800–1000 Megawatt Elektrizität. Dieser Strombedarf wird in den Küstenregionen ausschliesslich mit thermischen Kraftwerken erzeugt (Diesel). In Chile verschlingt der Bergbau insgesamt ca. 40 Prozent der jährlichen Energieproduktion.

Technischer Trick reicht nicht

Noch nie hatte die Menschheit so viele Handlungsmöglichkeiten wie seit dem Beginn der Massenmobilisierung, als der massive Verbrauch und die Verbrennung von fossilen Brennstoffen einsetzte (ab ca. 1950 gemäss Club of Rome). Das hat uns bereichert und vielleicht beglückt. Doch nun hat Fortschritt und Bevölkerungswachstum

uns an neue Grenzen gebracht, die nur noch schwerlich zu übersehen und dennoch schwer zu erfassen sind. Seit die erste Welt ihren Glanz und Glamour mit neuen Medien und globaler Mobilität verkünden und verbreiten konnte, wollen nun auch Millionen von Menschen, die bisher nicht daran teil hatten, daran aufschliessen.

Mindestens 25 Prozent des weltweiten CO₂-Ausstosses stammt aus dem Verkehr. Tendenz rasant steigend. Nun sollen die Emissionen mit einem «technischen Trick» bewältigt werden, welcher der Mobilität keinen Abbruch tut. Insbesondere Lithiumbatterien als leistungsfähige Energiespeicher für Elektro-Autos sollen den gesamten Weltverkehr revolutionieren. Auch Deutschlands Autoindustrie verspricht, dass in 80–100 Jahren nur noch Elektrofahrzeuge fahren werden. Die vermeintlichen «Null-Emissionen-Resultate» stehen dann trotzdem, aber mit «Bio-Label» gestylt, im Rushhour-Verkehr. Doch auch die ökologische Variante dieser Entwicklung bringt wieder neue Probleme.

Es scheint, dass dieser Weg nicht nur Einkommen, Reichtum und Know How, sondern auch Verschmutzung und erneute Ausbeutung exportiert. Denn die Mobilitätsindustrie sagt nur die halbe Wahrheit, wenn sie verheisst, dass E-Mobile Null-Emissionen erzeugen. Damit auf der einen Seite Null ist, so muss doch auf der Rohstoffherkunftsseite recht Dampf abgelassen werden. Raubbau und CO₂-Wolken halten im Lithium- und Kupferreich – im fernen Südamerika, fernab von Klägern und Richtern – die Waage ungerecht zu Gunsten einer sich noch weiter projektierenden Konsumwelt.

Inzwischen dienen «Ökoprojekte» in der Atacamawüste sogar als Mittel zum Zweck, um auf dem «grünen Umweg» an Wasser für die Minen zu kommen. In abgelegenen Winkeln werden zum Beispiel Geothermieranlagen geplant. Diese spielen neben einem grünen Label auch gleich noch die Wasserrechte mit ein, die inzwischen nicht mehr so einfach zu bekommen und zu rechtfertigen sind.

Fortschritt mit Genügsamkeit

Fieberhaft versucht die Wirtschaft rauszufahren aus einer Sackgasse, wo es vielleicht nur zu Fuss hinaus geht. Es gibt wohl keinen technischen Trick, um den Kopf aus dieser Umweltschlinge zu ziehen, ohne langsamer und einfacher zu werden. Wenn beim Wachstum nicht endlich auch Genügsamkeit, ein neues Zeitverständnis, Freude und Frieden eingewoben wird, so kommen wir kaum aus diesem beängstigenden Strudel heraus.

Vielleicht wäre doch zu bedenken, was Albert Einstein sagte: «Wenn wir andere Resultate wollen, sollten wir nicht immer dasselbe tun». Um aus dem alten Muster von Verschmutzung und Ausbeutung auszubrechen, reicht das Konzept «Effizienz» nicht. Es versucht nur, mehr

(vom Gleichen) aus weniger zu machen, wobei die Einsparungen durch den Mehrkonsum laufend wieder vertilgt und gar überkompensiert werden. Nur «Suffizienz» kann den rasenden Wettlauf um Rohstoffe und Wasser bremsen: Eine Genügsamkeit, die nicht als Verlust, sondern als Bereicherung zu Buche schlägt.

Es tut weh, jeden Tag vor Ort zu erleben, wie die Hoffnung auf neue Wege und Techniken unterwegs dahin ausmergeln und durch Geldgier, Achtlosigkeit, Vergiftung und Zerstörung erschlagen wird.

Martin Rihs, lebt seit 22 Jahren in der Atacamawüste, arbeitet im Tourismus und realisiert mit Unterstützung einer deutschen Bauingenieurfirma robuste Solarpilotprojekte in seinem direkten Umfeld.

www.sanpedro360.com. explo.martin@gmail.com.



Salzkruste eines unberührten Salar (Salzsee) in der Atacamawüste.



Explorationsbecken für Lithium. Ist die Lithium-Konzentration vielversprechend, werden später riesige Verdunstungsbecken gebaut (s. Titelbild).

WASSERGEWINNUNG DURCH BERGBAUKONZERNE IN DER ATACAMAWÜSTE

Dr. Alonso Barros van. H., Chile (übersetzt aus dem Englischen)

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den biopolitischen und ökologischen Folgen von Wasserbohrungen im Lebensraum des indigenen Volkes der Atacameños. Er stellt dar, wie kollektive Ressourcen (Landbesitz) durch die Kultur des Warenfetischismus ersetzt werden. Die Analyse kommt zum Schluss, dass die Aufteilung von Wasserressourcen sowie kulturell geprägte Regelwerke zu einer Rassifizierung von Konflikten führen, indem Gegensätze zwischen Natur und Kultur konstruiert und in Form von Gesetzen und indigenen Rechten festgeschrieben werden.

Die Atacamawüste ist eine sehr trockene Senke in Nordchile zwischen der Pazifikküste und der sogenannten «Puna de Atacama» (eine weite, einzigartige Hochebene im Grenzgebiet von Argentinien, Bolivien und Chile). Die Atacamawüste wurde früher umgangssprachlich als «Despoblado de Atacama» bezeichnet, als «Unbewohnte Atacama». Wie andere indigene Völker in Nord- und Südamerika verteidigten die dort lebenden Lickanantai oder Atacameños ihren Lebensraum gegen die Rohstoffindustrie. Trotz Gesetzen zum Schutz der Indigenen, betrachten Argentinien, Bolivien und Chile die Atacamawüste und den Untergrund als «Staatseigentum», «Staatsmonopol» oder «Provinzeigentum» und vergeben Schürfrechte oder Konzessionen an Rohstoffkonzerne. Die Kombination von Rohstoffabbau im grossen Stil, Dürre und beschleunigter Privatisierung des Wassers seit Pinochets Gesetzgebung führt dazu, dass das Bett des Loa vollständig austrocknet, lange bevor der Fluss den Ozean erreicht. Dieser Fluss führte vor zehn Jahren 1000 Liter pro Sekunde, heute sind es nur noch 400 Liter. In den letzten fünfzig Jahren wurden in dieser Gegend etwa ein Dutzend Siedlungen und Höfe verlassen.

Der überwiegende Teil des weltweiten Kupfers und das für Abbau und Transport benötigte Wasser stammen aus fünf Millionen Hektaren Land der Indigenen in Chile. Der Staat hat die indigenen Territorien zwar offiziell vermessen, aber nicht im Grundbuch eingetragen, wie es für einen wirksamen Schutz notwendig wäre. Das Volk der Atacameños ist zwar rechtlich im Besitz seiner Gebiete, verfügt jedoch nicht über schriftliche und gerichtlich einklagbare Eigentumsurkunden. Faktisch werden die Gebiete der Indigenen somit als Niemandsland oder staatliches Land angesehen.

Die Atacamawüste ist somit ein ideales gesellschaftliches «Labor». Die klein- und grossräumigen Folgen des gigantischen Rohstoffabbaus kollidieren offen mit den Rechten der indigenen Völker und machen die anmassenden Ansprüche der Konzerne auf Arbeitskräfte, Land und Wasser sichtbar.

Die Geschichte des Kupfers ist auch die Geschichte Chiles. Die Kupfervorkommen wurden 1971 unter dem sozialistischen Präsidenten Salvador Allende verstaatlicht. Nach dem von den USA unterstützten Militärputsch 1973 lancierte Augusto Pinochet eine forsche Privatisierungspolitik natürlicher Ressourcen, die bis heute anhält.

Heute ist der Rohstoffabbau mit Abstand Chiles grösster Energieverbraucher. Er verbraucht 90 Prozent der Stromproduktion Nordchiles, bzw. knapp 40 Prozent der gesamten Landesproduktion. Über 80 Prozent des Wassers für Kraftwerke gehört der Elektrizitätsgesellschaft ENDESA¹. Die Wasserverteilung wird gänzlich von Konzernen kontrolliert, die teilweise auch im Bergbau tätig sind. Der Mangel an Süsswasser hat bereits schwere ökologische Schäden im Lebensraum der Indigenen hervorgerufen. Der Grundwasserspiegel ist in wenigen Jahren teils um einige hundert Meter abgesunken, was die Grundlage der traditionellen Vieh- und Feldwirtschaft irreversibel schädigt. Weidegebiete finden sich nur noch in höheren Lagen, weit entfernt von den bewohnten Oasen. Die Ausbeutung von Grundwasser findet in einer Grauzone statt: Grundsätzlich muss dafür das Einverständnis des Landbesitzers eingeholt werden. Der Staat versteht sich jedoch als Eigentümer und erteilt Explorationslizenzen ohne Konsultation und gegen den Willen der indigenen Völker, deren Territorien direkt betroffen sind [1].

Inwiefern ist nun die warenförmige Transformation der Kultur der Atacamawüste – also das Verschwinden dieser Kulturen – eine direkte Folge des Rohstoffabbaus?

Vom Ursprung des Wasser

In der Vorstellung der Bevölkerung der Anden sowie ganz Lateinamerikas sind die Berge der Ursprung der Menschen, Tiere, Pflanzen, Mineralien und aller materiellen Dinge. Jeder Berg ist lebendig und hat einen ontologischen Status. Die Mythen der Anden beschreiben

Alter, Geschlecht und soziale Stellung dieser Berge, mit ihrer Fähigkeit zur Produktion und Reproduktion und ihren technischen Eigenschaften. Den Bergen wird auch eine selbständige Verfügungsgewalt über die Verteilung von Wasser zugeschrieben.

Eis, Schnee, Wolke, Dunst, Regen, Tropfen – Wasser in all seinen erkennbaren Formen wird betanz und besungen nach alten schriftlichen Vorgaben. Die schützenden Berge sind die verteilenden Fetische, die den Atacameños helfen, Wasser zu produzieren.

Indigene Völker und Minengesellschaften

Der enorme finanzielle Gewinn durch Ausbeutung von Wasserreserven und Bodenschätzen verfälscht und zerstört die gemeinsamen Werte und das Leben der Indigenen. Indem die Atacameños zu diesem Prozess Hand bieten und natürliches Wasser (Leben) durch kulturelles Eigentum (Tod) ersetzen, werden sie selber zunehmend zu einem Produkt innerhalb der Tourismusindustrie [2]. Sind sie einmal entwurzelt und vom Trend zur Kommerzialisierung der Ressourcen individualisiert, sind diese Gemeinschaften gezwungen, sich eine neue ontologische Position zu erobern. Dies tun sie, indem sie eine kollektive Form der «Natur» für sich in Anspruch nehmen. Dies wiederum fügt sich ein in die rassifizierte sozio-ökonomische Differenzierung innerhalb der chilenischen Gesellschaft. Es handelt sich um Ungleichheiten zwischen Kasten und Klassen. Diese gesellschaftlichen Formen von Diskriminierung sind derzeit in allen lateinamerikanischen Ländern vorhanden.

In der Tat werden «Gesundheit», «Hygiene», «Geburtenrate», «ethnische Zugehörigkeit» und sogar «Religion» einer Bevölkerung zunehmend reguliert durch Überwachung und Einrichtungen des Staates in seinem Bestreben, das Leben zu gestalten. Rassifizierung ist allgegenwärtig im staatlichen Handeln bezüglich dessen, «was leben und was sterben muss» [3:S.254]. Indem Unterscheidungen nach ethnischen Kriterien gemacht werden, wird der Tod des rassifizierten «Anderen» als Bedingung dafür gesehen, dass «biopolitisch richtiges» Leben sich entfalten kann. «In einer normalisierenden Gesellschaft ist Rasse oder Rassismus Vorbedingung für die Akzeptanz des Tötens», und auch «Vorbedingung für die Ausübung des Rechts zu töten» durch den Staat [3:S.256].

Die Rohstoffindustrie ist permanent daran, die indigenen Völker zu «töten» oder «sterben zu lassen». So muss

sie diese Völker auch andauernd «neu erschaffen», damit sie mit der Ausbeutung von Mineralien und Wasser fortfahren kann.

Eine nachhaltige Wasserkultur verteidigen heisst daher, nicht in die Falle der Verwandlung von Kulturen in Waren zu tappen. Es gilt zu verhindern, dass eine verarmte Form von «Kultur» die ursprüngliche natürliche Wassergerechtigkeit verdrängt, dies um den Preis von Völkermord. Es müssen alternative Formen der Verwaltung von Land und lebenswichtigen Elementen wie Wasser erkundet werden. Hierbei könnten auch die neuen «Impact Based Agreements» (Übereinkommen über die Auswirkungen der Konzentration) zwischen Bergbaukonzernen und lokalen Gemeinschaften eine Rolle spielen. Dabei müssen die positiven Auswirkungen eines nachhaltigen Umgangs mit Ressourcen gebührend beachtet werden, die so entscheidend sind für die Zukunft der Menschheit [4].

Prof. Dr. Alonso Barros van Hövell, Rechtsanwalt (Universidad Católica del Norte, Chile); PhD University of Cambridge; Research Associate, London School of Economics (LSE), Centre for the Study of Human Rights. alonso.barros.v@gmail.com.

- 1 Größter privater Energieversorger in Lateinamerika, mehrheitlich im Besitz des italienischen Energiekonzerns ENEL.

Referenzen

- [1] Barros, A. (2011) All is not well in LSE Research 3: 31-32 http://www2.lse.ac.uk/researchAndExpertise/LSEResearchMagazine/RM_3.aspx
- [2] Barros, A. (2010) Charqui por carne: arqueología, propiedad y desigualdad en el Desierto de Atacama. In Jofré, Carina (Coord.) El regreso de los muertos y las promesas del oro: Significados y Usos del Patrimonio Arqueológico en los conflictos sociales frente al Estado y a los capitales transnacionales. Córdoba, Argentina, Editorial Brujas, pp. 83-105.
- [3] Foucault, M. (2003). «17 March 1976.» In Society Must Be Defended. Lectures at the Collège de France, 1975-1976, pp. 239-264. New York.
- [4] Barros A. (2009) La Declaración Práctica: Ius et praxis de los pueblos indígenas en el Norte de Chile, en Álvarez Molinero, N. et al (eds.) Declaración sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Hacia un mundo intercultural y sostenible. Editorial Catarat, Madrid, pp. 325-347



Bardi, Ugo

Der geplünderte Planet.

Die Zukunft des Menschen im Zeitalter schwindender Ressourcen.

2013, oekom verlag München, 360 Seiten

ISBN-13: 978-3-86581-410-4

CHF 36.90, EUR 22,95

www.oekom.de

Auch als e-Book erhältlich.

Ohne Öl keine erdumspannende Mobilität, ohne Seltene Erden keine Handys, ohne Phosphat kein billiger Dünger. Wie ein Junkie von seiner Droge ist unsere Zivilisation abhängig von den Schätzen, die die Erde birgt. Doch die Anzeichen mehren sich, dass die Zeit billiger Rohstoffe bald vorbei sein wird. Wie wird sich die Weltwirtschaft entwickeln, wenn sich die Fördermengen der wichtigsten Ressourcen nicht mehr steigern lassen? Welche Auswirkungen sind zu erwarten, wenn die Exploration auch vor sensiblen Regionen wie den Ozeanen und den Polen nicht Halt macht? Welchen Beitrag können Urban Mining und Recycling leisten und für welche Stoffe lässt sich kurzfristig adäquater Ersatz finden?

Unterstützt von einem 15-köpfigen internationalen Expertengremium liefert der italienische Chemiker und Analyst Ugo Bardi eine umfassende Bestandsaufnahme der Rohstoffsituation unseres Planeten, und er zeigt auf, wie wir unseren Alltag, unsere Politik und unsere Art zu wirtschaften ändern müssen, wenn wir unseren Lebensstandard halten wollen.



Ökologie in der Arztpraxis | Juni 2013

AefU-Ratgeber

Heizung und Lüftung

Wenn Sie es wohligh warm haben und trotzdem Energie sparen wollen: Laden Sie unter www.aefu.ch unseren neuen, ansprechend gestalteten Ratgeber herunter. Er gibt Antworten auf Fragen wie: «Wann soll ich sanieren? Mit welchem System? Wie gehe ich vor? Wo finde ich neutrale Beratung?»

BESTELLEN

Terminkärtchen und Rezeptblätter für Mitglieder: jetzt bestellen!

Liebe Mitglieder

Sie haben bereits Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter.

Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ARZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

Im Verhinderungsfall bitte 24 Std. vorher berichten

	Datum	Zeit
Montag		
Dienstag		
Mittwoch		
Donnerstag		
Freitag		
Samstag		

Leben in Bewegung
Rückseite beachten!

Das beste Rezept für Ihre Gesundheit und eine intakte Umwelt!

Bewegen Sie sich eine halbe Stunde im Tag: zu Fuss oder mit dem Velo auf dem Weg zur Arbeit, zum Einkaufen, in der Freizeit.

So können Sie Ihr Risiko vor Herzinfarkt, hohem Blutdruck, Zuckerkrankheit, Schlaganfall, Darmkrebs, Osteoporose und vielem mehr wirksam verkleinern und die Umwelt schützen.

Eine Empfehlung für Ihre Gesundheit

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel
Tel. 061 322 49 49 www.aefu.ch, info@aefu.ch

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ARZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

Im Verhinderungsfall bitte 24 Std. vorher berichten

	Datum	Zeit
Montag		
Dienstag		
Mittwoch		
Donnerstag		
Freitag		
Samstag		

Luft ist Leben!
Rückseite beachten!

Stopp dem Feinstaub! (PM 10)

Feinstaub macht krank
Feinstaub setzt sich in der Lunge fest
Feinstaub entsteht vor allem durch den motorisierten Verkehr

Zu Fuss, mit dem Velo oder öffentlichen Verkehr unterwegs:
Ihr Beitrag für gesunde Luft!

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinweis
Tel. 099 123 45 67

ARZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

Im Verhinderungsfall bitte 24 Std. vorher berichten

	Datum	Zeit
Montag		
Dienstag		
Mittwoch		
Donnerstag		
Freitag		
Samstag		

für weniger Elektrosmog
Rückseite beachten!

Weniger Elektrosmog beim Telefonieren und Surfen

☺ Festnetz und Schnurtelefon
☺ Internetzugang übers Kabel
☺ nur kurz am Handy – SMS bevorzugt
☺ strahlenarmes Handy
☺ Head-Set
☺ Handy für Kinder erst ab 12

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel
Tel. 061 322 49 49
info@aefu.ch
www.aefu.ch

Für Lieferung Mitte August 2013 jetzt oder bis spätestens 26. Juli 2013 bestellen!

Mindestbestellmenge/Sorte: 1000 Stk.

Preise:

Terminkärtchen: 1000 Stk. Fr. 200.-;
je weitere 500 Stk. Fr. 50.-

Rezeptblätter: 1000 Stk. Fr. 110.-;
je weitere 500 Stk. Fr. 30.-

zusätzlich Porto und Verpackung.
Musterkärtchen finden Sie unter www.aefu.ch

Bestellitalon:

Einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz,
Postfach 620, 4019 Basel, Fax 061 383 80 49

Ich bestelle:

- Terminkärtchen «Leben in Bewegung»
..... Terminkärtchen «Luft ist Leben!»
..... Terminkärtchen «weniger Elektrosmog»
..... Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden (max. 6 Zeilen möglich):

.....
Name / Praxis
.....
Bezeichnung, SpezialistIn für
.....
Strasse und Nr.
.....
Postleitzahl / Ort
.....
Telefon
.....

Name:.....
Adresse:
.....
KSK-Nr.:
EAN-Nr.....
Ort/Datum:
Unterschrift:.....



©Pfohlmann/toonpool.com

AZB 4153 REINACH

Adressberichtigung melden

Adressänderungen: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Postfach 620, 4019 Basel

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT MEDICI PER L'AMBIENTE



OEKOSKOP

**Fachzeitschrift der Ärztinnen
und Ärzte für Umweltschutz**

Postfach 620, 4019 Basel
Postcheck: 40-19771-2
Tel. 061 322 49 49
Fax 061 383 80 49
E-mail: info@aefu.ch
<http://www.aefu.ch>

IMPRESSUM

Redaktion/Gestaltung:

- Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin, Heidenhubelstrasse 14, 4500 Solothurn, Tel. 032 623 83 85
- Dr. Martin Forter, Redaktor und Geschäftsführer AefU, Postfach 620, 4019 Basel

Druck/Versand: WBZ, 4153 Reinach

Abonnementspreis: Fr. 30.- (erscheint viermal jährlich)

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der VerfasserInnen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.