



## Der Mensch plündert das Periodensystem

### Description

Der Mensch plündert das Periodensystem und verschließt dabei die Augen vor den Risiken, sagen Forscher der Universität von Barcelona in einer Veröffentlichung mit dem Titel „Increasing divergence between human and biological elementomes“.

Ich finde die Überlegungen insbesondere in Zusammenhang mit der „Dekarbonisierung der Energieerzeugung“ interessant. Nachfolgend eine etwas gekürzte Übersetzung eines [Artikels](#), der die Essenz der Veröffentlichung wiedergibt.

Seit Jahrmillionen kommt die Natur im Wesentlichen mit einigen wenigen Elementen des Periodensystems aus. Kohlenstoff, Kalzium, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Phosphor, Silizium, Schwefel, Magnesium und Kalium sind die Bausteine für fast alles Leben auf unserem Planeten (Baumstämme, Blätter, Haare, Zähne usw.).

Für den Aufbau der Welt der Menschen – einschließlich Städten, Gesundheitsprodukten, Eisenbahnen, Flugzeugen und ihren Motoren, Computern, Smartphones usw. – werden jedoch noch viel mehr chemische Elemente benötigt.

Die Palette der chemischen Elemente, die der Mensch benötigt (wissenschaftlich als menschliches Elementom bezeichnet), weicht zunehmend von derjenigen ab, die die Natur benötigt (biologisches Elementom).

Im Jahr 1900 stammten etwa 80% der vom Menschen verwendeten Elemente aus Biomasse (Holz, Pflanzen, Nahrungsmittel usw.). Dieser Anteil ist bis 2005 auf 32% gesunken und wird im Jahr 2050 voraussichtlich nur noch bei etwa 22% liegen. Wir steuern auf eine Situation zu, in der 80% der von uns verwendeten Elemente aus nicht-biologischen Quellen stammen.

Nicht-biologische Elemente sind in lebenden Organismen selten oder praktisch nicht vorhanden und im Allgemeinen selten; in vielen Fällen befinden sich ihre Hauptreserven in nur wenigen Ländern. Sie müssen aus geologischen Quellen gewonnen werden, was den Abbau, den Handel zwischen den Ländern und die Entwicklung effizienter Recyclingtechnologien erfordert, während ihre Knappheit und ihr Standort zu sozialen, wirtschaftlichen, geopolitischen und ökologischen Konflikten führen können.

**Was auf den ersten Blick wie ein rein wissenschaftliches Problem aussieht, hat in Wirklichkeit viel weitreichendere Auswirkungen.** Die Erhaltung des menschlichen Elementarbereichs wird immer



komplizierter und riskanter; sie muss unter dem Aspekt der Umweltgerechtigkeit und natürlich mit einer rationelleren Nutzung der begrenzten Ressourcen der Erde erfolgen.

### **Die Menschheit – fest verbunden mit ihrer expansiven Nutzung des Periodensystems**

Die Studie wirft einen Blick zurück auf die Geschichte der Menschheit in Bezug auf ihre Nutzung der Elemente des Periodensystems. Der Mensch ist von der Verwendung gewöhnlicher Materialien wie Ton, Stein und Kalk, deren Elemente im Boden, in der Natur und in der Atmosphäre ständig recycelt werden, zur Verwendung zahlreicher anderer Elemente übergegangen, darunter vor allem die so genannten Seltenen Erden.

Das menschliche und das biologische Elementom begannen im Jahrzehnt um 1900 auseinanderzulaufen, was auf die kontinuierliche Zunahme der Nutzung von Materialien zurückzuführen ist, die nicht aus Biomasse bestehen (fossile Brennstoffe, metallische/industrielle Materialien und Baumaterialien).

Im Jahr 1900 waren 79% aller jährlich von Menschen genutzten Materialien Biomasse, im Jahr 2005 waren es nur noch 32%, und für das Jahr 2050 wird ein Anteil von 22% prognostiziert. Elemente, die im Bauwesen, im Verkehr, in der Industrie und in jüngerer Zeit in neuen Technologien wie Computern, Photovoltaikgeräten und Mobiltelefonen verwendet werden, sind im Laufe des 20. Jahrhunderts zum menschlichen Elementom hinzugekommen.

Dazu gehören Silizium, Nickel, Kupfer, Chrom und Gold, aber auch andere, weniger verbreitete Elemente wie Samarium, Ytterbium, Yttrium und Neodym. In den letzten zwei Jahrzehnten hat die Verwendung dieser knappen Elemente aufgrund der Einführung und des Ausbaus neuer Technologien und sauberer Energiequellen zugenommen. [Anmerkung: Silizium ist nicht knapp]

Der Verbrauch bzw. die Gewinnung von Mineralelementen nimmt jährlich um etwa 3% zu, und das wird sich bis 2050 fortsetzen. In diesem Szenario ist es möglich, dass wir unsere Reserven an einigen dieser Elemente (Gold und Antimon) bis 2050 und an anderen (Molybdän und Zink) innerhalb von hundert Jahren aufgebraucht haben werden.

### **Ökologische, wirtschaftliche, soziale und geopolitische Risiken**

Die Gewinnung der chemischen Elemente der Erde könnte ein limitierender Faktor sein und zu Krisen auf allen Ebenen führen. Die Verwendung von mehr Elementen des Periodensystems bedeutet den Abbau von mehr Mineralien, einen steigenden Energieverbrauch und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Darüber hinaus gefährdet die zunehmende Knappheit der betreffenden Elemente ihre Verfügbarkeit, insbesondere in den ärmeren Ländern, und erschwert die Aufrechterhaltung der Produktion auch in den wohlhabenden Ländern, was die wirtschaftliche Entwicklung beeinträchtigt.

Vor diesem Hintergrund gibt es auch **wichtige und problematische geopolitische Überlegungen**. Die natürlichen Vorkommen einiger Elemente, einschließlich der Seltenen Erden, befinden sich in einer begrenzten Anzahl von Ländern (China, Vietnam, Brasilien, USA, Russland und die Demokratische Republik Kongo); China kontrolliert sogar über 90% des weltweiten Angebots und fast 40% der Reserven. Ihre Verfügbarkeit unterliegt daher Angebots- und Preisschwankungen, die durch gegensätzliche geopolitische Interessen verursacht werden, was die Gefahr von Konflikten mit sich bringt.

### **Weg mit der programmierten Obsoleszenz, hin zu Recycling und Rückgewinnung**



Die Autoren betonen die Notwendigkeit, der programmierten Obsoleszenz (d.h. der Planung oder Gestaltung eines Produkts mit künstlich begrenzter Lebensdauer) ein Ende zu setzen und neue Technologien zu entwickeln, die zu einer rentableren Nutzung knapper Elemente beitragen und deren umfassende, effiziente Wiederverwertung und Wiederverwendung ermöglichen.

**Gegenwärtig gibt es nur wenige -wenn überhaupt- Alternativen für viele dieser Elemente**, und ihre Recyclingraten sind niedrig, da sie in kleinen Mengen in Kombination mit anderen Materialien in einer breiten Palette von Produkten verwendet werden. Die derzeitigen Rückgewinnungstechniken sind wenig effizient und bergen aufgrund der Toxizität der Seltenen Erden ein hohes Verschmutzungsrisiko.

Verschiedene neue Technologien könnten für die Rückgewinnung der seltenen Elemente eingesetzt werden. Eine davon ist die Biolaugung, d.h. die Gewinnung von Metallen aus ihren Erzen mit Hilfe lebender Organismen wie Bakterien, die Seltene Erden anreichern können, wenn sie mit Industrieabfällen in Berührung kommen.

Um Umweltverschmutzung zu vermeiden, erforschen Wissenschaftler die Biosorption, einen physiochemischen Prozess, der in bestimmten Organismen natürlich vorkommt und sie in die Lage versetzt, Schadstoffe wie Schwermetalle aus dem Abwasser zu filtern.

Weitere Möglichkeiten sind das Kryomahlen, bei dem die Rückgewinnung durch elektrochemische Abscheidung erfolgt, die Verwendung verschiedener Nanomaterialien auf Kohlenstoffbasis als Sorptionsmittel zur Vorkonzentration von Seltenen Erden aus gelösten Feststoffen im Abwasser, die Hydrometallurgie zur substanziellen Rückgewinnung von Seltenen Erden und Schwermetallen aus Apatit und verschiedenen Abfällen sowie die Pyrometallurgie oder die Extraktion von überkritischen Flüssigkeiten mit CO<sub>2</sub>.

In jedem Fall ist die Entwicklung neuer Verfahren zur Gewinnung und zum Recycling dieser Elemente in großem Maßstab unerlässlich.

Paper: Josep Penuelas et al, Increasing divergence between human and biological elementomes, Trends in Ecology & Evolution (2022) ([DOI: 10.1016/j.tree.2022.08.007](https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.08.007))

[h/t [KlimaNachrichten](#)]