

Nachhaltiges Management von Chemikalien und Stoffen

## Eine andere Chemie ist möglich

**Angesichts gravierender globaler Umweltveränderungen braucht es beim Umgang mit Chemikalien und Stoffströmen schnelles, konsequentes und global vernetztes Handeln. Das wäre auch ein wichtiger Baustein hin zu einer Wirtschaftsweise, die die Grenzen des Planeten ernst nimmt und Naturgütern einen Wert zuspricht.**

*Von Markus Große Ophoff und Klaus Günter Steinhäuser*

Seit 1950 ist die chemische Produktion um das 50-Fache gestiegen. Bis 2050 wird sich diese Menge voraussichtlich noch einmal verdreifachen. Auf dem Weltmarkt werden schätzungsweise 350.000 verschiedene Chemikalien hergestellt. Dazu zählen unter anderem Kunststoffe, Pestizide, Industriechemikalien sowie Chemikalien in Konsumgütern und Arzneimitteln (vgl. S. 48 ff.). Es handelt sich um Stoffe, die durch menschliche Aktivität entstanden sind oder freigesetzt werden. Die Auswirkungen auf das Erdsystem sind oft weitgehend unbekannt. Die meisten dieser Stoffe gab es vor Beginn der menschlichen Aktivitäten in der Umwelt nicht oder nur in deutlich geringeren Konzentrationen. Viele Stoffe wie Plastik oder Fluorchemikalien werden in der Umwelt kaum biologisch abgebaut. Die EU einigte sich Ende 2006 mit der Chemikalienverordnung REACH (Registrierung, Evaluierung und Autorisierung von Chemikalien) auf das bis heute fortschrittlichste Chemikaliengesetz der Welt. Nicht mehr der Staat oder die Gesellschaft, sondern Hersteller(innen) und Importeure sind seitdem verpflichtet nachzu-

weisen, dass ihre Stoffe und Stoffgemische ohne Risiken für Gesundheit und Umwelt verwendet werden können. Zu diesem Zweck müssen sie die vorgeschriebenen Sicherheitsdaten in Form von Registrierungsdossiers einreichen. Ein Hauptziel von REACH ist es, Stoffe mit besonders kritischen Eigenschaften (Substances of Very High Concern, SVHC) zu erfassen und diese durch weniger schädliche Stoffe oder Verfahren zu ersetzen.

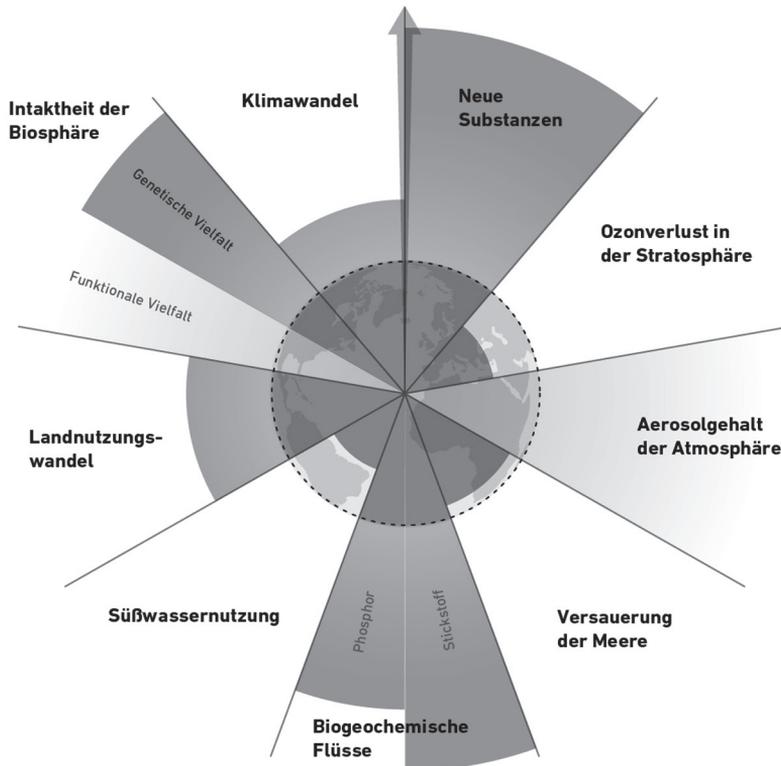
Doch REACH hat auch Schwächen. Bis zum Ersatz von gefährlichen Stoffen braucht es oft sehr lange. Zudem werden gefährliche Stoffe häufig durch ähnliche Substanzen ersetzt, die sich dann Jahre später ebenfalls als gefährlich herausstellen. Leider enthält die bisherige Gesetzgebung auch keinerlei Regelungen, um die Produktion und Freisetzung von Chemikalien insgesamt zu verringern (vgl. S. 26 ff.). Während die Kohlendioxidemissionen aktuell auf viel zu hohem Niveau stagnieren und durch das Paris-Abkommen auf Netto-Null gebracht werden sollen, gibt es für die Produktion chemischer Stoffe keine Reduktionsziele oder Obergrenzen.

### **Langlebig mit globalen Auswirkungen**

Im Jahr 2009 erzielte das Konzept der planetaren Leitplanken (1) weltweit Aufmerksamkeit. Die Autor(inn)en präsentierten ihren wissenschaftlichen Ansatz mit dem Ziel, die Stabilität unseres Planeten zu beschreiben und die planetaren Grenzen, was die Erde aushalten kann, zu definieren. Es folgten viele weitere Arbeiten zu diesem Thema. Menschliche Aktivitäten haben demnach ein Niveau erreicht, das die Belastbarkeit der Erdsysteme ernsthaft stören könnte. Es werden neun Prozesse beschrieben, die für die Stabilität des Systems Erde entscheidend sind (Vgl. Abb. 1). Einer dieser Prozesse sind die „Neuen Substanzen“, also die Belastung des Erdsystems durch anthropogene Stoffe sowie durch veränderte Lebensformen wie Produkte der synthetischen Biologie. Jüngst bewerteten Linn Persson et al. deren Auswirkungen auf die Stabilität des Erdsystems. (2) Sie kamen zu dem alarmierenden Schluss, dass die Menschheit die planetare Grenze für Neue Substanzen bereits überschritten hat.

Das Erdsystem wird auch durch andere chemische Prozesse wie atmosphärische Aerosole, biogeochemische Stickstoff- und Phosphorflüsse und den Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre gefährdet. Eine bekannte und quantifizierbare

## 1 Planetare Grenzen



\_Quelle: Design von Azote für das Stockholm Resilience Centre, basierend auf der Analyse von Persson et al. (2) und Steffen et al. (3)

globale Grenze ist der Klimawandel, der auf der anhaltend hohen Freisetzung von Treibhausgasen beruht. Dies bedeutet: Die rasche Zunahme der Stoffströme und der Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen sowie die steigenden stofflichen Belastungen führen zu einer Überschreitung auch anderer, für die Stabilität des Erdsystems entscheidender Prozesse. Die sogenannte Große Beschleunigung zahlreicher ökologischer und sozioökonomischer Parameter durch menschliche Aktivitäten ab etwa 1950 ist eng mit unserem Umgang mit Stoffen verknüpft. (4) Letztlich führt dies auch zu dramatischen Verlusten der biologischen Vielfalt.

Drei Kriterien müssen Chemikalien erfüllen, um globale Auswirkungen zu haben:

1. Sie sind persistent (über längere Zeiträume in der Umwelt stabil),
2. sie sind über große Entfernungen wie Klimazonen oder Kontinente mobil und entsprechend weitverbreitet und
3. sie sind in der Lage, wichtige Prozesse des Erdsystems oder seiner Teilsysteme zu beeinflussen. (5)

Die Freisetzung hochpersistenter und mobiler Chemikalien in die Umwelt ist damit generell problematisch und erfordert vorsorgende Maßnahmen. Ihre irreversiblen Auswirkungen auf Ökosysteme und die menschliche Gesundheit erstrecken sich über lange Zeiträume und große Gebiete und können sich in Organismen der aquatischen und terrestrischen Nahrungsnetze anreichern. Daher ist die Persistenz ein zentrales Merkmal, das wesentlich zur hohen Belastung von Menschen und Umwelt durch Chemikalien beiträgt. Eindrucksvoll zeigen dies die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und Mikroplastik, die zwar ungiftig sind, aber große, globale Umweltprobleme verursachen (vgl. S. 67 ff.). Fluorchemikalien (PFAS) sind weitere Beispiele für außerordentlich persistente Stoffe. Sie verbleiben über Jahre bis Jahrzehnte in der Umwelt und werden daher als Für-immer-Chemikalien („forever chemicals“) bezeichnet. (6)

### **Chemie und nachhaltige Entwicklung**

Schon seit mehr als 20 Jahren wird über eine nachhaltige Chemie nachgedacht, denn ein nachhaltiges Chemikalien- und Stoffmanagement ist absolut erforderlich. Es geht weit über das hinaus, was traditionell als sicherer Umgang mit Chemikalien angesehen wird. Es umfasst und verbindet als übergreifendes Konzept sowohl Chemikalien- und Stoffstrommanagement als auch das Management von Rohstoffen, Ressourcen, Produkten und Abfällen. Es muss auf den Grundsätzen der Vorsorge und der Nachhaltigkeit beruhen (vgl. S. 44 ff.).

Das Vorsorgeprinzip verlangt, dass immer dann gehandelt wird, wenn es nachvollziehbare Gründe zur Besorgnis gibt, auch wenn noch kein schlüssiger Nachweis eines Kausalzusammenhangs gegeben ist, während Nachhaltigkeit bedeutet, die Bedürfnisse der heutigen Generation zu erfüllen, ohne die Bedürfnisse künftiger Generationen zu beeinträchtigen. Nachhaltigkeit adressiert somit insbesondere die

Zeitskala. Allein dadurch wird bereits klar, dass vor allem langlebige, persistente Stoffe besonderer Beachtung bedürfen (vgl. S. 54 ff.). Die im Jahr 2015 von der Generalversammlung der Vereinten Nationen beschlossenen 17 Globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung, die bis 2030 erreicht werden sollen, konkretisieren die Anforderungen an die Nachhaltigkeit.

Zweifellos braucht es zur Erreichung dieser Ziele auch Lösungen mit chemischen Stoffen und Verfahren: Energiegewinnung und -speicherung, Hygiene und Gesundheit sowie Mobilität sind Beispiele für Bedürfnisfelder, die sich ohne Chemie nicht nachhaltig gestalten lassen. Viele Chemikalien allerdings gefährden die menschliche Gesundheit und die Umwelt. Das Anschwellen der Stoffströme nimmt ein Ausmaß an, das die Erreichung der nachhaltigen Entwicklungsziele infrage stellt. Nachhaltige Chemikalien sollten keine gefährlichen Eigenschaften haben und von Natur aus gutartig („benign by design“) sein. Gefährlichkeit ist zwar nicht völlig auszuschließen, wenn – wie etwa bei Brennstoffen oder Desinfektionsmitteln – die Eigenschaft für die Funktion notwendig ist. Gefährliche Eigenschaften ohne Bezug zur Funktion sind allerdings nicht erwünscht. Insbesondere die Eigenschaft der Persistenz ist zu vermeiden, die zeitliche und örtliche Reichweite soll also begrenzt sein („short range chemicals“). Auch die Chemikalienproduktion muss künftig Nachhaltigkeitskriterien genügen. (vgl. S. 90 ff.). Dies betrifft sowohl eine Minimierung der Unfallrisiken als auch einen geringen Energie- und Ressourcenbedarf, wenig Abfall und eine effektive Reinigung von Abwasser und Abluft. Schließlich muss die chemische Industrie sich schnell von Mineralöl als stofflicher Grundlage abwenden und regenerative stoffliche Quellen nutzen.

### **Nachhaltige Stoffströme etablieren**

Am wichtigsten sind allerdings eine Verlangsamung und eine Reduzierung der Stoffströme. Das stetige Anschwellen von Produktion, Rohstoffnutzung, Warenverkehr und Abfällen überschreitet die Belastungsgrenzen unseres Planeten deutlich. Die zunehmende Globalisierung der Stoffströme ist ein zusätzliches Problem und führt auch zur Externalisierung der Belastungen. Regionale Stoffströme sind meist deutlich zu bevorzugen. Nachhaltige Stoffströme lassen sich mit drei Strategien erreichen, die einander ergänzen:

Die *Effizienzstrategie* hat zum Ziel, Energie und Materialien möglichst sparsam zu verwenden und setzt auf langfristige Nutzung der Produkte. Während es gelungen ist, Energieverbrauch vom Wirtschaftswachstum zu entkoppeln, sind die Erfolge beim Ressourcenverbrauch begrenzt. Darüber hinaus führt ein gesteigerter Konsum dazu, dass der Energieverbrauch selbst nicht rückläufig ist (Rebound-Effekt).

Bei der *Konsistenzstrategie* ist innerhalb der Technosphäre die Kreislaufnutzung von Materialien das zentrale Ziel. Produkte sollen so hergestellt und verwendet werden, dass sie dauerhaft genutzt, modular aufgebaut, reparierbar und am Ende ihrer Gebrauchsphase wieder genutzt oder recycelt werden können. In einer Kreislaufwirtschaft („Circular Economy“) sollen Sekundärrohstoffe die Primärrohstoffe möglichst weitgehend ersetzen (vgl. S. 84 ff.). In der Praxis stehen wir, etwa beim Recycling von Kunststoffen, noch sehr am Anfang. Der Kohlenstoffkreislauf ist nur in geringem Maße geschlossen.

## **„ Die chemische Industrie muss sich schnell von Mineralöl als stofflicher Grundlage abwenden und regenerative stoffliche Quellen nutzen.“**

Die *Suffizienzstrategie* sucht Antworten auf die Frage: Was ist genug? Suffizienz bedeutet nicht asketischen Verzicht, sondern zielt auf das rechte Maß und den bewussten und genügsamen Umgang mit begrenzten Ressourcen.

Ein nachhaltiges Management von Stoffen und Materialien kann einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele leisten. Dies bedeutet auch eine sozialökologische Transformation hin zu einer Wirtschaftsweise, die die Grenzen des Planeten berücksichtigt und Naturgütern einen Wert zuspricht.

Neben dem Klimawandel und dem Rückgang der Biodiversität ist das Management von Stoffen und Materialien die dritte große Herausforderung an Politik und Gesellschaft für die Zukunft des Planeten. Alle drei Krisen sind eng miteinander

verknüpft und können nur gemeinsam gelöst werden. Klimawandel und Biodiversität sind international durch das Pariser Übereinkommen und die Konvention über die biologische Vielfalt rechtsverbindlich geregelt, obwohl es nach wie vor oft an der entschlossenen politischen Umsetzung mangelt. Auch die Herausforderungen des Managements von Stoffen und Materialien lassen sich nur international lösen. Bisher gibt es zwar internationale Verträge zu Einzelaspekten wie das Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe und das Baseler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung und Entsorgung gefährlicher Abfälle, nicht jedoch eine rechtsverbindliche Rahmenkonvention, die alle Bereiche des Managements von Stoffen und Chemikalien umfasst. (7)

### **Internationalen Prozess initiieren**

Internationale Austauschforen wie der „Strategische Ansatz zum Internationalen Chemikalienmanagement“ (Strategic Approach to an International Chemicals Management, SAICM) sind hilfreich, führen aber nicht zu verbindlichen Vereinbarungen (vgl. S. 15 und S. 74 ff.). Um einen Handlungsrahmen zu erschaffen und konkrete Handlungsziele und -instrumente zu erarbeiten, muss ein internationaler Prozess auf der Ebene der Vereinten Nationen initiiert werden. Die gravierenden globalen Umweltveränderungen zeigen: Die Zeit drängt. Schnelles, vernetztes und konsequentes Handeln ist insbesondere auch beim Management von Stoffen und Chemikalien erforderlich. Dabei sind insbesondere – wie beim Klimaabkommen – auch klare Reduktionsziele erforderlich.

Auf der Weltumweltkonferenz in Nairobi gab es im März 2022 erste Beschlüsse in diese Richtung. (8) Neben der Erarbeitung eines internationalen Plastikabkommens wurde dort unter anderem die Einrichtung eines globalen wissenschaftlich-politischen Gremiums für Chemikalien und Abfälle auf den Weg gebracht. Dieses Gremium soll bis 2024 stehen und analog zum Weltklimarat IPCC und Weltbiodiversitätsrat IPBES als ein »Weltchemikalienrat« die planetaren Auswirkungen von Stoffen und Chemikalien sowie Ursachen und Maßnahmen wissenschaftlich beurteilen (vgl. S. 80 ff.). Dies kann einen ersten Schritt zu einem Weltchemikalienabkommen darstellen. \_\_\_\_\_

## Literatur

- (1) Rockström, J. et al. (2009): A safe operating space for humanity. In: Nature 461, S. 472-475.
- (2) Persson, L. et al. (2022): Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. In: Environmental Science & Technology, Februar 1; 56(3), S. 1510-1521.
- (3) Steffen, W. et al. (2015): The Trajectory of the Anthropocene: The great acceleration. In: The Anthropocene Review 2, S. 81- 98.
- (4) Steffen, W. et al. (2015): Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: Science 347, 6223.
- (5) [www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/herausforderungen-fuer-eine-nachhaltige-stoffpolitik/](http://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/herausforderungen-fuer-eine-nachhaltige-stoffpolitik/)
- (6) [www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/chemie/chemie\\_fluorchemikalien\\_hintergrund.pdf](http://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/chemie/chemie_fluorchemikalien_hintergrund.pdf)
- (7) Steinhäuser et al. (2022): The Necessity of a Global Binding Framework for Sustainable Management of Chemicals and Materials – Interactions with Climate and Biodiversity. In: Sustainable Chemistry 2022, 3, S. 205-237.
- (8) [www.unep.org/events/unep-event/unea-52](http://www.unep.org/events/unep-event/unea-52)



### Wann stimmt bei Ihnen die Chemie?

- a) Wenn die Wechselwirkungen auf dem Planeten zu unser aller Wohlbefinden beitragen.
- b) Sind Stoffe ein Synonym für Textilien? Man könnte es glauben; denn nach unserer ersten Pressekonferenz zum Thema sendete eine Rundfunkanstalt den Titel: „BUND fordert eine nachhaltige Textilpolitik“.

### Zu den Autoren

- a) Markus Große Ophoff ist Chemiker und

lehrt an der Hochschule Osnabrück. Er ist Sprecher des Arbeitskreises Umweltchemikalien / Toxikologie im Wissenschaftlichen Beirat des BUND.

b) Klaus Günther Steinhäuser ist Chemiker. Bis 2014 leitete er den Fachbereich Chemikaliensicherheit des Umweltbundesamtes. Er ist stellv. Sprecher des BUND-Arbeitskreises Umweltchemikalien / Toxikologie.

### Kontakt

Prof. Dr. Markus Große Ophoff  
Dr. Klaus Günther Steinhäuser  
Bund für Umwelt und Naturschutz  
Deutschland e. V. (BUND)  
E-Mail [markus.grosse-ophoff@bund.net](mailto:markus.grosse-ophoff@bund.net),  
[klaus.guenter.steinhaeuser@bund.net](mailto:klaus.guenter.steinhaeuser@bund.net)