

Naturinspirierte Technik und Kreislaufwirtschaft - Antworten auf die drohende globale Umweltkatastrophe

Christian Jooß

Mit einer Verfünffachung des Volumens der Weltwirtschaft und einer Verachtfachung des Weltenergieverbrauchs seit 1950 ist die menschliche Produktion zu einem dominierenden Faktor der Stoffkreisläufe auf der Erdoberfläche geworden. Klimaveränderungen, Artensterben, Bodenzerstörung, Raubbau und schleichende Vergiftung der Umwelt haben einen beginnenden Umschlag in eine globale Umweltkatastrophe zur Folge, wenn es nicht gelingt die Stoffkreisläufe der Produktion zu schließen und eine regenerative Energiebasis zu schaffen. Naturinspirierte Technik und Kreislaufwirtschaft sind die Antwort, die eine Einheit der menschlichen Bedürfnisse mit dem Schutz der Umwelt ermöglichen wird. Die Durchsetzung dieser neuen naturverbundenen industriellen Basis zum Nutzen der Menschen wird viel gesellschaftlichen Druck erfordern.

Schlüsselwörter: Kreislaufwirtschaft, Bionik, Treibhauseffekt, Umweltvergiftung

Einleitung

Der „Klimawandel“ ist seit Veröffentlichung des 4. Berichtes des „International Panel on Climate Change (IPCC)“ Anfang 2007 nicht mehr aus der öffentlichen Diskussion wegzudenken (IPCC 2007a) Das Wort „Klimakatastrophe“ hat es zum „Wort des Jahres 2007“ gebracht, ein Begriff, der wohl treffender erscheint: Die Geschwindigkeit mit der durch Freisetzung von unnatürlichen Mengen an Treibhausgasen das Weltklima aus dem relativen Gleichgewicht gebracht wird, ist im Vergleich zu den natürlichen Prozessen des Klimawandels in der Erdgeschichte einmalig.

Die zunehmend auch durch gewichtige Interessengruppen beherrschte öffentliche Diskussion hat jedoch auch einseitige und geradezu gefährliche Komponenten. Sie bestehen einerseits in der Einengung der massiven industriellen Eingriffe auf den

natürlichen Stoffwechsel der Biosphäre auf die Treibhausgase, und dabei auf Kohlendioxid CO₂, Raubbau an Boden und Ressourcen, gigantische globale Müllberge und die Freisetzung von großen Mengen an Feinststäuben mit einer schleichen chemischen Vergiftung sind nur drei weitere Beispiele von erheblicher Brisanz. Tatsächlich sind die Eingriffe in die natürlichen Stoffkreisläufe der Biosphäre, der Luft, des Wassers und des Bodens derart weitgehend, dass von einem beginnenden Umschlag in eine globale Umweltkatastrophe gesprochen werden muss. (AUTORENKOLLEKTIV 2007).

Eine zweite Komponente der gezielten Fehlleitung der öffentlichen Diskussion besteht in der geschickten Benutzung ökologischer PR-Maßnahmen: Der Ölkonzern British Petrol (BP) verwendet mehr Geld für die Umweltmarketingkampagne „Beyond Petrol“ als für tatsächliche Investitionen in regenerative Energien. Dies gilt auch für das Energiekartell in Deutschland (RWE, Vattenfall, E.on und EnBW), die derzeit alleine 23 große Kohlekraftwerke in Deutschland planen (SCHEER 2007). Und auch in der Politik der Bundesregierung ersetzt häufig Ökologismus das notwendige politische Handeln: die Umstellung unserer gesamten industriellen Basis auf fortschrittliche und naturinspirierte Technologien der Kreislaufwirtschaft einzuleiten.

Kontakt:

Priv. Doz. Dr. rer. nat. Christian Jooß
Materialphysiker
Von Bar Str. 1
37075 Göttingen
E-Mail: cjoo@gmx.de

Abstract

Since 1950 the world economic activity has quintupled and the world energy consumption has increased to the eightfold level. Human production has now developed to a major factor on circulation of matter on the surface of the earth. Climate change, extinction of species, destruction of soil, destructive overexploitation of nature and accumulating pollution have come to a point, where a transition to a global environment disaster may be a consequence, if human society is not able to close production related circulation of materials and built up an energy production based on regenerative energies. Nature-inspired technology and comprehensive closed loop economy represent a solution which will allow for balancing and even unifying human needs and environment protection. The implementation of such a new environmentally friendly industrial basis for the needs of humans will require a lot of social engagement and pressure.

Keywords?

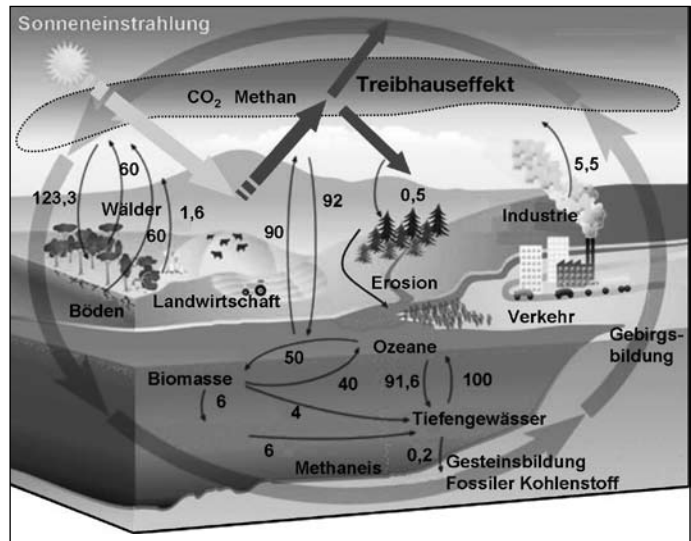


Abb. 1: Globaler Kohlenstoffkreislauf der Erdoberfläche mit einer Darstellung der Kohlenstoffflüsse in Milliarden Tonnen pro Jahr (Daten für das Jahr 2005). Durch die Verbrennung fossilen Kohlenstoffs in Form von Gas, Erdöl und Kohle wird jährlich eine Menge von 5,5 Milliarden Tonnen Kohlenstoff zumeist in Form von CO₂ in die Atmosphäre gebracht, was zu einer Verstärkung des natürlichen Treibhauseffekts führt. (Quelle: NASA Earth Observatory (public domain), ergänzt)

Die entstandene Bedrohung für Umwelt und Gesundheit

Die Erdoberfläche mit für die Entwicklung des Lebens günstigen Bedingungen ist geprägt von einer Vielzahl von Stoffkreisläufen, die sich über Millionen, teilweise über Milliarden Jahren herausgebildet haben. Die Entwicklung der Zirkulationssysteme der Atmosphäre, des Wassers, der Gesteine und der Biosphäre haben das Erdklima entscheidend geprägt. Es hat auch einige drastische Änderungen durchlaufen, beeinflusst durch Faktoren, wie die Änderung der Sonnenabstrahlung, der Umlaufbahn der Erde, Vulkanismus und die Lage der Kontinente. Der entscheidende Faktor für die Entwicklung eines lebensfreundlichen und stabileren Klimas war jedoch das Leben selber. Es hat umfassend auf die Stoffwechselprozesse der Erdoberfläche Einfluss genommen und diese allmählich zu lebensfreundlichen Bedingungen hin umgestaltet. Ein Beispiel ist die Erfindung der Photosynthese durch die ersten primitiven Lebensformen. Es wurde ein Großteil des in der Uratmosphäre vorhandenen Kohlendioxids und Methans in die Sedimente vergraben. Kohlenstoffverbindungen bilden dort heute Kalk- und Silikat-Gesteine sowie fossile Lagerstätten an Erdöl, Erdgas und Kohle. Es reichert sich Sauerstoff in der Atmosphäre an und es entstand die vor UV-Strahlung schützende Ozonschicht. Die Entwicklung des natürlichen Treibhauseffekts und die Regulation der Treibhausgase durch den Kohlenstoffkreislauf der Biosphäre konnte das Weltklima auf angenehme Temperaturen von im Mittel etwa plus 15°C auf der Erdoberfläche einstellen.

Die Störung des Kohlenstoffkreislaufes durch Freisetzung fossilen Kohlenstoffs

Derzeit ist die Störung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes eines der dringendsten Probleme, was gelöst werden muss: Durch die Freisetzung von derzeit 28,9 Milliarden Tonnen Kohlendioxid

pro Jahr (2005) aus der Verbrennung fossiler Energieträger, wie Kohle, Erdgas und Erdöl sowie durch Abholzung der Wälder wird Kohlendioxid in der Atmosphäre angereichert und dadurch der Treibhauseffekt künstlich verstärkt (Abbildung 1). Obwohl die Kohlenstoffverbindungen Kohlendioxid, Methan und chlorierte Kohlenwasserstoffe nur Spurengase in der Atmosphäre bilden, bestimmen sie nachweislich entscheidend die Wärmebilanz der Atmosphäre und der gesamten Erdoberfläche über den Treibhauseffekt. (IPCC 2007a). Der Anstieg des CO₂ von 280 ppm in vorindustriellen Zeiten auf einen Wert von 385 ppm (2006) führt zu einer schnellen Erwärmung im globalen Mittel. Dies leitet erhebliche Störungen anderer klimabeeinflussender Systeme, wie die atmosphärische und ozeanische Zirkulation, die Eisbedeckung im Nordpolargebiet und der Ökosysteme in den verschiedenen Klimazonen ein. Schon heute sind 30% der lebenden Arten unmittelbar vom Aussterben bedroht (IPCC 2007a). Kleine Effekte können in nichtlinear gekoppelten Systemen große Folgen haben - das ist etwas, was die immer wieder in Mode kommende klimaskeptische Pseudowissenschaft nicht begreift. Tatsächlich muss davon gesprochen werden, dass die eintretenden beschleunigten Klimaänderungen in eine globale Klimakatastrophe umzuschlagen drohen.

Der massive Eingriff in den Weltstickstoffkreislauf

Auch andere Stoffkreisläufe auf der Erdoberfläche geraten aus den Fugen. Dazu zählen der Weltstickstoffkreislauf durch Überdüngung des Bodens, der Methankreislauf durch falsche Methoden in der Landwirtschaft, die Anreicherung von chlororganischen Stoffen in der Nahrungskette durch Chemieindustrie und Müllverbrennung, um nur einige Beispiele zu nennen. Der allergrößte Teil des Stickstoffs auf der Erdoberfläche befindet sich in gasförmigen Zustand in der Atmosphäre, die aus ca.

70 % Stickstoff besteht. Mikroorganismen binden Luftstickstoff im Boden, der einen wichtigen Nährstoff für Pflanzenwachstum darstellt. Während unter natürlichen Bedingungen in diesem Zirkulationsprozess ca. 90-130 Millionen Tonnen pro Jahr gebunden werden, betrug die Weltjahresproduktion von Stickstoff (z. B. für Düngemittel) in den 1990iger Jahren bereits 130-135 Millionen Tonnen (LÜDEKE et al. 1999). Damit wird erheblich auf den Weltstickstoffkreislauf Einfluss genommen, was eine zunehmende Verschmutzung und Zerstörung zu Folge hat. Alleine in die Ostsee gelangen jedes Jahr ca. 1 Million Tonnen Stickstoff und 36.000 Tonnen Phosphor, was dort mittlerweile zu sogenannten Todeszonen am Meeresboden ohne jegliches Leben geführt hat.

Verbrennungsprozesse und das Feinstaubproblem

Verbrennungsprozesse in Motoren, Kraftwerken und Feuerungen laufen unvollständig ab, da es sich um einen unspezifischen chaotischen Prozess unter Einschluss einer Vielzahl verschiedener chemischer Reaktionen handelt. Sie, ebenso wie die Abfallverbrennung stehen im Kontrast zu Energie- und Stoffumwandlungsreaktionen in der belebten Natur, die spezifisch und kontrolliert bei niederen Temperaturen erfolgen - und ohne Erzeugung unerwünschter Nebenprodukte. Neben der Erzeugung einer Vielzahl von gasförmigen toxischen Nebenprodukten, wie NO_x , SO_2 , Kohlenwasserstoffe und CO entstehen in Verbrennungsprozessen grundsätzlich Feinstaubpartikel. Bei ihnen versagen die derzeitigen Grenzwertbetrachtungen für Gesundheitsprävention vollständig, da sie nur die emittierten Massekonzentrationen berücksichtigen. Entscheidend ist jedoch die aktive Oberfläche. Wenn man dieselbe Masse die beispielsweise in einem Kubikzentimeter Kohlenstoff steckt in Ultrafeinstaubpartikel mit einem Durchmesser von 100 nm verwandeln würde, würde sich die aktive Oberfläche um das 10 Milliardenfache vergrößern. Da die

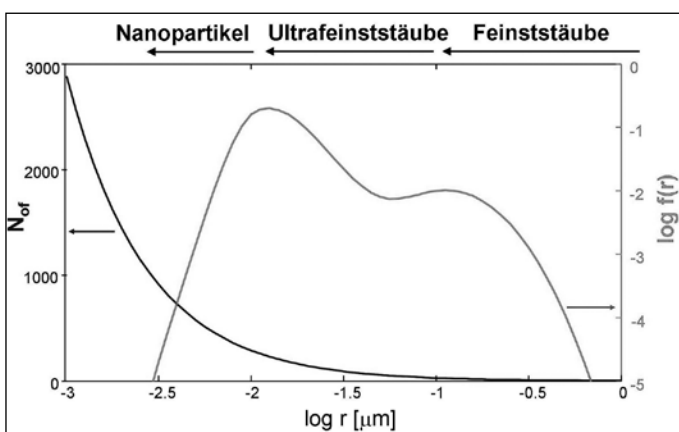


Abb. 2: Freisetzung von Feinst- und Ultrafeinstäuben aus Müllverbrennungsanlagen (MVA) in Deutschland im Jahr 2000. Gezeigt wird die normierte Verteilungsfunktion $f(r)$ für die Größe r (in μm) der Partikel aus dem Verbrennungsprozess nach Filterung der Grobstäube. Die zweite Kurve zeigt das Verhältnis Nof der Zahl von freigesetzten Oberflächenatomen pro Ausgangsoberfläche des verbrannten Mülls als Funktion von r , basierend auf Emissionszahlen Zahlen des BMU von 3000 Tonnen/Jahr Feinstäuben aus MVA (BMU 2005). Multipliziert mit der Verteilungsfunktion ergibt sich, dass im Mittel über Feinstaubemission die aktive Oberfläche des Mülls nach Verbrennung alleine durch Feinstäube um einen Faktor 300 vergrößert. Unter Berücksichtigung angelagerter toxischer Oberflächenadsorbate, z. B. chlororganische Verbindungen, ergibt sich eine Potenzierung der aktiven toxischen Moleküle durch Müllverbrennungsanlagen.

Oberfläche das eigentliche Vermittlungszentrum für chemische Umwandlungen unter Einschluss toxischer Effekte ist, diese mit einer unbekanntem Vielzahl an Adsorbaten belegt sind, und Nanopartikel über die Lunge bis in die Blutbahnen und sogar ins Gehirn transportiert werden hat sich eine katastrophale schleichende Zeitbombe entwickelt. Exemplarische Untersuchungen von Prof. Wassermann und Dr. Kruse zeigen, dass alleine bei Müllverbrennungsanlagen, selbst bei Vorhandensein moderner Filter, über die Feinstpartikel ca. 100.000 künstliche chemische Verbindungen in die Umwelt transportiert werden, davon sind alleine ca. 50.000 chlororganische Substanzen, darunter Dioxine (KRUSE 2007). Die meisten von Ihnen sind biologisch nicht abbaubar, die allergrößte Zahl in ihrer toxischen Wirkung bis heute nicht erforscht. Abbildung 2 zeigt die Vergrößerung der freigesetzten aktiven Oberfläche bezogen auf die Oberfläche des eingesetzten Mülls für die Müllverbrennungsanlagen (MVA) in Deutschland. Eine vorsichtige Berechnung ergibt, dass die Oberfläche der freigesetzten Feinstäube alleine aus den MVAs dem 300fachen der Oberfläche des eingesetzten Mülls ergibt.

Die Weltgesundheitsorganisation berichtet von 350.000 Todesfällen pro Jahr alleine in der Europäischen Union durch die unmittelbaren Gesundheitsschäden von Feinstäuben (THEAKSTON 2006). Aber nicht nur der menschliche Körper wird zur Giftthalde: Feinstäube tragen auch große Mengen an Giftstoffen in den Boden, die sich dort anreichern und eine schleichende Zeitbombe für die gesamte Biosphäre bilden.

Müllverbrennung ist kein Beitrag zum Klimaschutz

Die Abfallberge mit Elektronikschrott, Kunststoffen, Industrie- und Hausmüll wachsen in wahrhaft globalen Ausmaßen. In diesem Zusammenhang werden Müllverbrennungsanlagen weltweit von einer Lobby als Alternative zur Deponierung gepriesen, obwohl sie das Problem der schleichenden Umweltvergiftung und Ressourcenvernichtung noch verschärfen. Tatsächlich behauptet eine Studie des „Freiburger Ökoinstitutes“, dass Müllverbrennungsanlagen (MVA) einen Beitrag zum Klimaschutz bringen würden, da die Strom- und Wärmegewinnung aus Müll die Verbrennung von Kohle und Erdöl reduzieren würde (GEHOUST et al. 2002). In dieser Studie des Ökoinstitutes, die - man staunt - im Auftrag der „Interessengemeinschaft der Betreiber Thermischer Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland“ erstellt wurde, wird die tatsächliche Giftstoffbelastung durch MVA, wie sie z. B. von dem Kieler Toxikologen Prof. Wassermann untersucht wurde, verschwiegen. So taucht beispielsweise bei der Erfassung des verbrannten Mülls der hochgiftige Elektronikschrott überhaupt nicht auf bzw. wird in verharmlosenden Kategorien versteckt. Die Müllverbrennung in Deutschland bekam den Segen eines in den Augen der Öffentlichkeit renommierten Umweltinstitutes. Der Betrieb von MVAs taucht mittlerweile in einer ganzen Reihe von Statistiken als regenerative Technik auf¹, wird in einem IPCC

1) Der Bundesverband Erneuerbare Energie geht für 2004 von einem Anteil der regenerativen Energien am Endverbrauch von 3,6 % aus, dabei wird jedoch die Müllverbrennung als regenerative Energie bezeichnet, ihr Anteil von 0,2 % der Endenergie muss abgezogen werden (BEE 2008).

Bericht zu einer Klimaschutzmaßnahme erklärt (IPCC 2007b) und droht von der EU-Kommission als „regenerative Energietechnik“ eingestuft zu werden (BRAUN 2008). Die eingesparten CO₂ Mengen durch den zum „Ersatzbrennstoff“ deklarierten „Müll“ sind jedoch marginal und angesichts der schleichenden chemischen Vergiftung und Rohstoffvernichtung durch Müllverbrennung in keiner Weise akzeptabel.

Naturinspirierte Technik - eine neue Denkweise in Wissenschaft und Produktion

Wissenschaftlich betrachtet gibt es letztlich keinen Müll. Materie und Stoffe können nicht vernichtet oder beseitigt werden. Nur Umwandlungen sind möglich und entweder werden diese Umwandlungsprozesse zu einer internationalen Kreislaufwirtschaft organisiert, die die Stoffkreisläufe weitgehend schließt, oder der Planet Erde wird in wenigen Jahrzehnten zu einer zu einem unwirtlichen Planeten verwandelt, der für zukünftige Generationen keine Lebensmöglichkeiten mehr bietet. Die umfassende Organisierung der Produktionstätigkeit in Kreisläufen ist zu einer akuten Überlebensfrage der Menschheit geworden. Dazu kann das Studium der Stoffwechsel und Produktionsprozesse der belebten Natur viele Anregungen und Grundprinzipien vermitteln.

Die Idee einer Natur-Inspirierten Technik ist nicht unbedingt neu. Bereits zu Beginn des 16. Jahrhunderts versuchte Leonardo da Vinci von der Natur zu lernen, um den alten Menschheitstraum vom Fliegen zu verwirklichen. In der Medizin gibt es seit Jahrhunderten eine Bewegung der Naturheilkunde, die Prinzipien und Wirkstoffe der Natur auf die Heilung von menschlichen Krankheiten zu übertragen versuchte. Eine sehr junge interdisziplinäre Wissenschaft, die naturwissenschaftlich fundiertes bewusstes Lernen von der Natur für technische Anwendungen, Produktionsprozesse, Organisationsstrukturen in den Mittelpunkt wissenschaftlicher Betrachtung rückt, ist die Bionik, ein Kunstwort aus Biologie und Technik (KESEL 2005).

Merkmale biologischer Materialien und Produktionsprozesse

Wie wir heute wissen, bestehen sämtliche biologischen Materialien auf der Erde aus wenigen einfachen Grundbausteinen, die überall identisch sind und deshalb auch einen universellen Stoffwechsel der belebten Natur in lokalen und weltweiten Zirkulationssystemen möglich machen. Es handelt sich um lediglich ca. 260 Aminosäuren, wovon nur 20, in unterschiedlicher Weise gefaltet und kombiniert, eine unglaubliche Vielfalt an biologisch aktiven Proteinen mit einer noch größeren Vielfalt an Funktionen aufbauen. Hinzu kommen einige Kohlehydrate (Polysaccharide) und Fette (Lipide), sowie eine kleine Zahl von anorganischen Materialien, Wasser und Spurenelementen. Diese beschränkte Zahl von einfachen Grundbausteinen wird in fast unendlicher Weise kombiniert, integriert und in Wechselbeziehungen gebracht in einer Hierarchie von immer komplexeren Strukturen und Funktionseinheiten.

Ein Beispiel ist die Spinnenseide: Sie besteht aus dicht gepackten, hoch-geordneten Proteinsegmenten mit hoher Festigkeit, die in

einem komplexen hierarchischen Aufbau kombiniert werden mit lockeren, ungeordneten Proteinstrukturen. Der Spinnenfaden ist damit ein biologisches High-Tech-Material mit dem sich selbst neuste Edelmassen nicht messen können. Sie besitzt eine höhere Reißfestigkeit als Stahl, gleichzeitig eine sehr viel höhere Dehnbarkeit als Nylon und ist wasserfest. Spinnenseide ist biologisch abbaubar, die Spinne kann ihn sogar aufessen und als Nahrungsspeicher, Nahrungsquelle sowie zur Produktion neuer Seidenfäden benutzen (NACHTIGALL & BLÜCHEL 2000).

Grundprinzipien der Kreislaufwirtschaft

Der wichtigste Aspekt für eine umfassende Kreislaufwirtschaft ist die umfassende Recycelbarkeit biologischer Stoffe. Ihr Aufbau aus wenigen, universellen Grundbausteinen garantiert dabei, dass auch der Abbau durch verschiedene Stoffwechselprozesse, v. a. durch Mikroorganismen vollständig und auf dem gesamten Erdball möglich ist. Wenn in diese universelle Stoffkreisläufe in großen Mengen giftige bzw. nicht verträgliche Stoffe eingebracht werden, wie es derzeit der Fall ist, gerät die gesamte Biosphäre, und damit die Lebensgrundlage des Menschen aus den Fugen. Einer der wichtigsten Ansätze für das Lernen von der Natur für den industriellen Produktionsprozess stammen von dem Chemiker und Visionär der Kreislaufwirtschaft Michael Braungart. Das Produktionsprinzip „Von der Wiege zur Bahre“ wird bei ihm ersetzt durch „Von der Wiege zur Wiege“ (McDONOUGH & BRAUNGART 2002). Das bedeutet, dass von vornherein bewusst nur Stoffe für den Produktionsprozess ausgewählt werden, die entweder zu 100 % biologisch abbaubar sind (Verbrauchskreislauf) oder zu 100 % zurückgeführt werden können in den Produktionsprozess (Technikkreislauf). In Zusammenarbeiten mit industriellen Partnern hat Braungart schon einige 100 Beispiele realisiert, von der hautverträglichen und biologisch abbaubaren Unterwäsche, die nach Verschleiß einfach in den Bioabfall kommt bis hin zu rückgewinnbaren Druckfarben oder recycelbaren Schuhen.

Die Rolle von Kryorecycling

Eines der größten ungelösten Probleme bei der Schließung der Stoffkreisläufe der menschlichen Produktion sind Unmengen an Kunststoffen, Bergen an Elektronikschrott und die meisten Produkte der Chlorchemie. Chlorierte Kohlenwasserstoffe sind auch oft in Kunststoffen und Elektronikbauteilen enthalten, sind nicht biologisch abbaubar und reichern sich in den Nahrungsketten der Natur an. Ihre Anzahl wird durch Müllverbrennungsanlagen noch potenziert. Chlorierte Kohlenwasserstoffe müssen aus dem Verbrauchskreislauf vollständig eliminiert und alleine, wenn überhaupt nötig, auf geschlossene Systeme im Technikkreislauf begrenzt werden. Das Kryorecyclingverfahren von Prof. Rosin würde eine wichtige Rolle spielen bei der Schließung der Stoffkreisläufe im Kunststoff und Elektronikbereich (ROSIN 2004, siehe auch Beitrag von Rosin in diesem Heft, S. XXff.). Da einer Trennung beliebig komplexer Stoffverbindungen jedoch Grenzen gesetzt sind, ist es auch eine entscheidende Aufgabe, schon beim Design von Produkten auf „Recyclinggerechtes Konstruieren“ zu achten, damit Technologien, wie Kryorecycling ihre Rolle im Recyclingkreislauf optimal ausspielen können.

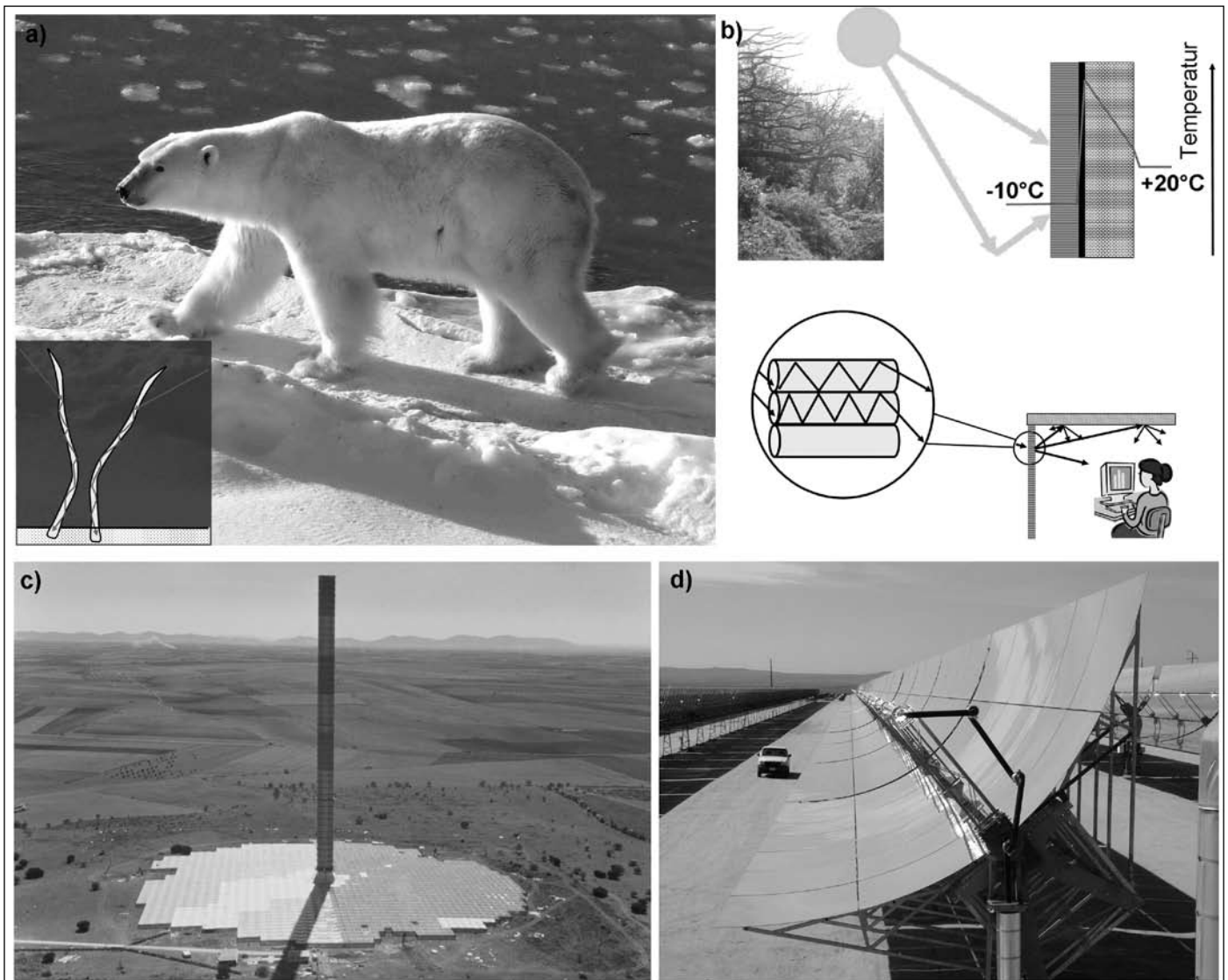


Abb. 3: Verschiedene Formen der naturinspirierten Solarenergienutzung.

(a) Das Fell des Polarbären besteht aus Transparenten Isolationsmaterialien (TIM). Die Lichtleitung basiert auf Totalreflektion. Gleichzeitig wird die Wärmeleitung weitestgehend unterdrückt. (Foto: Ansgar Walk, ShareAlike 2.5 License).

(b) Umsetzung von TIM zur Erwärmung von Häuserwänden bzw. zur Beleuchtung Prinzip der Konzentration von Wärme aus Sonnenlicht.

(c) Prototyp eines Aufwindkraftwerks (Manzanares), in welchem der Auftrieb von erwärmter Luft im Turm eine Turbine treibt.

(d) Rinnenkraftwerk, in welchem eine erhitzte Flüssigkeit die Turbine zur Stromerzeugung antreibt (Fotos c) und d): Schlaich, Bergemann & Partner).

Bioinspirierte Solarstrategie

Die bioinspirierte Solarstrategie stellt in Rechnung, dass 15.000 mal so viel Sonnenenergie auf die Erdoberfläche eingestrahlt wird, als es dem heutigen Weltenergiebedarf entspricht. Es geht darum, zu lernen, wie ein kleiner Bruchteil davon der Menschheit nutzbar gemacht werden kann. Die heute verfügbaren regenerativen Energietechniken basierend auf Solarthermie, Photovoltaik, Wind-, Wellen-, Gezeiten-, Geothermie- und Biomasse könnten das Problem schon weitgehend lösen, allerdings sind die Speichermöglichkeiten noch nicht ausreichend entwickelt. Es lohnt sich also ein Blick darauf, wie es über Milliarden Jahre der Evolution Lebewesen gelernt haben, Sonnenenergie optimal auszunutzen und zu speichern.

Die entscheidende Energiebasis für die Stoffwechselprozesse in der Biosphäre bildet die Photosynthese, die Umwandlung der Energie

des Sonnenlichts in chemische Energie von Kohlenhydraten. Diese chemische Energie wird in den weiteren Stoffwechselprozessen des Lebens benutzt, z. B. zur Produktion von Fetten und Eiweißen. Aber auch bei der schrittweisen Zersetzung der Biomasse in äußerst vielseitigen Umwandlungsprozessen durch Tiere und Mikroben wird diese in chemischer Energie gespeicherte Sonnenenergie eingesetzt für die Aufrechterhaltung des biologischen Stoffwechsels. Hochtemperatur-Verbrennungsprozesse mit ihrer chaotischen Stoffumwandlung spielen keine Rolle - die Energiewandlung wird über sehr spezifische, katalytisch unterstützte Niedertemperaturumwandlungen vollzogen (JOOSS 2007). Die Stoffe, die zur chemischen Energiespeicherung verwendet werden sind gleichzeitig auch wesentliches Substrat des biologischen Stoffwechsels. Ein wesentliches technisches Verfahren, welches dieses Prinzip umsetzt ist die integrierte Methanisierung und Kompostierung (IMK) von Bioabfällen (siehe Beitrag von G. Bittel in diesem Heft, S. XX ff.).

Das notwendige Ende der Verbrennung fossiler Energieträger

Eine Energierevolution bahnt sich an. Die Verbrennung fossiler Energieträger muss in absehbarer Zeit schrittweise eingestellt werden, nicht nur wegen des Klimas und der endlichen Reserven, sondern auch zur Lösung des Feinstaubproblems. Sie erfordert weitgehend auf die chaotische Energiewandlung durch Verbrennungsprozesse zu verzichten. Kontrollierte Niedertemperaturumwandlungen, wie in der Brennstoffzelle und bei der Photokatalyse werden zukünftig vollständig unsere Energiebasis bestimmen. Brennstoffzellenfahrzeuge mit Elektroantrieb sind in Wirkungsgrad den Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren haushoch überlegen. Lösungen für die effiziente Speicherung des benötigten Energieträgers Wasserstoff basierend auf Kohlenstofffasern sind in greifbare Nähe gerückt. Schon heute ist es möglich, mittels Mikroorganismen direkt Wasserstoff als Energieträger herzustellen. Die Wirkungsgrade liegen derzeit bei einigen bis zu 8 % und Forscher arbeiten daran, diese durch geeignete Kombinationen und Veränderungen der Mikroorganismen weiter zu erhöhen (KRUSE et al. 2005). Mit Hochdruck arbeiten Wissenschaftler daran, die photokatalytische Wasserspaltung und Wasserstoffgewinnung nach dem Vorbild der Photosynthese zu verstehen und künstlich nachzubauen.

Es sind jedoch schon heute genügend intelligente Lösungen für regenerative Energienutzung ausgereift (siehe Abb. 3). Die Haarfasern des Eisbärenfells besitzen die Eigenschaft der Totalreflektion. Eingefangenes Licht leiten sie ohne Verluste auf die dunkle, absorbierende Haut des Eisbären. Gleichzeitig wirkt das Fell zur Wärmedämmung. Mit technisch nach gebauten transparenten Isolationsmaterialien lässt sich dieser Effekt nachahmen. So kann bei einer Außentemperatur von -10°C im Innenraum eine Temperatur von $+20^{\circ}\text{C}$ erreicht werden (PEUPORTIER & MICHEL 1995). Transparentes Isolationsmaterial kann darüber hinaus beispielsweise auch zur Beleuchtung eingesetzt werden. Man könnte Dutzende weitere Beispiele anführen, wie die Natur faszinierenden Techniken zur Sonnenenergienutzung, über Photosynthese, Lichtkonzentration, chemische Energieträger, Belüftungssysteme (wie bei den Termiten) etc. entwickelt hat. Obwohl die Forschung auf diesem Gebiet sträflich vernachlässigt wurde, ist auch beim heutigen Stand der Technik eine weitgehende regenerative Energienutzung auch in Deutschland möglich.

Kreislaufwirtschaft ist eine Herausforderung und benötigt Engagement

Die dargestellten Natur-Inspirierte Techniken und Grundsätze zeigen in faszinierender Weise, welche umfassenden Möglichkeiten herangewachsen sind, für eine Produktions- und Lebensweise in Einheit von Mensch und Natur. Einiges davon ist schon unmittelbar realisierbar, einiges ist auch noch im Entstehen begriffen und erfordert intensive weitere Forschung. Vor allem aber ist eine energische gesellschaftliche und politische Wende hin zur Kreislaufwirtschaft notwendig. Zur Lösung der dringendsten Probleme müssen Sofortmaßnahmen schnellstmöglich durchgesetzt werden. Dies betrifft vor allem die schnelle umfassenden Umstellung auf regenerative Energien, das Verbot von Müllverbrennung und die umfassende Einführung neuer Recyclingtechniken. Dies wird

nur durch enormen gesellschaftlichen Druck auf die heute die wirtschaftlichen Entscheidungsprozesse beherrschenden industriellen Hauptverursacher möglich sein und erfordert gesellschaftliches Engagement. Man muss dabei in erster Linie die enormen Möglichkeiten im Auge haben, durch eine neue hochentwickelte naturverbundene industrielle Produktionsweise gesellschaftlichen Reichtum und ein Leben in Einheit mit den Gesetzmäßigkeiten der Natur zu entwickeln. Hunderttausende von neuen Arbeitsplätzen könnten in Verbindung mit den Techniken der Kreislaufwirtschaft entstehen. Es ist eine positive Zukunftsvision und die einzige, die auch unseren Kindern ein Leben auf diesem Planeten erlauben wird.

Nachweise

- AUTORENKOLLEKTIV (2007): Ist die Erde noch zu retten? Ursachen und Auswege aus der drohenden Umweltkatastrophe, Autorenkollektiv Neuer Weg, Essen, Verlag Neuer Weg, 2007.
- BRAUN, A. (2008): Ritterschlag für den Hausmüll?, Deutschlandfunk, 10.3.2008, <http://www.dradio.de/dlf/sendungen/umwelt/751509/> [letzter Zugriff: 30.6.2008].
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT - BMU (2005): Müllverbrennung ein Gefahrenherd? Referat Öffentlichkeitsarbeit, Juli 2005. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/muellverbrennung_dioxin.pdf [letzter Zugriff: 30.06.2008].
- BUNDESVERBAND ERNEUERBARE ENERGIE - BBE (2008): Energieversorgung in Deutschland 2004, http://www.bee-ev.de/uploads/Energieversorgung_a.pdf [letzter Zugriff: 30.6.2008]
- GEHOUST, G. et al. (2002): Der Beitrag der thermischen Abfallbehandlung zu Klimaschutz, Luftreinhaltung und Ressourcenschonung, Ökoinstitut Freiburg, April 2002.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC (2007a): Climate Change 2007 - The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, New York.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC (2007b): Mitigation of Climate Change - Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, New York.
- JOINT WHO/CONVENTION TASK FORCE ON THE HEALTH EFFECTS OF AIR POLLUTION (2006): Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution, WHO, 2006. World Health Organisation, Kopenhagen, <http://www.euro.who.int/document/E88189.pdf> [letzter Zugriff: 30.6.2008].
- JOOSS, C. (2007): Klimaschutz und Arbeitsplätze - Naturinspirierte Technik für eine umfassende Kreislaufwirtschaft, Bürgerbewegung für Kryorecycling und Kreislaufwirtschaft e.V., Gelsenkirchen.
- KESEL, A. B. (2005): Bionik, Fischer Kompakt, Frankfurt.
- KRUSE, H. (2007): Wie gefährlich sind Müllverbrennungsanlagen? In: KLUG, C., KRUSEWITZ, K., LUTZ, J. (Hrsg.): Dokumentation der 4. Offenen Akademie 2007, Offene Akademie, Gelsenkirchen: 102 ff.
- KRUSE, O., RUPPRECHT, J., MUSSGNUG, J. H., DISMUKES, G. C., HANKAMER, B. (2005): Photosynthesis: a blueprint for solar energy capture and biohydrogen production technologies, Photochem Photobiol Sci 4(12): 957-970.
- LÜDEKE, M. et al. (1999): Das Dust-Bowl-Syndrom in Deutschland, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, 1999, <http://www.pik-potsdam.de/~luedeke/dustbdeu.pdf> [letzter Zugriff: 29.6.2008].
- McDonough, W., Braungart, M. (2002): cradle to cradle, North point Press, New York.
- NACHTIGALL, W., BLÜCHEL, K. G. (2000): Das große Buch der Bionik, Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart.
- PEUPORTIER, B., MICHEL, J. (1995): Comparative analysis of active and passive solar heating systems with transparent insulation, Solar Energy 54(1): 13-18.
- Rosin, H. (2004): Recyceln statt Verbrennen, Bürgerbewegung für Kryorecycling und Kreislaufwirtschaft e.V., Gelsenkirchen.
- SCHEER, H. (2007): Denkschrift „Jenseits von Kohle und Atom“, Denkschrift v. 9.3.07, Solarzeitalter 1 (2007): 3.