

Inhalt

Vorwort	7
1 Ein reich beschenkter Planet	9
2 Öl – »Dallas« kommt nicht wieder	20
3 Raps – eine Pflanzenkarriere im Ölzeitalter	38
4 Lein – den Faden wieder aufnehmen	57
5 Weizen – von Kern und Korn	77
6 Holz – ein kunstvoller Stoff	103
7 Kohlendioxid spricht für sich	126
8 Algen – an der Quelle zur Energie	138
9 Bakterien – die Zelle lebt	157
10 Eisen – alles auf Anfang	176
11 Gallium – der Lichtbringer der Zukunft	196
12 Abfall – aus Müll werden schillernde Rohstoffe	215
13 Ressourcen für die Rohstoffwende	234
Anmerkungen	244
Literatur	252

Vorwort

Geschenke haben es in sich: Sie bereiten Freude, aber man muss sie annehmen, so wie sie sind. So geht es auch dem Menschen mit dem geschenkten Planeten Erde. Sein Klima ermöglicht Leben, die Sonne liefert Energie und der Boden das Substrat für die Nahrungsmittelproduktion. Wir leben von der Photosynthese und sind Teil der großräumigen, vielmals erdumspannenden Stoffkreisläufe, die regenerieren, was das irdische Leben an Ressourcen erfordert. Ohne unser Dazutun haben sich vor unserem Auftreten auf der Erdenbühne riesige Vorräte fossiler Kohlenstoffverbindungen, Produkte einer überschwänglichen Photosyntheseaktivität, als Erdgas, Erdöl und Kohle angehäuft. Der Boden, die Geosphäre, hält weitere wertvolle und nützliche Geschenke bereit – mineralische Materialien und Metallerze. Es war eine lange, lehr- und entbehrungsreiche Zivilisations- und Kulturgeschichte nötig, mit Katastrophen und Blütezeiten, bis der Mensch die Fülle der planetarischen Geschenke erkannte. Das war möglich nicht zuletzt dank der globalisierten, hoch dynamischen Geld- und Warenwirtschaft.

Aber, wie gesagt, Geschenke machen nur dann Freude, wenn man sie akzeptiert, wie sie sind, und nicht, wie man sie sich erwünscht: Das Kinderlied *De Hansdampf im Schnäggeleloch* sowie das Märchen *Der Fischer und seine Frau* berichten das schon lange. Bisher sind wir Menschen mit den geschenkten Ressourcen aus Biosphäre und Geosphäre weder sparsam noch weitsichtig oder gerecht umgegangen. Immerhin haben wir mit ihnen eine Technosphäre aufgebaut, die einem kleinen Teil der Erdbevölkerung Annehmlichkeiten wie Mobilität, Kommunikationsmittel, Gesundheitssysteme und Luxusprodukte beschert. Aber wir haben es verpasst, mit den Geschenken haushälterisch umzugehen –

doch für einen haushälterischen Umgang sind sie optimiert. Wir verschwenden den Kredit der fossilen Kohlenstofflager und belasten damit die lebensnotwendigen Stoff- und Energiekreisläufe, wir verteilen unwiederbringlich Unmengen nützlicher und oft seltener Metalle auf dem Erdball. Wir beeinträchtigen die Biodiversität und lassen gleichzeitig durch unsere enormen Produktionsaktivitäten die Diversität der Materialien explodieren.

Mit diesem Buch wollen wir aber kein Klagelied auf die aus der Balance geratene Erde anheben. Vielmehr möchten wir versuchen, die Geschenke des Planeten in ihrer raum-zeitlichen Nutzbarkeit besser kennenzulernen, um sie gegebenenfalls genießen zu können. Wir wollen von ihrem Werden und Gehen erzählen, indem wir sie in Stoffgeschichten gießen und ihre Bedeutung für unsere Gegenwart sowie für die nachfolgenden Generationen kritisch bewerten.

Ein Geschenk wollen wir nicht unerwähnt lassen, sondern uns herzlich dafür bedanken: die Geduld, Gründlichkeit und Energie, mit denen Rüdiger Grünhagen vom Westend Verlag die Entstehung dieses Buches begleitet hat.

*Heike Holdinghausen und Armin Reller
im März 2014*

1 Ein reich beschenkter Planet

Auf ihrer vorerst letzten Marsmission machte die US-Weltraumbehörde NASA einen sensationellen Fund: Ihr Weltraumgefährt »Curiosity« fand Spuren von Wasser. Ein Forscherteam lobte, dies sei nicht nur wissenschaftlich interessant, das Wasser sei an diesem ungewöhnlichen Ort auch eine bemerkenswerte Ressource.¹ Und das All bietet noch mehr. Anfang des Jahres 2013 rauschte der Asteroid 2012 DA14 an der Erde vorbei und faszinierte viele Menschen. Das Unternehmen Deep Space Industries teilte erfreut mit, wenn der Himmelskörper nur zu zehn Prozent aus Eisen und Nickel bestünde, sei er zu aktuellen Marktpreisen hundertdreißig Milliarden Dollar wert. Man plane einen Rohstoffabbau auf Asteroiden, allerdings erst ab 2020. Wer den Leitspruch »If you can dream it, you can be it« teilt, den laden die Firmenchefs aus Virginia ein zu investieren (Achtung, Interessenten, in der Information für Investoren wird vor dem Risiko eines Totalverlusts gewarnt). Für ähnliche Projekte fanden sich schon einmal prominente Geldgeber: Der Regisseur James Cameron etwa, Google-Chef Larry Page oder der Hedgefondsmanager Ross Perot jr. stellten einen Teil ihrer Milliarden zur Verfügung, um die »fliegenden Geldbörsen« (*Handelsblatt*) zu plündern. Während sie sich die Star-Wars-Spiele ihrer Kindheit ins Erwachsenenendasein gerettet haben – ein durchaus sympathischer Zug –, richten andere den Blick besorgt nach unten. »Die Grenzen des Wachstums rücken näher«, ist die Einleitung des neuesten Berichts des Club of Rome überschrieben. Die Zukunft des Menschen im Zeitalter schwindender Ressourcen – sie erscheint düster in der Warnschrift der honorigen Vereinigung von Wissenschaftlern aus aller Welt.

Deep Space Industries und der Club of Rome bilden so etwas wie die Pole möglicher Reaktionen auf die großen Umweltprobleme unserer Zeit: auf den Klimawandel und die absehbare Knappheit essentieller Ressourcen, auf die steigende Zahl von Menschen und auf die Ausbreitung des westlichen Konsum- und Lebensstils auf den Rest der Welt. Da sind eine große Sorglosigkeit und grenzenlose Technologiegläubigkeit auf der einen Seite, gepaart mit der Überzeugung, bisher habe die Menschheit noch für jedes Problem den richtigen Ingenieur hervorgebracht. Dem gegenüber steht ein tiefer Pessimismus, der bisweilen in – wissenschaftlich wohl begründeten – Weltuntergangsszenarien mündet. Wer Recht hat? Die Wahrheit liegt nicht, wie sonst meistens, dazwischen, sondern ganz woanders. Die Produktions- und Konsumweisen der Industriestaaten lassen sich weder regional auf Dauer noch global kurzfristig weiterführen – und trotzdem: Für ein gutes Leben für alle reicht es auf der Erde durchaus. Sie ist ein unendlich reich beschenkter Planet.

Zunächst einmal hat sie sich eine äußerst günstige Flugbahn ausgesucht; sie umkreist die Sonne in genau dem richtigen Abstand, fern genug, um nicht zu verbrennen, nah genug, um von ihr eine ungeheure Energiemenge zu empfangen. Die Sonne stellt fünftausendmal mehr Energie zur Verfügung, als die Menschheit derzeit benötigt. Zudem verfügt der Blaue Planet über riesige (wenn auch nicht unerschöpfliche) Vorräte an Wasser. So unwahrscheinlich günstig ist die Temperaturverteilung auf der Erdoberfläche, dass das Wasser in seinen drei charakteristischen Aggregatzuständen Dampf, Flüssigkeit und Eis vorkommt. All diese Bedingungen sind sozusagen ein Geschenk des Himmels oder der kosmischen Konstellationen und bieten die physikalischen Randbedingungen für den lebensnotwendigen Wasserkreislauf. Aber auch die sechs grundlegenden chemisch-stofflichen Elemente, die den Pflanzen, Tieren und Menschen das Leben ermöglichen, wandern unablässig in gewaltigen Kreisläufen durch Atmosphäre, Geosphäre, Biosphäre und Teile der von uns Menschen aufgebauten Technosphäre: Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stick-

stoff, Phosphor und Schwefel. Sie sind, in großen oder geringsten Mengen, notwendig für die Photosynthese, diese geniale Erfindung der Pflanzen, Bakterien und Algen, mit der sie sich die Lichtenergie der Sonne nutzbar machen. Sie vermögen das Sonnenlicht, die solare Strahlungsenergie, in stofflich gebundene chemische Energie, also in Biomasse umzuwandeln und können sie somit speichern. Die aus Licht, Wasser und den Elementen entstandenen Strukturen von Zucker, Eiweiß und Fett wiederum bieten Nahrung für Tiere und Menschen.

Wir leben bekanntlich nicht vom Brot allein: Die Nutzung von Metallen und Mineralien prägt die menschliche Kultur seit Jahrtausenden. Diese Geschenke lagern als Schätze im Boden, tief im Inneren der Erde oder an ihrer Oberfläche. Einige Metalle wie Eisen gibt es nicht nur in großen Lagerstätten auf allen Kontinenten, sie durchziehen unsere gesamte Lebenswelt. Als essentielles Spurenelement spielt Eisen eine vitale Rolle im Stoffwechsel fast aller Lebewesen. Pflanzen benötigen Eisen, um zusammen mit dem Magnesium enthaltenden Chlorophyll, dem Blattgrün, bestimmte Teilprozesse der Photosynthese zu katalysieren. Ein Mangel an Eisen stört die Blutbildung bei Mensch und Tier, darum muss es notwendig mit der Nahrung aufgenommen werden. Als Material kennen und verarbeiten Menschen das harte Metall seit rund viertausendzweihundert Jahren, es gab der Eisenzeit seinen Namen. In Form von Korrosionsprodukten, also Rost, trägt es seit Menschengedenken – beginnend mit den wunderschönen Höhlenmalereien des Neolithikums – als Farbpigment in den (Erd-)Farbtönen Ocker, Siena und Umbra vielerorts zur Verschönerung unserer Lebenswelt bei. Heute werden jährlich rund drei Milliarden Tonnen Eisenerz gefördert und zu Werkzeugen, Stahlträgern und tausenden von weiteren eisenbasierten Produkten verarbeitet.

Aber unser Planet Erde bietet noch ganz andere mineralische Präsente: Da ist zum Beispiel das silberweiße, weiche Gallium, eine Entdeckung des neugierigen 19. Jahrhunderts; nur geringe Mengen gibt es in der Erdkruste. Es existieren keine wirtschaft-

lich auszubeutenden Lagerstätten, nur als »Beiwerk«, als Kuppelprodukt in Bauxit- beziehungsweise Aluminium-, Zink- und Kupfererzen taucht das Metall auf. Nicht einmal hundert Tonnen werden jährlich gewonnen. Wirtschaftlich bedeutsam ist Gallium erst, seitdem es auf energieeffiziente Weise unsere Wohnungen und Büros erhellt: als Bestandteil von LED-Leuchten. Gewitzte Anwendungen haben wir uns für das Element überlegt – wie wir es aber für unsere Nachkommen erhalten wollen, wissen wir noch nicht. Deutschland, das sich gerne »Recyclingweltmeister« nennt, steht noch ganz am Anfang, wenn es gilt, effiziente Strukturen aufzubauen, um einmal verwertetes Gallium erneu(er)t zu benutzen.

Dabei ist das doch das Wunderbare an Metallen: Sie sind unendlich oft wiederzuverwerten. Mit dem Kupfer, aus dem sich ein geschickter Handwerker vor achttausend Jahren eine Axt schmiedete, könnte ein Elektrotechniker heute problemlos hunderte von Leiterplatten für Mobiltelefone bestücken. Es wäre interessant zu wissen, was unseren Nachfahren in weiteren achttausend Jahren zu Kupfer oder Gallium einfällt. Wir sind allerdings dabei, deren Möglichkeiten enge Grenzen zu setzen. Am Ende ihrer Lebens- und Nutzungsdauer verbrennen wir Computer, Smartphones und Leuchten oder wir verteilen sie als Schrott in meist winzigen Mengen auf dem Planeten. Die wertvollen Bestandteile darin verlieren wir dabei aus den Augen – und warnen zugleich vor drohenden Rohstoffknappheiten. Gedankenlos, ohne dass wir genügend über die Konsequenzen wüssten, gewinnen wir Metalle, setzen sie frei oder verbinden sie zu neuen Werkstoffen. Nachdem wir beispielsweise reines Gallium gewonnen haben, verbinden wir es mit Arsen, Phosphor oder Indium, um es in LED-Leuchten einzusetzen. Wir setzen den Stoff in Bewegung, machen ihn »mobil«. Diese Mobilisierung von Ressourcen gilt es im Blick zu behalten (das betrifft nicht nur Metalle, sondern ganz massiv auch unsere fruchtbaren Böden). Ein Mangel an Ressourcen besteht auf der Erde wahrlich nicht. Wir verwenden sie nur falsch.

Als Inbegriff eines verderblichen, schwindenden Rohstoffs gilt das Erdöl. Dutzende von Büchern, die eine Welt »im Ölräusch« oder »Geschichten von Gier, Krieg, Macht und Geld« beschreiben, zeugen vom traurigen Schicksal dieser wertvollen Ressource. Nicht Geld, vielmehr Erdöl bewegt die Welt. Die Folgen sind verheerend: Autos und Lastwagen nehmen mit ihren Verbrennungsmotoren den Bewohnern der Städte buchstäblich die Luft zum Atmen, weil Feinstaub und Ruß die Luft verdrecken. Zudem ist der Verkehr mit seinem hohen Ausstoß von Treibhausgasen einer der großen Treiber des Klimawandels. Und in Kunststoff verwandelt, verschmutzt Öl die Landschaft und vor allem die Ozeane und belastet deren Metabolismen inzwischen in bedrohlichem Ausmaß – einmal benutzt, landen Plastiktüten oder -flaschen in ihren Strudeln und lassen sich erst in Jahrhunderten abbauen.

Öl liefert aber auch die Unmengen an Energie für die hochproduktive industrielle Landwirtschaft mit ihrem immensen Bedarf an Düngern, Pflanzenschutzmitteln und Maschinen. Trotz der »Grünen Revolution« des vergangenen Jahrhunderts müssen fast eine Milliarde Menschen auf der Erde hungern, weil ihnen nicht genügend Nahrungsmittel zur Verfügung stehen. Die Geschichte der öl- und eiweißreichen Rapspflanze zeigt, warum: Wir benutzen fruchtbare Böden, Wasser, Dünger und viel Energie, nur um die Ernte an Tiere zu verfüttern oder in Automotoren zu verbrennen.

Es sind bisher nicht unbedingt Erfolgsgeschichten, sondern vielmehr Dramen, die von Eisen und Gallium, von Erdöl und Raps zu erzählen sind. Doch welche mannigfaltigen Stoffe für ganz andere, wunderbare Geschichten bieten sie! Erdöl nämlich ist nichts anderes als während Millionen von Jahren photosynthetisch gesammelte und fossil gespeicherte Sonnenenergie. Das kunterbunte Stoffgemisch lässt sich in sinnvolle Produkte verwandeln und ist als Rohstoff nur schwer zu ersetzen, etwa für Medikamente, Düngemittel oder auch Kunststoffe. Letztere können, sofern intelligent produziert und in Stoffströmen klug gemanagt, erneut verwertet werden. Kunststoffartikel müssen keine Wegwerfprodukte sein, auch sie können so produziert werden, dass

sie lange halten und neu genutzt werden können; auch mineralischer Dünger wird erst dann ein Problem, wenn er im Übermaß auf sowieso schon gute Böden gebracht wird, um diesem ein paar mehr Tonnen Getreide abzutrotzen. Auf ausgelaugten Böden etwa in vielen Regionen Afrikas wäre ein bisschen mehr davon durchaus sinnvoll.

Es ist bezeichnend, dass wir mit den Produkten aus Erdöl so gedankenlos umgehen und sie für nur kurze Nutzungsdauern konzipieren, während wir für den in der Geschichte schon immer knappen, nur mühsam zu erringenden Rohstoff Holz viel selbstverständlicher lange Gebrauchsketten entwickelt haben – die erfolgreiche Geschichte des Altpapiers erzählt davon. Bis auf die vergangenen zweihundert Jahre war Holz immer eine der wesentlichen Energiequellen, so wie auch die Produktion vieler Alltagsgegenstände auf pflanzlicher Basis erfolgte. Die »Bioökonomie« ist also keine neue Erfindung profithungriger Chemie- und Biotechnologiekonzerne, sondern war bis auf eine kurze Ausnahme in der Menschheitsgeschichte Alltag.

Die Petrochemie hat viele erfolgreiche Konzepte daraus verdrängt, die wir nun wiederentdecken müssen – oder können: Der grandiose, heute nur noch selten genutzte Lein liefert Öl für die Ernährung und Fasern für Textilien. Mit dem Klima in Mitteleuropa kommt die himmelblaue Blume blendend zurecht und stellt nur geringe Anforderungen an den Boden, auf dem sie wächst. Mit der Basisressource Lein lassen sich sinnvolle, regionale Wirtschaftskreisläufe aufbauen – vorausgesetzt, die Rahmenbedingungen stimmen.

Die gesamte Biosphäre funktioniert in Kreisläufen. Jeder Gärtner weiß, dass er die verblühten Pflanzen als Kompost wieder in seinen Boden einbringen muss, will er dessen Fruchtbarkeit erhalten. Es ist eine historische Einmaligkeit, dass unsere hauptsächliche Rohstoffquelle derzeit vor allem aus Material besteht, das vor Millionen von Jahren aus den Kreisläufen von Kohlenstoff oder Stickstoff entfernt und in Senken gespeichert wurde. Metalle konnten der Erdkruste nur unter größten Mühen abgerun-

gen werden, entsprechend umsichtig gingen die Menschen früher mit ihnen um. Gerätschaften, Werkzeuge, Waffen wurden immer und immer wieder repariert. Noch heute ist Schmidt (in vielen Varianten) der zweithäufigste Nachname in Deutschland. Kein Wunder, fast in jedem noch so kleinen Ort wohnte ein Schmied, der sich auf die Reparatur von Gegenständen aus Metallen verstand. Erst seit uns fossile Energien dabei helfen, Erze und Mineralien in großen Mengen auch aus unzugänglichsten Tiefen zu gewinnen und zu bearbeiten, haben wir diesen selbstverständlichen, nachhaltigen Umgang mit ihnen vergessen und glauben heute, was kaputt sei, müsse durch Neues ersetzt werden. Dabei sollten uns gerade diese Mengen zu Umsicht anregen: Seit Beginn der Industrialisierung plündern wir den Planeten in historisch unbekanntem Ausmaß.

1873 beschrieb der italienische Geologe Antonio Stoppani, es gäbe eine neue »Macht, die es an Kraft und Universalität mit den großen Gewalten der Natur« aufnehmen könne: den Menschen. Er sah nach dem Holozän, der Wärmeperiode der vergangenen zehntausend Jahre, Anfang des 18. Jahrhunderts mit Beginn der Industrialisierung ein neues Erdzeitalter heraufziehen, das Anthropozän.² Dieser Begriff ist gerade schwer in Mode; so treffend er ist, darf er aber nicht den Blick darauf verstellen, dass Menschen schon immer das Gesicht der Erde mitgeprägt haben. Die Landschaften Europas, mögen sie noch so urtümlich erscheinen, sind durch Jahrtausende lange landwirtschaftliche Nutzung gestaltet worden, und auch die nordamerikanische Prärie ist durch Brandrodung entstanden, nur waren die europäischen Siedler nicht in der Lage, diese Bewirtschaftung und Kulturtechnik der Einheimischen zu erkennen. Der Mensch ist kein Eindringling, er gehört zur Natur. Das Ausmaß des anthropogenen Eingriffs in den Planeten aber ist neu.

Der Chemiker Paul J. Crutzen, der den Begriff Anthropozän am Anfang des 21. Jahrhunderts wieder ins Gespräch brachte, nennt als Begründung für die neue Qualität unter anderem die menschlichen Treibhausgasemissionen, die die chemische Zu-

sammensetzung der Atmosphäre schon verändert haben und noch weiter dramatisch verändern; ferner würden inzwischen dreißig bis fünfzig Prozent der Erdoberfläche von Menschen genutzt und umgestaltet; die steigende Weltbevölkerung mit voraussichtlichen knapp zehn Milliarden Menschen mitsamt ihrem Vieh in der Mitte des 21. Jahrhunderts würde gigantische Mengen an Ressourcen verbrauchen, ersichtlich schon jetzt am rasanten Verschwinden der Regenwälder und der Fischbestände; sowie die Unmengen an Phosphat- und Stickstoffdünger, die den in irdischen Ökosystemen gespeicherten Stickstoff längst überträfen. In seinem kurzen Text, in dem er die Idee des Anthropozän skizziert, ist sich Crutzen der daraus folgenden Lehre gar nicht sicher. Vielleicht würde, mutmaßt er, auch ein international abgestimmtes Geo-Engineering notwendig, also großräumige technische Maßnahmen, um Probleme wie den Klimawandel in den Griff zu bekommen. Das hieße aber, den gewaltigen kulturellen und ideengeschichtlichen Umbruch zu unterschätzen, den das Anthropozän bedeutet. Der Glaube an Fortschritt umfasst zwar immer auch die Entwicklung neuer Technologien, die neue Verarbeitung und Anwendung der vielfältigen Stoffe, die uns umgeben. Doch das fossile Zeitalter hat gezeigt: Dieser Fokus ist zu eng! Alleine wird es Ingenieuren, Biologen, Chemikern und Physikern nicht gelingen, Lösungen für die Probleme des 21. Jahrhunderts zu finden.

Ein Fortschrittsglaube (wo kämen wir ohne ihn hin?), der in die Zukunft führt, weiß nicht nur um den technischen Erfindergeist des Menschen, sondern auch um seine Fähigkeit zur Selbstorganisation. Menschen haben es immer wieder geschafft, begrenzte Ressourcen gemeinsam so zu nutzen, dass sie erhalten blieben. Darum ist die Geschichte der Allmende nicht tragisch, wie es die Anhänger von Garrett Hardins These von der »Tragik der Allmende« vermuten, sondern in vielen Fällen vorbildlich. Bauern haben Wälder nach selbstbestimmten und streng kontrollierten Bedingungen dauerhaft gemeinschaftlich als Viehweide und Holzlieferant genutzt; und Fischer regelten so die Nutzung von Fischbeständen in Seen und Flüssen. Diese Fähig-

keit des Menschen zu Selbsterhalt und Selbstorganisation gilt es zu aktivieren und zu nutzen, um neue, bessere Geschichten der Stoffe zu erfinden; Geschichten, die um die Verwundbarkeit des Planeten wissen.

Wer die Geschichte von Aufklärung und Industrialisierung als Geschichte der Zerstörung und Ausbeutung erzählt, gewichtet einen ihrer wesentlichen Bestandteile zu gering: Auch Demokratie und Emanzipation der Bürger gehören dazu. Um künftig nicht nur neun, zehn Milliarden Menschen ein gutes Leben zu ermöglichen, sondern auch ihren Kindern und Enkeln, brauchen wir die Bedürfnisse, aber auch das Wissen und die Erfahrung möglichst vieler. Es gibt ja schon erste Antworten auf die Herausforderungen unserer Zeit: Von den Ingenieuren der Recyclingunternehmen, von Schneiderinnen, die Kleidung aus fair und ökologisch produzierten Stoffen herstellen, aber auch von der wirksamen Umweltgesetzgebung der Europäischen Union und von Schulen, in denen Schüler Altpapier sammeln. Sie alle arbeiten an resilienten Technologien oder Verhaltensweisen.

Wir können unsere Lebensweise nur schrittweise, nur in Suchbewegungen ändern, Irrtum immer eingeschlossen. Dazu brauchen wir rückholbare Techniken und Verfahren. Die Atomenergie ist allein deshalb ein Auslaufmodell, weil ihre Abfallprodukte die Menschheit in alle Ewigkeit belasten. Ein vollständiger »Ausstieg« ist deshalb schon gar nicht mehr möglich, nur noch ein Ausstieg aus der neuen Produktion von strahlendem Müll. Wir brauchen Gesetzgebungs- und Förderstrukturen, die es Unternehmen möglich machen, Technologien zu erproben – und sie auch wieder aufzugeben, wenn sie nicht wie erwartet Probleme lösen. Das lehrt die Erfahrung der Biokraftstoffe.

Die Transformation unserer fossilen Industriegesellschaft in eine Wirtschaft, die die Wege der Stoffe kennt, achtet und sie in kaskadenartigen Nutzungsweisen, idealerweise in Kreisläufen organisiert, stellt uns vor gewaltige Aufgaben. Sie zwingt uns, bewährte Techniken und Lebensstile vergangener, auf nachwachsenden Rohstoffen beruhender Wirtschaftsweisen zu regenerieren.

Genauso wichtig ist es, ganz neue Technologien und Verhaltensweisen zu entwickeln. Diese grundlegende Transformation, die Energie- und Rohstoffwende wird nur dann gelingen, wenn die Möglichkeit zur individuellen und gemeinsamen Teilhabe an Entscheidungen über Produkte, Technologien und Technologieentwicklungen, aber auch an Infrastrukturprojekten gewährleistet ist. Das setzt Wissen und Kenntnisse über die stofflichen Grundlagen unseres Alltags voraus. Der wiederum wird geprägt von unzähligen Stoffen, deren Geschichten wir kaum überblicken. Immer komplexer werden die Gegenstände und Gebrauchsgüter, die wir nutzen und die uns umgeben: Handys und Lampen, die aus Dutzenden von Metallen bestehen; Kleidung aus Fasern, die aus den Kohlenstoffverbindungen des Erdöls gesponnen wurden; und künftig vielleicht Schaumstoffmatratzen aus Zucker, den Bakterien produzieren. All diese Dinge haben wir täglich in den Fingern und vor Augen, aber die Geschichte ihrer Stoffe bleibt uns trotzdem oft verborgen. Doch es ist wichtig, sie zu kennen, um ihr und damit auch unser Schicksal mitschreiben zu können.

Darum geht es in dem Transformationsprozess, der uns und den nächsten zwei, drei Generationen – also unseren Kindern und Enkeln – unweigerlich bevorsteht: Einfluss darauf zu nehmen, wie die Stoffe gewonnen und nutzbringend in unserer Obhut bewahrt werden. Letztlich sind es nicht Sonne und Wind, sondern Bildung und Demokratie, die die wichtigsten Ressourcen der anstehenden Transformationen darstellen. Um wirklich neue, interessante und spannende Stoffgeschichten auszudenken, auf Durchführbarkeit zu prüfen und dann Kapitel um Kapitel zu realisieren, brauchen wir nicht zu den Sternen greifen, zu Asteroiden oder dem Mars. Es gibt für uns genug zu tun, wenn wir die Nutzung der Geschenke dieses Planeten in Raum und Zeit mit Bedacht planen wollen; dazu müssen wir nicht nur präzise beschreiben, wo welche Ressourcen wie vorkommen, sondern auch, wie wir sie verteilen und wohin wir sie bewegen.³ Es gilt also, eine angemessene Ressourcengeographie zu erstellen, als Teil einer Ressourcenstrategie, die auch in Zukunft tragfähig ist. Das könnte bedeuten, den Aufbau professioneller Re-

cyclingstrukturen in Westafrika zu fördern, dort, wo Industrie- und Schwellenländer zurzeit ihren giftigen Elektronikschrott abladen und ihn buchstäblich den Händen von (Kinder-)Arbeitern überlassen; oder ein Schulbuch über den bisher unbeachteten, unabsichtlich Schaden nach sich ziehenden Lebensweg einer Plastiktüte zu schreiben – das wären lohnende Rohstoffprojekte für die Millionen von Larry Page.