

Die dritte industrielle Revolution

Die Ära billiger Brennstoffe ist vorbei, die Grenzen des fossilen Wachstums sind erreicht. Nur der Weg ins Solarzeitalter kann den geplünderten Planeten retten

Martin Jänicke, Klaus Jacob | **Überlebensfrage Energie: Das ressourcenintensive Wachstumsmodell der zweiten industriellen Revolution gerät in eine existenzielle Krise, allein eine nachhaltige Industriepolitik vermag langfristig Wirtschaft und Wohlstand zu sichern. Eine Chance für die EU, die bei der Förderung grüner Technologien eine Vorreiterrolle einnimmt.**

Die industrielle Massenproduktion hat im 20. Jahrhundert das Gesicht der Welt fundamental verändert. Verhalf in der ersten industriellen Revolution vor allem Kohle dem Faktor Arbeit zu einer nie geahnten Produktivität, so schaffte das Öl in der zweiten industriellen Revolution die neuen technologischen und ökonomischen Bedingungen für Verkehr, Produktion und Konsum. Doch die einst billigen Brennstoffe fordern nun ihren Preis: Klimawandel, Wasserknappheit und die zunehmende Verschmutzung von Böden durch Industrie und Landwirtschaft bedrohen die Lebensgrundlagen von Milliarden von Menschen. Und auch auf die preiswerte Verfügbarkeit fossiler Energien kann die Weltwirtschaft längst nicht mehr bauen.

Ob Weltklimabericht der Vereinten Nationen, Millenium Ecosystem Assessment oder Global Environmental Outlook: Sie alle zeigen, dass die Tragfähigkeit der Erde kritische Grenzen erreicht hat. Dabei handelt es sich nicht um eine stetige Entwicklung. Vielmehr sind dramatische „tipping points“ zu befürchten: Die Austrocknung des Amazonasbeckens, das Abschmelzen des antarktischen Eises oder des Permafrostbodens in Sibirien bedeuten solche „Grenzüberschreitungen“, die sprunghafte Eigendynamiken auslösen. Bereits heute sind die meisten Ökosysteme in einem prekären Zustand, drohen die lebenserhaltenden und ökonomisch zentralen Funktionen der Natur zu kollabieren. Wir leben von der Substanz des Planeten.

Die Endlichkeit billiger Rohstoffe und insbesondere fossiler Energien schlägt sich auch in erhöhten Preisen nieder: Öl, Kupfer und Stahl sind spektakuläre Beispiele der jüngsten Vergangenheit. Durch die gestiegene Nachfrage in den neuen Industrieländern wird die Situation noch verschärft. Bei weiteren Rohstoffen sind ähnliche Verteuerungen zu erwarten. Solch spekulative Aufschläge können zwar wieder zurückgehen. Dennoch beginnen die Märkte auf

die zunehmende Verknappung zu reagieren: Nur wer Ressourcen künftig effizient einsetzt, wird im Innovationswettbewerb ökonomisch erfolgreich sein. Selbst erneuerbare Rohstoffe haben mit Grenzen zu kämpfen: Lieber Weizen oder Biokraftstoffe anbauen? Lieber Palmölplantagen oder Regenwald? Nutzungskonkurrenzen lassen sich gleichwohl nicht allein auf die Konkurrenz zwischen Lebensmitteln und Kraftstoffen reduzieren. Selbst für die Produktion chemischer Rohstoffe werden nachwachsende gebraucht. Aber auch traditionelle Nutzer biotischer Rohstoffe wollen wachsen – von der Papier- bis zur Möbel- oder Bauindustrie.

Alle vorliegenden Gutachten zum Zustand der Umwelt benennen schwere ökonomisch-ökologische Schadenskosten im globalen Maßstab: Wie Sir Nicholas Stern errechnete, stehen fünf bis 20 Prozent des globalen BIPs auf dem Spiel, falls Klimaschutz unterbleibt. Ähnlich dramatische Zahlen gibt es hinsichtlich des Verlusts an Biodiversität: Bis 2050 könnten einer Studie der Europäischen Kommission zufolge allein durch die globale Entwaldung sechs Prozent der Wirtschaftsleistung verloren gehen.¹ Wie immer man diese und andere Berechnungen bewertet: Es kann kein Zweifel daran bestehen, dass das ressourcenintensive Wachstumsmuster der zweiten industriellen Revolution wirtschaftlich kontraproduktiv ist und nicht aufrechterhalten werden kann.

Grenzen der Industriegesellschaft

Die zweite industrielle Revolution zu Beginn des 20. Jahrhunderts bescherte den Menschen nicht nur die Massenproduktion, sondern auch Einkommen für die Masse, die für den Konsum ausgegeben werden konnten. Dem waren politisch die Veränderung der Einkommensverteilung und die Einführung gewerkschaftlicher Rechte und sozialer Sicherungssysteme vorausgegangen. Mit der weltweiten Erschließung von Massenmärkten seit den 1950er Jahren haben sich dann der Verbrauch natürlicher Ressourcen und die Freisetzung von Emissionen sprunghaft erhöht. Gleichzeitig führten die gestiegenen sozialen Kosten menschlicher Arbeit dazu, den Faktor Arbeit mehr und mehr durch Energie zu ersetzen. Dies steigerte zwar die Arbeitsproduktivität immens, mündete aber im 20. Jahrhundert in struktureller Arbeitslosigkeit. Die Folgen: sinkende Massenkaufkraft sowie schwindende Akzeptanz für Umwelt- und Ressourcenschutz.

Der Wandel ist nicht zum Nulltarif zu haben, er kollidiert mit den Interessen herkömmlicher Wirtschaftszweige

Der notwendige Wandel ist nicht zum Nulltarif zu haben. Er kollidiert mit den Entwicklungs- und Wachstumsperspektiven herkömmlicher Wirtschaftszweige. Traditionelle Unternehmensbereiche, ihre Beschäftigten und deren Qualifikationen können durch teure Energie und Rohstoffe und durch ambitionierte Umweltstandards entwertet werden. Langfristig jedoch verheißen erneuerbare Energien, ressourcenschonende und wissensintensive Produkte und Verfahren zu neuen Quellen des Wohlstands zu werden; sie können aber auch die Kluft zwischen der breiten Bevölkerungsschicht und der Wissensgesell-

¹ http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb_report.pdf

schaft weiter vertiefen. Zurück bleiben all jene, die geringere Chancen haben, ihren politischen Anliegen Gehör zu verschaffen. Bei ihnen wird nicht nur die Akzeptanz für Umwelt- und Klimapolitik sinken, sondern auf lange Sicht auch ihre Kaufkraft. Eine umfassende industrielle Modernisierung muss also auch sozialpolitisch abgesichert werden.

Die Herausforderungen sind hoch, ebenso die Widerstände bisheriger Interessenvertreter. Die Industriegesellschaften sind vielfach überfordert. Im Klimaschutz zeigt sich dies anhand eklatanter Widersprüche: So haben einerseits die Erkenntnisse des Weltklimarats aus dem Jahr 2007 Öffentlichkeit und politische Klasse aufgeschreckt. Andererseits wird in vielen Ländern vorrangig in Kohlekraftwerke investiert, neuerdings wird ein Kapazitätswachstum von 60 Prozent bis 2020 erwartet. Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien bleiben hingegen weit unter ihren Potenzialen. Um die Interessen- und Bewusstseinslagen zu ändern, sind bessere Steuerungsmechanismen erforderlich. Zwar gibt es ein breites Bekenntnis zum Umwelt- und Klimaschutz, in der Realität werden sie jedoch anderen Zielen wie etwa dem Schutz sozialer Standards untergeordnet. Bisherige Maßnahmen konzentrieren sich daher auf „Win-Win“-Situationen, in denen auch aus einzelwirtschaftlicher Sicht Effizienz- und Umweltvorteile zu erzielen sind.

Umweltpolitik kämpft stets mit besonderen Schwierigkeiten – etwa den Grenzen des Eingriffs in privates Eigentum, dem räumlichen und zeitlichen Auseinanderfallen von Ursache und Wirkung von Umweltschäden oder der schwierigen Koordination von Akteuren aus unterschiedlichen Politikfeldern und Handlungsebenen. Allerdings haben diese Probleme, insbesondere im Kontext der EU, auch neue politische Handlungskapazitäten hervorgebracht. Umweltpolitik ist das Paradebeispiel für die Entwicklung neuer Steuerungsformen: Es umfasst die Bedeutung kalkulierbarer Zielvorgaben, die Internationalisierung von Politikfeldern, die Einbeziehung privater Akteure und die Entwicklung neuer marktbasierter und regulativer Instrumente. Je weiter die Handlungsfelder und Handlungsebenen moderner Umweltpolitik allerdings gefasst wurden, desto stärker verwischte die letztendliche Verantwortlichkeit. Wenn alle verantwortlich sind, ist es niemand. Die tatsächliche Nutzung moderner Governance-Mechanismen bleibt damit hinter den Erfordernissen zurück.

Wechsel der Energiebasis

Die Krise des ressourcenintensiven Wachstums und die sich abzeichnenden Alternativen sind mit den großen industriellen Umbrüchen der letzten beiden Jahrhunderte in vielerlei Hinsicht vergleichbar. Dies zeigt sich schon am Wechsel der Energiebasis: Als sich in England Ende des 18. Jahrhunderts die landwirtschaftlich geprägte Gesellschaft in eine Industriegesellschaft verwandelte, war dies eng mit der Erschließung von Kohle als Energieträger verbunden. Eine Entwicklung, die sich in den 1920er Jahren mit der Erschließung von Öl und der Elektrifizierung fortsetzte. Heute geht der Wandel von erneuerbaren Energien und ressourcenschonenden, wissensintensiven Verfahren und Produkten aus. Wie bei den früheren industriellen Umbrüchen sind bereits in einer Vor-

Vakuümrohren der thermischen Solaranlage auf dem Dach des Bundespresseamts in Berlin. Sie dient der Kühlung

© BSW Solar / Langrock

Bild nur in
Printausgabe verfügbar

phase neue Technologien entwickelt und zur Marktreife gebracht worden. Diesen Entwicklungsphasen folgte ein sich selbst verstärkender, vielfältiger Wandel, der sich schließlich in einem neuen Wachstumsmuster manifestierte. Die historischen Beispiele zeigen, dass damit jeweils auch neue Technologie- und Industriecluster verbunden waren, die zu stärkerer wirtschaftlicher Entwicklung und Beschäftigung führten. Technologische Transformationen in dieser Größenordnung verändern aber auch tiefgreifend Gesellschaft, Staat und Gemeinwesen; der anstehende Umbruch ist kein Selbstläufer, seine krisenlösenden Potenziale entwickeln sich keineswegs von selbst. Solch ein Prozess bedarf der umfassenden Steuerung des Staates – und nicht dessen Rückzug aus der Wirtschaft, wie lange gefordert. Er bedarf auch der Akzeptanz der breiten Bevölkerung. Die bevorstehende dritte industrielle Revolution darf daher nicht von ähnlichen sozialen Konflikten begleitet werden wie ihre historischen Vorläufer.

Alle bisherigen industriellen Revolutionen veränderten auch die Funktionen und Kapazitäten politischer Regulierung. Der liberale Ordnungsstaat ist ein Ergebnis der ersten industriellen Revolution, die Erfindung des Sozialstaats das der zweiten – seither gehören die wirtschaftlichen und sozialpolitischen Aufgaben des Staates zu den Kernfunktionen des politischen Systems. Seit den 1970er Jahren ist

Entwickelte Industrieländer und die EU haben bereits wichtige Schritte hin zum „Umweltstaat“ unternommen

in den Industrieländern und seit den 1990er Jahren auch auf globaler Ebene eine weitere Basisfunktion des Staates entstanden: die Sicherung der natürlichen Grundlagen. Sie ist in der Mehrheit der Länder in der Verfassung verankert, wenn auch meist in schwacher Form. Entwickelte Industrieländer und die EU haben bereits wichtige Schritte hin zum „Umwelt-

staat“ unternommen, was seinen Niederschlag im Parteienspektrum und im gesellschaftlichen Organisationsgefüge gefunden hat. So haben deutsche Umweltverbände fast so viele Mitglieder wie die Gewerkschaften.

Industrialisierung in der gegenwärtigen Form wurde nur möglich durch Infrastrukturen, die den Transport von Energieträgern, Rohstoffen und Fertigprodukten in immer entlegene Weltregionen ermöglichten, zu bis dahin unbekannt niedrigen Preisen. Im Zuge dieser Globalisierung entstand ein internationales Rechtssystem, das durch Standardisierung, Regulierung von Finanz- und Warenströmen und der Nutzung von Verkehrswegen weltweite Märkte schaffte – regionale und internationale Regime, die zunehmend durch Umweltstandards ergänzt werden. Welche Länder und Regionen auf dem Weltmarkt führen, wechselt mit den langfristigen Zyklen industriellen Wachstums. In der Frühzeit industrieller Entwicklung waren es England, später Belgien, die Niederlande, Deutschland und Frankreich. Die USA stiegen spätestens mit der zweiten industriellen Revolution in das Zentrum technologischer Dynamik auf. Nach dem Zweiten Weltkrieg gehörte auch Japan mit seiner Automobil-, Elektro- und Elektronikindustrie dazu. Die Erfindungen, die den Wachstumsaufschwung in einem Land tragen, müssen aber nicht zwangsläufig dort entstanden sein. Schon die Pioniere der Industrialisierung in England nutzten Erfindungen, die in Frankreich oder Deutschland gemacht wurden. Heute dürfte insbesondere China einen ähnlichen Weg gehen.

Chancen des Wandels

Heute stehen umwelt-, ressourcenschonende und öko-effiziente Technologien davor, die Rolle einer Leitindustrie zu übernehmen, so wie die Textil- und Eisenindustrie in der ersten industriellen Revolution und die Elektro- oder Automobilindustrie in der zweiten. Industrielle Transformationen waren bereits in der Vergangenheit mit bestimmten Leittechnologien verknüpft. Diese fördern das Wirtschaftswachstum überdurchschnittlich, weshalb ihr Anteil an der gesamten Wirtschaftsleistung stetig wächst. Zentral für den Veränderungsprozess sind „Makroinnovationen“, die wiederum mit einer Reihe von „Mikroinnovationen“ verbessert oder ergänzt werden.² Die Basistechnologien dafür stehen meist schon Jahrzehnte bereit, bevor sie sich gegen die althergebrachten Technologien am Markt durchsetzen; zuerst müssen Innovationen gefunden, die notwendigen Qualifikationen geschaffen, Infrastrukturen aufgebaut und das notwendige Kapital gesammelt werden. Erst wenn diese technologischen, ökonomischen und institutionellen Bedingungen geschaffen sind, kommt es zur beschleunigten Marktdurchdringung, wie sie derzeit im Bereich klimafreundlicher Technologien erkennbar ist. Dabei ist entscheidend, dass umwelt- und klimafreundliche Technologien in hohem Maße politikabhängig sind; erst recht dann, wenn es um weitreichendere Ziele geht. Ihr Wachstum ist aber nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch sinnvoll: So zeichnen sich öko-effiziente Technologien weltweit durch ungewöhnlich hohe Wachstumsraten aus; spricht das United Nations Environment Programme im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien von einer weltweiten Goldgräberstimmung.

Die Umrüstung auf eine neue Energie- und Rohstoffbasis betrifft dabei nicht nur einen spezialisierten Sektor. Es geht um die ökologische Modernisierung der Industrie insgesamt – besonders aber um diejenigen Branchen, die Umwelt und Ressourcen, gemessen an ihrer Wertschöpfung und in Bezug auf die Lebensdauer ihrer Produkte, überproportional belasten. Das sind: der Energiesektor, der Fahrzeugbau, die Chemieindustrie, der Flugverkehr; nicht zuletzt auch der Bausektor, der allerdings in Deutschland mit 50 Milliarden Euro Investitionen in die Energieeinsparung von Gebäuden (2005) und einer hohen Recyclingquote herausragt. Zu unterscheiden ist also zum einen der statistisch bezifferbare Bereich der „Umweltindustrie“, der in Deutschland bereits 1,8 Millionen Menschen beschäftigt (2006) und ein hohes Wachstum aufweist.

Zum anderen geht es aber um die nicht bezifferbare, breite ökologische Modernisierung der Industrie insgesamt, die typischerweise unternehmensintern abläuft. Eine britische regierungsamtliche Studie nennt die Umweltindustrie aufgrund ihrer potenziellen Breite eine „invisible industry“.³ Die Statistik des industriellen Wandels hinkt hier der Realität hinterher, und die Potenziale sind noch höher, wenn Technologielinien nicht nur verbessert, sondern Funktionen und Systeme fundamental erneuert werden. Bedürfnisse wie Ernährung und

² Joel Mokyr (Hrsg.): *The British industrial revolution. An economic perspective*, Boulder 1993.

³ DTI und DEFRA: *Environmental Innovation. Bridging the gap between environmental necessity and economic opportunity*, First Report of the Environmental Innovations Advisory Group, London 2006.

Wohnen, aber auch diejenigen nach Energie oder Mobilität müssen befriedigt werden, doch auf anderem Weg als mit den gegenwärtig dominanten Mitteln.

Eine ökologische Industriepolitik

Eine europäische Strategie nachhaltiger Industriepolitik, die Innovationen der dritten industriellen Revolution fördert und ihre Potenziale umfassend nutzt, sollte folgende Grundziele verfolgen:

1. Wirtschaftspolitisch geht es um ein neues Produktivitätsmodell, das auf öko-effiziente Innovationen, also auf ressourcenschonende, wissensintensive Technologien setzt und den Faktor Arbeit relativ aufwertet. Technischer Fortschritt und Humankapital müssen mehr zählen als die Steigerung der Wachstumsraten, die immer mehr Ressourcen verschlingt. Industriepolitik sollte die Industrie für die Märkte öko-effizienter Technologien wettbewerbsfähig machen – Märkte, die gleichermaßen langfristig wie global angelegt sind.

2. Umweltpolitisch sollte ein Innovationsprozess gefördert werden, der vom Wachstum entkoppelt wird und das Ökosystem entlastet. Wachstum kann nicht länger auf der Basis einer erweiterten Nutzung endlicher Ressourcen erfolgen. Stattdessen muss der Wissensinput – die effizientere Lösung, das bessere Design, die qualifiziertere Belegschaft – gewinnen. Die führenden europäischen Märkte haben dabei eine zentrale Aufgabe.

3. Sozialpolitisch muss die Akzeptanz für den ökologischen Strukturwandel verbessert werden. Dazu sind eine deutlich höhere Einkommensgerechtigkeit, ein verändertes Steuersystem und die Entlastung des Faktors Arbeit erforderlich. Armut und ungerechte Lebensverhältnisse sind eine schlechte Grundlage für diesen radikalen Wandel. Das gilt auch für die Bildungsvoraussetzungen. Hier sind massive Investitionen und Reformen nötig. Um die Öko-Effizienz von Verfahren und Produkten zu steigern, sind wissensintensive und hohe Qualifikationen erforderlich.

4. Voraussetzung dafür ist, dass Steuerungsbedingungen verbessert und die Strategiefähigkeit der Politik gesteigert werden. Langfristige Allgemeininteressen müssen sich gegen kurzfristige Teilinteressen politisch wie rechtlich durchsetzen. Dazu bedarf es eines kompetenten, gesellschaftlich und im Mehrebenensystem breit vernetzten Staatsapparats, sozialer Verhältnisse, die den radikalen Wandel stützen, einer besser informierten Wählerschaft sowie Medienreformen, die einer tendenziellen „Berlusconisierung“ der Demokratie entgegenwirken. Europäisierung und Globalisierung sind hier eine Chance, weil sie Allgemeininteressen breiteren Raum bieten. Zudem haben auf diesen Ebenen Akteure mit längerem Zeithorizont – internationale Organisationen, wissenschaftliche Institutionen oder Netzwerke staatlicher Umweltverwaltungen – ein vergleichsweise starkes Gewicht.

Unter den Großregionen der Welt nimmt die EU eine Vorreiterrolle ein. Sie hat vergleichsweise gute Voraussetzungen: Umwelt- und Klimaschutz sind eine Erfolgsgeschichte – nicht nur der deutschen, sondern auch der europäischen Industrie. In den Bereichen erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Recyclingtechnologien, Schienenverkehr und Wasserversorgung hat die EU inzwischen

650 000 computer-gesteuerte Parabolrinnen-Spiegel in der kalifornischen Mojave-Wüste verfolgen das Sonnenlicht, um dessen Wärme zu konzentrieren

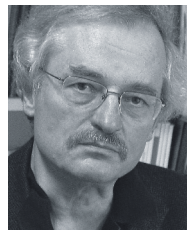
Bild nur in
Printausgabe verfügbar

hohe Anteile am Weltmarkt. Für eine innovative Antwort auf die Krise des energie- und ressourcenintensiven Wachstumsmodells besitzt sie nicht nur die technologische Kompetenz und das notwendige Kapital, sondern auch ein anspruchsvolles und zugleich innovationsoffenes regulatives Umfeld. Die EU hat zudem eine vergleichsweise umweltfreundliche „Verfassung“. Mit ihren Umweltstandards ist sie Agendasetter für viele Umweltregelungen anderer Länder geworden. Vor allem in Deutschland sind durch die großzügige Förderung erneuerbarer Energien Leadmärkte entstanden. Derartige Technologien werden mittlerweile auch auf den internationalen Märkten breit nachgefragt. Die regulative Dominanz der EU ist eine Chance, den globalen Transformationsprozess maßgeblich zu bestimmen.

Modelle der Zukunft

Allerdings besteht auch die Möglichkeit des Scheiterns, wenn nämlich Märkte, Gesellschaften und Staaten nicht ausreichend reagieren. Die Meinung, dass die Innovationspotenziale bestehender Technologien ausreichend seien, könnte sich durchsetzen. Auch gibt es Tendenzen, die alten, dominierenden Entwicklungspfade möglichst unangetastet zu lassen – oder sogar als Problemlösung anzubieten. Beispiele sind das Plädoyer für eine Renaissance der Atomkraft. Oder das „Geo-Engineering“: Hiermit sollen die natürlichen Aufnahmekapazitäten für Klimagase erhöht oder die Sonneneinstrahlung vermindert werden. Solche Ansätze sind hoch riskant, vergleichsweise teuer und stellen im Kern nur eine Problemverschiebung dar. Sie ignorieren zudem die Vielschichtigkeit der zu lösenden Umwelt- und Ressourcenprobleme, die über die Energiefrage hinaus auch Rohstoffe, Land, Wasser und die begrenzte Aufnahmekapazität der Erde für Schadstoffe betreffen.

Letztlich geht es um zwei Typen von Innovationen: solche, die innerhalb der alten Branchen- und Machtstrukturen ablaufen und die Erfolgsindustrien der Vergangenheit abstützen; und solche, die den erforderlichen Zukunftstechnologien neue Wege eröffnen, die bestehende Strukturen an neue Erfordernisse anpassen oder gestaltungsoffene neue Länder aufsuchen. Seit über 200 Jahren ist die Innovationsdynamik gewissermaßen auf Wanderschaft. Für welchen von beiden Typen Nationen und Weltregionen sich letztlich entscheiden – dies bestimmt auch über ihren Aufstieg oder Niedergang.⁴



Prof. Dr. MARTIN JÄNICKE ist Gründungsdirektor der Forschungsstelle für Umweltpolitik an der FU Berlin.



Dr. KLAUS JACOB arbeitet dort als Forschungsleiter. Sein jüngstes Buch: „Environmental Governance in Global Perspective“ (hrsg. mit M. Jänicke)

⁴ Eine ausführlichere Fassung des Beitrags erscheint im Bundesumweltministerium (Hrsg.): *Die Dritte Industrielle Revolution – Aufbruch in ein ökologisches Jahrhundert. Dimensionen und Herausforderungen des industriellen und gesellschaftlichen Wandels*, Berlin 2008.