

## Entwicklungsländer als Vorreiter der Nachhaltigkeit?

# Frugale Technik

Umwelttechnische Innovationen breiten sich in Entwicklungsländern nur langsam aus, da sie oft zu voraussetzungsvoll sind. Durch frugale Innovationen kann mit billiger, robuster und ressourcensparender Technik eine nachhaltige Entwicklung in Entwicklungsländern unterstützt werden. Wo befinden sich die Zukunftsmärkte dieser neuen Technik und welche Rolle spielen Industrieländer dabei? **Von Martin Jänicke**

### 1 Einleitung

Umweltfreundliche Technologien müssen sich weltweit ausbreiten, um eine ökologisch nachhaltige Entwicklung im Weltmaßstab zu erreichen. Dabei können Märkte und Modernisierungsprozesse instrumentalisiert werden (OECD 2011; Jänicke 2012). Für die internationale Diffusion umweltfreundlicher Technik haben Lead-Märkte von Vorreiterländern eine besondere Bedeutung erlangt. Besonders gilt dies für den Klimaschutz. Hier ist der gleichzeitige Export neuer Technologien und die Ausbreitung der sie begünstigenden Politiken und Instrumente ein auffälliges Phänomen (REN21/2013; Falkner 2013). Seine überraschende Dynamik scheint bisher jedoch auf Industrieländer und einige Schwellenländer beschränkt zu sein.

Im Hinblick auf den Rest der Welt werden immer wieder theoretische und praktische Anstrengungen für einen grünen Technologietransfer in die Entwicklungsländer unternommen. Der Erfolg ist bisher begrenzt. Dagegen erweist sich ein neuer Typus von Innovationen in Schwellen- und Entwicklungsländern als zukunftssträftig: die sogenannten frugalen Innovationen. Sie haben erhebliche Bedeutung für einen langfristigen technischen globalen Wandel hin zu nachhaltiger Entwicklung. Der folgende Beitrag soll ihre Potenziale umreißen. Anschließend soll er die Rolle westlicher Länder im Hinblick auf diesen Innovationstypus diskutieren.

### 2 Lead-Märkte für Clean Technologies

Lead-Märkte für umweltfreundliche Technologien sind die Startbahn, auf der diese Technologien die nötige Tempobeschleunigung für eine globale Diffusion entwickeln. Ihre politische Induzierung hat sich als Erfolgspfad einer Übersetzung von Umwelt- und Klimazielen in die Logik der Märkte erwie-

sen. Beispiele für solche Technologien, einführende Länder und Zeitpunkt sind:

- Rauchgasentschwefelung: Japan (1971)
- Abgaskatalysatoren für KfZ: Japan (1971)
- Phosphatsubstitute: Deutschland (1975)
- Chlorfreies Papier: Skandinavien (1991)
- Windenergie: Dänemark (1975), Deutschland (1991)
- Photovoltaik: Japan (1974), Deutschland (1999)
- Energieeffiziente Kühlschränke: Dänemark (1994)
- Sparsame Dieselmotoren: Deutschland (1997)
- Bio-Treibstoff: Brasilien

Nach Beise et al. ist ein Lead-Markt „the core of the world market where local users are early adopters of an innovation on an international scale“ (Beise et al. 2003). In entwickelten Vorreiterländern zeichneten sich solche Märkte bisher aus durch bestimmte Markt Vorteile wie Marktstruktur, Preis-, Nachfrage-, oder Transfervorteile. Im Falle von umwelt- und klimafreundlichen Technologien kamen regulatorische Vorteile hinzu (Renning/Schmidt 2010). Mit der Globalisierung der Umwelt- und Klimapolitik ergaben sich hier auch zusätzliche Transfervorteile.

Die bisherigen grünen Lead-Märkte entwickelter Länder, von der Solarenergie über die Wasserreinigung bis zur Abfalltrennung, hatten für die globale ökologische Modernisierung zwei wichtige Funktionen: Zum einen hatten sie neben der Sammlung von Erfahrungen die Funktion, die Entwicklungs- und Lernkosten umweltfreundlicher Technik zu refinanzieren, um sie ökonomisch fit für internationale Märkte zu machen. Zum anderen hatten sie einen Demonstrationseffekt, der andere Länder auf dem Wege des „lesson-drawing“ (Rose 1993) zur Nachahmung veranlasste. Wichtig ist, dass dieser Demonstrationseffekt sowohl die Technik als auch die sie fördernde Politik betraf. Hierbei ergab sich ein typisches Wechselspiel von Politik und Technik. Die Politik profitierte von den technischen Optionen und die Anbieter der grünen Technik von der politischen Hilfestellung für die nationale und internationale Marktentwicklung.

Der Demonstrationseffekt betrifft also die von Pionierländern ausgehende Diffusion einer technikbasierten umweltpolitischen Innovation. Es wird demonstriert, dass die technologische Lösung eines bestimmten Umweltproblems möglich und fallweise auch wirtschaftlich vorteilhaft ist. Aus heutiger Sicht ist das Bemerkenswerteste an diesem Demonstrationseffekt, dass er ein neues Muster globaler Governance ergibt, das auch als „governance by diffusion“ charakterisiert wurde (Busch/Jürgens/Tews 2006). Während völkerrechtlich verbindliche Regeln

heute im Umwelt- und Klimaschutz eher schwierig geworden sind, hat dieser neue Steuerungsmechanismus erhebliche Bedeutung erlangt. Die von Pionierländern ausgehende ökologische Innovationsdiffusion erreicht häufig eine globale Breitenwirkung, so dass sie mit dem Effekt internationaler Abkommen konkurrieren kann. Inzwischen haben beispielsweise 71 Länder der Welt Einspeisevergütungen für erneuerbare Energien eingeführt. Und 138 Länder haben Zielvorgaben für erneuerbare Energien eingeführt. Dies ist eine Verdopplung innerhalb weniger Jahre (REN21/2013). Dies sind nicht die Effekte verbindlicher Abkommen und internationaler Regime. Es handelt sich vielmehr um die völlig freiwillige Übernahme einer „trendy solution“ (Chandler 2009), die in einem Pionierland beziehungsweise auf einem Lead-Markt vorexerziert wurde. Das ist ein beachtlicher Unterschied! Der globale Erfolg der „governance by diffusion“ erklärt sich durch dies Moment der Freiwilligkeit und die vergleichsweise risikoarme Orientierung an einem empirischen Erfolgsfall, bei gleichzeitigem Konformitätsdruck durch die internationale Umwelt- und Klimapolitik.

### 3 Ein neuer Typus von „grüner“ Innovation?

Die Nord-Süd-Diffusion umweltfreundlicher Technik ist uns gut vertraut. Und wir trauen ihr meist auch zu, den globalen Technikwandel hin zu ökologisch angepassten Produkten und Verfahren zu bewirken. An diesem Bild eines umweltbezogenen Technologietransfers von Nord nach Süd sind jedoch wesentliche Korrekturen nötig: Bislang ist der Transfer solcher Technologien weitgehend auf die Industrie- und einige Schwellenländer beschränkt geblieben. Dass dies so ist, liegt vor allem daran, dass diese dem Hightech-Milieu entstammende Öko-Technologie extrem voraussetzungsvoll ist im Hinblick auf Bedingungen, die in Entwicklungsländern nicht oder unzureichend gegeben sind. Sie haben oft einen langen Vorlauf von Forschung und Entwicklung und lange, oft internationale Wertschöpfungsketten. Sie erfordern viel Humankapital. Oft setzen sie eine entwickelte Infrastruktur voraus, wie zum Beispiel die Leitungssysteme der Energie- und Wasserwirtschaft. Auch die Vermarktung, von der Werbung bis zum Vertrieb, findet in entwickelten Industriegesellschaften eingespielte Strukturen vor, die in Entwicklungsländern fehlen können. Oft fehlt dort auch die erforderliche Infrastruktur für die produktspezifische Wartung und Reparatur. Die in Industrieländern angebotene netzgebundene Photovoltaik ist, bis in die weltweiten Vorleistungen, ein gutes Beispiel für solch voraussetzungsvolle Technik (Quitow 2013). Hinzu kommt aber auch die ständige Erweiterung der Produkteigenschaften, wie zum Beispiel beim Auto oder beim Mobiltelefon. Dies führt zu hohen Kosten und so tendenziell einer Beschränkung auf die Märkte reicher Länder. Und schließlich hat die spezielle Variante der umweltfreundlichen Technik die überaus wichtige Voraussetzung, dass im Regelfall ein vergleichsweise kompetenter Staat ihre Verbreitung

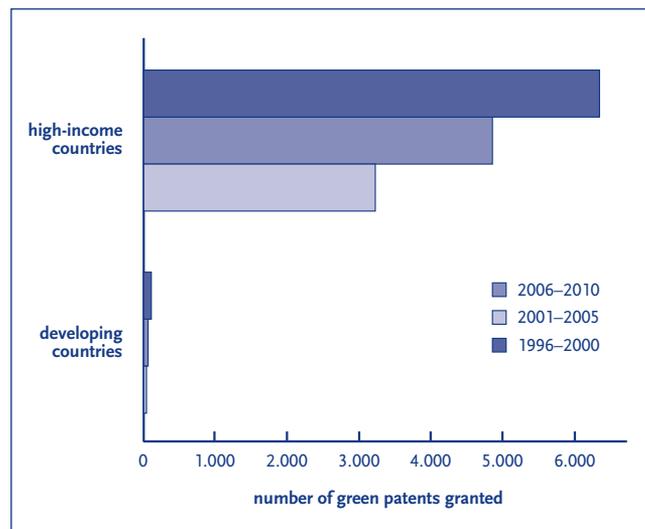


Abbildung 1: Patente für umweltfreundliche Technologien in Industrie- und Entwicklungsländern  
Quelle: World Bank 2012

fördert und die Globalisierung dieser Politik auch die internationale Diffusion begünstigt (Jänicke 2012).

Es ist mithin kaum verwunderlich, dass eine von der Weltbank vorgelegte Statistik entsprechender Patente ein erdrückendes Übergewicht der Industrieländer ergibt. Ungeachtet eines geringfügigen Anstiegs ist der Anteil der Entwicklungsländer an grünen Patenten verschwindend gering (siehe Abbildung 1). Dies verbreitete Bild erweist sich jedoch als unzutreffend, wenn ein anderer Typus von Innovationen ins Blickfeld gerückt wird, der zumindest in Entwicklungsländern das Potenzial hat, den technischen Wandel hin zu umwelt- und ressourcenschonenden Technologien zu begünstigen.

Mit diesem anderen Typus von Innovationen sind sogenannte frugale Innovationen gemeint. Sie sind charakterisiert durch ihre „affordability, robustness, and ‚good enough‘ quality in a volume-driven market“ (Tiwari/Herstatt 2012). Im Vergleich zur typischen Hochtechnologie der Industrieländer sind sie also, oft bis in die Vermarktung hinein, vergleichsweise voraussetzungslos. Ihre ökonomische Attraktivität beruht nicht auf hohen Gewinnmargen, sondern auch der Größe des potenziellen Marktes und den hier erzielbaren Skaleneffekten. Frugale Innovationen sind eine Teilgruppe dessen, was die Weltbank als „green base-of-pyramid innovation“ bezeichnet, womit sie Neuerungen meint, „that meet poor consumer’s needs“ (World Bank 2012). Sie sind jedoch mehr als solche Neuerungen. Definiert werden sie als „new or significantly improved products, (...) processes, or marketing and organizational methods that seek to minimize the use of material and financial resources in the complete value chain (...) with the objective of reducing the cost of ownership“ (Tiwari/Herstatt 2012). Der Gedanke der Ressourceneffizienz wird hier also auf die gesamte Wertschöpfungskette angewendet. Im Hinblick auf die Umwelteffekte, die auf jeder Wertschöpfungsstufe entstehen, hat dies auch ökologische Implikationen. Frugale Innovationen sind,

wie zu zeigen ist, im Effekt nicht in jedem Fall per se umweltfreundlich. Sie haben jedoch, als „resource-restraint product development“, das Potenzial, zur nachhaltigen Entwicklung beizutragen (Sharma/Gopalkrishnan 2012).

## 4 Beispielfälle

### 4.1 Standardbeispiele

Erneuerbare und effizient genutzte Energien und die Trinkwasserversorgung sind in Entwicklungsländern bevorzugte Bereiche für die Entwicklung von frugalen Innovationen. Daneben sind die Haushaltstechnik wie auch die Medizin- und die Fahrzeugtechnik Anwendungsfelder, in denen zumindest der geringere Energie- und Rohstoffverbrauch auch ökologisch relevant ist. Hier einige Beispiele:

**ChotuKool („little cool“)** ist ein tragbares, ultraleichtes und sehr billiges Kühlgerät für Lebensmittel. Der übliche Kompressor wird durch einen batteriebetriebenen Chip ersetzt, wie er auch in Computern zur Vermeidung von Überhitzung verwendet wird. Um Kosten zu sparen, wurden die Teile von 200 auf 20 reduziert. Schon nach zwei Jahren erreichte der Verkauf die Größenordnung von 100.000 Stück. Der indische Hersteller Godrej ist auch in anderen Entwicklungsländern aktiv (Tiwari/Herstatt 2012a; Sehgal et al. 2010).

**Tata Swatch** ist ein besonders billiges System der Trinkwasseraufbereitung für Haushalte, das in Indien sehr erfolgreich vermarktet wurde. Der Export in andere Entwicklungsländer ist vorgesehen (Tiwari/Herstatt 2012a). Ähnlich der *Sujal*, ein Waserreiniger, der Reishülsen als Filtermaterial nutzt.

**Tsinghua Solar** und **Himin Solar** begannen den Verkauf von Anlagen zur solarthermischen Wassererwärmung in rückständigen Städten Zentral- und Westchinas, wo der Zugang zu fossilen Brennstoffen teuer und unzuverlässig ist. Sie dominieren inzwischen den chinesischen Markt, der wiederum der Lead-Markt solarer Warmwasseranlagen ist (Hart 2011). *Himin Solar* ist inzwischen mit einer breiten Palette von Solartechnik, darunter ein billiger solarer Laptop, auch im Export aktiv.

**Solar cooking stoves**, solare Kocheinrichtungen, haben bereits eine relativ starke Verbreitung. Weltweit mit Abstand die meisten Patente besitzt China (Popp 2012). Ähnlich universell breiten sich *Solarlampen* in Entwicklungs- und Schwellenländern aus mit einer breiten Palette von Herstellern. Die indische Regierung fördert die Anschaffung von 20 Millionen solchen Lampen.

### 4.2 Innovative Geschäftsmodelle

Voraussetzungsarm im Gegensatz zu westlicher clean technology sind frugale Technologien oft auch hinsichtlich des Geschäftsmodells und der Vermarktung. Den Mangel an effektiver Infrastruktur für Werbung und Vermarktung ersetzen frugale Techniken oft durch ihre normative Wertschätzung und die Verbreitung über die Netzwerke von Überzeugungstätern. Frugale Technik oder „Jugaad“ in Indien tritt eben auch als regelrechtes Überzeugungssystem auf. Diese sind mit In-

novationsprinzipien wie „do more with less; think and act flexibly; keep it simple; include the margin; follow your heart“ verknüpft (Radjou et al. 2012). Hier einige Beispiele:

**Greenlight Planet** (Indien): Die Firma bietet solare Beleuchtung als Substitut für Kerosinlampen für einkommensschwache ländliche Haushalte ohne Netzanbindung an. Ziel ist ein billiges, umweltfreundliches und robustes Produkt. Die Batterie der Lampe hat eine besonders lange Lebensdauer. Der Vertrieb erfolgt über Verteilungsnetzwerke. Nach eigenen Angaben wurde mehr als eine Million Kunden in Indien und Afrika versorgt. In Indien gibt es die erwähnte staatliche Hilfe hierfür. Die Firma erhielt mehrere Preise (GIZ 2012).

**VayuGrid** (Indien): Produktion von Bio-Diesel aus nicht-essbarem Biomaterial mit positiven Eigenschaften hinsichtlich Boden und Wasserverbrauch. VayuGrid fördert die Bildung von Kollektiven von Bauern mit Grenzertragsflächen, die möglichst viele Stufen der Wertschöpfungskette erfassen. Eine Vermarktung findet auch außerhalb Indiens statt (GIZ 2012).

**Waterlife** (Indien): Pionier eines Geschäftsmodells für kommunale Wasserversorgung mit mehr als 17.000 Installationen. Gegen eine Gebühr werden Installation, Betrieb und Wartung für fünf bis zehn Jahre übernommen. Danach geht die Anlage in Besitz und Betrieb der Kommune über.

**Restio Energy** (Südafrika): Die Firma bietet nicht nur umfassende Beratungsleistungen für den Einsatz von erneuerbaren und effizienten Energietechniken. Sie betreibt auch den Import und die Verarbeitung solcher Technik. Dies umfasst unter anderem verbesserte Öfen und Kocheinrichtungen, solare Beleuchtung und solare Ladegeräte für Mobiltelefone (GIZ 2012a).

**NuRa** (Südafrika): Unternehmenszweck ist die Elektrifizierung ländlicher Haushalte ohne Netzanbindung. Die in Kooperation mit der Regierung angebotene Leistung betrifft die Installation und die Wartung solarer Heimsysteme gegen eine Gebühr. 15.000 Haushalte wurden bisher auf diese Weise elektrifiziert (GIZ 2012a).

Insgesamt ist für die Vermarktung auf die überragende Bedeutung des Mobiltelefons in Entwicklungsländern zu verweisen. Als Beispiel für viele sei die billige mobile „ecommerce platform“ *Mobiashara* in Nigeria genannt: „It allows people to get their products online for pennies“ (Shaw 2013). Die Bedeutung internetgestützter Netzwerke für die Verbreitung nutzerorientierter grüner Innovationen wird neuerdings auch für Länder wie Deutschland hervorgehoben (Dickel 2013).

### 4.3 Beispiele ökologisch ambivalenter frugaler Innovationen

So eindrucksvoll einzelne frugale Innovationen auch sein mögen. Als billige und sparsame Technik tragen sie naturgemäß stark zum Mehrverbrauch bei. Die spezifische Umweltverbesserung ergibt meist also keine absolute Umweltentlastung. Dafür seien Beispiele des motorisierten Straßenverkehrs angeführt. Der indische Tata-Konzern produziert sowohl ein Auto als auch einen Kleinlastwagen nach den Prinzipien fruga-

„Frugale Innovationen sind nicht per se umweltfreundlich.“

ler Innovation. Einfachheit und Ressourceneffizienz auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen ermöglichen einen Kleinwagen für vier Personen, den Nano für rund 1.900 US-Dollar. Der nach gleichen Prinzipien hergestellte Kleinlastwagen kostet rund 5.000 US-Dollar. Er wird auch in Afrika verkauft. Dort bietet die Firma Mobius für den afrikanischen Gebrauch einen billigen, einfachen und robusten Geländewagen für kommerzielle Zwecke an, der auf „non-essential components“ verzichtet und einfach instandzuhalten ist (Selamta 2013). Natürlich beschleunigt dies die allgemeine Motorisierung. Den Effizienzgewinnen stehen also Rebound- und Wachstumseffekte gegenüber. Als alternativer Entwicklungspfad ist dies dennoch von Interesse. Dies gilt besonders dann, wenn frugale Innovationen Fahrzeuge oder Geräte mit hohem Energieverbrauch in Industrieländern substituieren. In dieser Hinsicht können sie sehr wohl zu einem technischen Wandel hin zu nachhaltigerer Technik beitragen.

## 5 Lead-Märkte für frugale Innovationen

Lead-Märkte für Öko-Innovationen in Industrie- und Schwellenländern waren bisher die nationale Startbahn, auf denen die neue Technik die nötige Beschleunigung für die Diffusion in internationale Märkte erhielt. Dazu trugen besondere Vorteile dieses nationalen Marktes bei. Im Falle umweltfreundlicher Technologien kam zu diesen Vorteilen zumeist die aktive Förderung des Staates hinzu.

Lead-Märkte in Entwicklungsländern können nun aber diese Vorteilsstruktur bisher nicht oder nur eingeschränkt bieten: Zunächst einmal fehlt die zahlungskräftige Nachfrage reicher Länder. Die referierten Beispiele zeigen überdies oft kein besonderes Engagement des Staates. Hinzu kommen weitere Defizite der oben genannten Voraussetzungen, so etwa die fehlende Infrastruktur. Welches Bild ergibt sich bei den frugalen Innovationen? Wieso waren sie gleichwohl erfolgreich? Und worin besteht ihr Lead-Markt-Potenzial?

Tiwari und Herstatt, die dem Thema mehrere Studien gewidmet haben, beschreiben „Indien als Lead-Markt für viele frugale Innovationen“. Sie vertreten die These, dass Lead-Märkte nicht auf die reichen Länder beschränkt sind: „Developing country lead markets enjoy large economies of scale in their respective field. (...) Developing country lead markets

enjoy significant technological capabilities in their respective field. (...) A developing country lead market finds its lag markets firstly in countries with comparable socio-economic conditions or in comparable niches of developed countries. Over time, R & D capabilities experience a shift from the place of invention to a developing country lead market“ (Tiwari/Herstatt 2012).

Lead-Märkte umweltfreundlicher Technik in Entwicklungsländern dienen der umweltpolitisch gewollten globalen Technikdiffusion, indem sie den bisher vernachlässigten Rest der Welt erfassen.

## 6 Zwei Modelle des Technologietransfers in Entwicklungsländer

Dem westlichen Verständnis von Öko-Innovationen und dem in Ländern wie Indien entwickelten Konzept der frugalen Innovationen lassen sich zwei unterschiedliche Konzepte des möglichen Technologietransfers zuordnen. Dies ist zum einen das traditionelle Übernahmmodell für umweltfreundliche Technologien aus Industrieländern und zum anderen das Modell eigenständiger Innovationen in einem Schwellen- oder Entwicklungsland in Anlehnung an oder in Kooperation mit westlichen Ländern.

### 6.1 Das traditionelle Übernahmmodell

Die Vorstellung einer bloßen Übernahme der hochentwickelten Technologie aus Industrieländern mit unterschiedlichen Fördermechanismen ist nach wie vor verbreitet. Stellvertretend für andere Institutionen sei für dies Modell die Weltbank zitiert. Sie empfiehlt: „(...) low-income countries should focus on adapting and disseminating technologies already developed and demonstrated“ (World Bank 2012). Dafür werden in einer anderen Weltbank-Studie Hilfestellungen aller Art für Entwicklungsländer thematisiert zur Steigerung der „Aufnahmefähigkeit“ für Innovationen aus entwickelten Pionierländern (World Bank 2012). Konsequenterweise wird für die Förderung des Technologietransfers die Stärkung der „intellectual property rights“ gefordert. Desgleichen empfehlen Weltbank-Autoren den Abbau von Handels- und Investitionsbeschränkungen und eine Verbesserung der „technological absorptive capacities“ der Entwicklungsländer. Prämisse ist jeweils: „their role in innovation is limited“ (Glachant et al. 2013). Dem hier umrissenen Ansatz des Technologietransfers folgen auch das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) und das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) im Grundsatz. „Technology needs“ der Entwicklungsländer und entsprechende finanzielle und technologische Hilfestellungen der Industrieländer stehen dabei im Vordergrund. Eine neuere UNEP-Studie betont allerdings die wachsende Bedeutung des Süd-Süd-Transfers (UNEP 2013).

Offensichtlich unterschätzt der herkömmliche Ansatz die Transfer-Probleme von Hightech-Innovationen, die nur in reichen Ländern entstehen konnten. Vor allem aber unterschätzt

## „Firmen aus Industrieländern können in Kooperation mit örtlichen Firmen die Zukunftsmärkte für frugale Innovationen erschließen.“

er das erhebliche Potenzial und die hohe Attraktivität frugaler Innovationen in Entwicklungsländern und auf Nischenmärkten der Industrieländer. Sie sind längst nicht mehr nur „Arme-Leute-Innovationen“ (Sehgal 2010).

### 6.2 Das Modell eigenständiger, aber kooperativer frugaler Innovationen in Schwellen- und Entwicklungsländern

Für den Ansatz der Förderung von Lead-Märkten für frugale Innovationen in den Ländern des Südens ist die Empfehlung von Tiwari und Herstatt kennzeichnend: „Western multinationals could use India's lead market function to design frugal products that would have better chances of success in the low-income yet growing markets of developing economies“ (Tiwari/Herstatt 2012).

In der Tat hat sich eine ganze Reihe westlicher Konzerne in der Lage gezeigt, frugale Innovationen für die Märkte entwickelter Länder anzubieten. Es gibt zahlreiche Beispiele von Firmen aus westlichen Ländern, die in dieser frühen Phase auf den Lead-Märkten aktiv geworden sind.

Dazu gehört der A-Star der indischen Firma Maruti, die in den frühen 1980er Jahren von dem japanischen Unternehmen Suzuki und der indischen Regierung gegründet wurde. Die indische Regierung gab später ihren Mehrheitsanteil auf. Der zunächst in Japan verkaufte Wagen erlangte in Indien Marktführerschaft und höhere Verkaufsziffern als im Ursprungsland (Tiwari/Herstatt 2012). Noch erfolgreicher war Nokia mit seinem Nokia 1100, das für Länder wie Indien entwickelt wurde. Das sehr billige Mobiltelefon mit wenigen Funktionen aber längerer Nutzungsdauer der Batterie wurde zum globalen Bestseller, nicht zuletzt auch in Afrika. Er wurde am Ende auch in Industrieländern erfolgreich vermarktet (Sehgal et al. 2010). Nicht zufällig reichen die heutigen Preise der verkauften Mobiltelefone auch in Ländern der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) von zweistelligen bis zu vierstelligen Eurobeträgen. Auf die Entwicklung frugaler Technik für Entwicklungsländer sind auch einige Forschungseinrichtungen in Europa und den USA spezialisiert. Dazu gehört unter anderem das Frugal Innovation Lab der Santa Clara University, School of Engineering in den USA.

Bei diesem Typus des Engagements von Industrieländern werden Produkte primär oder ausschließlich für die Zwecke von Entwicklungsländern entwickelt. So bietet die hessische Firma Kirchner Solar Solaranlagen für Uganda an, die die Sendemasten des Mobilfunks nutzen und die hier zur Stromerzeugung eingesetzten Dieselmotoren ersetzen. Eine Ausweitung des Marktes ist mit Hilfe der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) vorgesehen (SZ 24.7.2013). Ähnlich verkauft die Firma Donauer Solartechnik Vertriebs-GmbH aus Gilching Solaranlagen an Entwicklungsländer, die mit den verbreitet genutzten Dieselgeneratoren kombiniert werden können.

Der eingeschlagene Hightech-Pfad der Industrieländer besitzt mit seiner entwickelten Forschungslandschaft und Infrastruktur so starke Pfadabhängigkeit, dass er so schnell nicht verlassen werden dürfte. Er hat weiterhin einen massiven Demonstrationseffekt, auch für Schwellen- und Entwicklungsländer. Ebenso gibt es aber auch eine Tradition quasi-frugaler Nischenmärkte in westlichen Ländern. Insgesamt ist daher eine Zweistufigkeit der Innovationsdiffusion relevant geworden. Von der ersten Stufe der Hightech-Variante für die OECD-Welt bis hin zur zweiten Stufe der frugalen Variante, die entweder als Eigenentwicklung oder über die Kooperationen mit Firmen aus Entwicklungsländern entwickelt und vermarktet wird. Entsprechend zweistufig wäre der Lead-Markt-Prozess. Firmen, die mit Umweltinnovationen auf Lead-Märkten der Industrieländer erfolgreich waren, können sich in Kooperation mit örtlichen Firmen an der Bildung von Lead-Märkten für frugale Varianten dieser Innovationen in Schwellen- oder auch Entwicklungsländern beteiligen. Das sind immerhin Zukunftsmärkte des 21. Jahrhunderts. Und sie betreffen den größeren Teil der Menschheit.

Das Potenzial der neuen frugalen clean technologies wird von Stuart L. Hart, hier für die USA, als dramatische Herausforderung gesehen: „Many emerging clean technologies, including batteries, fuel cells, distributed generation, point-of-use water treatment, and biomaterials, are disruptive to existing U. S. infrastructure and business models“. Die Märkte der Zukunft bildeten „the large underserved populations at the base of the pyramid. (...) The U. S. will be left on the sidelines if it can't retool its clean-tech economy to meet the needs of this vast market“ (Hart 2011). Empfohlen wird eine kooperative Lead-Markt-Strategie für Schwellenländer mit Rückwirkungen nach oben und unten für die globale Pyramide: „The U. S. government should design incentives and policies that enable and encourage the nation's companies and entrepreneurs to incubate clean-tech businesses first in emerging markets, fostering symbiotic technology commercialization relationships with the Chinese, Indians, and others“ (Hart 2011).

### 6.3 Die potenzielle Süd-Nord-Expansion

Natürlich muss damit gerechnet werden, dass billige und einfache Produkte aus Entwicklungsländern ihren Lead-Markt-Erfolg auf den begehrten Märkten der Industrieländer

fortsetzen. Ein Beispiel ist der sehr einfache und billige Traktor der indischen Firma Mahindra & Mahindra, der am Ende auch in den USA erfolgreich vermarktet wurde (Sehgal 2010). Ähnlich wurde das, zunächst auch in Kooperation mit einer westlichen Firma, von der Firma Galanz in China entwickelte billige und hoch energieeffiziente Mikrowellen-Gerät in einer späteren Phase in 68 Ländern, darunter Industrieländern erfolgreich vermarktet (Gray 2011). Ein anderer Erfolgsfall ist die indische Firma Suzlon, die zumindest in ihren Anfängen 1995 der indischen Tradition einfacher und kostengünstiger Technik verpflichtet und dadurch auf dem indischen Markt rasch erfolgreich war. Dass die Windenergie in Indien nicht auf Subventionen angewiesen ist, dürfte auch Suzlon zu verdanken sein. Die Firma ist inzwischen weltweit der fünftgrößte Windanlagenproduzent mit 13.000 Beschäftigten. Exporte gehen auch in Industrieländer, wozu auch der Kauf der deutschen Firma Repower beitrug. Zumindest in der Firmenphilosophie ist der Konzern weiterhin dezidiert der nachhaltigen Entwicklung verpflichtet.

Ob sich bereits ein Süd-Nord-Trend in dieser Hinsicht abzeichnet (Sehgal 2010), bleibt jedoch dahingestellt. Die massive Pfadabhängigkeit der Hightech-Entwicklung in den Industrieländern kann nicht übersehen werden. Umgekehrt sind aber Nischenmärkte frugaler Innovationen in der OECD-Welt, wie gezeigt, in Einzelfällen bereits vorhanden. Das betrifft die sogenannte „reverse innovation“, womit gemeint ist, dass „frugal products will likely ‚trickle up‘ to the industrialized world“ (Gray 2011, ähnlich Hart 2011). Gelegentlich wird ein solcher Trend auch als alarmierende Entwicklung beschworen. Verwiesen wird unter anderem auf die Erfolge der indischen Service-Industrie auf dem amerikanischen Markt.

## 7 Schlussfolgerungen

Die Ausbreitung von umweltfreundlichen Technologien hat zwar ein beachtliches Tempo erreicht. Auch reicht sie mitunter bis in Schwellenländer wie China, Indien oder Brasilien. Insgesamt erreicht sie aber nicht das Ausbreitungsniveau, das eine globale nachhaltige Entwicklung erfordert. Deshalb sind originäre Öko-Innovationen unerlässlich, die den Gegebenheiten von Entwicklungsländern entsprechen. Frugale Innovationen haben in dieser Hinsicht ein beachtliches Potenzial offenbart. Dies Potenzial ergibt sich erstens dadurch, dass diese Technik einfach, robust und billig ist. Sie spart zweitens Ressourcen, tendenziell auf jeder Wertschöpfungsstufe. Sie setzt drittens nicht auf hohe Gewinnmargen sondern auf die Skaleneffekte der großen Märkte der Schwellen- und Entwicklungsländer. Und sie basiert viertens auf Geschäftsmodellen, bei denen die Vermarktung durch Netzwerke und gemeinsame Überzeugungen begünstigt wird.

Zusammen mit frugalen Varianten westlicher clean technology könnten frugale Technologien aus Schwellen- und Entwicklungsländern zu einer weitgehenden globalen Marktdurchdringung mit umweltfreundlicher Technik beitragen.

Der damit verbundene Beitrag zu einer nachhaltigeren Wirtschaftsentwicklung ist jedenfalls beim Ressourcenverbrauch offenkundig.

Im Hinblick auf die Ausgangsmärkte entscheidend ist aber dies: Die klassischen Lead-Märkte der Industrieländer verfügen über Marktvorteile, die bei frugalen Innovationen in Entwicklungsländern im Regelfall bisher fehlen oder noch schwach entwickelt sind. Oft fehlt den frugalen Innovationen in Entwicklungsländern die Marktförderung durch den Staat (regulatory advantage), die zahlungskräftige Nachfrage einer umweltbewussten Käuferschicht (demand advantage) und die Infrastruktur insbesondere im Forschungsbereich. In der Regel fehlen auch die Transfervorteile. Man denke an die Vorteile, die Länder wie Deutschland und Dänemark durch die globale Ausbreitung von Einspeisevergütungen und Ausbauzielen für grünen Strom oder durch die von diesen Ländern geförderten Gründung der Internationale Organisation für Erneuerbare Energien hatten. Hinzu kam eine breite Palette von bilateralen und multi-lateralen Fördermaßnahmen. Die entscheidende Paradoxie frugaler Innovationen liegt nun aber gerade darin, dass sie aus dem Mangel an eben diesen Voraussetzungen erwachsen. Positiv formuliert: Sie funktionieren auch so.

Dennoch bestehen hier wesentliche Restriktionen. Frugale Innovationen in Entwicklungsländern erfordern wegen der geringen Gewinnmargen hohe Skaleneffekte auf großen Märkten. Und die setzen Vermarktungskapazitäten voraus, die dort oft fehlen, auch wenn die Vermarktung über „Netzwerke von Überzeugungstätern“ eine ernstzunehmende Alternative ist. Insgesamt ist das Potenzial frugaler Lead-Märkte in Entwicklungsländern bei weitem nicht erschlossen. Oft wird die gleiche frugale Technik, beispielsweise Solarlampen, Solarkocher oder Wasserreiniger, von unterschiedlichen Anbietern in unterschiedlichen Ländern angeboten, ohne dass es für einzelne Unternehmen zu den nötigen Mengeneffekten kommt. Eine erfolgreiche Süd-Süd- oder gar Süd-Nord-Expansion ist nur wenigen großen Unternehmen wie dem indischen Suzlon oder der chinesischen Firma Galanz gelungen ist.

Dass es Lead-Märkte für frugale Innovationen in Entwicklungsländern gibt, die, wie etwa die chinesischen solaren Warmwasseranlagen, ohne gezielte staatliche Förderung entstanden, ist kein Grund, auf anspruchsvollere Strategien zu verzichten. Das galt auch schon für die Industrieländer. Denn Märkte haben auch dort im Normalbetrieb Umweltinnovationen hervorgebracht. Aber nicht in ausreichendem Maße, nicht mit ausreichendem Tempo und Diffusionsniveau. Das gab den Anlass für die Strategie eines politischen „Green New Deal“ (Jänicke 2012). Für die Lead-Märkte frugaler Technik in Entwicklungs- und Schwellenländern gilt das ebenso. Gerade weil sie fallweise auch unter sehr ungünstigen Voraussetzungen entstanden, besteht hier ein erhebliches Potenzial zusätzlicher Förderung im Interesse globaler Nachhaltigkeit.

Dafür sind zusätzliche Hebel erforderlich. Hier kann zunächst an der besten Praxis von Unternehmen mit entsprechender Erfahrung angesetzt werden. Einen hohen Stellen-

## „Frugale Innovationen können in den Industrieländern eine schöpferische Zerstörung der Hightech-Varianten umweltfreundlicher Technik bewirken.“

wert haben Kooperationen von Clean-Tech-Unternehmen entwickelter Länder mit Firmen in Entwicklungsländern. Das betrifft nicht zuletzt Kooperationen im Bereich Forschung und Entwicklung vor Ort. Hier können staatliche Institutionen als Moderatoren wirken. Der bilaterale Wissenstransfer und die bilaterale Vernetzung sind wichtig. Durch gezielte Fördermaßnahmen, etwa über den neuen Klimafonds, können nicht zuletzt auch Investitionsrisiken verringert werden.

Reichen Ländern, die den Weg nachhaltiger Entwicklung auch im eigenen Lande über den Mechanismus frugaler Technik beschreiten möchten, wird vermutlich einige Courage gegenüber der eigenen Industrie abverlangt. Schließlich kann dieser Innovationstypus eine schöpferische Zerstörung bei den Hightech-Varianten umweltfreundlicher und auch sonstiger Technik bewirken. Ohne Zweifel hat er das Potenzial einer „disruptiven Technik“ (Hart 2011). Wer sie gleichwohl fördern will, kann neben informationellen Instrumenten wie dem Blauen Engel oder staatlicher Nachfrage auch eine differenzierte Mehrwertsteuer für frugale Innovationen einführen. Insbesondere könnte die europäische Öko-Design-Richtlinie in diesem Sinne weiterentwickelt werden.

Das könnte auf das Nebeneinander von Hightech- und Lowtech-Varianten umweltfreundlicher Technik hinauslaufen. Wir kennen dieses Nebeneinander bereits zum Beispiel im Bereich der Mobiltelefone. Eine Koexistenz der Hightech-Variante mit der Billigvariante ist als moderate Übergangsphase auf dem Pfad hin zu vorrangig ressourcensparenden, frugalen Technologien denkbar. Davon sind wir noch weit entfernt. Derzeit ist es noch problemlos möglich, dass Volkswagen dem sparsamsten und billigsten Auto der Welt, dem Nano von Tata für knapp 2.000 Euro, das noch sparsamere Hightech-Ökomobil XL 1 für 111.000 Euro entgegengesetzt (dpa/Tsp. 2.9.2013). Bisher kann die Öko-Hochtechnologie der OECD-Welt also noch mit dem üblichen Preisaufschlag für Umweltqualität operieren, auch dort, wo längst der praktische Beweis dafür erbracht wird, dass Ökologie die billigere Lösung ist.

### Anmerkung

Für Anregungen und kritische Hinweise danke ich Rainer Quitzow.

### Literatur

- Beise, M./Blazejczak, J./Edler, D./Jacob, K./Jänicke, M./Loew, Th./Petschow, U./Rennings, K. (2003): The Emergence of Lead Markets for Environmental Innovations. In: Horbach, J./Huber, J./Schulz, Th. (Hrsg.): Nachhaltige Innovation. Rahmenbedingungen für Umweltnnovationen, München.
- Chandler, J. (2009): Trendy Solutions: Why Do States Adopt Sustainable Energy Portfolio Standards? In: Energy Policy 37, S. 3247–3281.
- Dickel, S. (2013): Nutzergetriebene Innovationen für die Green Economy – Von der Dynamik des Selbermachens. In: Ökologisches Wirtschaften, 3/2013.
- Falkner, R. (Ed.) (2013): The Handbook of Global Climate and Environmental Policy.
- GIZ (2012): Green and Inclusive Business in India: Review and Survey Evaluation.
- GIZ (2012a): Green and Inclusive Business in South Africa: Review and Survey Evaluation.
- Glachant, M./Dussaux, D. Ménière, Y./Dechezlepretre, A. (2013): Greening Global Value Chains – Innovation and the International Diffusion of Technologies and Knowledge, The World Bank, Policy Research Working Paper 6467.
- Gray, J. (2011): Bull market for frugal engineering. In: High Growth Market Magazine, Sept. 2011.
- Hart, St. L. (2011): The Clean-Tech Economy at the Base of the Pyramid. In: Harvard Business Review Network, May 31, 2011.
- Jänicke, M. (2012): Megatrend Umweltnnovation, 2. Aufl. München.
- OECD (2011): Towards Green Growth, Paris.
- Popp, D. (2012): The Role of Technology Change in Green Growth, The World Bank – Policy Research Working Paper 6239.
- Quitzow, R. (2013): The Co-evolution of Policy, Market and Industry in the Solar Energy Sector, FFU-Report O6–2013: Forschungszentrum für Umweltpolitik/Freie Universität Berlin.
- Radjou, N./Prabhu, J./Ahuja, S. (2012): Jugaad Innovation. San Francisco, DC.
- Rennings, K., Smidt, W. (2010): A Lead Market Approach Towards the Emergence and Diffusion of Coal-fired Power Plant Technology. In: Politica Economica XXVII, n. 2. S. 301–327.
- REN21 (2013): Renewables 2013. Global Status Report, Paris.
- Rose, R. (1993): Lesson-Drawing in Public Policy. A Guide to Learning across Time and Space, Chatham, N. J.
- Sharma, A./Gopalkrishnan, R. I. (2012): Resource-constrained Product Development: Implications for Green Marketing and Green Supply Chains. In: Industrial Marketing Management 41. S. 599–608.
- Shaw, W. (2013): Frugal innovation: adapting local tech where to-of-the-range is out of reach. In: Wired Magazine, May 2013.
- Tiwari, R./Herstatt, C. (2012): India – A Lead Market for Frugal Innovations? Hamburg University of Technology, Working Paper No. 67.
- Tiwari, R./Herstatt, C. (2012a): Frugal Innovations for the ‚Unerved‘ Customer: An Assessment of India’s Attractiveness as a Lead Market for Cost-effective Products, Hamburg University of Technology, Working Paper No. 69.
- UNEP (2013): Green Economy and Trade – Trends, Challenges and Opportunities. Im Internet unter: <http://www.unep/greeneconomy/GreenEconomyandTrade>.
- World Bank (2012): Inclusive Green Growth, Washington, D. C.

### AUTOR + KONTAKT

**Dr. Martin Jänicke** ist Professor am Environmental Policy Research Centre der Freien Universität Berlin, Senior Fellow des Institute for Advanced Sustainability Studies und Mitglied des wissenschaftlichen Beirates des Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.



Environmental Policy Research Centre,  
Freie Universität Berlin, Patschkauer Weg 51,  
14195 Berlin. Tel.: +49 30 8325315.