

# Welche Auswirkungen hat eine weltweite Verteuerung von Rohstoffen auf die künftige Energieversorgung ?

von [Dieter Herrmann](#)

e-mail [Dieter.Herrmann@energie-fakten.de](mailto:Dieter.Herrmann@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - vereinfachte Kurzfassung

Zwischen Mitte 2003 und Frühjahr 2004 sind die Preise vieler nicht-energetischer Rohstoffe auf den Weltmärkten sprunghaft angestiegen. Rohstoffpreise waren plötzlich ein öffentliches Thema. Vor allem von China mit seiner boomenden Wirtschaft wurde berichtet, dass es im großen Stil einkauft. Inzwischen hat sich dieser Preisauftrieb etwas verlangsamt. Seinen Platz im öffentlichen Bewusstsein hat die noch stärker spürbare Verteuerung von Erdöl und Erdgas eingenommen. Dennoch bleibt die Frage, ob nicht ein Zusammenhang zwischen beidem besteht, und wie es weiter geht, sowohl mit den Rohstoff- als auch den Energiepreisen ?

Wie an Hand von Wirtschaftsdaten gezeigt werden kann, hat sich im Verhältnis von Konjunktur der Industrieländer und Rohstoffpreisen seit einigen Jahren Grundlegendes verändert. Während die Preise bis Ende 2001 fast proportional zur Konjunktur stiegen oder fielen, sind ihrem Sinken durch die wachsende Nachfrage Dritter inzwischen

enge Grenzen gesetzt. Damit bleibt die in Konjunkturflauten früher übliche Entlastung durch sinkende Rohstoffimportpreise aus. Gleichzeitig verstärken arbeitssparender technologischer Fortschritt und Produktionsverlagerungen die negativen sozialen Folgen eines zu geringen Wachstums. Unter diesen Bedingungen wird Wachstumsbeschleunigung immer mehr zu einer Schlüsselfrage sozialer Stabilität. Ein mit fortschreitender Globalisierung zunehmend weltweites Wachstum dürfte aber den weltweiten Rohstoff- und Energiebedarf weiter kräftig ansteigen lassen, ihn langfristig vervielfachen.

Durch technologischen Fortschritt, vor allem eine immer intelligentere Robotik, ist es prinzipiell möglich, die Gewinnung und Rückgewinnung von Rohstoffen erheblich auszudehnen sowie gleichzeitig sicherer und umweltfreundlicher zu machen. Hinreichende Bedingung ist eine ebenbürtige Energieversorgung. Diese muss einen dann weltweit stark wachsenden Bedarf vor allem an elektrischer Energie (Grundlast) und Prozesswärme

decken können, und zwar weitgehend unabhängig von unterschiedlichen Standortbedingungen vergleichbar schnell, sicher, umweltfreundlich und wirtschaftlich. Wichtige Beiträge sind dabei von Energieeinsparung, effizienterer Nutzung fossiler Brennstoffe und dem Einsatz regenerativer Energien zu erwarten, die aber allesamt auch ihre prinzipiellen Grenzen haben. Allein Kernenergie (Kernspaltung, später ggf. ergänzt durch Kernfusion) hat das Potenzial, solchen qualitativen und quantitativen neuen Anforderungen in zunehmender Breite dauerhaft gerecht zu werden. Konsequenterweise weitergedacht heißt das: Unter sich entsprechend verändernden globalen Bedingungen kann nicht länger der Ausstieg aus der Nutzung, sondern muss das Ausschöpfen weiterer Verbesserungsmöglichkeiten dieser leistungsfähigen Energiequelle das „Gebot der Stunde“ sein. Das betrifft deren Sicherheit und Umweltfreundlichkeit ebenso wie Anwendungsbreite und Wirtschaftlichkeit.

# Welche Auswirkungen hat eine weltweite Verteuerung von Rohstoffen auf die künftige Energieversorgung ?

von [Dieter Herrmann](#)

e-mail [Dieter.Herrmann@energie-fakten.de](mailto:Dieter.Herrmann@energie-fakten.de)

## Hier die Fakten - Langfassung

Zur Beantwortung der Frage sind folgende Aspekte zu untersuchen:

1. Ist die gegenwärtige Verteuerung von Rohstoffen nur eine kurze Episode, oder ist sie Teil einer generellen Trendwende in der Entwicklung globaler Rohstoffversorgung ?
2. Wenn Trendwende - wo stehen wir heute, und wohin geht die Reise ?
3. Was heißt das für die künftige Entwicklung der Energieversorgung ?

Die erste Einzelfrage bezieht sich auf grundlegende Alternativen der künftigen Entwicklung globaler Rohstoffversorgung. Sie ist nur scheinbar noch völlig offen. Eine gezielte Analyse der jüngeren Vergangenheitsentwicklung macht deutlich, dass die Veränderungen der letzten Jahre qualitativer Natur sind und eine grundlegende Weichenstellung beinhalten.

### **1. Generelle Trendwende in der Entwicklung globaler Rohstoffversorgung**

Unter „genereller Trendwende“

in der Entwicklung globaler Rohstoffversorgung werden grundlegende Veränderungen in Nachfrage und Angebot bei nicht-energetischen Rohstoffen verstanden, die auf objektive übergeordnete Ursachen zurückgehen und weit reichende Konsequenzen haben. Um sich vorausschauend darauf einstellen zu können, müssen diesbezügliche Anzeichen in einem möglichst frühen Stadium erkannt werden. Zum Beispiel können Preisveränderungen, die wegen der unterstellten übergeordneten Ursachen für unterschiedlichste Rohstoffe ganz ähnlich ausfallen und Abweichungen vom bisher Üblichen signalisieren, solche Anzeichen sein.

Als Indikator eignen sich „mittlere Rohstoffpreise“, in denen Besonderheiten der einzelnen Rohstoffe ausgemittelt, die aus übergeordneten Ursachen resultierenden Gemeinsamkeiten hingegen hervorgehoben werden. Allerdings müssen die hier gesuchten von anderen kollektiven Preisveränderungen unterschieden werden, wie sie sich besonders aus dem ständigen Auf und

Ab der Konjunktur, aber auch aus Spekulation, Inflation und weiteren Einflüssen allgemeiner Art ergeben. Vereinfachend wird hier mit einem „mittleren Metallpreis“ gearbeitet, der die weltweit gehandelten und wirtschaftlich breit genutzten Nicht-eisenmetalle Aluminium, Blei, Kupfer, Nickel, Zink, Zinn sowie eine gängige Messing-Basislegierung beinhaltet. Der Einfluss der Konjunktur wird analog über einen „mittleren Aktienkurs“ berücksichtigt, der für entwickelte Industrieländer repräsentativ ist und die einschlägigen Aktienindizes Dax, Dow Jones, Euro Stoxx 50, Nasdaq und Nikkei enthält.

Vorab zeigen Vergleiche auf Basis arbeitstäglicher Daten, dass der mittlere Metallpreis mit jeweils wenigen Tagen Nachlauf in etwa den Schwankungen des mittleren Aktienkurses folgt. Das zeigt den generellen Einfluss der Konjunktur auf Nachfrage und Preise bei Rohstoffen. Wie aus der zeitlich geglätteten Darstellung (siehe Abb.) zu erkennen ist, hat sich der auf \$-Basis berechnete mittlere Metallpreis zwischen Herbst 2001 und Mitte

## LANGFASSUNG

2005 von ca. 0,9 auf 1,8 verdoppelt. Im selben Zeitraum gab der entsprechende mittlere Aktienkurs bis Frühjahr 2003 zunächst weiter kräftig nach. Erst nach weiterer massiver Senkung von Leitzinsen zwischen Ende 2002 und Mitte 2003 auf z. T. historische Tiefststände stieg er verhalten wieder an. Es fällt auf, dass Metallpreis und Aktienkurs, die sich zuvor im Wesentlichen parallel entwickelten, seither deutlich auseinanderlaufen. Das ist zweifellos eine qualitative Veränderung.

2001 ablösen. Der Verlauf knapp unter 1,0 vor diesem Zeitpunkt ist so zu deuten, dass die Rohstoffpreise im Wesentlichen durch die konjunkturbedingte Nachfrage entwickelter Industrieländern bestimmt wurden. Der sehr geringe zeitliche Anstieg deutet zugleich auf ein relativ stabiles Marktgleichgewicht hin. Im Gegensatz hierzu spricht der rasche Anstieg des Trends im Zeitraum danach für dynamische Veränderungen, wie sie für zeitlich begrenzte Übergangsprozesse charakteristisch sind. Dabei wird

bevölkerungsreicher Länder wie China und Indien, die sich seit geraumer Zeit wirtschaftlich rasch und vielseitig entwickeln. Für die Unumkehrbarkeit der eingeleiteten Veränderungen spricht vor allem aber die sich wandelnde Interessenlage von Industrieländern. Neben generellem Interesse an Ressourcenschonung und Umweltschutz sind viele auch als Netto-Rohstoffimporteure an geringem Rohstoffverbrauch und einer damit möglichen Begrenzung von Nachfrage und Importpreisen interessiert.

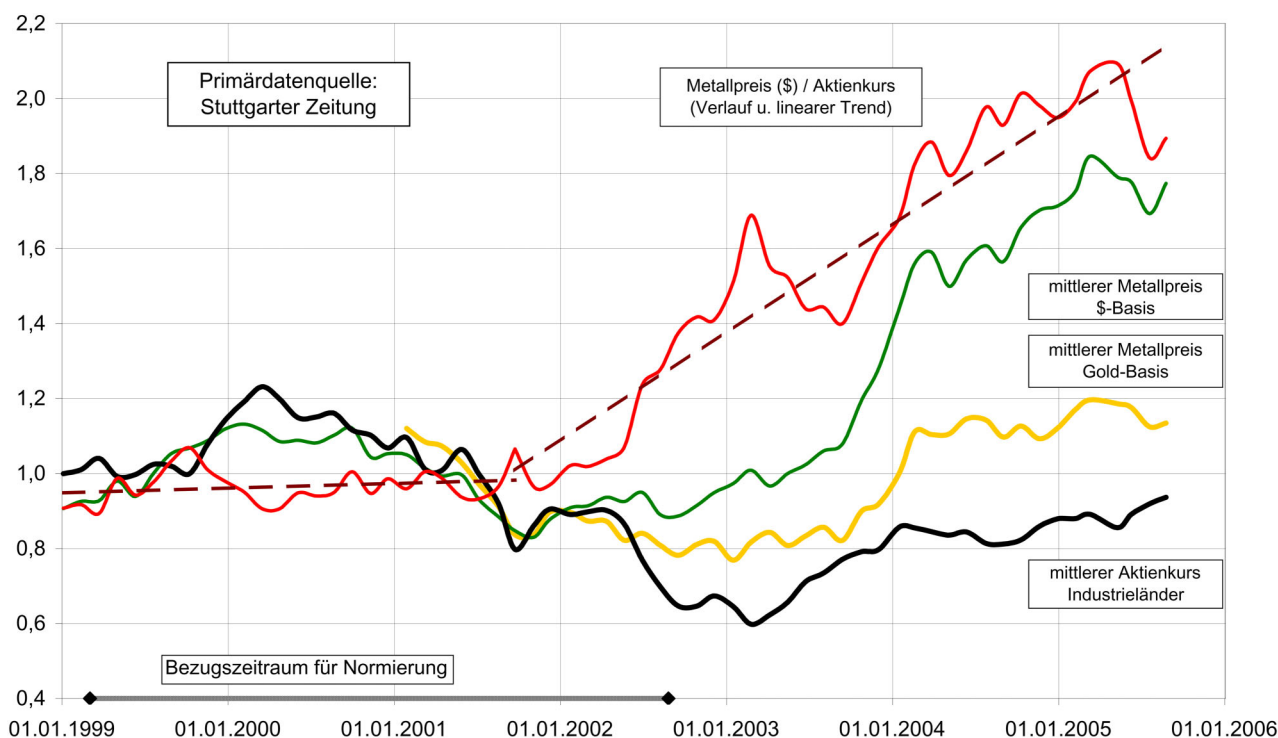


Abb.: Entwicklung des „mittleren Metallpreises“ in Relation zum „mittleren Aktienkurs“

Diese Veränderung kann noch deutlicher sichtbar gemacht werden, wenn die zeitliche Entwicklung des mittleren Metallpreises auf die des mittleren Aktienkurses bezogen wird. Das Ergebnis (siehe Abb.) lässt sich in guter Näherung durch zwei deutlich unterscheidbare lineare Trends beschreiben, die sich im Herbst

der nach wie vor bestehende Einfluss der Konjunktur in entwickelten Industrieländern auf die Rohstoffpreise mehr und mehr von anderen Faktoren überlagert, die einen hiervon unabhängigen Preisauftrieb bewirken.

Zu solchen Faktoren zählt offensichtlich die wachsende zahlungsfähige Rohstoffnachfrage

Die hierfür notwendigen relativen Verbrauchssenkungen ergeben sich sowohl aus dauerhaft wirkenden technischen Verbesserungen als auch aus moderatem Wirtschaftswachstum und anderen zeitlich begrenzten Effekten. Besonders Länder mit einem großen Vorsprung an materieller, infrastruktureller und

## LANGFASSUNG

technologischer Entwicklung sind durchaus in der Lage, eine längere Periode geringen Wachstums durchzustehen, ohne damit Lebensstandard, Zukunftsfähigkeit und gesellschaftliche Stabilität zu gefährden.

Die „sozialen Nebenwirkungen“ nehmen allerdings zu, wenn durch stürmischen technologischen Fortschritt (z. B. Robotisierung) bzw. fortschreitende Produktionsverlagerung im Zuge der Globalisierung zunehmend mehr Arbeitsplätze verloren gehen, als bei begrenztem Wachstum neue entstehen. Und sie werden untragbar, wenn gleichzeitig der damit bislang verbundene Vorteil niedriger Rohstoffimportpreise in Folge konkurrierender Rohstoffnachfrage verloren geht. Wie die oben erwähnten drastischen Leitzinssenkungen und weitere Maßnahmen belegen, wurde inzwischen längst ein Politikwandel in Richtung Beschleunigung des Wirtschaftswachstums vollzogen. In dem Maße wie sich dabei Erfolge einstellen, nimmt auch in Industrieländern der Rohstoffbedarf wieder zu. Das heißt, die Grundlagen des zuvor auf Nachfragebegrenzung beruhenden Marktgleichgewichtes werden weiter zerstört. Möglich bleibt nur die Fortsetzung der eingeleiteten generellen Trendwende, die letztlich auf eine Marktstabilisierung durch entsprechende Angebots-erweiterung hinausläuft.

### 2. Perspektiven globaler Rohstoffversorgung

In Umbruchsituationen kann sich die Vorausschau künftiger Entwicklung kaum an Trends der Vergangenheit orientieren. Soweit die neuen objektiven

Gegebenheiten aber im Ansatz bereits erkennbar sind, lassen sich hieraus plausible Zukunftsentwürfe ableiten. Dabei muss zwischen dem aktuellem Übergangsprozess und einer nachfolgend wieder relativ stabilen Entwicklung unter veränderten Rahmenbedingungen unterschieden werden. Im ersten Fall geht es um die nächsten Jahre, im zweiten vermutlich um mehrere Jahrzehnte. Während am Übergangsprozess vor allem dessen innere Struktur interessiert, um Aussagen zu Stand und nächsten Schritten ableiten zu können, sind es langfristig die sich unter veränderten Anforderungen und Bedingungen vermutlich durchsetzenden Hauptrichtungen der Entwicklung.

Die innere Struktur des Übergangsprozesses wird durch die nominellen Marktpreise (auf \$-Basis) nur verzerrt widerspiegelt. Grund ist der Einfluss der Spekulation, durch die nicht nur künftig wahrscheinliche Nachfrage- und Angebotsveränderungen, sondern auch allgemeine Zins-, Wechselkurs- oder Inflationsrisiken vorausseilend „eingepreist“, d. h. in den Preisen berücksichtigt werden. Die Verzerrungen allgemeiner Art lassen sich in grober Näherung herausrechnen, indem der mittlere Metallpreis auf den Goldpreis bezogen wird. Wegen der besonderen Rolle des Goldes reflektiert dieser die allgemeinen Risiken gewissermaßen in „Reinstform“.

Der auf Goldbasis berechnete mittlere Metallpreis weist im bisherigen Verlauf (siehe Abb.) drei deutlich unterscheidbare Entwicklungsabschnitte von jeweils 1,5 bis 2 Jahren Dauer auf, die sachlogisch aufeinander aufbauen:

1. Anfang I/2001 bis Ende III/2002: Bei sinkendem Aktienkurs - im Wesentlichen kontinuierlicher (linearer) Rückgang des mittleren Metallpreises (auf Goldbasis) von 1,1 auf 0,8 und Aufbrechen des bisherigen Marktgleichgewichtes.
2. Anfang IV/2002 bis etwa Ende I/2004: Bei zunächst noch sinkendem, danach aber kontinuierlich steigendem Aktienkurs – allmählicher, sich gegen Ende des Abschnitts stark beschleunigender Preisanstieg, insgesamt von 0,8 auf 1,1. Das heißt, vollständige Kompensation der im ersten Entwicklungsabschnitt eingetretenen Preisrückgänge. Der Preis für Erdöl (auf Goldbasis, nicht in der Abb. dargestellt) steigt im selben Zeitraum von etwa 0,9 auf 1,1.
3. Ab Anfang II/2004 bis vorerst Ende III/2005: Ein gegenüber dem 2. Entwicklungsabschnitt deutlich geringerer Zuwachs bei Aktienkurs und Metallpreis. Im selben Zeitraum steigt der Ölpreis sprunghaft von 1,1 auf 1,7. Er wirkt offensichtlich als Wachstumsbremse, und dämpft damit bislang auch den Preisauftrieb bei nicht-energetischen Rohstoffen.

Die Situation in Abschnitt 3 könnte sich in nächster Zukunft noch deutlich wandeln, wenn verstärkt Maßnahmen zur Einsparung und Substitution von Erdöl, wie etwa durch Bau neuer Erdgasimportleitungen, ergriffen werden. Sie helfen einerseits, strukturelle Wachstumshemmnisse zu beseitigen, und sind andererseits selbst mit erheblichem Materialbedarf verbunden. Es gibt somit doppelten Grund, auch gegen Ende des dritten Abschnitts

## LANGFASSUNG

eine stärker wachsende Rohstoffnachfrage und beschleunigten Preisauftrieb zu erwarten.

Hinreichend hohe reale Rohstoffpreise sind Voraussetzung für den Beginn eines zunächst noch hypothetischen vierten und letzten Abschnitts des Übergangsprozesses, in welchem sich gezielte Investitionen zur Einsparung von Rohstoffen in großer Breite zu rentieren beginnen. Durch die weitere Optimierung des Einsatzes und die Substitution teurer gewordener Materialien sowie durch verstärktes Recycling von Sekundärrohstoffen lassen sich noch bedeutende Reserven erschließen. Diese auszuschöpfen dient sowohl der wirtschaftlichen als auch der technologischen Vorbereitung auf eine in Zukunft wieder regelmäßig wachsende Primärproduktion an Rohstoffen. Damit wäre zugleich das Ende des aktuellen Übergangsprozesses erreicht, das bei ungefähr gleicher Dauer aller Entwicklungsabschnitte etwa Ende 2007 zu erwarten ist.

Die Grundzüge der nachfolgenden langfristigen Entwicklung globaler Rohstoffversorgung werden vor allem durch den kommenden weltweiten Bedarf an nicht-energetischen Rohstoffen bestimmt. Dabei ist gedanklich zwischen einem „Nettobedarf“ seitens möglicher Endverbraucher sowie einem wachstumsbedingten „Eigenbedarf“ für die Kapazitätserweiterung der Rohstoffwirtschaft zu unterscheiden. Der tatsächlich zu deckende „Bruttobedarf“ ergibt sich aus der Summe beider Komponenten. Wird der Eigenbedarf vereinfachend als Produkt aus Bruttowachstumsrate und einem

„spezifischen Eigenbedarf“ aufgefasst, ergibt sich folgendes qualitative Bild für die langfristige Entwicklung des weltweiten Bruttobedarfs:

- Nach Jahrzehnten minimaler Erweiterung des Rohstoffangebots bedarf es zunächst einer mehrjährigen Phase des „Einschwingens“ auf stabile Wachstumsraten. Dabei muss vorrangig die Deckung des wachstumsbedingten Eigenbedarfs „hochgefahren“ werden. Signifikante Reduzierungen des Rohstoffpreinsniveaus sind dabei noch nicht zu erwarten.
- Nach dem Einschwingen rückt die Deckung des weltweit wachsenden Nettobedarfs unter relativ stabilen Gleichgewichtsbedingungen von Nachfrage und Angebot in den Vordergrund. Im Interesse globaler Stabilität muss der historisch überkommene Entwicklungsrückstand heutiger Schwellen- und Entwicklungsländer kontinuierlich überwunden werden. Zugleich müssen die Industrieländer ihren Lebensstandard halten und behutsam weiter ausbauen können. Das heißt, bei gleichzeitig wachsender Weltbevölkerung könnte sich der globale Nettobedarf an nicht-energetischen Rohstoffen in den kommenden Jahrzehnten durchaus vervielfachen.
- Schließlich wird auch der spezifische Eigenbedarf zunehmen, je weiter die Produktion nicht-energetischer Rohstoffe insgesamt wächst. Dahinter steht primär die Notwendigkeit, ärmere und schwieriger gewinnbare Naturressourcen

auszubeuten sowie wachsenden Anforderungen an den Schutz von Mensch und Natur gerecht zu werden. Die möglichen „Antworten“ hierauf können nur die selben sein, wie jene auf die Vervielfachung des Nettobedarfs: wissenschaftlich-technischer Fortschritt, Automatisierung, Robotisierung. Alle diese Lösungen sind aber auch mit tendenziell wachsendem Einsatz von Material und Energie, insbesondere elektrischer Energie verbunden.

### 3. Schlussfolgerungen für die künftige Entwicklung der Energieversorgung

Die künftige Entwicklung der Energieversorgung unterliegt den selben übergeordneten globalen Veränderungen wie die Rohstoffversorgung. Darüber hinaus muss sie den spezifischen Anforderungen und Bedingungen, die aus der Entwicklung der Rohstoffversorgung herrühren, gerecht werden. Die Wechselwirkungen zwischen Rohstoff- und Energieversorgung verdienen insofern besondere Beachtung, als beide Bereiche gemeinsam wesentliche materielle Grundlage menschlicher Existenz sind. Vom qualitativen Umbruch in der Entwicklung der Rohstoffversorgung kann die Entwicklung der Energieversorgung nicht unberührt bleiben. Sie wird sich ebenfalls qualitativ verändern. Einen Vorgeschmack hierauf liefern die steigenden Rohstoffpreise, die bereits jetzt materialintensive Energieversorgungslösungen ungleich stärker belasten als technologieintensive.

Zukunftsfähige künftige Lösungen der Energieversorgung



## LANGFASSUNG

müssen den langfristigen Bedürfnissen globaler Rohstoffversorgung in der ganzen Breite gerecht werden. Dabei sind außer der bereits erwähnten Verteuerung von Rohstoffen und Materialien folgende weitere Veränderungen von Bedingungen und Anforderungen zu berücksichtigen:

- Grundsätzliche Fähigkeit zu einer Vervielfachung des globalen Energieangebots und zur langfristigen (brennstoffseitigen) Sicherstellung der Versorgung.
  - Möglichst gute Eignung, wachsenden Grundlastbedarf an elektrischer Energie und Prozesswärme unterschiedlichen Temperaturniveaus kurzfristig und effizient decken zu können. (Beide sind, neben ihrer expandierenden direkten Verwendung beim Endverbraucher, zugleich auch wichtige Grundlage für die Erzeugung synthetischer Brennstoffe, z. B. Wasserstoff).
  - Sicherung weltweiter Vergleichbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit der Energieversorgung, und zwar unabhängig von lokalen Primärenergiequellen oder bereits vorhandener Infrastruktur für umfangreiche Brennstofftransporte.
  - Möglichst geringe und weiter zu minimierende negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.
  - Die Fähigkeit, den vor allem durch Automatisierung / Robotisierung gekennzeichneten technologischen Fortschritt auch für die Weiterentwicklung der Energieversorgung wirksam machen zu können.
- Die einzelnen Optionen bringen

unterschiedliche Voraussetzungen mit, um jenen vielfältigen Anforderungen insgesamt gerecht zu werden:

- Fossile Brennstoffe sind heute das Rückgrat globaler Energieversorgung. Sie sind aber aus Umwelt- und Reserven Gründen wenig geeignet, eine künftige Vervielfachung des globalen Energieangebots zu tragen. Mit ihrer Flexibilität sind sie jedoch weltweit noch lange auf hohem Niveau - dabei zunehmend als eine Art „Joker“ - unverzichtbar beim Aufbau einer qualitativ neuen globalen Energieversorgung.
- Erneuerbare Energien haben den unschätzbaren Vorteil, praktisch nicht versiegende natürliche Energieströme ausnutzen zu können. Dennoch werden sie den komplexen Anforderungen einer qualitativ neuen globalen Energieversorgung nur punktuell gerecht. Größte Hindernisse sind nicht bedarfsgerechte Verfügbarkeit der Energie, geringe Leistungsdichte und entsprechend hohe Materialintensität. Nicht zu vernachlässigen sind ferner die erheblichen Eingriffe in die Umwelt, sobald diese Quellen im großen Maßstab genutzt werden. Der aktuelle technologische Fortschritt kann wenig dazu beitragen, diese Nachteile grundlegend zu überwinden. Ein langfristiger Einsatz regenerativer Energien ist in ausgewählten Fällen sinnvoll. Unverzichtbar sind sie indes für die primäre Elektrifizierung weltweit riesiger, bislang nicht versorgter Regio-

nen, solange im Rahmen unvermeidbarer Insellösungen sehr teure fossile Brennstoffe zu ersetzen sind.

- Eine sehr leistungsfähige, sichere und umweltfreundliche sowie weltweit vergleichbar konkurrenzfähige Energieversorgung ist auf Basis Kernenergie (Kernspaltung) möglich. Beim gegenwärtigen Entwicklungsstand ist sie geeignet, elektrische Grundlast im Rahmen leistungsfähiger Verbundsysteme wirtschaftlich zu decken. Kernenergie bedient damit ein Marktsegment, dessen Bedeutung ganz erheblich zunehmen wird. Eine massive Ausweitung ihres weltweiten Einsatzes verlangt aber weitere Anstrengungen zur Erhöhung von Sicherheit, Umweltfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit, und zwar sowohl bei Errichtung, Betrieb und Entsorgung. Der mit weiteren Fortschritten der Robotik mögliche Rückzug des Menschen aus strahlengefährdeten Arbeitsbereichen eröffnet hierzu völlig neue Möglichkeiten. Davon könnte auch die fortschreitend notwendige Anpassung an weitere Marktsegmente (z. B. Prozess- und Heizwärmeversorgung) oder an besondere Standortbedingungen ganz erheblich profitieren. Auf lange Sicht ist eine Ergänzung oder auch der Ersatz von Kernspaltung durch Kernfusion denkbar. Für die hier besonders interessierenden nächsten Jahrzehnte dürfte dies aber noch keine Rolle spielen. ■