

# Energie und Wachstum

Von

Julien Deleuze  
Vice President, Estin & Co

---

## **Energie und Wachstum, eine Tautologie?**

Von 1965 bis 2015, d. h. in den letzten 50 Jahren, ist die Weltwirtschaft (inflationsbereinigt) im Schnitt um 3,7 % jährlich gewachsen. In derselben Zeit hat der weltweite Energieverbrauch (mengenmäßig) um 2,6 % pro Jahr zugenommen. Analysiert man das weltweite Wirtschaftswachstum und die weltweite Zunahme des Energieverbrauchs der letzten 50 Jahre von Jahr zu Jahr, so zeigt sich eindeutig, dass sie sich gegenseitig bedingen. Je stärker die Wirtschaft wächst, desto mehr steigt der Energieverbrauch – *aber mit einem im Zeitverlauf abnehmenden Korrelationskoeffizienten*. Das heißt: Dank des technologischen Fortschritts erhöht sich der Energiewirkungsgrad (siehe Abbildung 1).

Es gibt keine menschliche Tätigkeit, bei der nicht direkt oder indirekt Energie verbraucht wird. Man braucht Erdöl zur Produktion des für den Verkehrssektor (Luft-, Eisenbahn-, Schiffsverkehr) oder die Landwirtschaft benötigten Treibstoffs, Gas für die Beheizung von Wohnungs- und Industriegebäuden, Gas und Erdöl zur Herstellung von Fertigerzeugnissen (Kunststoffe, Kosmetik usw.), Kohle für die Stahl- und Zementerzeugung (Hoch- und Tiefbau) und Strom (aus Kohle, Gas, Kernenergie oder erneuerbaren Energiequellen) für den Schienen- und Stadtverkehr sowie für die Versorgung privater Haushalte (Beleuchtung, elektrische Haushaltsgeräte) und energieintensiver Industrien (Eisen- und Stahlerzeugung, Metallurgie, Chemie, Glasherstellung usw.).

Auch das digitale Dienstleistungsgeschäft ist ohne Energieverbrauch nicht denkbar. Als Beispiel ist Amazon zu nennen. Zwar handelt es sich dabei um E-Commerce, aber die Entwicklung des Unternehmens basiert weitgehend auf einem physischen Vertriebsnetz einerseits und auf der „physischen“ Digitalbranche (Computer, Smartphones, Server, Leitungen und Glasfaserkabel) andererseits, die jeweils Treibstoff bzw. Energie verbrauchen. *Diese beiden Elemente zusammen entsprechen im Fall von Amazon einem weltweiten Energieverbrauch in der Größenordnung der Jahresproduktion von 1 bis 2 Kernkraftwerken*.

Gleiches gilt auch für Finanzdienstleistungen. In der Branche kommen überwiegend IT-Infrastrukturen und -Hardware (Rechner, Server, Leitungen und Glasfaserkabel) zum Einsatz. Ihr Mehrwert konzentriert sich eindeutig auf die Gehälter ihrer Mitarbeiter, die Wohnung, Heizung und Einrichtung, Essen und Trinken, Kommunikation, Ausbildung sowie medizinische Versorgung benötigen, die mobil sein und sich unterhalten wollen usw. Für all dies wird wiederum Energie verbraucht.

## **Hauptsächlich fossile und damit endliche Energieressourcen**

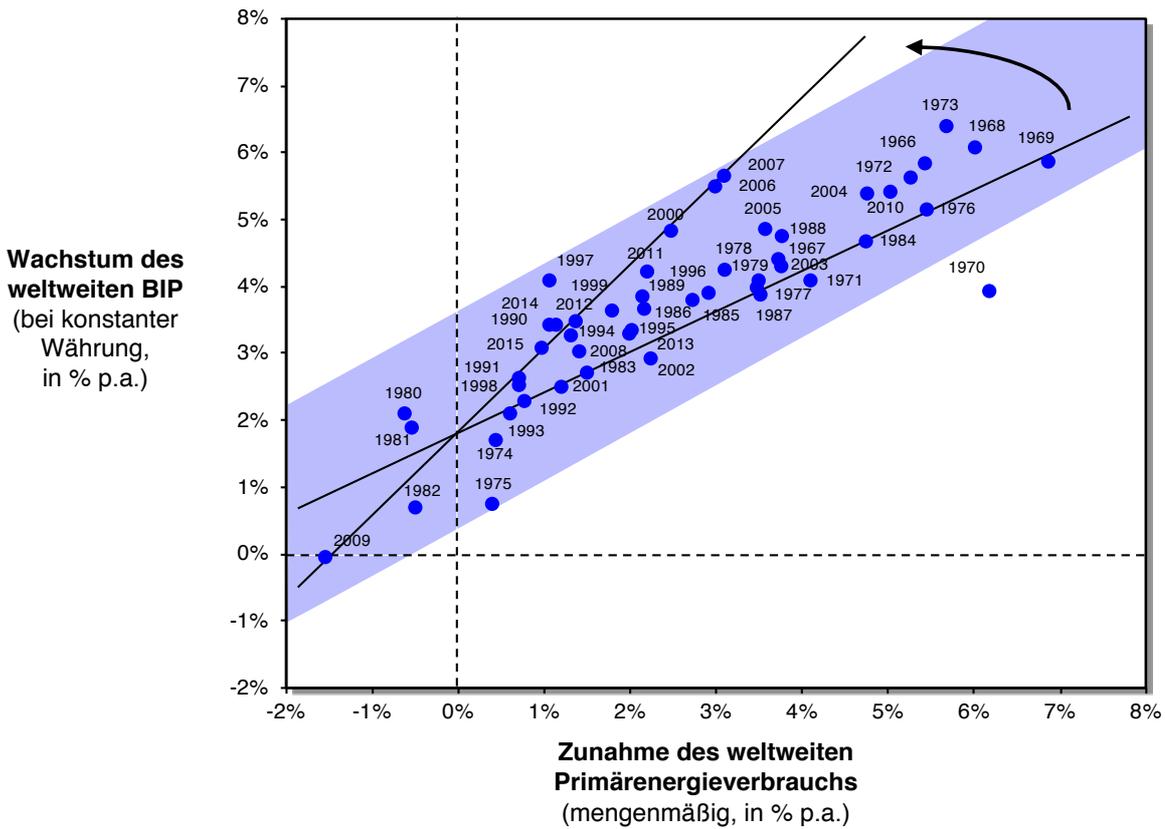
Der Hauptteil der weltweiten Energieressourcen ist fossilen Ursprungs: Erdöl, Erdgas, Kohle. Diese drei Ressourcen allein stellen über 75 % der weltweit verbrauchten Energie dar. *Unabhängig von den Szenarien und dem Willen zur Förderung des Energiemixes wird dies noch mindestens die nächsten zehn Jahre so bleiben*.

Da die fossilen Ressourcen in einem mehrere Millionen Jahre dauernden geologischen Prozess entstanden sind, kann davon ausgegangen werden, dass die in der Erde lagernden Vorräte begrenzt sind. Dies gilt mindestens für den Zeithorizont eines menschlichen Lebens oder einer menschlichen Zivilisation (etwas weniger als hundert bis zu einigen tausend Jahren), und zwar unabhängig davon, ob alle existierenden Vorkommen bisher bekannt und zugänglich sind oder nicht.

Beim Erdöl (der wichtigsten weltweiten Energiequelle, auf die ca. 30 % des Gesamtenergieverbrauchs entfallen) wurde die Erkundung seit Anfang des 20. Jahrhunderts in erheblichem Umfang betrieben. Der Höhepunkt der Entdeckung von Vorkommen wurde Mitte der 1960er Jahre erreicht. Seither ist die Entdeckung neuer Vorkommen des „schwarzen Golds“ deutlich rückläufig – und das, obwohl kürzlich Vorkommen in Kasachstan oder vor der Küste Brasiliens entdeckt wurden (siehe Abbildung 2).

- Abbildung 1 -

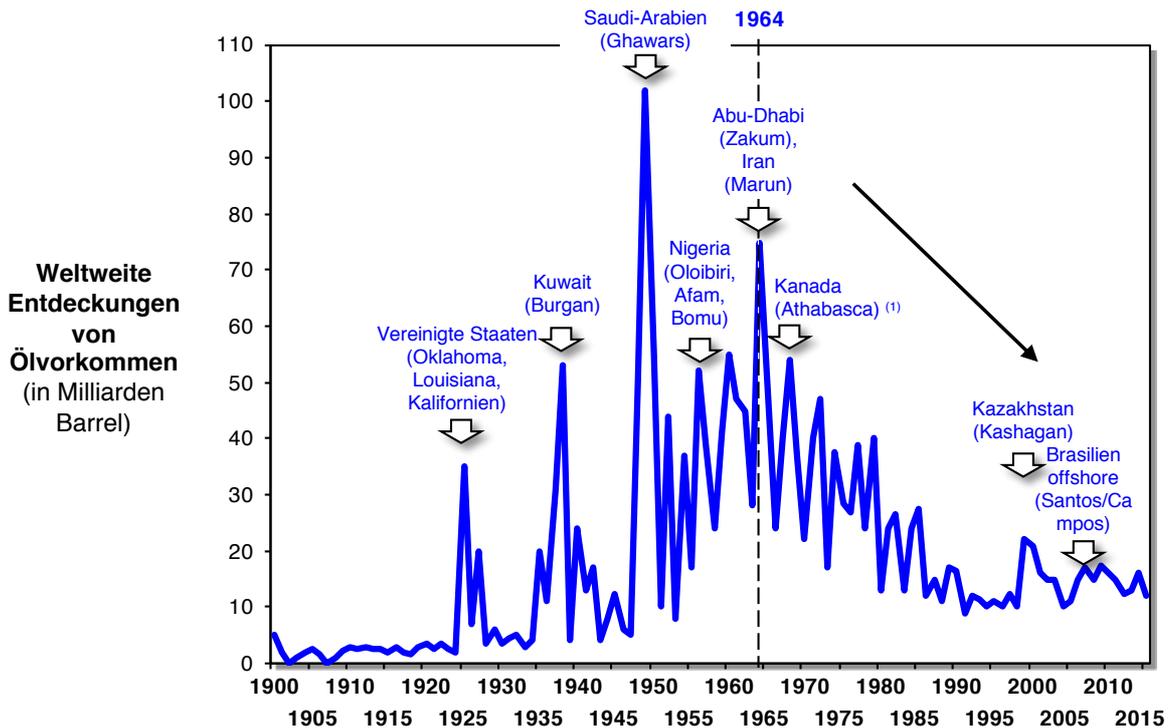
**Energieverbrauch und Wirtschaftswachstum stehen in einer Wechselbeziehung mit einem zunehmenden Wirkungsgrad der verbrauchten Energie**  
Weltweit – 1966-2015



Quellen: BP, Weltbank, FMI, Estin & Co Schätzungen und Analysen

- Abbildung 2 -

**Die Entdeckungen von Erdölvorkommen haben Mitte der 1960er Jahre einen Höhepunkt erreicht**  
Entwicklung der Entdeckungen von Erdölvorkommen - Weltweit - in Milliarden Barrel - 1900-2015



(1) Erste grootechnische und wirtschaftlich rentable Nutzung von Teersand

Quellen: Jean Laherrère, Estin & Co Schätzungen und Analysen

Da die Entdeckung von Erdölvorkommen in der Vergangenheit einen Höhepunkt erreicht hat, ist sicher, dass die Produktion von Erdöl (oder genauer seine Gewinnung) in näherer oder fernerer Zukunft ebenfalls einen Höhepunkt erreichen wird. Das Gleiche gilt für Gas und Kohle und folglich für die Gesamtheit der verfügbaren fossilen Energieträger. Die entscheidende Frage ist nur „wann?“ (siehe Abbildung 3a).

Während heute anscheinend ein Überschuss an Erdöl produziert wird und die Preise niedrig sind, ist nur eines kurz- oder mittelfristig sicher: Die Preise werden wieder steigen, wenn die Weltwirtschaft ihren Wachstumskurs fortsetzt.

### **Ein Risiko für das weltweite Wachstum – ohne technologische Neuerungen**

Da Wachstum und Energie in einer Wechselbeziehung zueinander stehen und die verfügbare fossile Energie einen Maximalwert erreichen und überschreiten muss (das heißt eine Verlangsamung und anschließend einen Rückgang ihres Wachstums), besteht das Risiko, dass das weltweite Wirtschaftswachstum in Zukunft unter immer stärkeren Druck geraten wird.

Diese Überlegung gilt jedoch nur für den Fall, dass hinsichtlich Technologien und Energiequellen keine Fortschritte erzielt werden.

Es bleibt zu hoffen, dass technologische Neuerungen für etwas (oder langfristig deutliche?) Entspannung auf dem Energiemarkt sorgen können und dass es aufgrund der Entwicklung neuer Energiequellen (wie z. B. Wasserstoffmotoren oder Kernfusion) und der Erhöhung der Produktivität der Motoren (Pkw, Lkw, Flugzeuge und Landwirtschaftsmaschinen) und des Wirkungsgrads der Kraftwerke und Batterien (Computer, Smartphones und Elektrofahrzeuge), einer verbesserten Energieeffizienz der Gebäude usw. möglich sein wird, aus derselben Energiemenge ein stärkeres Wirtschaftswachstum zu generieren.

### **Zunehmende Konzentration der Wachstumsquellen**

In einer Weltwirtschaft, deren Energiesektor unter zunehmenden Druck geraten wird (mindestens in den kommenden 20 Jahren und auch darüber hinaus, wenn keine technologischen Neuerungen eingeführt werden), werden sich die Wachstumshebel wahrscheinlich immer mehr konzentrieren.

Geographisch gesehen ist der Zugang zu den Energieressourcen schon jetzt kritisch. Dies dürfte sich weiter zuspitzen. Nutznießer sind die Länder, auf deren Staatsgebiet sich Energiequellen befinden (z. B.: eine begrenzte Zahl von Ländern in Nordamerika<sup>1</sup>, Südamerika<sup>2</sup> und im Nahen Osten<sup>3</sup>, Russland, China<sup>4</sup> und Indien<sup>4</sup>), die Länder, die über die Mittel verfügen, um sie sich zu beschaffen (z. B. China), oder die Technologien besitzen, um ihre Abhängigkeit teilweise zu reduzieren (z. B.: Frankreich, Großbritannien, China mit der Kernenergie).

Neben der Frage des Zugangs zu den Ressourcen (das heißt dem Energieangebot) ist die Effizienz ihrer Nutzung (das heißt der Nachfrage nach Energie) ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Die wahre Herausforderung liegt in der „Energieeffizienz“ oder allgemeiner ausgedrückt in der signifikanten Veränderung der Energienutzung mit dem Ziel der größeren Energieeinsparungen beim Verbrauch.

Es ist daher damit zu rechnen, dass sich Wirtschaftszweige entwickeln werden, die stärker von Energieeinsparungen geprägt sind, allerdings unter der Voraussetzung, dass sie gleichzeitig wettbewerbsfähig sind (hinsichtlich Angebot, Preis oder Kosten). Das betrifft alle bestehenden Gewerbe- und Industriezweige, wie z. B. (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Landwirtschaft und Ernährung (eher Anbau von Pflanzen als Rinderzucht, die in ihrem gesamten Betriebszyklus von einem hohen Energieverbrauch gekennzeichnet ist). Hat Bill Gates nicht in Impossible Foods investiert, einem kalifornischen Start-up, der Rezepte für Hamburger aus Pflanzenproteinen entwickelt?

---

<sup>1</sup> USA, Kanada

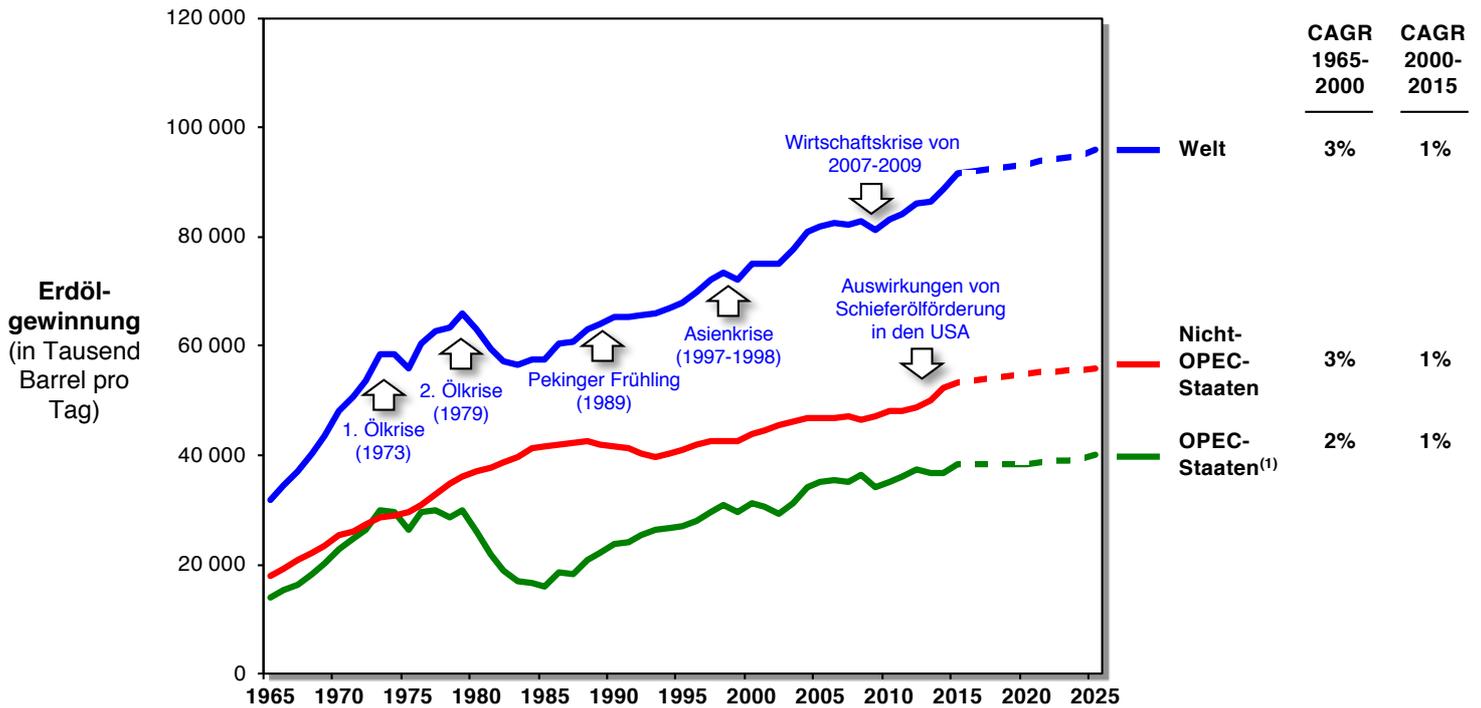
<sup>2</sup> Venezuela, Brasilien

<sup>3</sup> Saudi-Arabien, Katar, Iran, Irak, Kuwait, Vereinigte Arabische Emirate

<sup>4</sup> Nur Kohle

- Abbildung 3a -

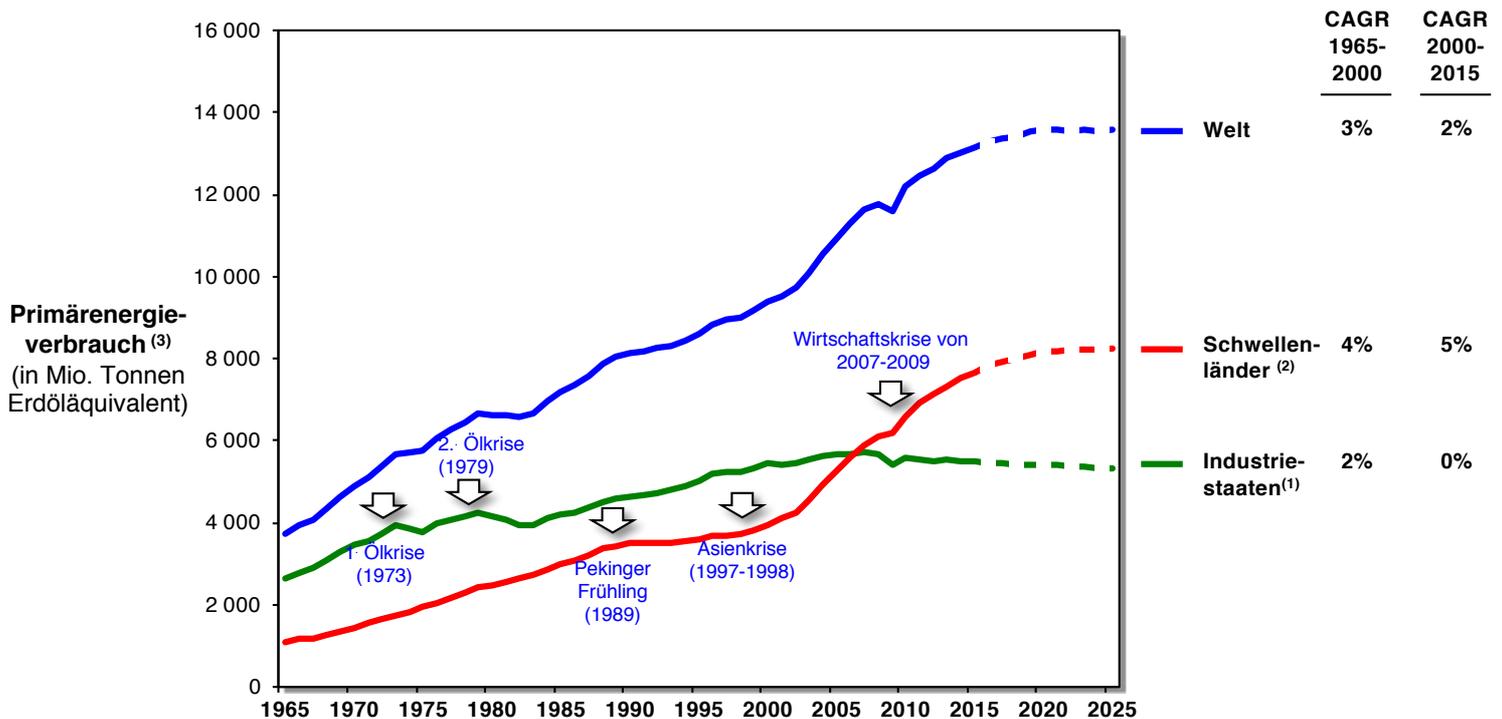
Wann werden die weltweite Erdölproduktion und die verfügbare Energie ihr Maximum erreichen?  
 Erdölproduktion - Weltweit - Tausend Barrel pro Tag - 1965-2015



(1) Algerien, Angola, Saudi-Arabien, Vereinigte Arabische Emirate, Ecuador, Gabun, Iran, Irak, Kuwait, Libyen, Nigeria, Katar, Venezuela  
 Quellen: BP, Vereinte Nationen, Estin & Co Schätzungen und Analysen

- Abbildung 3b -

Primärenergieverbrauch<sup>(3)</sup> - Weltweit  
 Mio. Tonnen Erdöläquivalent - 1965-2015



(1) OECD: Vereinigte Staaten von Amerika, Kanada, Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien, Spanien, Niederlande, Schweden, Japan, Südkorea usw.; (2) China, Indien, Russland, Brasilien, Argentinien, Südafrika, Pakistan, Indonesien, usw.; (3) Ohne Holzenergie  
 Quellen: BP, Vereinte Nationen, Estin & Co Schätzungen und Analysen

- Bau- und Wohnungswesen (mehr Wärmedämmung, mehr Holzbau, wenn möglich usw.);
- Heizung (Holz, wenn möglich), Beleuchtung (Glühlampen mit niedriger Spannung), energiesparende Elektrohaushaltsgeräte (siehe die Energieeffizienzkennzeichnungen);
- Reparatur-, Wiederverwendungs- und Wiederverwertungssysteme von Rohstoffen und Geräten (Kleidung, Textilien, Kunststoffe, Glas, Haushaltsgeräte usw.);
- Verkehr (eher kleine Hybrid- und Elektrofahrzeuge, auch Zweiräder, als Geländefahrzeuge mit Benzinmotor – unter der Voraussetzung, dass Batterien mit CO<sub>2</sub>-freien Energiequellen hergestellt werden), Fracht (besser Schiene als Straße), Tourismus (weniger weit entfernte Reiseziele usw.).

### **Bei „nachhaltigen“ Tätigkeiten gilt es, bestimmte Fallen zu vermeiden**

Bei dieser Suche nach energiesparenden Wirtschaftszweigen, die langfristig dem Druck im Energiesektor besser standhalten können, gilt es, einige Fallen zu vermeiden. Es handelt sich dabei um Tätigkeiten, die vorschnell als „nachhaltig“ qualifiziert und von der Politik instrumentalisiert werden.

Ein Beispiel sind die „erneuerbaren Energien“. Sie sind sicherlich von erheblicher Bedeutung, wenn es um die Einsparung fossiler Energieträger geht, die knapper werden und CO<sub>2</sub> ausstoßen. Diesbezüglich müssen sie sich weltweit zweifellos noch weiter entwickeln und einen höheren Anteil am Energiemix einnehmen. Die mit ihnen verbundenen Probleme werden in der öffentlichen Debatte jedoch häufig falsch dargestellt:

- *Die Herausforderung im Energiesektor wird auf die Frage des Strommixes verkürzt, obwohl Strom nur einen moderaten Teil der weltweit verbrauchten Endenergie ausmacht (ca. 20 %);*
- *Die „erneuerbaren Energien“ werden auf Windenergie und Photovoltaik reduziert (< 2 % der weltweiten Energie), während die wichtigsten erneuerbaren Energien - für lange Zeit - Holz und Wasserkraft sind (13 % bis 20 % der weltweiten Energie je nach Szenario, siehe Abbildung 4), und noch dazu mit einer attraktiveren Kostenwettbewerbsfähigkeit (siehe Abbildung 5);*
- *Ökologie und Kernenergie werden als Gegensätze gesehen, obwohl die Kernenergie in den ambitioniertesten Szenarien der Internationalen Energieagentur im Hinblick auf die Begrenzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen weltweit eine Schlüsselrolle spielt: mindestens mit einer Verdopplung der Produktion in absehbarer Zeit (siehe Abbildung 4);*
- *Man vergisst, dass Gas eine Schlüsselrolle spielt, damit die Gleichung des Energiebedarfs und der Reduzierung der Nutzung von Erdöl (hinzunehmen) und Kohle (gewünscht - außer wenn CO<sub>2</sub>-Speichertechnologien entwickelt werden) aufgehen kann: mit einem konstanten Anteil von langfristig 20 bis 25 % der weltweiten Energie (siehe Abbildung 4).*

### **Wer hat Wahlmöglichkeiten?**

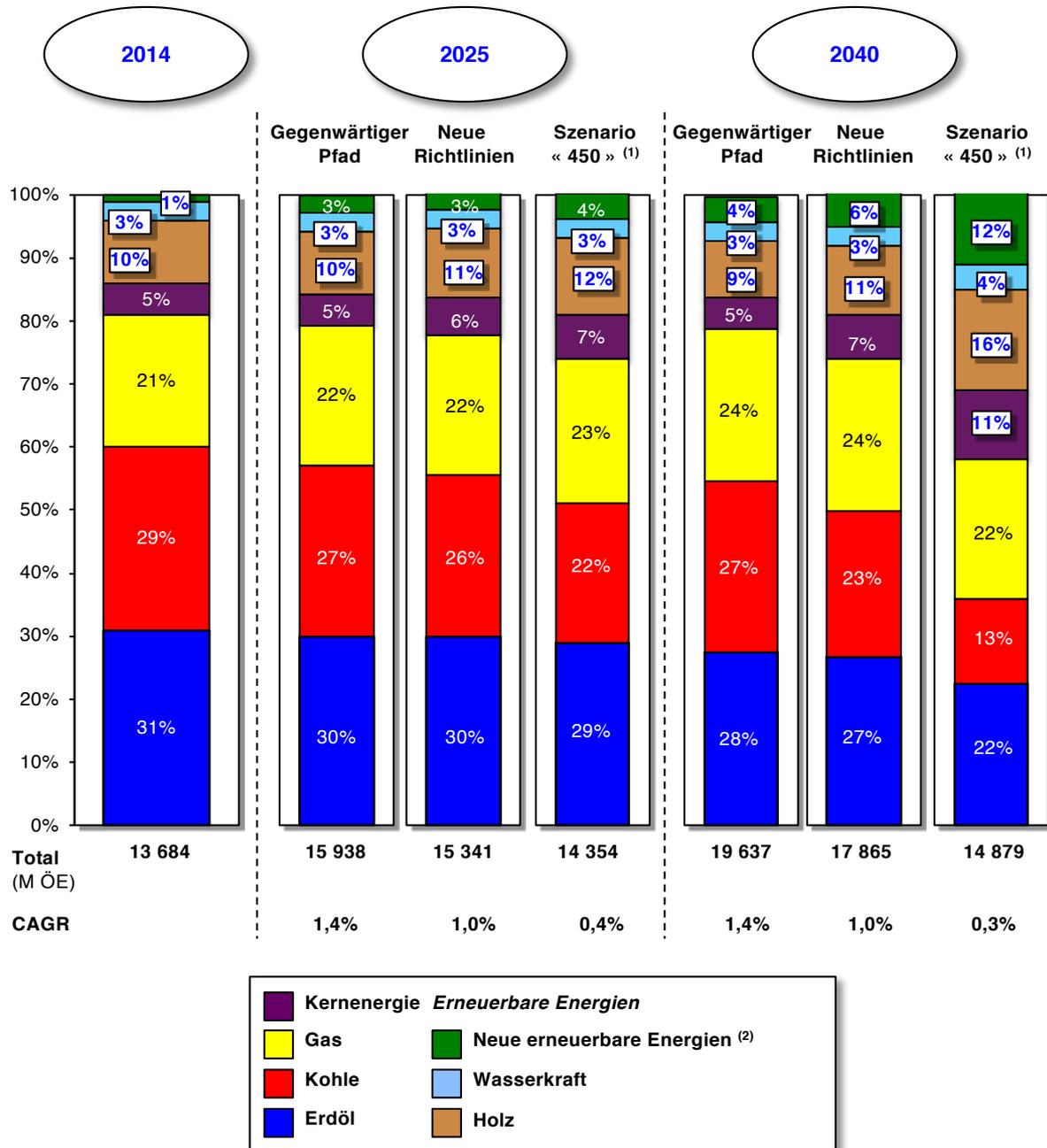
Wer sind die Akteure aus Industrie oder öffentlicher Hand, die die Entscheidungs- und Investitionsmöglichkeiten haben, um die oben beschriebene Entwicklung von Angebot und Nachfrage im Energiebereich zu begleiten oder zu beeinflussen:

- Die Stromkonzerne?: Ihre finanziellen Handlungsspielräume sind in Anbetracht der Herausforderungen der Reinvestition in die Infrastruktur und der niedrigen Preise gering (reglementierte Tarife, die aus politischen Gründen niedrig gehalten werden, und niedrige Marktpreise aufgrund der Entwicklung subventionierter Produktionsmittel);
- Die Mineralölkonzerne?: Ihre Selbstfinanzierungsmöglichkeiten werden hauptsächlich für die Verteidigung des Kerngeschäfts mobilisiert (Herausforderungen der Investition in Erkundung / Produktion, um die Tätigkeit aufrecht zu erhalten);
- Die Gasproduzenten?: Sie haben ein erhebliches Potenzial; dies gilt aber nur für diejenigen, die direkten Zugang zu den Gasvorkommen haben (Russland, Katar, Iran, USA usw.);
- Die Staaten?: Ihre finanziellen Handlungsspielräume sind in Europa gering (mit Ausnahme von Deutschland); die europäischen Staaten, die in den 1970er Jahren Strategien zur grundlegenden Veränderung ihrer Energiepolitik beschließen konnten, haben heute nicht mehr die Mittel; lediglich die großen Schwellenländer

- Abbildung 4 -

**Holz und Wasserkraft sind heute und auf lange Sicht die wichtigsten erneuerbaren Energien, im Gegensatz zu Wind und Sonne**

Entwicklungsszenarien des Primärenergiebedarfs - 2014-2040  
Weltweit - Internationale Energieagentur - World Energy Outlook 2016



(1) Szenario zur Begrenzung des weltweiten Temperaturanstiegs auf 2 ° C durch Begrenzung der CO2-Konzentration in der Atmosphäre auf 450 ppm

(2) Wind (onshore, offshore), Sonne (Photovoltaik, andere), Geothermie, andere...

Quellen: Internationale Energieagentur, Estin & Co Schätzungen und Analysen

(hauptsächlich China) verfügen über erhebliche Möglichkeiten;

- Die innovativen Technologieunternehmen?: Sie haben heute ein erhebliches Potenzial, wie z. B. *Tesla (Batterien und Elektrofahrzeuge)*, dessen Börsenwert (52 Mrd. \$) nun den von *General Motors* übertrifft.

Zu einer wirklichen Veränderung der Ausgangssituation imstande sind als wichtigste Akteure letztlich bestimmte Staaten, die über erhebliche Finanzmittel verfügen (wie China), sowie Industrieunternehmen außerhalb des Energiesektors, die erfolgreich Neuerungen im großen Maßstab einführen können (wie Tesla). Für wie lange wird das gelten? Nach mehreren Jahren der Deregulierung haben die großen Akteure der Energieindustrie schließlich nur wenig mitzureden, denn ihnen fehlen die Mittel in einem Spiel, das ihre finanziellen Möglichkeiten übersteigt.

### **Was tun?**

In einer Zukunft, in der sich der Druck auf dem Energiemarkt langfristig verschärfen wird, werden sich die Hebel eines rentablen Wachstums zwischen den geographischen Regionen (die über Energieressourcen verfügen) und den Branchen (die den sparsamen Einsatz von Energie erleichtern) konzentrieren.

Die Investitionsmöglichkeiten der Unternehmen müssen in dieser Beziehung deutlicher abgegrenzt werden. Es müssen klare Entscheidungen getroffen werden, z. B. über:

- den langfristigen Verzicht auf Investitionen in subventionierte Branchen (nicht vertretbar);
- die Investition in energiesparende Branchen: eher Landwirtschaft (einschließlich Forstwirtschaft) als Rinderzucht, Städteplanung in dicht besiedelten Zonen (eher Mehrfamilien- als Einfamilienhäuser), kurze Vertriebswege, Recycling usw.;
- das Setzen auf Gas (insbesondere Flüssiggas) als Alternative angesichts des geringeren Einsatzes von Kohle (gewünscht) und Erdöl (hinzunehmen), statt auf erneuerbare Energie;
- die Prognose eines Anstiegs der Erdölpreise und einer Überschreitung des historischen Höchstwerts von 140 \$ je Barrel (Juni 2008), aber innerhalb welcher Frist?
- die Investition in die Erforschung neuer vielversprechender Energiequellen (Kernfusion, Wasserstoffmotor) und Speichertechnologien (Batterien, Talsperren usw.);
- kein vorschnelles Begräbnis der Kernenergie, die sich in absehbarer Zeit weltweit verdoppeln könnte; dies entspricht dem Bau von mehr als 6 Anlagen französischer Bauart weltweit bis 2040.

Schwierige Entscheidungen in Anbetracht des Ausmaßes der Risiken, der Höhe und der Dauer der Investitionen, die jedoch teilweise ganz rational getroffen werden können.

Mai 2017

*Estin & Co ist ein internationales Strategieberatungsunternehmen mit Niederlassungen in Paris, London, Zürich, New York und Schanghai. Das Unternehmen berät die Geschäftsleitungen großer europäischer, nordamerikanischer und asiatischer Konzerne zu ihren Wachstumsstrategien sowie Private-Equity-Fonds zur Analyse und Bewertung ihrer Investitionen.*

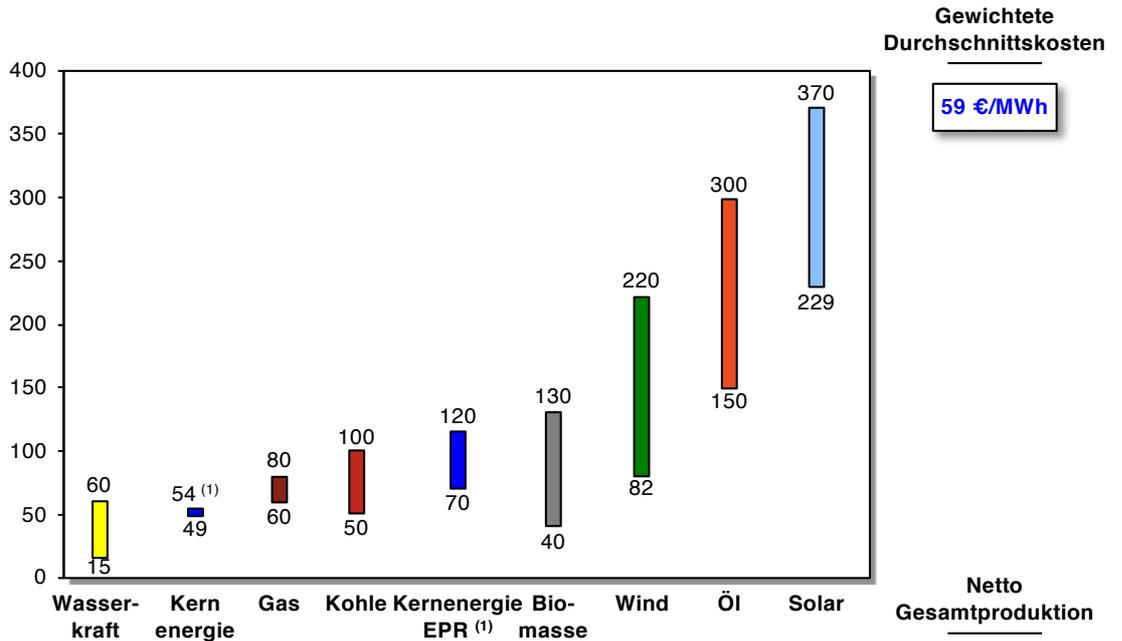
**- Abbildung 5 -**

**Wasserkraft ist kostentechnisch eine der wettbewerbsfähigsten Technologien zur Stromerzeugung**

Durchschnittliche Produktionskosten - 2015 - Frankreich

**Auf der Basis von öffentlichen Daten**

**Gesamtkosten der Produktion**  
(in €/MWh)



**Stromproduktion Frankreich** (in TWh)

Wasserkraft: 59, Kernenergie: 417, Gas: 22, Kohle: 9, Kernenergie EPR<sup>(1)</sup>: -, Biomasse: 8, Wind: 21, Öl: 3, Solar: 7

**546**

**Produktionsanteil** (in %)

Wasserkraft: 11%, Kernenergie: 76%, Gas: 4%, Kohle: 2%, Kernenergie EPR<sup>(1)</sup>: -, Biomasse: 1%, Wind: 4%, Öl: 1%, Solar: 1%

**100%**

Bemerkung: Kosten für Rohstoffe : Öl (45,4 \$/Barrel), Gas (3,0 €/MBtu), Kohle (40,1€/Tonne), CO2 (4,6 €/Tonne)

(1) Durch die Integration von Life-Extension-Investitionen und die von der ASN nach dem Unfall in Fukushima vorgeschriebenen Investitionen

Quellen: AIE, CRE, Rechnungshof, Estin & Co Schätzungen und Analysen



**ESTIN & CO**

PARIS - LONDON - ZURICH - NEW YORK - SHANGHAI

3, rue du Docteur Lancereaux 75008 Paris

Tel.: + 33 1 56 59 87 87 - Fax: + 33 1 56 59 87 88 - E-Mail: Estin@estin.com