



# Investitionen im Energiebereich – Studie der IEA

Dr. rer. oec. Christopher Cosack, Gesamtverband des deutschen Steinkohlenbergbaus, Essen

In ihrem Ende 2003 vorgelegten World Energy Investment Outlook<sup>1</sup> prognostiziert die Internationale Energie Agentur (IEA) bis zum Jahr 2030 weltweit Gesamtinvestitionen für die Energieversorgungsinfrastruktur von 16 Billionen US-\$. Diese Investitionen sind erforderlich, um die Energieversorgungskapazitäten zu erhöhen und vorhandene sowie künftige Energie- und Energieversorgungseinrichtungen zu ersetzen, die sich im Projektionszeitraum erschöpfen oder wegen Überalterung ausfallen. Die Schätzungen beruhen auf dem Referenzszenario des World Energy Outlook 2002, demzufolge der Weltenergiemarkt in den nächsten 30 Jahren um zwei Drittel expandieren wird. Dies entspräche einem jährlichen Nachfragewachstum von 1,7 % (Tabelle 1). Die immense Summe von 16 Billionen US-\$ nimmt sich in Relation zur Leistung der Weltwirtschaft etwas bescheidener aus – sie erreicht rund 1 % des Weltsozialprodukts. Regional sind allerdings sehr unterschiedliche Herausforderungen zu erwarten. Während die notwendigen Investitionen in Russland 5 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP) und in Afrika 4 % erreichen, wird dieser Anteil in den OECD-Ländern wesentlich geringer ausfallen.

Auf die Entwicklungsländer, in denen Energieerzeugung und -verbrauch am schnellsten zunehmen, wird nahezu die Hälfte der weltweiten Energieinvestitionen entfallen, wengleich die Stückkosten der Kapazitätserweiterungen dort generell niedriger sind als im OECD-Raum (Tabelle 2). Allein die Volksrepublik China wird 2,3 Billionen US-\$, beziehungsweise 14 % der weltweiten Aufwendungen investieren müssen. Nahezu ebenso

<sup>1</sup>Der Autor hat an der Studie für den Kohlenbereich beratend mitgewirkt.

groß wird der Kapitalbedarf im übrigen Asien – einschließlich Indiens und Indonesiens – sein. Der Investitionsbedarf beträgt in Afrika 1,2 Billionen US-\$ und im Nahen Osten 1 Billion US-\$, wo über

Die IEA hat Ende 2003 eine Studie zu Investitionen im Energiebereich auf der Basis der Prognosen ihres World Energy Outlook 2002 vorgelegt. Für den Kohlenbereich errechnet die IEA einen Investitionsbedarf von weltweit etwa 400 Mrd. US-\$ bis zum Jahr 2030. Allein 30 % des Investitionsvolumens im Kohlesektor erwartet die IEA allein in der Volksrepublik China. Je ein weiteres Drittel entfallen auf die Industrieländer sowie die Entwicklungs- und Schwellenländer. Der World Energy Investment Outlook der IEA gibt den weltweiten Bedarf an Investitionsmitteln für die Energieversorgungsinfrastruktur im Zeitraum 2001 bis 2030 mit 16 Billionen US-\$ an. Diese Investitionen seien erforderlich, um die Energieversorgungskapazitäten zu erhöhen und vorhandene sowie künftige Energie- und Energieversorgungseinrichtungen zu ersetzen, die sich im Projektionszeitraum erschöpfen oder wegen Überalterung ausfallen. Der Investitionsbedarf im Kohlesektor wird wesentlich niedriger sein als für die anderen fossilen Energieträger und hauptsächlich im Nicht-OECD-Raum anfallen. Bei Einbeziehung der Kohlekraftwerke steigen die Kohleinvestitionen auf 1,9 Billionen US-\$. Verschärfte staatliche Umweltschutzmaßnahmen könnten den Preisvorteil der Kohle jedoch untergraben und die Kohlenachfrage sowie den Investitionsbedarf reduzieren. Schon jetzt wirkt die Ungewissheit über den künftigen Kurs der Umweltpolitik als Hemmnis für Kohleinvestitionen. Allerdings versprechen, so auch die Ansicht der IEA, die fortgesetzten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zu sauberen Kohlentechnologien und Kohlenstoffsequestrierung weitere Verbesserungen der Umweltergebnisse von Kohlekraftwerken. Für die Studie, die der erste umfassende Versuch sei, den künftigen globalen Investitionsbedarf entlang der gesamten Energieangebotskette abzubilden, erhielt die IEA im Februar 2004 eine besondere Auszeichnung des US-Department of Energy für exzellente analytische Arbeit.

Tabelle 1. Entwicklung des Energieverbrauchs – IEA World Energy Outlook 2002.

	2002	2010	2020	2030	IEA	DOE-EIA	EU-WETO
	Mill. t SKE	Mill. t SKE	Mill. t SKE	Mill. t SKE	%/a	%/a	%/a
Erdöl .....	5 037	6 106	7 147	8 241	1,6	1,9	1,7
Kohle .....	3 429	3 860	4 469	5 151	1,4	1,6	2,3
Erdgas .....	3 263	3 991	5 044	6 004	2,4	2,2	2,4
Kernenergie .....	1 006	1 076	1 027	1 004	0,1	0,6	0,9
Wasserkraft .....	317	391	467	523	1,6		
Sonstige Erneuerbare ..	1 580	1 889	2 116	2 361	3,3	1,9	0,3
Insgesamt .....	14 632	17 313	20 270	23 284	1,7	1,8	1,8

die Hälfte der Gesamtinvestitionen für die Erschließung von Öl- und Gasvorkommen aufgebracht werden müssen. Russland und andere Reformstaaten werden 10 % der weltweiten Investitionen, die OECD-Länder die restlichen 41 % auf sich vereinen. Am größten wird der Investitionsbedarf mit 3,2 Billionen US-\$ nach wie vor in den USA und in Kanada sein. Da sich die meisten Reserven außerhalb des OECD-Raums befinden, werden über 40 % der OECD-extern getätigten Investitionen in die Öl-, Gas- und Kohlenversorgungskette für Projekte bestimmt sein, die dem Export dieser Energieträger in OECD-Länder dienen. Diese Investitionen werden leichter zu finanzieren sein als Investitionen in Projekte für die Versorgung der Inlandsmärkte, in denen in Landeswährung abgerechnet wird.

Das Bild der Energieinvestitionen wird vom Stromsektor dominiert: Auf Stromerzeugung, -übertragung und -verteilung dürften nahezu 10 Billionen US-\$ entsprechend 60 % der gesamten Energieinvestitionen entfallen (Tabelle 3). Dieser Anteil beträgt sogar 70 %, wenn die Investitionen für Brennstoffe des Kraftwerksbedarfs eingerechnet werden. Die Gesamtinvestitionen im Öl- und Gassektor werden jeweils über 3 Billionen US-\$ oder je 19 % der globalen Energieinvestitionen erreichen. Auf den Kohlesektor entfallen lediglich 400 Mrd. US-\$ oder 2 %: Die Kapitalintensität pro Energieeinheit Kohle beträgt etwa ein Sechstel des Werts, der für Erzeugung und Transport derselben Einheit aus Gas anzusetzen ist. Damit ist Kohle der am wenigsten kapitalintensive Energieträger mit einem signifikanten Beitrag zum Weltenergieangebot. Erneuerbare Energieträger werden im OECD-Raum fast ein Drittel der Investitionen in neue Kraftwerke beanspruchen.

Ein erheblicher Teil der weltweiten Energieinvestitionen ist für den Erhalt des derzeitigen Versorgungsniveaus erforderlich. Öl- und Gasvorkommen erschöpfen sich zunehmend. Kraftwerke veralten, und Übertragungs- und Versorgungsleitungen müssen ersetzt werden. Selbst ein Großteil der in den ersten Jahren des Projektionszeitraums neu verfügbaren Produktionskapazitäten wird noch vor dem Jahr 2030 ersetzt werden müssen. Insgesamt werden 51 % der Investitionen in die Energieerzeugung dazu bestimmt sein, derzeit vorhandene und künftige Kapazitäten aufrechtzuerhalten oder zu ersetzen. Die verbleibenden 49 % werden zur Kapazitätsdeckung des steigenden Verbrauchs aufgewendet werden müssen. Von allen fossilen Energieträgern wird der Primärenergieverbrauch von Erdgas mit 2,4 %/a am stärksten zunehmen. Der Ölverbrauch dürfte um 1,6 % und der Kohleinsatz um 1,4 %/a wachsen. Auch der Stromverbrauch wird mit einer hohen Jahresrate von 2,4 % steigen und so einen Großteil der zunehmenden Nachfrage nach Gas und Kohle für die Stromerzeugung bestimmen.

Der größte Anteil der Investitionen der fossilen Energieträger wird auf die Förderkosten einschließlich Exploration entfallen, wobei allerdings die Anteile der einzelnen Energieträger unterschiedlich ausfallen. Der Bergbau wird 88 % der gesamten Kohleinvestitionen in Anspruch neh-

Tabelle 2. Investitionen im Energiesektor nach Regionen.

	2001 bis 2010	2011 bis 2020	2021 bis 2030	2001 bis 2030
	Mrd. US-\$ von 2000			
<b>OECD</b> .....	2 093	2 228	2 231	6 552
Davon:				
Nordamerika .....	1 062	1 179	1 247	3 488
Europa .....	650	717	697	2 064
Pazifik .....	381	333	287	1 000
<b>Transformationsländer</b> ...	438	612	622	1 672
Davon:				
Russland .....	269	391	389	1 050
<b>Entwicklungsländer</b> .....	1 923	2 641	3 332	7 897
Davon:				
Volksrepublik China .....	578	787	888	2 253
<b>Transport (interregional)</b>	97	129	134	360
<b>Insgesamt</b> .....	4 551	5 610	6 320	16 481

men – obgleich der internationale Kohlenhandel, der Investitionen in Hafenanlagen und Transport erforderlich macht, rascher zunehmen wird als der weltweite Verbrauch. Analog dazu werden auch im Erdölsektor nahezu drei Viertel der Gesamtinvestitionen auf Exploration und Erschließung entfallen. Bei Erdgas ist dieser Anteil aufgrund der höheren Transportkosten geringer (55 %). Im Stromsektor ist der Anteil der Kraftwerke mit 46 % sogar noch niedriger. Tatsächlich dürften die weltweiten Investitionen für Stromübertragung und -verteilung infolge der Zunahme von Haushaltsanschlüssen in den Entwicklungsländern sowie der Notwendigkeit, die Infrastruktur in OECD-Ländern und Reformstaaten zu erneuern, nahezu ebenso hoch ausfallen wie der gesamte Kapitalbedarf für die Öl- und Gasindustrie zusammengenommen.

Tabelle 3. Energieinvestitionen nach Energieträgern.

	2001 bis 2010	2011 bis 2020	2021 bis 2030	2001 bis 2030	Anteil
	Mrd. US-\$ von 2000				%
<b>Erdöl</b> .....	916	1 045	1 136	3 096	19
Davon:					
Exploration .....	689	740	793	2 222	
Raffinerien .....	122	143	147	412	
Tanker .....	37	79	76	192	
Pipelines .....	20	23	23	65	
<b>Erdgas</b> .....	948	1 041	1 157	3 145	19
Davon:					
Exploration .....	478	575	678	1 731	
LNG .....	97	69	85	252	
Übertragung .....	201	196	182	579	
Verteilung .....	135	160	194	489	
<b>Kohle</b> .....	125	129	144	398	2
Davon:					
Neue Kapazitäten .....	71	66	71	208	
Erhalt best. Förderung	41	47	54	143	
<b>Stromerzeugung</b> .....	2 562	3 396	3 883	9 841	60
Davon:					
Stromerzeugung .....	926	1 422	1 731	4 080	
Ertüchtigung .....	145	152	142	439	
Übertragung .....	439	548	581	1 568	
Verteilung .....	1 052	1 274	1 429	3 755	
<b>Insgesamt</b> .....	4 551	5 610	6 320	16 481	100

### Kohleinvestitionen sind abhängig von relativen Preisen und der Umweltpolitik

Die Weltkohlenachfrage wird gemäß der zu Grunde liegenden IEA-Energieverbrauchsprognose von 4 595 Mill. t im Jahr 2000 auf 6 954 Mill. t im Jahr 2030 ansteigen. Dies entspricht einem Viertel der Weltenergienachfrage. Zugleich wird die Kohleindustrie nur einen Anteil von 2 % des weltweiten Investitionsbedarfs im Energiebereich beanspruchen. Der Kapitalbedarf für die Bereiche Förderung, Seetransport und Hafenanlagen beträgt in der Periode 2001 bis 2030 rund 400 Mrd. US-\$. Die Investitionen werden benötigt, um Kapazitäten zu ersetzen, die im Lauf des Projektionszeitraums schließen werden, und um die steigende Nachfrage und den wachsenden Seehandel zu befriedigen.

Fast 90 % des prognostizierten Investitionsvolumens von 400 Mrd. US-\$ in der Periode von 2001 bis 2030 wird auf den Bereich Förderung entfallen, 60 % davon auf Kapazitätsausweitungen (Tabelle 4). Auf 34 Mrd. US-\$ (9 %) wird sich der Investitionsbedarf für den Ausbau und Ersatz der Schiffsflotte belaufen, und 13 Mrd. US-\$ (3 %) wird der Ausbau der Hafenskapazitäten beanspruchen. Investitionen in der Kohleindustrie sind relativ ausgeglichen zwischen Entwicklungsländern und dem Rest der Welt verteilt. 36 % der weltweiten Investitionen in Förderung und Hafeninfrasturktur wird in den Industrieländern anfallen. 8 % der Investitionen in den Entwicklungsländern werden für Kohlenexporte in die Industrieländer benötigt.

Die Volksrepublik China weist mit einem Anteil von 34 % am globalen Investitionsbedarf der Kohleindustrie bis zum Jahr 2030 den größten Bedarf auf. Ursachen dafür sind ein hohes Wachstum der Kohlestromerzeugung zur Deckung des stark wachsenden Strombedarfs und außerdem die relativ hohen Aufschlusskosten für neue Kohlenbergwerke. Ein bedeutendes Investitionsvolu-

men wird in der Volksrepublik China zudem zur Ausweitung der Hafenanlagen benötigt, um wachsende Kohlenexporte, wachsenden Binnenhandel und Importe abzuwickeln.

Der nordamerikanische Markt wird auch in den nächsten drei Dekaden der zweitgrößte Kohlenmarkt der Welt bleiben, obwohl die Bedeutung und die Anteile der US-amerikanischen und kanadischen Kohlenproduzenten im Welthandel zumindest gemäß der IEA-Prognose weiter zurückgehen werden. Investitionen in die US-amerikanische sowie die kanadische Kohleindustrie werden einen Anteil von 19 % (70 Mrd. US-\$) ausmachen. Der Großteil wird zum Erhalt der Förderung benötigt, ein relativ geringer Anteil dient der Ausweitung der Förderung, um das Nachfragewachstum zu decken. Auch die Investitionen in den Ostküstenrevieren werden trotz des erwarteten Produktionsrückgangs bedeutend bleiben, da nahezu alle derzeit produzierenden Kohlenbergwerke dieser Region in den kommenden 20 bis 25 Jahren schließen werden.

Indien wird voraussichtlich 7 % (etwa 25 Mrd. US-\$) der weltweiten Investitionen in Kohlenförderung und -hafenanlagen im Zeitraum 2001 bis 2030 beanspruchen. Trotz seiner großen Kohlenreserven steht Indien vor erheblichen Herausforderungen, sein künftiges Nachfragewachstum aus heimischen Quellen zu decken. Dazu zählen niedrige Produktivität, schlechte Kohlenqualitäten und die schlechte Finanzausstattung von Kohleindustrie und Finanzsektor. Das Wachstum der Importe sowie des Binnenhandels ist verhalten. Sie erfordern weitere Investitionen im Bereich von 800 Mill. US-\$ innerhalb der kommenden drei Jahrzehnte.

Weltweit wird der Bedarf an neuen Produktionskapazitäten im Prognosezeitraum das erwartete Nachfragewachstum bei weitem übersteigen, da die Schließung heute produzierender Bergwerke den Ersatz durch neue Bergwerke erfordert. In einigen Förderregionen, wie dem Osten der USA und Indonesien, wird ein großer

**Tabelle 4. Investitionen in der Kohleindustrie.**

	Förderung (Mill. t)		Zusätzliche Kapazität Mill. t (2001-2030)	Investitionsbedarf		
	2000	2030		Förderung	Hafenanlagen	Insgesamt
				Mrd. US-\$ (2001-2030)		
<b>OECD</b> .....	2 019	2 408	2 128	128,1	3,4	131,5
Davon:						
Nordamerika .....	1 056	1 299	1 234	70,4	0,2	70,6
Europa .....	646	556	386	24,9	0,2	25,1
Pazifik .....	318	553	509	32,8	3	35,7
<b>Transformationsländer</b> .....	528	645	531	32	0,3	32,4
Davon:						
Russland .....	242	290	236	13,1	0,3	13,4
<b>Entwicklungsländer</b> .....	2 047	3 901	3 532	190,9	9,2	200,1
Davon:						
Volksrepublik China .....	1 231	2 304	2 126	120,6	2,1	122,7
<b>Insgesamt</b> .....	4 595	6 954	6 191	351	12,9	363,9
<b>Insgesamt inkl. Seeverkehr</b>						397,8

Zusätzliche Kapazitäten umfassen Förderkapazitäten zur Befriedigung der wachsenden Nachfrage sowie zum Ersatz von Förderkapazitäten von Bergwerken, die ihre wirtschaftlichen Reserven erschöpft haben.

Anteil der Förderkapazitäten im Prognosezeitraum schließen und muss ersetzt werden, wenn die Förderung aufrechterhalten werden soll. Diese hohe Schließungsrate wird von einer Reihe von Faktoren bestimmt, wie der Reservesituation, der Geologie, rechtlichen Auflagen, und der höheren Abbaurate, mit der heute hochmoderne Bergwerke ihre wirtschaftlichen Reserven erschöpfen.

Um das heutige Fördervolumen aufrechtzuerhalten und mit zusätzlichen Förderkapazitäten das erwartete Nachfragewachstum zwischen den Jahren 2000 und 2030 zu decken, werden neue Förderkapazitäten in Höhe von 6,2 Mrd. t benötigt. Dies entspricht mehr als dem Dreifachen der heutigen Förderung aller Industrieländer zusammen. Durchschnittlich müssen jährlich 206 Mill. t an neuen Förderkapazitäten geschaffen werden. Es wird erwartet, dass etwa 58 % der benötigten neuen Förderkapazitäten erforderlich sind, um im Prognosezeitraum geschlossene Kapazitäten zu ersetzen. Der Rest wird zur Befriedigung der zusätzlichen Nachfrage benötigt.

Allein die Volksrepublik China wird neue Förderkapazitäten von etwa 2,1 Mrd. t aufbauen müssen, rund die Hälfte davon zur Deckung des Nachfragewachstums. Dies entspricht 34 % der neuen Förderkapazitäten weltweit und übersteigt die nächst größere Region – die USA und Kanada, in der neue Kapazitäten von 1,2 Mrd. t benötigt werden – um rund 70 %.

Die Investitionen in die Schüttgut-Schiffsflotte für den Kohlenhandel summieren sich auf 34 Mrd. US-\$. Der wesentliche Treiber ist hier das erwartete Wachstum des internationalen Seehandels um 419 Mill. t zwischen den Jahren 2000 und 2030 und der Binnenhandelsbedarf an Schiffskapazitäten in Indien, der Volksrepublik China und Indonesien von 105 Mill. t. Der Weltseehandel mit Kohle wird von der IEA auf 977 Mill. t im Jahr 2030 geschätzt. Der Binnenhandel der Länder Indien, Volksrepublik China und Indonesien wird sich auf 246 Mill. t im Jahr 2030 summieren. Weltweit wird sich der Investitionsbedarf für Kohlenhafenanlagen im Prognosezeitraum auf 13 Mrd. US-\$ belaufen.

### **Weltweit 4 700 GW neue Kraftwerkskapazität erforderlich**

Nahezu 10 Billionen US-\$ des im Energiesektor erforderlichen Kapitals von insgesamt 16 Billionen US-\$ werden an den Elektrizitätssektor gehen, da der Stromverbrauch relativ rasch zunimmt und die Kapitalkosten für Strom je gelieferter Energieeinheit wesentlich höher sind als bei fossilen Energieträgern. Mehr als 60 % der Investitionen im Stromsektor werden auf die Entwicklungs- und Schwellenländer entfallen. Hier erfordert die Bevölkerungsexplosion in den städtischen Regionen insbesondere eine stark steigende Einspeisung in die Stromnetze. In den Industrieländern wird der Ersatz älterer Kraftwerkskapazitäten der wesentliche Investitionsfaktor sein.

Rund 4,5 Billionen US-\$ werden für die Stromerzeugung erforderlich sein (Tabelle 5). Der Bau neuer Kraftwerke mit einer Kapazität von 4700 GW – von denen 2 000 GW gasbefeuert sein werden – wird über 4 Billionen US-\$ kosten. Der überwie-

**Tabelle 5. Investitionen im Stromsektor.**

	Erzeugung		Übertragung	Verteilung	Insgesamt
	Neu	Ertüchtigung			
Mrd. US-\$ (2001-2030)					
<b>OECD .....</b>	1 719	260	569	1 488	4 036
Davon:					
Nordamerika .....	717	137	295	728	1 876
Europa .....	645	62	143	501	1 351
Pazifik .....	357	61	131	260	809
<b>Transformationsländer ..</b>	297	41	82	280	700
Davon:					
Russland .....	157	21	45	154	377
<b>Entwicklungsländer .....</b>	2 064	138	918	1 987	5 106
Davon:					
Volksrepublik China ....	795	50	345	723	1 913
<b>Insgesamt .....</b>	4 080	439	1 568	3 755	9 841

gende Teil der neuen Kapazitäten wie auch der Investitionen wird auf die Entwicklungsländer entfallen. Über 400 Mrd. US-\$ sind für die Modernisierung vorhandener Kraftwerke, überwiegend Kohlenkraftwerke in OECD-Ländern und Reformstaaten, notwendig. Übertragung und Verteilung werden zusammengenommen ein Kapitalvolumen von 5,3 Billionen US-\$ in Anspruch nehmen, wovon 55 % auf die Entwicklungsländer entfallen.

Die OECD-Länder werden 4 Billionen US-\$ in ihren Kraftwerkssektor investieren müssen, die Hälfte davon für Übertragungs- und Verteilungsnetze. Ein Großteil der Investitionen in die Stromerzeugung wird auf den Ersatz alter Kraftwerke in diesen Ländern entfallen, da über ein Drittel der heutigen Kapazität in den nächsten dreißig Jahren stillgelegt werden muss. Die Vereinigten Staaten von Amerika und Kanada – die weiterhin der größte Strommarkt der Welt sein werden – dürften mehr als 40 % der Strominvestitionen des OECD-Raums auf sich vereinen. Trotz der dort relativ ausgereiften Systeme werden die Investitionserfordernisse ebenfalls größer sein als in allen anderen Regionen der Welt mit Ausnahme der Volksrepublik China.

Für die EU-15 wird sich das Investitionsvolumen bis zum Jahr 2030 auf 525 Mrd. US-\$ belaufen. Um die im Projektionszeitraum um 50 % wachsende Nachfrage zu befriedigen, ist der Neubau von 650 GW zusätzlicher Kraftwerksleistung notwendig. Hinzu kommen 330 GW für den Ersatz bestehender Leistung. Mehr als die Hälfte der neuen Kapazität in der EU-15 wird gasbefeuert und über 20 % basieren auf erneuerbaren Energieträgern (Wind, Biomasse). Etwa 18 % – entsprechend 116 GW – sind Kohlekraftwerke. Der Bau neuer Kernkraftwerke wird auf Frankreich und Finnland begrenzt bleiben. Der Anteil der Kernkraft am Neubauvolumen wird daher nur gering sein, es sei denn die CO<sub>2</sub>-Minderungspolitik würde sich weiter verschärfen.

Während die Finanzierung des Elektrizitätssektors im OECD-Raum bisher keine Probleme aufgeworfen hat, sind nunmehr aufgrund des Übergangs zu vollständig offenen Märkten neue Unsicherheitsfaktoren entstanden. Die Liberalisierung

erhöht die Risiken für Investoren im Bereich der Stromerzeugung, insbesondere im Hinblick auf die Spitzenlastkapazitäten. Darüber hinaus besteht Unsicherheit über die voraussichtlichen Investitionen in Übertragungsnetze, die in einigen OECD-Ländern – zum Beispiel in den USA und manchen europäischen Ländern – hinter den Investitionen in die Stromerzeugung zurückgeblieben sind. Die Ereignisse der Jahre 2002 und 2003 in Nordamerika und Europa haben deutlich gemacht, wie sehr es auf die Zuverlässigkeit von Übertragung und Verteilung ankommt. Liberalisierte Strommärkte erfordern ein höheres Investitionsniveau zu Gunsten der Übertragungsnetze, um das größere Volumen des Elektrizitätshandels zu bewältigen. Höhere Investitionen in die Übertragungsnetze werden aber auch aufgrund der verstärkten Einspeisung zeitlich nicht immer zur Verfügung stehender, erneuerbarer Energien erforderlich sein. Die Funktionen von Besitzern, Betreibern und Erzeugern sind zunehmend voneinander getrennt, was die Zuordnung von Zuständigkeiten und Netzwerksplanung komplizierter gestaltet. Alte, immer noch nicht gelöste Standortprobleme bestehen vielerorts fort, während die Ungewissheit über die künftigen Umweltauflagen ebenfalls ein zunehmendes Handicap für Investitionen im Stromsektor darstellt.

Die fünf größten Länder der Welt außerhalb des OECD-Raums – Volksrepublik China, Russland, Indien, Indonesien und Brasilien – werden rund ein Drittel der weltweiten Strominvestitionen benötigen. Auf Reformstaaten und Entwicklungsländer zusammengekommen werden rund 60 % entfallen. Es gibt keine Garantie dafür, dass die Entwicklungsländer in der Lage sein werden, die zur Deckung ihres projizierten Verbrauchs benötigten Investitionen im Stromsektor in Höhe von 5 Billionen US-\$ zu finanzieren, wovon zwei Drittel in den Entwicklungsländern Asiens notwendig sein werden. Besonders gravierend ist die Lage in Afrika. Auch in Indien herrschen sehr schwierige Bedingungen. Das Land muss in den Jahren bis 2030 rund 665 Mrd. US-\$ aufbringen, was alljährlich 2 % des BIP entspricht. Dies wird ohne durchgreifende Reformen nicht zu erreichen sein: Die staatlichen Elektrizitätsbehörden erwirtschaften derzeit eine negative Kapitalrendite von 35 %, und die Erlöse aus dem Stromabsatz decken lediglich 70 % der Kosten. Ein ganz entscheidendes Element der Reformprozesse wird in Indien und vielen anderen Ländern in der Einführung kostengerechter Tarifstrukturen zu sehen sein.

In den Entwicklungsländern wird es der stärksten Einbeziehung des privaten Sektors bedürfen. Wieweit diese Länder zur Mobilisierung privaten Kapitals im Stande sein werden, ist eine der größten Ungewissheiten für künftige Investitionen im Strombereich. Tatsache ist, dass die privaten Investitionen seit dem Jahr 1997 rückläufig sind. Es besteht große Unsicherheit darüber, wann und in welchem Umfang die privaten Investitionen wieder steigen und woher die neuen Investoren kommen werden. Eine wieder stärkere Beteiligung des privaten Sektors wird seine Zeit brauchen und geeignete Politiken erfordern.

Bei der hier projizierten Wachstumsrate von Investitionen und Versorgungsinfrastrukturen werden im Jahr 2030 immer noch 1,4 Mrd. Menschen ohne Zugang zu Strom sein – das sind nur 200 Mill. weniger als heute. Eine Steigerung der weltweiten Elektrizitätsinvestitionen um gerade einmal 7 % würde ausreichen, um eine Mindestversorgung dieser benachteiligten Bevölkerungsgruppen zu sichern. Das würde aber bedeuten, dass in Regionen, die schon jetzt größte Schwierigkeiten bei der Mobilisierung von Kapital haben, weitere 665 Mrd. US-\$ aufgebracht werden müssen. Es wird an der internationalen Gemeinschaft sein, einen Teil der Verantwortung für die Aufbringung der Finanzmittel zu übernehmen, die für die Bereitstellung zumindest elementarer Stromversorgungsdienste für die Ärmsten der Armen notwendig sind.

Die Investitionen im Kohlenbereich steigen auf rund 1,9 Billionen US-\$, wenn Kohlekraftwerke mit eingerechnet werden.

Mit einem Anteil von 88 % kommt der Großteil des Nachfragewachstums bei der Kohle aus dem Kraftwerksektor. Dort besteht ein intensiver Wettbewerb zwischen Kohle und Gas. Derzeit sind Gaskraftwerke kleiner und schneller zu errichten als Kohlekraftwerke. Die Investitionen im Kraftwerksbereich belaufen sich auf etwa 550 US-\$/kWh Kraftwerksleistung für Gaskraftwerke gegenüber 1 100 US-\$ für Kohlekraftwerke – mithin das Doppelte des Kapitalbedarfs für Gaskraftwerke. Damit sind Gaskraftwerke auf liberalisierten Märkten im Vorteil, wenn es darum geht, private Finanzierungen zu ermöglichen. Weitere Fortschritte bei der Kraftwerkstechnik werden nicht nur die Effizienz von Kohlekraftwerken steigern, sondern auch ihre Kapitalkosten senken müssen.

In einer Gesamtbetrachtung, die insbesondere für die Energiepolitik rohstoffreicher Entwicklungsländer interessant sein dürfte, vergleicht die IEA die Investitionen für eine zusätzliche Kilowattstunde Kraftwerksleistung unter Berücksichtigung der Investitionen für die gesamte Brennstoffkette. Das Ergebnis: Für eine zusätzliche Kilowattstunde Kraftwerksleistung müssen bei Gas 1 000 US-\$ investiert werden, bei Kohle sind 1 400 US-\$ erforderlich – nur etwa 40 % über dem Wert für Gas.

Ein wesentliches Investitionshindernis für Investitionen in Kohlenförderung und -kraftwerke ist die Furcht, dass Investitionen aufgrund künftiger CO<sub>2</sub>-Regulierungen entwertet werden könnten. Die Unsicherheit über die künftige Umweltpolitik erhöht bereits heute die von neuen Projekten geforderte Kapitalertragsrate. Andererseits bieten die fortschreitenden Forschungs- und Entwicklungsleistungen in den Bereichen saubere Kohletechnologien und CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung das Potenzial für weitere Verbesserungen der Umweltbilanz von Kohlekraftwerken.

### **Mobilisierung privaten Kapitals ist in erheblichem Umfang notwendig**

Die Weltenergieressourcen reichen aus, um die projizierte Nachfrage zu decken. Doch hängt die Mobilisierung der Investitionen, die zur Verwen-

derung vorhandener Ressourcen in ein effektiv verfügbares Energieangebot erforderlich sind, von der Fähigkeit des Energiesektors ab, sich im Kapitalwettbewerb mit anderen Sektoren der Volkswirtschaft erfolgreich zu behaupten, insbesondere vor dem Hintergrund, dass die Finanzierung von Energieinvestitionen bereits heute zu immer geringeren Teilen aus öffentlichen Mitteln erfolgt. Die Herausforderung wird zusätzlich verschärft, da der Kapitaldarf in den nächsten 30 Jahren in realer Rechnung wesentlich größer sein wird als in den vergangenen 30 Jahren. Für die Stromwirtschaft werden die Investitionserfordernisse fast dreimal so hoch sein. Daher wird es umso mehr darauf ankommen, die Investitionsbedingungen im Energiesektor so zu gestalten, dass das erforderliche Kapital mobilisiert wird.

Die Risiken, denen sich Investoren im Energiebereich gegenübersehen, umfassen im Wesentlichen Risiken geologischer, technischer, geopolitischer, marktbedingter und schließlich fiskalischer und ordnungsrechtlicher Natur. Zudem unterscheiden sich die Risiken regional sowie nach Energieträgern und Phase der Brennstoffkette. Aufgrund der überwiegend langen Investitionszyklen sind die Risiken erheblich. Der Energiesektor wird deshalb nur in der Lage sein, die erforderlichen Finanzmittel zu mobilisieren, wenn entsprechende Finanzierungsmechanismen vorhanden, die Investitionsrenditen hoch genug und die Investitionsbedingungen attraktiv sind.

In Entwicklungsländern wird die Finanzierung der benötigten Investitionen eine große Herausforderung darstellen, nicht nur für öffentliche Haushalte. Ein zunehmender Anteil des für Energieprojekte benötigten Kapitals wird von privaten und ausländischen Quellen kommen müssen, wie dies insbesondere im Öl- und Gassektor bereits heute der Fall ist. Eine drängende Voraussetzung insbesondere für Nicht-OECD-Staaten ist daher die Schaffung von Investitionsbedingungen und eines Investitionsklimas, die es ermöglichen, das notwendige Kapital zu mobilisieren. Dazu zählen – vor allem im Hinblick auf ausländische Direktinvestitionen – nicht zuletzt die makroökonomischen Bedingungen, die Sicherheit der Rechts- und Regulierungssysteme sowie die Art und Beständigkeit der staatlichen Politik.

Deutlich verstärkte Anstrengungen der Industrieländer zur Senkung der Treibhausgasemissionen und zur Energieeinsparung dürften sowohl den Umfang als auch die Struktur der Energieinvestitionen erheblich verändern. Die IEA hat dazu ein alternatives Szenario betrachtet, das bei stärkerer Nutzung der Erneuerbaren Energien zugleich einen reduzierten Gesamtenergiebedarf zu Grunde legt. Die Folge ist ein in etwa gleichbleibender Bedarf an Investitionen zur Stromerzeugung im OECD-Raum, da der höhere Kapitalbedarf der Erneuerbaren Energien – auf welche die Hälfte der Stromerzeugungsinvestitionen im Alternativszenario entfallen – in etwa den geringeren Bedarf an Kapazitäten ausgleicht. Für Übertragung und Verteilung von Strom fallen die Investitionen aufgrund der geringeren Nachfrage um nahezu 40 % niedriger aus. Der Kohlesektor würde 25 Mrd. US-\$ weniger an Investitionen

erfordern, zur Hälfte in Nicht-OECD-Ländern. Der Grund dafür ist die sinkende Nachfrage der Industrieländer nach Importkohlen. In der EU-15 zeigen sich die Auswirkungen einer verstärkten CO<sub>2</sub>-Minderungspolitik besonders deutlich. Der Kohlenverbrauch sinkt bis zum Jahr 2030 mit 272 Mill. t auf die Hälfte des Niveaus des Jahrs 2000. Die Gewinnung fällt gegenüber dem Referenzszenario um 90 Mill. t – vor allem durch einen kräftigen Einbruch bei der Braunkohlenproduktion –, und die Kohlenimporte sinken gegenüber dem Referenzszenario um 75 Mill. t oder gut ein Drittel. Dieses Szenario hätte allerdings erhebliche Zusatzinvestitionen auf der Nachfrageseite zur Folge, die von der IEA-Studie nicht abgebildet werden.

Die heute in Entwicklung befindlichen Technologien insbesondere zur Nutzung fossiler Energien könnten längerfristig den Investitionsbedarf im Energiebereich deutlich erhöhen und zugleich dessen Zusammensetzung erheblich verändern. Vorausgesetzt die Probleme im Zusammenhang mit Kohlenstoffsequestrierungsanlagen in den Bereichen Umweltschutz, Sicherheit, Recht und Akzeptanz würden gelöst, würden sich die Investitionen der Industrieländer zur Stromerzeugung um bis zu einem Viertel erhöhen. Auch eine breite Anwendung von Brennstoffzellen in Kraftfahrzeugen bleibt unberücksichtigt, da dazu zunächst noch erhebliche Kostensenkungen bei Brennstoffzellenfahrzeugen erreicht werden müssen. Gleiche Einschränkungen gelten für die Bereiche fortgeschrittener Kernkraftwerkssysteme und Verbesserungen bei Stromübertragung und -verteilung, in denen langfristig ebenfalls weitreichende technische Fortschritte zu erwarten sind.

#### Quellennachweis

1. International Energy Agency: World Energy Investment Outlook 2003. Paris, OECD/IEA 2003.
2. U.S. Department of Energy, Energy Information Administration: International Energy Outlook 2004. Washington D.C., April 2004.
3. European Commission: World Energy, technology and climate policy outlook (WETO). Brüssel, 2003.

**Glückauf  
Glückauf-Forschungshefte  
Geotechnik  
Felsbau**

**VGE**  
Verlag Glückauf Essen

Postfach 18 56 20 · D-45206 Essen  
Telefon +49 (0) 20 54 / 9 24-121  
Telefax +49 (0) 20 54 / 9 24-129  
E-Mail [vertrieb@vge.de](mailto:vertrieb@vge.de)  
Internet [www.vge.de](http://www.vge.de)

Beiträge in Fachzeitschriften sind das aussagekräftigste (Werbe-) Mittel, Ihren Geschäftspartnern Ihr Know-how und dessen Anwendung praxisorientiert zu vermitteln.

Fordern Sie ein Angebot an über:

- Sonderdrucke – individuell nach Ihren Wünschen
- Fortdrucke – als kostengünstige Alternative

**Sonderdrucke**  
**Fortdrucke**