

# Kernenergie: Weltreport 2008

Redaktion

Zum Jahresende 2008 standen weltweit in 31 Ländern 438 Kernkraftwerke zur Energieversorgung zur Verfügung. Dies ist 1 Anlage weniger als Ende 2007 (439 Kernkraftwerksblöcke).

Die Gesamt-Bruttoleistung der Anlagen betrug rund 392,6 GWe bzw. die Gesamt-Nettoleistung 372,2 GWe und blieb damit quasi auf Vorjahresniveau (brutto: 392,9 GWe, netto: 372,5 GWe).

Neu in Betrieb genommen wurde im Jahr 2008 kein Kernkraftwerk.

Den Betrieb endgültig eingestellt hatte zum 31. Dezember 2008 der Kernkraftwerksblock *Bohunice 2* in der Slowakischen Republik entsprechend den Vereinbarungen im Rahmen der Beitrittsverhandlungen des Landes zur Europäischen Union.

42 Kernkraftwerksblöcke, also 10 Anlagen mehr als Ende 2007, mit einer Gesamt-Bruttoleistung von rund 38,1 GWe bzw. Gesamt-Nettoleistung von 35,9 GWe, waren in 14 Ländern in Bau.

Weltweit befinden sich rund 80 Kernkraftwerksneubauten in der konkreten Projektierungs-, Planungs- bzw. Genehmigungsphase, zum Teil schon mit gestelltem Genehmigungsantrag oder erfolgter Auftragsvergabe. Etwa 130 zusätzliche Kernkraftwerksprojekte werden darüber hinaus genannt.

Die Netto-Stromerzeugung in Kernkraftwerken erreichte in 2008 weltweit mit rund 2.628 Mrd. kWh ein gutes Ergebnis (Vorjahr 2007: rund 2.595 Mrd. kWh; bisheriges Topergebnis aus 2006: 2.658 Mrd. kWh). Seit der ersten Stromerzeugung in einem Kernkraftwerk am 20. Dezember 1951 im Schnellen Brutreaktor *EBR-1* (USA) sind damit kumuliert netto rd. 61.880 Mrd. kWh erzeugt worden und die Betriebserfahrungen sind auf rund 13.125 Reaktorjahre angewachsen.

Ende vergangenen Jahres 2008 waren weltweit 438 Kernkraftwerke in 31 Ländern in Betrieb\*. Dies ist 1 Anlage weniger als am Vorjahresstichtag (2007: 439). Im Weiteren in Klammern jeweils Angabe der Zahlen zum 31. Dezember 2007) (vgl. *Bild 1*). In 14 (12) Ländern

\* Die *atw* listet Kernkraftwerke als „in Betrieb“ befindlich ab Erreichen der **Erstkritikalität** als „nukleares“ Kriterium. Andere Quellen verweisen hier auf die **1. Stromerzeugung** oder die **kommerzielle Inbetriebnahme**. Kernkraftwerke werden nicht mehr als „in Betrieb“ befindlich gelistet, wenn für diese ein längerfristiger Betriebsstillstand, d.h. über mehrere Jahre, beschlossen wurde. Verfügt der Betreiber über eine gültige Rahmenbetriebsgenehmigung bzw. ist kein Antrag auf die endgültige Einstellung des Leistungsbetriebs gestellt, wird der Betriebszustand als „Lay-up“-Betrieb gelistet (vgl. Kanada und Japan).

befanden sich 42 (32) Kernkraftwerksblöcke, also 10 mehr als am Vorjahresstichtag, in der Errichtung. Die verfügbare Gesamt-Bruttoleistung<sup>1)</sup> der im nuklearen Betrieb befindlichen Anlagen betrug 392.597 MWe (392.958 MWe) bzw. die Gesamt-Nettoleistung 372.168 MWe (372.433 MWe). Dies entspricht nahezu dem Vorjahresniveau mit einer Abnahme um rund 0,1 %, d.h. von rund 360 MWe brutto bzw. 265 MWe netto. Die nicht mehr verfügbare Leistung durch die Stilllegung einer Anlage wurde, wie in den Vorjahren auch, teilweise durch Leistungserhöhungen bzw. neu festgelegte Nennleistungen bei in Betrieb befindlichen Anlagen kompensiert (vgl. *Tabelle 1* und *Bilder 1* bis *3*).

Im vergangenen Jahr 2008 erreichte kein neues Kernkraftwerk **Erstkritikalität** (first criticality), wurde erstmals mit dem **Netz synchronisiert** (grid connection) oder **kommerziell in Betrieb genommen** (commercial operation).

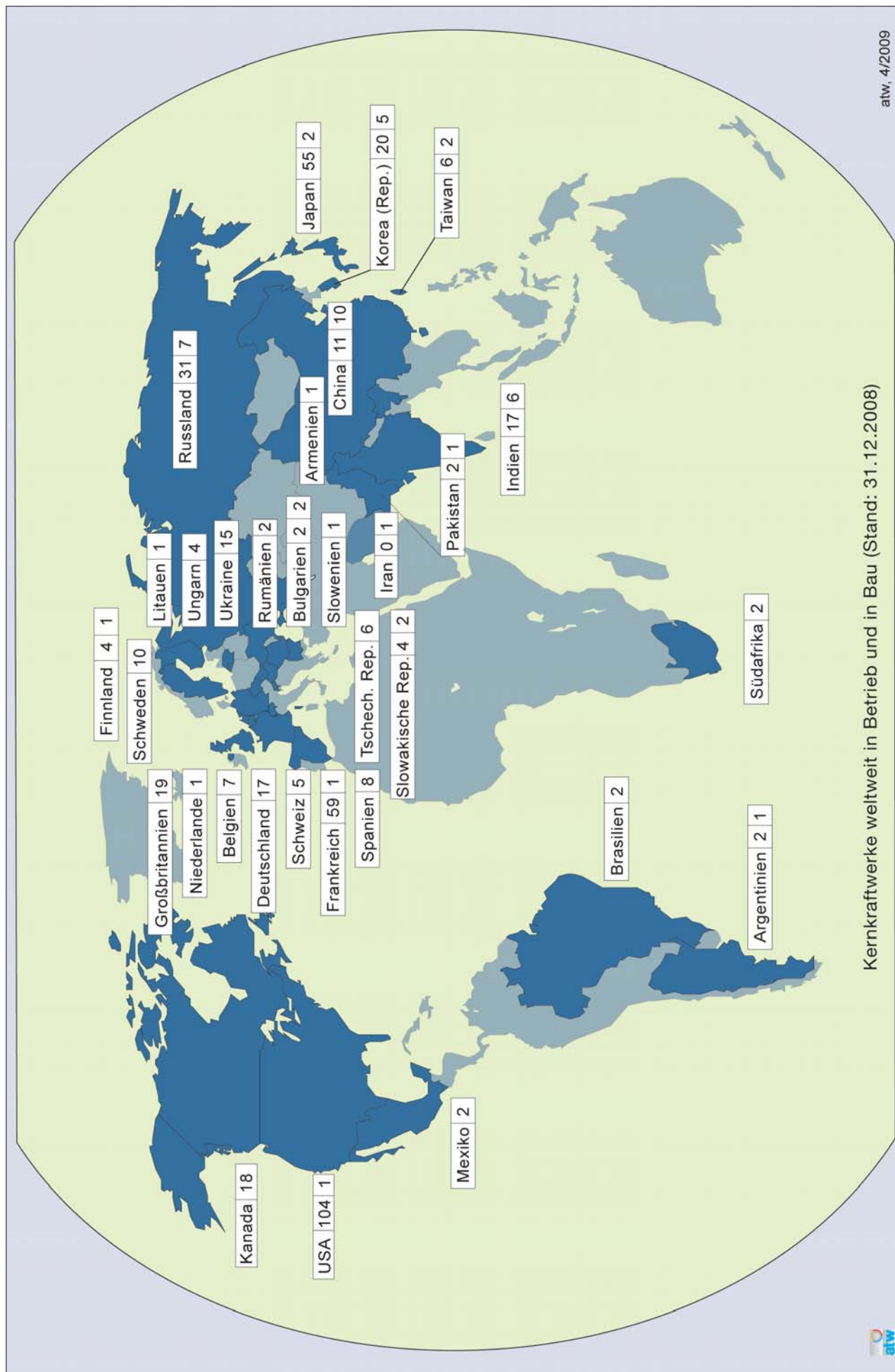
Endgültig **außer Betrieb** genommen wurde in 2008 ein Kernkraftwerksblock in der Slowakischen Republik. Gemäß den Vereinbarungen im Rahmen der Beitrittsverhandlungen des Landes zur EU – die Slowakische Republik ist seit dem 1. Mai 2004 Mitglied der Gemeinschaft – war die Stilllegung der WWER-440-Kernkraftwerksblöcke *Bohunice 1* und *Bohunice 2* (Leistung: brutto 440, netto 408 MWe) verpflichtend in den Beitrittsdokumenten vereinbart worden. Der Block *Bohunice 1* der frühen Standardbaureihe V-230 war die erste außerhalb der früheren UdSSR errichtete Anlage dieses Typs und ging nach rund 7 Jahren Bauzeit im Jahr 1980 in Betrieb. Beide Blöcke am Standort wurden in den 1990er-Jahren mit einem finanziellen Aufwand von mehr als 300 Mio. US-\$ nachgerüstet und im Jahr 2000 stellte eine Überprü-

<sup>1)</sup> Die Definition der Brutto- und Netto-Leistungen (als Nennleistungen) für Kraftwerke im Allgemeinen und Kernkraftwerke im Speziellen ist weltweit nicht einheitlich. Für einige Länder, wie z.B. Deutschland, existieren weitgehend verbindliche Begriffsdefinitionen, Definitionen für eine Leistungsabnahme und Kennzahlen, die auch standardisierte Nennbedingungen berücksichtigen (bei einem Kondensationskraftwerk kann z.B. die Leistung bei 1.000 MWe Nennleistung und einer Bandbreite der Kühlwasser-Eintrittstemperatur von 26 °C zwischen ca. 1.020 MWe (niedrige Kühlwassertemperatur) und ca. 960 MWe (hohe Kühlwassertemperatur) liegen.) Weiterhin sind die elektrischen Brutto- und Nettoleistungen in einzelnen Ländern nicht verbindlicher Teil der Genehmigung für die Anlage (genehmigt wird z.B. die „maximale thermische Reaktorleistung“), sodass Angaben zur Generatorklemmleistung nicht verfügbar sind. Für z.B. die Kernkraftwerke russischer Bauart (WWER-Reaktoren, RMBK-Reaktoren) werden auch die Bauartleistungen (WWER-440 = 440 MWe Bruttoleistung) angegeben. Die *atw* bemüht sich um eine möglichst kontinuierliche und konsistente Datenerhebung. Entsprechend sind Korrekturen möglich.

fungsmission der *International Atomic Energy Agency (IAEA)* fest, dass alle bis dahin seitens der *IAEA* angeführten Sicherheitsfragen als ausreichend bewältigt angesehen werden können. Der Block *Bohunice 1* stellte im Jahr 2006 den Betrieb ein.

In **Bau** befindlich waren Ende vergangenen Jahres 2008 weltweit 42 (32) Anlagen mit 38.124 MWe (28.446 MWe) Brutto- bzw. 35.947 MWe (26.940 MWe) Nettoleistung. Damit hat sich diese Zahl im Vorjahresvergleich aufgrund der neuen Projekte bzw. Projektwiederaufnahmen in Bulgarien, China, der Republik Korea, der Slowakischen Republik und Russland um 10, entsprechend ca. 31 % erhöht. Der seit 2005, als weltweit 22 Kernkraftwerksprojekte verzeichnet wurden, d.h. die niedrigste Zahl von Neubauten seit Mitte der 1960er-Jahre in einem Jahr, feststellbare Trend zu weiteren Bauprojekten setzte sich somit in 2008 deutlich fort. Die bislang höchste Anzahl von Neubauprojekten in einem Jahr ist für 1980 zu verzeichnen, als weltweit 205 Kernkraftwerke mit einer Kapazität von rund 185.000 MWe netto errichtet wurden.

In Bulgarien hatte die *Natsionalna Elektricheska Kompania EAD (NEK EAD)* nach über 10 Jahren Baustillstand die Errichtung zweier Kernkraftwerksblöcke am bestehenden Neubaugrundstück *Belene* beschlossen. Die Projektgesellschaft *Belene Power Company AD*, an der *NEK* zu 51 % und *RWE Power* zu 49 % beteiligt sind, wird vom Anlagenlieferanten *Atomstroyexport 2* WWER-1000/V466 Reaktorblöcke des Typs AES-92 errichten lassen. Der erste Block soll im Jahr 2014 in Betrieb gehen. In China starteten die Projekte *Hongyanhe 2*, *Ningde 1*, *Yangjiang 1*, *Fuqing 1* und *Fangjianshan 1* mit dem offiziellen Baubeginn und jeweils Gießen des ersten Betons. Der Bau dieser Blöcke ist Teil des aktuellen 11. Chinesischen Fünfjahresplanes (2006 bis 2010) der Regierung. Insgesamt sieht der 11. Fünfjahresplan den Baubeginn von 30 neuen Kernkraftwerksblöcken vor, von denen sich aktuell 10 in der Realisierung befinden, und weitere 12 im Vorbereitungsstadium. Alle in 2008 begonnenen Projekte werden mit Reaktoren des chinesischen Typs CPR-1000 (1.080 MWe brutto, 1.000 MWe netto) ausgerüstet, womit der Anlagenhersteller *China National Nuclear Corporation* erstmals mehrere nahezu identische Kernkraftwerke parallel errichtet. In Südkorea sind die beiden Projekte *Shin Kori 3* und *Shin Wolsong 2* der *Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.* mit Gießen des ersten Betons ebenfalls in eine weitere Umsetzungsphase eingetreten. Die Anlage *Shin Kori 3* wird als erste Anlage mit einem fortgeschrittenen Druckwasserreaktor des Typs APR-1400 ausgerüstet (1.400 MWe brutto, 1.350 MWe netto). Zwei weitere Kernkraftwerksblöcke am neuen Standort *Shin Ulchin* sind beantragt und auch angesichts der weitesten Situation bei der Versorgung mit fossilen Primärenergieträgern hat die südkoreanische Regierung den Bau von zusätzlichen 10 Blöcken bis zum Jahr 2030 beschlossen. Das Kernkraftwerksprogramm Russlands ist auch im Rahmen der neu strukturierten russischen Nuklearwirtschaft in 2008 mit ambitionierten Schwerpunkten von der russischen Regierung beschlossen worden. Ab dem Jahr 2012 soll jedes Jahr mindestens ein Kernkraftwerksblock mit 1.000 MW Leistung in Betrieb gehen. Das Programm umfasst insgesamt 24 zusätzliche Kernkraftwerksblöcke. Die laufenden Arbeiten an den 2 WWER-DWR *Volgodonsk 2* und *Kalinin 4*



atw, 4/2009

Bild 1: Übersichtskarte der Kernkraftwerke betreibenden Länder weltweit und Anzahl der Kernkraftwerke in Betrieb (erste Zahlenangabe) sowie Anzahl der Kernkraftwerke in Bau (zweite Zahlenangabe). In 31 Ländern waren 438 Kernkraftwerke in Betrieb, in 14 Ländern 42 Anlagen in Bau. Angaben zum 31.12.2008, Stand: April 2009

Land	atw	In Betrieb Leistung			In Bau Leistung			Kernenergie- erzeugung * netto 2008 [1E+06 MWh]	Anteil Gesamt- erzeugung * 2008 [%]
		Anzahl	Brutto [MWe]	Netto [MWe]	Anzahl	Brutto [MWe]	Netto [MWe]		
Argentinien	AM	2	1.005	935	1	745	692	6,8	6
Armenien	AS	1	408	376	-	-	-	2,3	40
Belgien	EU	7	6.102	5.811	-	-	-	43,4	54
Brasilien	AM	2	2.007	1.901	-	-	-	14,0	3
Bulgarien	EU	2	2.000	1.906	2	2.120	2.000	15,0	32
China	AS	11	9.134	8.602	10	9.952	9.226	65,3	2
Deutschland	EU	17	21.497	20.470	-	-	-	141,5	23
Finnland	EU	4	2.800	2.696	1	1.600	1.510	22,0	30
Frankreich	EU	59	66.130	63.363	1	1.600	1.510	418,3	76
Großbritannien	EU	19	11.907	10.952	-	-	-	65,3	14
Indien	AS	17	4.120	3.779	6	3.160	2.962	13,2	2
Iran	AS	-	-	-	1	1.000	953	---	---
Japan	AS	55	49.580	47.597	2	2.335	2.237	240,5	25
Kanada	AM	18	13.425	12.621	-	-	-	88,6	15
Korea (Republik)	AS	20	18.526	17.454	5	5.400	5.130	144,3	36
Litauen	EU	1	1.300	1.185	-	-	-	9,1	73
Mexiko	AM	2	1.366	1.310	-	-	-	9,4	4
Niederlande	EU	1	515	480	-	-	-	4,0	4
Pakistan	AS	2	462	425	1	300	280	1,8	2
Rumänien	EU	2	1.412	1.305	-	-	-	10,3	18
Russland	EP	31	23.242	21.770	7	5.080	4.821	152,1	17
Schweden	EU	10	9.406	8.987	-	-	-	64,0	42
Schweiz	EP	5	3.372	3.220	-	-	-	27,6	40
Slowakische Republik	EU	4	1.760	1.632	2	880	816	16,7	56
Slowenien	EU	1	727	696	-	-	-	6,3	42
Spanien	EU	8	7.723	7.446	-	-	-	59,0	18
Südafrika	AF	2	1.888	1.800	-	-	-	13,3	5
Taiwan	AS	6	5.144	4.884	2	2.712	2.630	40,1	21
Tschechische Republik	EU	6	3.734	3.500	-	-	-	26,5	32
Ukraine	EP	15	13.818	13.090	-	-	-	84,3	48
Ungarn	EU	4	1.866	1.755	-	-	-	14,0	37
USA	AM	104	106.221	100.220	1	1.240	1.180	809,0	20
<b>Summe</b>		<b>438</b>	<b>392.597</b>	<b>372.168</b>	<b>42</b>	<b>38.124</b>	<b>35.947</b>	<b>2.628,0</b>	<b>---</b>

Anmerkungen: In den vergangenen Jahren sind die genehmigten und tatsächlichen Leistungswerte einer Reihe von Kernkraftwerken zum Teil erheblich aufgrund von technischen Maßnahmen erhöht bzw. angepasst worden, so in Deutschland, Finnland, Korea, den Niederlanden, Schweden, Slowenien, Ungarn und den USA. Entsprechende Änderungen der Brutto- bzw. Nettoleistung sind in den vorliegenden Daten mit Stand 04/2009 berücksichtigt.

Die atw listet Kernkraftwerke als „in Betrieb“ befindlich ab Erreichen der Erstkritikalität als „nukleares“ Kriterium. Andere Quellen verweisen hier auf die 1. Stromerzeugung oder die kommerzielle Inbetriebnahme.

Projekte werden als „in Bau“ befindlich gelistet, wenn eine Errichtungsgenehmigung vorliegt bzw. nach Aufnahme erster Bautätigkeiten ab Ausschachten der Baugrube.

[Quellen: Betreiberangaben, IAE0]

- [1] Bulgarien, *Belene*: Am 3. September 2008 wurde die Errichtungsarbeiten am Projekt *Belene 1* und 2 offiziell wieder aufgenommen. Zwei WWER-1000/466-Blöcke vom Typ A92 sollen unter Einbeziehung des bestehenden Standortes errichtet werden.
- [2] China (Volksrepublik): Gemäß dem aktuellen 11. Fünfjahresplan (2006 bis 2010) soll neben den aufgeführten Projekten der Bau von weiteren 30 Kernkraftwerksblöcken in diesem Zeitraum aufgenommen werden. Ende 2008 befanden sich von diesen Projekten 12 in der Bauvorbereitungsphase.  
*Hongyanhe*: Offizieller Baubeginn des 2. Druckwasserreaktors am 28. März 2008 (Bauherr: *Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co. Ltd. LHNPC*).  
*Ningde*: Offizieller Baubeginn für die ersten 2 von geplanten 4 – später 6 – Druckwasserreaktoren am 18. Februar bzw. 12. November 2008 (Bauherr: *Guandong Nuclear Power Joint Venture Company Limited (GNPJV)*, Konsortium der *China Guandong Nuclear Power Group* und der *China Datang Co*).  
*Yangjiang*: Offizieller Baubeginn des 1. von geplanten und genehmigten 6 Druckwasserreaktoren am 16. Dezember 2008 (Bauherr: Konsortium unter Führung der *China Guandong Nuclear Power Group (CGNPG)*).  
*Fuqing*: Offizieller Baubeginn des 1. von 2 Druckwasserreaktoren am 21. November 2008 (Bauherr: Konsortium der *China National Nuclear Corporation (CNNC)*, der *China Huadian Group* und der *Fujian Investment & Development Co. Ltd.*).  
*Fangjishan*: Offizieller Baubeginn des 1. von 2 Druckwasserreaktoren am 26. Dezember 2008 (Bauherr: *China National Nuclear Corporation (CNNC)*).
- [3] Japan, *Monju*: Der schnelle natriumgekühlte Brutreaktor *Monju* befindet sich nach dem Austritt von nicht radioaktivem Kühlmittel Natrium aus dem sekundären Zwischenkühlkreislauf seit 1995 im kalten Stillstand. Im Frühjahr 2008 hat die japanische *Nuclear and Industrial Safety Agency (Nisa)* den 4. und damit letzten erforderlichen Sicherheitsbericht für die Wiederinbetriebnahme genehmigt. Bis zur Betriebsaufnahme wird das Prototypkernkraftwerk unter der Kategorie Langzeitstillstand geführt und wird in der Tabelle nicht berücksichtigt. Leistung: 280 MWe brutto und 246 MWe netto.
- [4] Kanada, *Bruce*: Die Blöcke *Bruce A-1* und *Bruce A-2 (BrucePower)* befinden sich in einem längeren Betriebsstillstand. Ein Wiederinbetriebnahmeprogramm mit Maßnahmen für eine Betriebsdauer von 60 Jahren läuft. Die Leistung der beiden Blöcke von 1.650 MWe brutto und 1.500 MWe netto ist in der Tabelle nicht berücksichtigt.  
*Pickering*: Die Blöcke *Pickering A-2* und *Pickering A-3 (OntarioPowerGeneration OPG)* befinden sich in einem längeren, sicheren Betriebsstillstand. Die Wiederinbetriebnahme wird geprüft. Die Leistung der beiden Blöcke von 1.084 MWe brutto und 1.030 MWe netto ist in der Tabelle nicht berücksichtigt.
- [5] Korea: Neben den aufgeführten, in Bau befindlichen Kernkraftwerksprojekten befinden sich die Blöcke *Shin Ulchin 1* und 2 in der Genehmigungsphase. Der Bau von weiteren 10 Blöcken bis 2030 ist von der koreanischen Regierung in 2008 beschlossen worden.  
*Shin Kori 3*: Offizieller Baubeginn für den 3. von 4 Druckwasserreaktoren mit Gießen des ersten Betons am 16. Oktober 2008 (Bauherr: *Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.*)  
*Shin Wolsong 2*: Offizieller Baubeginn des 2. Druckwasserreaktors mit Gießen des ersten Betons am 23. Oktober 2008 (Bauherr: *Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.*)
- [6] Russland: Das Kernkraftwerksprogramm ist im Jahresverlauf 2008 offiziell seitens der russischen Regierung beschlossen worden. Es sieht den Bau von zusätzlich 24 Kernkraftwerksblöcken vor.  
*Leningrad 2-1*: Am Standort *Leningrad 2* wurde am 25. Oktober 2008 mit Gießen des ersten Betons das Projekt offiziell begonnen (Bauherr: *Energoatom Concern OJSC*).
- [7] Schweiz: In 2008 haben die 3 schweizer Unternehmen *ATEL*, *AXPO* und *NOK* 3 Rahmenbewilligungsgesuche als ersten formalen Genehmigungsschritt zum Ersatz von laufenden Kernkraftwerken eingereicht.
- [8] Slowakische Republik, *Mochovce*: Am 3. November 2008 sind die Arbeiten zur Fertigstellung der 2 Kernkraftwerksprojekte *Mochovce 3* und 4 offiziell wieder aufgenommen worden.  
*Bohunice*: Entsprechend den Vereinbarungen im Rahmen der Beitrittsverhandlungen zwischen der Slowakischen Republik und der Europäischen Union ist der WWER-440-Reaktor *Bohunice 2* am 31. Dezember 2008 endgültig stillgelegt worden.
- [9] USA: In den USA lagen Ende 2008 insgesamt 19 Anträge für den Bau von 27 neuen Kernkraftwerksblöcken bei der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde *NRC (Nuclear Regulatory Commission)* vor.

Tab. 1: Kernkraftwerksblöcke (Stichtag 31.12.2008), nukleare Stromerzeugung und Anteil der Kernenergie an der Gesamtstromerzeugung 2008 weltweit (\* teilweise vorläufige Angaben) [Quellen: Betreiberangaben, IAE0]

sollen mit Priorität kurzfristig abgeschlossen werden. Der Bau des Schnellen Brutreaktors *Beloyarsk 2*, BN-800 wird ebenso weiter verfolgt. Im Oktober 2008 begannen mit Gießen des ersten Betons offiziell die Bauarbeiten am ersten Block des neuen Kernkraftwerks *Leningrad 2-1*. Des Weiteren wird die *Akademik Lomonosov*,

das erste schwimmende Kernkraftwerk der Welt (weltweit verfügen die USA, Russland, Großbritannien und Frankreich über entsprechende Erfahrungen durch Bau und Betrieb von etwa 700 vorwiegend für den Militäreinsatz konzipierten U-Booten und Überwasserschiffen, aber auch zivilen Eisbrechern) aktuell

fertiggestellt. Auf dem Leichter werden 2 Reaktoren vom Typ KLT-40S installiert. Diese stellen eine Weiterentwicklung bewährter, auf nuklear getriebenen Eisbrechern eingesetzter, Technik dar. Die beiden Reaktoren werden jeweils 73 MW Prozesswärme und 35 MW elektrische Leistung zur Verfügung stellen. In der

Anlagenname	Land	Reaktortyp	Bruttoleistung	Nettoleistung	Betreiber	Konstrukteur/	Baubeginn / Erstkritikalität Betrieb
			[MWe]	[MWe]		Lieferant	
<b>1. Kritikalität, 1. Netzsynchronisation sowie Aufnahme des kommerziellen Betriebs in 2008</b>							
keine Anlage	---	---	---	---	---	---	---
<b>Aufnahme des kommerziellen Betriebs in 2008</b>							
keine Anlage	---	---	---	---	---	---	---
<b>Wiederaufnahme des kommerziellen Betriebs nach Langfriststillstand in 2008</b>							
keine Anlage	---	---	---	---	---	---	---
<b>Aufnahme von Bautätigkeiten/Grundsteinlegung (erster Beton) in 2008</b>							
Hongyanhe 2	China	DWR	1.080	1.000	LHNPC	CNNC	2008
Ningde 1	China	DWR	1.080	1.000	GNPJV	CNNC	2008
Yangjiang 1	China	DWR	1.080	1.000	CGNPG	CNNC	2008
Fuqing 1	China	DWR	1.080	1.000	CNNC, CHG, FID	CNNC	2008
Fangjiahan 1	China	DWR	1.080	1.000	CNNC, CHG, FID	CNNC	2008
Shin Kori 3	Korea (Rep.)	DWR	1.400	1.350	KHNPC	KHNPC	2008
Shin Wolsong 2	Korea (Rep.)	DWR	1.000	950	KHNPC	KHNPC	2008
Leningrad II-1	Russland	WWER-DWR	1.085	1.000	Rosatom	AEP	2008
<b>Wiederaufnahme von Bautätigkeiten/Grundsteinlegung in 2008</b>							
Belene 1	Bulgarien	WWER-DWR	1.060	1.000	BPC	AEE	2008
Belene 2	Bulgarien	WWER-DWR	1.060	1.000	BPC	AEE	2008
Mochovce 3	Slowakische Rep.	WWER-DWR	440	408	SE	AEE	1985...2008
Mochovce 4	Slowakische Rep.	WWER-DWR	440	408	SE	AEE	1985...2008
<b>Beendigung des Leistungsbetriebs in 2008</b>							
Bohunice 2	Slowakische Rep.	WWER-DWR	440	408	SE	AEE	1981 ... 2008

AEE: Atomstroyexport, Russland

AEP: Atomenergoprom, Russland

BPC: Belene Power Company AD, Bulgarien

CGNPG: China Guangdong Nuclear Power Group, China

CHG: China Huadian Group, China

CNNC: China National Nuclear Corporation, China

FID: Fujian Investment & Development Co. Ltd., China

GNPJV: Guangdong Nuclear Power Joint Venture Company Limited, China

KHNPC: Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd., Korea

LHNPC: Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co. Ltd., China

SE: Slovenské elektrárne, a. s., Slowakische Republik

DWR: Druckwasserreaktor (PWR: Pressurized Water Reactor)

DWR-WWER: Druckwasserreaktor russischer Bauart (Wasser-Wasser Energie-Reaktor)

Tab. 2: Kernkraftwerksblöcke im Jahr 2008 neu in Betrieb (Erstkritikalität, erste Netzsynchronisation und Aufnahme des kommerziellen Betriebs) sowie Baubeginn/Grundsteinlegung/Wiederaufnahme der Fertigstellung und Stilllegungen.

Slowakischen Republik hat die *Slovenské Elektrárne*, an der die italienische *ENEL* eine Mehrheitsbeteiligung hält, nach über 10 Jahren Baustillstand den Weiterbau der Kernkraftwerksblöcke *Mochovce 3* und *Mochovce 4* beschlossen und offiziell begonnen. Es werden 2 WWER-440 Reaktorblöcke unter Nutzung von Rohbauten des bisherigen Projektes errichtet. Die Europäische Kommission teilte in 2008 mit, dass die Auslegung von *Mochovce 3* und *4* der bewährten Praxis bei der Auslegung gegen Flugzeugaufprall entspricht.

In Japan befindet sich der schnelle natriumgekühlte Brutreaktor *Monju* nach dem Austritt von nicht radioaktivem Kühlmittel Natrium aus dem sekundären Zwischenkühlkreislauf seit 1995 im kalten Stillstand. Im Frühjahr 2008 hat die japanische *Nuclear and Industrial Safety Agency (Nisa)* den 4. und damit letzten erforderlichen Sicherheitsbericht für die Wiederinbetriebnahme der Anlage genehmigt. Bis zur Betriebsaufnahme wird das Prototypkernkraftwerk unter der Kategorie Langzeitstillstand geführt.

In Kanada läuft das Wiederinbetriebnahmeprogramm für die im Langzeitstillstand befindlichen schwerwassermoderierten und -gekühlten Candu-Blöcke *Bruce A-1* und *Bruce A-2* (Candu: Canada Deuterium Uranium) des Betreibers *BrucePower* planmäßig weiter. Unter anderem werden die rund 500 Druckröhren der *Calandria*, in denen sich die Brennelemente während des Betriebs befinden, ausgetauscht. Diese Arbeiten am Block 1 wurden weitgehend zum Jahreswechsel 2008/2009 erfolgreich abgeschlossen. Die Wiederinbetriebnahme an den Candu-Blöcken *Bruce A-3* und *Bruce A-4* war

in den Jahren 2003 und 2004 erfolgreich abgeschlossen worden. Im weiteren Langzeitstillstand befinden sich die Blöcke *Pickering A-2* und *Pickering A-3* (*OntarioPowerGeneration OPG*). An diesem Standort befinden sich die Anlagen *Pickering A-1* und *Pickering A-4* ebenfalls nach längerem Stillstand wieder im Betrieb. Ob die 2 verbleibenden Blöcke auch umgerüstet werden, hängt wesentlich von einer möglichen Entscheidung für den Neubau von Kernkraftwerken als weitere Option ab.

Weltweit befanden sich zum Jahreswechsel 2008/2009 rund 80 Projekte (40, d.h. ein Plus von 100 %) in der konkreten Planungs- bzw. Beantragungsphase. Eine besonders hohe Zunahme von Bauanträgen ist in den USA zu verzeichnen. Am 20. September 2007 wurde von *NRG Energy / STPNOC* der erste Neubauantrag für ein Kernkraftwerk seit nahezu 30 Jahren gestellt. Innerhalb der folgenden 15 Monate stellten Betreiber 17 Anträge für weitere 25 Blöcke. Auch in Europa sind im Jahr 2008 wieder mehrere Neubauvorhaben in die Antragsphase eingetreten, so in Finnland, in Frankreich und in der Schweiz. Hinzu kommen weitere etwa 130 (100) Absichtserklärungen von Unternehmen oder Regierungsstellen in weiteren Ländern.

Die Entwicklung der Anzahl der weltweit betriebenen kommerziellen Kernkraftwerke sowie die zur Verfügung stehende Brutto-Kernkraftwerksleistung ist in *Bild 2* und *Bild 3* für die Jahre 1956 bis 2008 dargestellt (1956: Inbetriebnahmehjahr des ersten kommerziellen Kernkraftwerks, *Calder Hall 1*, in Großbritannien. Die erste nukleare Stromerzeugung erfolgte am

20. Dezember 1951 im US-amerikanischen *Experimental Breeder Reactor EBR-1*.) Bemerkenswert ist weiterhin der Kapazitätswachstum (Bild 3) in den 1980er-Jahren, als die unter dem Eindruck der ersten Erdölpreiskrise Anfang und Ende der 1970er-Jahre geordneten Kernkraftwerke mit hohen Leistungen je Anlage von im Mittel 1.000 MWe in Betrieb gingen. Weltweit und in Deutschland stellte bei dieser Entwicklung die Inbetriebnahme des Kernkraftwerksblocks *Biblis A* im Jahr 1974 mit 1.225 MWe brutto einen wichtigen Meilenstein der Entwicklung leistungsstärker Anlagen dar. Die seit etwa 1993 festzustellende Stagnation der Entwicklung von Kernkraftwerksanzahl und -leistung beruht einerseits auf der Stilllegung älterer, prototypischer und nicht mehr wirtschaftlicher Anlagen in den USA, Europa und den Staaten der GUS und andererseits dem kompensierenden Zubau von Kapazitäten im asiatischen Raum und Leistungserhöhungen bei laufenden Anlagen. Seit Mitte der 1990er-Jahre sind bemerkenswerte Leistungserhöhungen realisiert worden. Allein durch weiter optimierte Turbinen können rund 5 % mehr an Kapazität gewonnen werden, ohne dass die Reaktorleistung erhöht werden muss. Ist auch eine Erhöhung der thermischen Reaktorleistung konstruktiv möglich, wurden bislang bis zu 20 % Erhöhung der Erzeugungsleistung genehmigt. Bis zum Ende dieses Jahrzehnts wird mit einem weiteren Kapazitätswachstum von insgesamt bis zu 3.500 MW weltweit gerechnet. Dies entspricht dem Neubau von 3 großen Kernkraftwerksblöcken. Allein in den USA wurden Leistungserhöhungen im Umfang von rd. 5.500 MWe netto umgesetzt, weitere 1.700 MWe sind aktuell

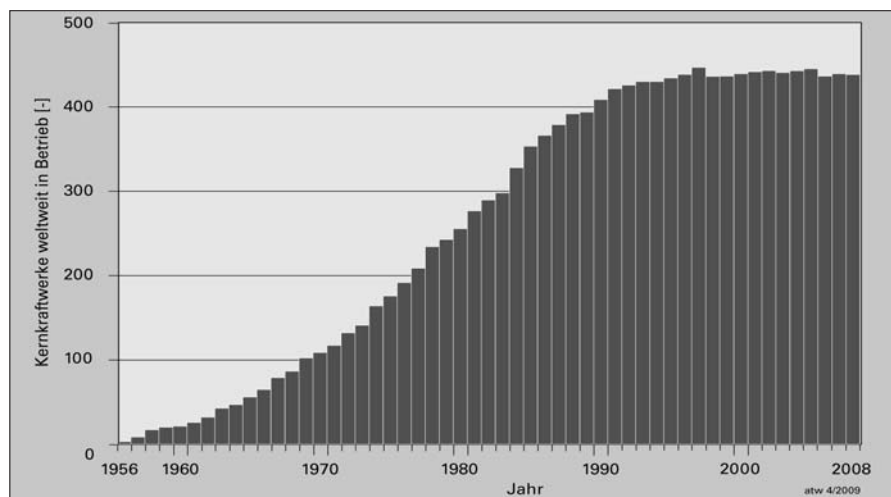


Bild 2: Entwicklung der Anzahl der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke weltweit seit Inbetriebnahme der ersten kommerziellen Anlage, Calder-Hall 1, Großbritannien, im Jahr 1956. Ende 2008 wurden 438 Kernkraftwerke betrieben. (Angaben zum 31.12.2008, Stand: April 2009)

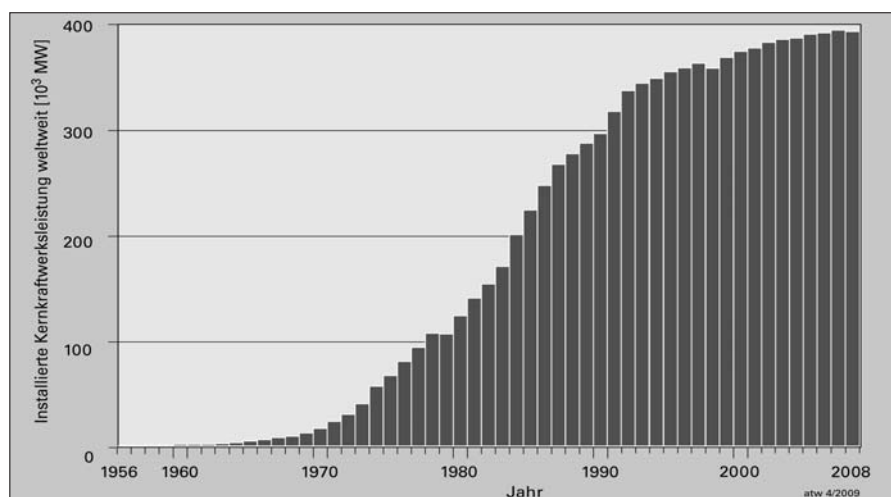


Bild 3: Entwicklung der installierten Kernkraftwerksleistung weltweit seit Inbetriebnahme der ersten kommerziellen Anlage, Calder-Hall 1, Großbritannien, im Jahr 1956. Ende 2008 betrug die Brutto-Leistung der Anlagen insgesamt 392.597 MW. (Angaben zum 31.12.2008, Stand: April 2009)

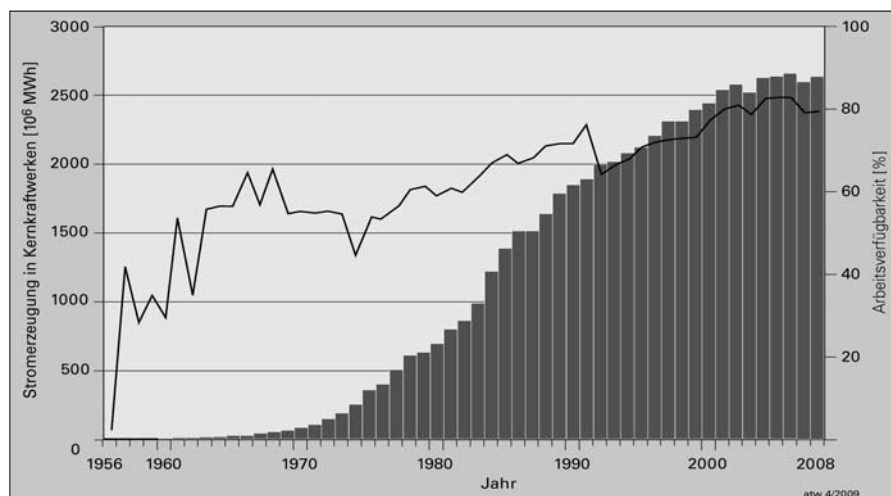


Bild 4: Entwicklung der Stromerzeugung in Kernkraftwerken weltweit (Ordinate links) seit Inbetriebnahme der ersten kommerziellen Anlage, Calder-Hall 1, Großbritannien, im Jahr 1956 sowie Entwicklung der durchschnittlichen Arbeitsverfügbarkeit (Ordinate rechts) der Kernkraftwerke. Im Jahr 2008 wurden rund 2.628 Mrd. kWh nuklear erzeugt. (Angaben zum 31.12.2008, Stand: April 2009)

beantragt und in Schweden setzen die Betreiber ein Leistungserhöhungsprogramm von insgesamt 1.050 MWe netto um.

Mit den 438 in Betrieb befindlichen Anlagen waren Ende 2008 7 Anlagen weniger in Betrieb als im bisherigen führenden Jahr 1997 mit 445 Kernkraftwerken. Nach der vorläufigen Datenerhebung stand mit weltweit 392.597 MWe brutto nuklearer Stromerzeugungskapazität eine weiterhin sehr hohe Leistung seit Inbetriebnahme des ersten Kernkraftwerks zur Verfügung. Die bisher höchste Kapazität von 392.958 MWe wird für Ende 2007 verzeichnet.

Bei der **Netto-Stromerzeugung** weltweit haben die Kernkraftwerke mit ca. 2.628 Mrd. kWh (2007: ca. 2.595 Mrd. kWh (vorläufige Angaben und Berechnungen, vgl. *Tabelle 1* und *Abbildung 4*) in 2008 ein sehr gutes und sogar das zweitbeste **Jahresergebnis** bislang erzielt. Das bisherige Bestergebnis weist für 2006 2.658 Mrd. kWh (Korrekturwert der Vorjahresangaben) aus. Gute Betriebsergebnisse wurden von den Kraftwerken unter anderem aus China, Finnland, Indien, Litauen, den Niederlanden, Russland und der Schweiz gemeldet. Die USA können in einem weiteren Jahr in Folge auf Rekordwerte bei der Gesamtstromproduktion ihrer Kernkraftwerke verweisen.

Die betriebliche Zuverlässigkeit der Anlagen insgesamt wird von der durchschnittlichen mittleren Arbeitsverfügbarkeit aller Kernkraftwerke weltweit unterstrichen (vgl. *Bild 4*). Diese hat seit Mitte der 1990er-Jahre im Mittel zugenommen. Der starke Abfall der Verfügbarkeit Anfang der 1990er-Jahre ist auf die in diesem Zeitraum stark zurückgehenden Verfügbarkeiten der Anlagen in den osteuropäischen Staaten und den Staaten der GUS zurückzuführen, deren Betriebsdaten in diesen Jahren auch erstmals konsistent in die Statistik eingeflossen sind. Die langfristigen Stillstände einzelner leistungsstarker Kernkraftwerke bedingen die niedrigere mittlere Verfügbarkeit in den Jahren 2006 bis 2008.

Kumuliert sind seit der ersten nuklearen Stromerzeugung rd. 61.885 Mrd. kWh brutto Strom in Kernkraftwerken weltweit produziert worden. Die Erfahrungen im Kernkraftwerksbetrieb belaufen sich auf ca. 13.125 Reaktorjahre.

Kernkraftwerke wurden im vergangenen Jahr 2008 wiederum sicher betrieben. Es traten keine radiologischen Vorkommnisse auf, die Mensch und Umwelt gefährdet haben. Auch der Arbeitsschutz kann weltweit für Kernkraftwerke höchste Standards vermerken.

Im Hinblick auf den Klimaschutz haben Kernkraftwerke etwa 2,43 Mrd. t Kohlendioxidemissionen<sup>2)</sup> in 2008 vermieden. Die durch Kernenergie vermiedenen Emissionen entsprechen rund 8 % der derzeit jährlichen weltweiten Emissionen von ca. 30 Mrd. t CO<sub>2</sub>. Dies ist eine Menge, die deutlich höher liegt, als die in den vorliegenden internationalen Protokollen und Vereinbarungen zum Klimaschutz (*Kyoto-Protokoll*) vereinbarten weltweiten Reduktionsziele für den Zielzeitraum 2008 bis 2012! □

<sup>2)</sup> Für die Ermittlung der in der Stromerzeugung durch Kernenergie substituierten CO<sub>2</sub>-Emissionen werden in Studien unterschiedliche Ansätze verfolgt. Für die weltweite Emissionsvermeidung wird ein Äquivalentwert von 925 g CO<sub>2</sub>/kWh angenommen, d.h. auch ein hoher Anteil von z.B. CO<sub>2</sub>-freier Wasserkraft in Nordamerika und Frankreich als mögliche Substitutionsenergie mit berücksichtigt.