

Kernenergie Weltreport 2009

Redaktion

Zum Jahresende 2009 standen weltweit in 30 Ländern 437 Kernkraftwerke zur Energieversorgung zur Verfügung. Dies ist 1 Anlage weniger als zum Jahresende 2008 (438 Kernkraftwerksblöcke).

Die Gesamt-Bruttoleistung der Anlagen betrug rund 391,5 GWe bzw. die Gesamt-Nettoleistung 371,3 GWe und nahm somit leicht ab (Vorjahr: brutto: 392,6 GWe, netto: 372,2 GWe).

Neu in Betrieb genommen wurden im Jahr 2009 2 Anlagen; jeweils eine in Indien (Rajasthan 5) und Japan (Tomari 3).

Den Betrieb endgültig eingestellt haben in 2009 3 Kernkraftwerksblöcke in Japan (Hamaoka 1 und 2) sowie Litauen (Ignalina 2).

52 Kernkraftwerksblöcke, also 9 Anlagen mehr als Ende 2008, mit einer Gesamt-Bruttoleistung von rund 51,2 GWe bzw. Gesamt-Nettoleistung von 48,2 GWe, waren in 14 Ländern in Bau.

Weltweit befinden sich rund weitere 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 mit unterschiedlichem Planungsstand genannt.

Die Netto-Stromerzeugung in Kernkraftwerken erreichte in 2009 weltweit mit rund 2.558 Mrd. kWh ein niedrigeres Ergebnis als im Vorjahr mit 2.628 Mrd. kWh. Seit der ersten Stromerzeugung in einem Kernkraftwerk am 20. Dezember 1951 im Schnellen Brutreaktor EBR-I (USA) sind damit kumuliert netto rd. 60.500 Mrd. kWh erzeugt worden und die Betriebserfahrungen sind auf rund 13.950 Reaktorjahre angewachsen.

Ende vergangenen Jahres 2009 waren weltweit 437 Kernkraftwerke in 30 Ländern in Betrieb*. Dies ist 1 Anlage weniger als am Vorjahresstichtag (2008: 438. Im Weiteren in Klammern jeweils Angabe der Zahlen zum 31. Dezember 2008) (vgl. *Abbildung 1*). In 14 (14) Ländern befanden sich 52 (43) Kernkraftwerksblöcke, also 10 mehr als am Vorjahresstichtag, in der Errichtung. Die verfügbare Gesamt-Bruttoleistung¹⁾ der im nuklearen Betrieb befindlichen Anlagen betrug 391.551 MWe (392.597 MWe) bzw. die Gesamt-Nettoleistung 371.331 MWe (372.168 MWe). Die entspricht einer Abnahme um rund 0,3 %, d.h. von 1.046 MWe brutto bzw. 837 MWe netto. Die nicht mehr verfügbare Leistung durch die Stilllegung der Anlagen wurde, wie in den Vor-

jahren auch, teilweise durch Leistungserhöhungen bzw. neu festgelegte Nennleistungen bei in Betrieb befindlichen Anlagen kompensiert (vgl. *Tabelle 1* und *Abbildung 1* bis 3).

Im vergangenen Jahr 2009 erreichten 2 neue Kernkraftwerke Erstkritikalität (first criticality), wurden erstmals mit dem Netz synchronisiert (grid connection) und kommerziell in Betrieb genommen (commercial operation). Den Betrieb neu aufgenommen haben im Einzelnen die Kernkraftwerksblöcke Tomari 3 in Japan (Druckwasserreaktor, DWR, mit 912 MW Brutto- und 866 MW Nettoleistung, Betreiber: HEPCO – Hokkaido Electric Power Co., Inc., Auftragnehmer: Mitsubishi Heavy Industries – MHI) und Rajasthan 5 in Indien (D₂O-Druckwasserreaktor indischer Bauart basierend auf dem kanadischen CANDU-Reaktor: CANada Deuterium Uranium, Betreiber und Errichter: NPCIL – Nuclear Power Company of India Ltd. mit 220 MW Brutto- und 202 MW Nettoleistung).

Endgültig außer Betrieb genommen wurden in 2009 die Kernkraftwerksblöcke Hamaoka 1 und Hamaoka 2 in Japan (im Januar 2009) sowie der Block Ignalina 2 in Litauen (zum 31. Dezember 2009).

Chubu Electric Power als Betreiber des Kernkraftwerks Hamaoka – am Standort befinden sich 5 Kernkraftwerksblöcke mit einer Gesamt-Bruttoleistung von 4.997 MW – entschied im Rahmen einer längerfristigen Anlagenrevision, die beiden Blöcke Hamaoka 1 und Hamaoka 2 endgültig außer Betrieb zu nehmen. Erforderliche Nachrüstungen im Rahmen von Maßnahmen z.B. zur Erhöhung der Erdbebensicherheit waren als zu aufwändig beurteilt worden. Mittelfristig plant Chubu Electric Power den Bau von neuen Kernkraftwerken am Standort Hamaoka mit Inbetriebnahme ab 2018. Seit 2004 wird dort mit Hamaoka 5 einer von weltweit 5 fortgeschrittenen Siedewasserreaktoren der Hersteller Toshiba/Hitachi betrieben.

Gemäß den ausgehandelten Vereinbarungen im Rahmen der Beitrittsverhandlungen von Litauen zur EU war die Stilllegung der RBMK-1500-Kernkraftwerksblöcke Ignalina 1 und Ignalina 2 verpflichtend. Das technische Grunddesign der beiden Kraftwerksblöcke entspricht dem verunfallten Reaktorblock Tschernobyl 4 in der damaligen UdSSR, heute Ukraine. Der erste Block Ignalina 1, Inbetriebnahme 1986, Leistung bei Inbetriebnahme 1.500 MW brutto und 1.380 MW netto, stellte am 31. Dezember 2004 den Betrieb ein. Litauen ist seit dem 1. Mai 2004 Mitglied der EU. Die Regierung Litauens erarbeitet ein Programm zur langfristigen Sicherung der Stromversorgung, das auch den Neubau von Nuklearkapazitäten umfasst. Die beiden Kernkraftwerksblöcke hatten in der Vergangenheit bis zu 80 % der Stromerzeugung Litauens gedeckt; im Jahr 2009 waren es 76 % der nationalen Erzeugung. Ignalina 2 hatte im Jahr 2009 zudem mit einer Brutto-Stromerzeugung

von 11,6 Mrd. kWh (netto rd. 10,0 Mrd. kWh) das beste Ergebnis der Betriebsgeschichte erzielt und mit Platz 5 in den „Top Ten“ der weltweiten Stromerzeugung der Kernkraftwerksblöcke einen Bestplatz eingenommen.

In Bau befindlich waren Ende vergangenen Jahres 2009 weltweit 52 (43; Korrektur der Vorjahresangabe) Anlagen mit 51.248 MWe (38.124 MWe) Brutto- bzw. 48.234 MWe (35.947 MWe) Nettoleistung. Damit hat sich diese Zahl wiederum im Vorjahresvergleich aufgrund der neuen Projekte in China und Russland um 9 entsprechend rd. 25 % erhöht. Der seit 2005 feststellbare Trend zu neuen Bauprojekten weltweit setzte sich somit in 2009 deutlich fort. Im Jahr 2005 wurden weltweit 22 Kernkraftwerksprojekte verzeichnet, d.h. die niedrigste Zahl von Neubauten seit Mitte der 1960er-Jahre in einem Jahr. 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 China starteten mit Fangjianshan 2, Fuqing 2, Haiyang 1, Hongyanhe 3, Hongyanhe 4, Sanmen 1, Sanmen 2, Taishan 1 und Yangjiang 2 insgesamt 9 neue Projekte. Der Bau dieser Blöcke ist Teil des derzeitigen 11. Fünfjahresplanes (2006 bis 2010) der chinesischen Regierung. Insgesamt sieht dieser den Bau von 30 neuen Kernkraftwerksblöcken vor, von denen sich damit aktuell 20 (2008: 11; Korrektur der Angabe aus dem Vorjahr) in der Realisierung befinden und weitere 10 im Vorbereitungsstadium. Darüber hinaus wird die mittelfristige Errichtung weiterer Kernkraftwerksblöcke diskutiert.

In Süd Korea ist nach den beiden Projekten Shin Kori 3 und Shin Wolsong 2 im Jahr 2008 mit Shin Kori 4 ein weiterer Block in die Umsetzungsphase eingetreten. Aktuell sind damit 6 Blöcke in Bau. Zwei weitere Kernkraftwerksblöcke am neuen Standort Shin Ulchin sind beantragt und die südkoreanische Regierung hat den Bau von zusätzlichen 10 Blöcken bis zum Jahr 2030 im Rahmen eines Langfrist-Energieprogramms beschlossen.

Das Kernkraftwerksprogramm Russlands ist 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. Vor dem Hintergrund der Auswirkungen der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise soll der Plan den jeweils aktuellen Bedarfsdaten angepasst werden. Mit Gießen des ersten Betons wurden die Bauarbeiten am zweiten Neubaublock des Standortes Novovoronezh II aufgenommen. 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

* Die atw listet Kernkraftwerke als „in Betrieb“ befindlich ab Erreichen der Erstkritikalität als „nukleares“ Kriterium. Andere Quellen weisen 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).

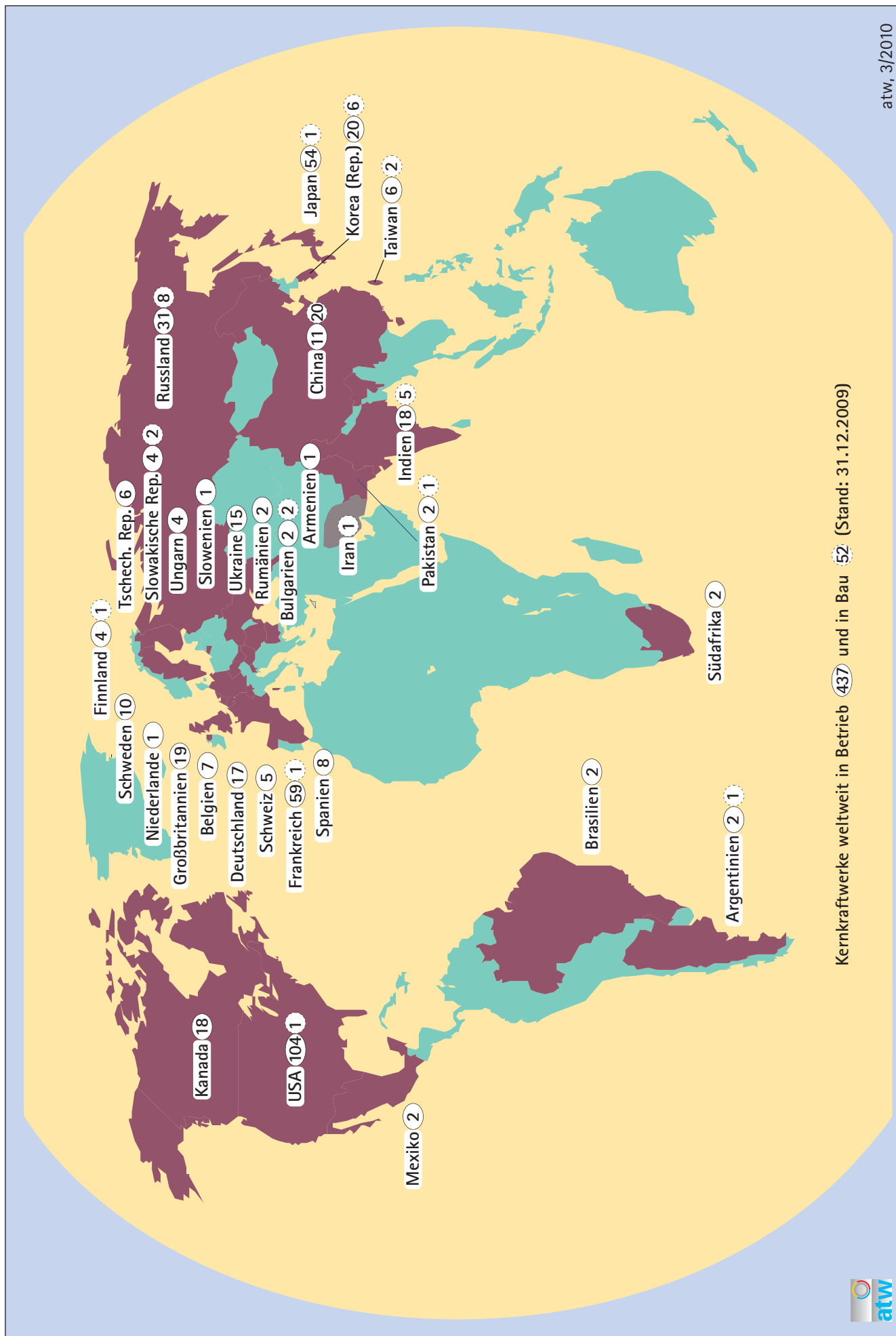


Abb. 1: Übersichtskarte der Kernkraftwerke betreibenden Länder weltweit und Anzahl der Kernkraftwerke in Betrieb (erste Zahlenangabe) sowie Anzahl der Kernkraftwerke in Bau (zweite Zahlenangabe). In 30 Ländern waren 437 Kernkraftwerke in Betrieb, in 14 Ländern 52 Anlagen in Bau. Angaben zum 31.12.2009, Stand: April 2010.

atw, 3/2010



Land	In Betrieb			In Bau			Kernenergie Erzeugung netto 2009* [TWh]	Anteil Gesamt-erzeugung 2009* [%]	
	Anzahl	Brutto Leistung [MWe]	Netto Leistung [MWe]	Anzahl	Brutto Leistung [MWe]	Netto Leistung [MWe]			
Argentinien	2	1.005	935	1	745	692	7,6	7	
Armenien	1	408	376	-	-	-	2,3	45	
Belgien	7	6.174	5.893	-	-	-	45,0	52	
Brasilien	2	2.007	1.901	-	-	-	12,2	3	
Bulgarien	[1]	2	2.000	1.906	2	2.120	2.000	14,4	36
China	[2]	11	9.134	8.602	20	21.736	20.202	70,1	2
Deutschland	17	21.507	20.480	-	-	-	127,7	23	
Finnland	4	2.800	2.696	1	1.600	1.510	22,7	33	
Frankreich	59	66.130	63.363	1	1.600	1.510	390,0	75	
Großbritannien	19	11.902	10.982	-	-	-	62,9	18	
Indien	[3]	18	4.340	3.981	5	2.940	2.760	14,8	2
Iran	-	-	-	1	1.000	953	-	-	
Japan	[4]	54	49.160	47.188	1	1.375	1.325	260,1	29
Kanada	[5]	18	13.425	12.621	-	-	-	85,3	15
Korea (Republik)	[6]	20	18.526	17.454	6	6.920	6.600	141,1	35
Litauen	[7]	-	-	-	-	-	-	10,0	76
Mexiko	2	1.366	1.310	-	-	-	-	10,1	5
Niederlande	1	515	482	-	-	-	-	4,0	4
Pakistan	2	462	425	1	300	280	-	2,6	3
Rumänien	2	1.412	1.305	-	-	-	-	10,8	21
Russland	[8]	31	23.242	21.770	8	6.080	5.776	153,0	18
Schweden	10	9.494	9.095	-	-	-	-	50,0	37
Schweiz	5	3.390	3.238	-	-	-	-	26,3	39
Slowakische Republik	4	1.760	1.632	2	880	816	-	13,1	53
Slowenien	1	727	696	-	-	-	-	5,5	38
Spanien	8	7.728	7.449	-	-	-	-	50,5	17
Südafrika	2	1.888	1.800	-	-	-	-	11,6	5
Taiwan	6	5.144	4.884	2	2.712	2.630	-	39,5	21
Tschechische Republik	6	3.734	3.500	-	-	-	-	25,7	34
Ukraine	15	13.818	13.090	-	-	-	-	77,8	49
Ungarn	4	2.000	1.889	-	-	-	-	14,6	43
USA	104	106.353	100.388	1	1.240	1.180	-	796,8	20
Summe	437	391.551	371.331	52	51.248	48.234	2.557,8	---	---

Tab. 1: Kernkraftwerksblöcke (Stichtag 31.12.2009), nukleare Stromerzeugung und Anteil der Kernenergie an der Gesamtstromerzeugung 2009 weltweit (* teilweise vorläufige Angaben) [Quellen: Betreiberangaben, IAE0]

Anmerkungen: 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]. Alle Angaben beziehen sich auf das Jahr 2009.

- [1] Bulgarien, *Belene*: Am 3. September 2008 wurden die Errichtungsarbeiten am Projekt *Belene 1* und 2 offiziell wieder aufgenommen. Zwei WWER-1000/466-Blöcke vom Typ A92 sollen errichtet werden. Die weitere Umsetzung des Projektes wird derzeit geprüft.
- [2] China (Volksrepublik): Gemäß dem aktuellen 11. Fünfjahresplan (2006 bis 2010) soll neben den aufgeführten Projekten der Bau von weiteren 10 Kernkraftwerksblöcken in diesem Zeitraum aufgenommen werden. *Fangjishan*: Offizieller Baubeginn des 2. Druckwasserreaktorblocks am 17. Juli 2009 (Bauherr: *China National Nuclear Corporation (CNNC)*). *Fuqing*: Offizieller Baubeginn des 2. Druckwasserreaktorblocks am 17. Juni 2009 (Bauherr: Konsortium der *China National Nuclear Corporation (CNNC)*, der *China Huadian Group* und der *Fujian Investment & Development Co. Ltd.*). *Haiyang*: Offizieller Baubeginn des 1. Druckwasserreaktorblocks, Typ AP1000 (*Westinghouse*), am 24. September 2009 (Bauherr: *Shandong Nuclear Power Co. Ltd.*). *Hongyanhe*: Offizieller Baubeginn des 3. und 4. Druckwasserreaktorblocks am 7. März und 15. August 2009 (Bauherr: *Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co. Ltd. LHNPC*). *Sanmen*: Offizieller Baubeginn des 1. und 2. Druckwasserreaktorblocks, Typ AP1000 (*Westinghouse*), am 7. März und 15. August 2009 (Bauherr: *Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co. Ltd. LHNPC*). Der Block *Sanmen 1* ist damit der erste vom *Westinghouse*-Typ AP1000 weltweit. *Taishan*: Baubeginn des 1. von 2 geplanten und genehmigten Druckwasserreaktoren vom Typ EPR der *Areva* in China (Bauherr: *China Guangdong Nuclear Power Group (CGNPG)*) am 18. November 2009. *Yangjiang*: Offizieller Baubeginn des 2. von 6 geplanten und genehmigten Druckwasserreaktoren am 4. Juni 2009 (Bauherr: Konsortium unter Führung der *Yangjiang Nuclear Power Corp.*).
- [3] Indien, *Rajasthan*: Der Kernkraftwerksblock *Rajasthan 5* erreichte am 24. November 2009 Erstkritikalität und nahm nach erster Netzsynchrisation den kommerziellen Betrieb am 31.12.2009 auf (Betreiber: *Nuclear Power Corporation of India*).
- [4] Japan, *Tomari*: Der Kernkraftwerksblock *Tomari 3* erreichte am 1. Januar 2009 Erstkritikalität und nahm nach Netzsynchrisation den kommerziellen Betrieb am 22. Dezember 2009 auf (Betreiber: *Hokkaido Electric Power Corp., HEPCO*). *Monju*: Der schnelle natriumgekühlte Brutreaktor *Monju* befindet sich nach dem Austritt von nicht radioaktiven Kühlmittel Natrium aus dem sekundären Zwischenkühlkreislauf seit 1995 im kalten Stillstand. Im Frühjahr 2008 hat das 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. Die Inbetriebnahme ist für 2010 geplant. *Hamaoka*: Die *Chubu Electric Power Co.* entschied aufgrund eines aufwändigen Nachrüstaufwandes die beiden Siedewasserreaktoren *Hamaoka 1* und *Hamaoka 2* endgültig während einer längeren Revision stillzulegen. Mittelfristig plant *Chubu Electric Power* den Bau von neuen Kernkraftwerken am Standort *Hamaoka*.
- [5] 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. *Pickering*: Die Blöcke *Pickering A-2* und *Pickering A-3* (*OntarioPowerGeneration OPG*) befinden sich in einem längeren, sicheren Betriebsstillstand mit ausgelagertem Kernbrennstoff.
- [6] Korea, *Shin Kori*: Offizieller Baubeginn des 4. Druckwasserreaktors am Standort *Shin Kori* mit Gießen des ersten Betons am 15. September 2009 (Bauherr: *Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.*)
- [7] Litauen, *Ignalina*: Entsprechend den Vereinbarungen im Rahmen der Beitrittsverhandlungen zwischen Litauen und der Europäischen Union ist der RBMK-1500 stillgelegt worden.
- [8] Russland: Das Kernkraftwerksprogramm ist im Jahr 2008 offiziell seitens der russischen Regierung beschlossen worden. Es sieht den Bau von zusätzlich 24 Kernkraftwerksblöcken vor. Offiziell nicht weiter verfolgte Projekte sind gestrichen worden. *Akademik Lomonosov*: Die *Akademik Lomonosov* ist das erste schwimmende Kernkraftwerk der Welt. Auf dem seit 2007 in Bau befindlichen Leichter werden 2 Reaktoren vom Typ KLT-40S installiert. Seit 2009 werden die Leichter auf einer Werft bei Sankt Petersburg fertig gestellt. *Novovoronezh*: Am Standort wurde am 12. Juli 2009 mit Gießen des ersten Betons das Projekt *Novovoronezh II-2* offiziell begonnen (Bauherr: *Energoatom Concern OJSC*).

Anlagenname	Land	Reaktortyp	Bruttoleistung [MWe]	Nettoleistung [MWe]	Betreiber	Konstrukteur / Lieferant	Baubeginn / Erstkritikalität Betrieb
1. Kritikalität, 1. Netzsynchronisation sowie Aufnahme des kommerziellen Betriebs in 2009							
Tomari 3	Japan	DWR	960	912	HEPCO	MHI	2003
Rajasthan 5	Indien	D ₂ O-DWR	220	202	NPCIL	NPCIL	2002
Aufnahme (nur) des kommerziellen Betriebs in 2009							
keine Anlage	---	---	---	---	---	---	---
Wiederaufnahme des kommerziellen Betriebs nach Langfriststillstand in 2009							
keine Anlage	---	---	---	---	---	---	---
Aufnahme von Bautätigkeiten/Grundsteinlegung (erster Beton) in 2009							
Fangjianshan 2	China	DWR	1.087	1.000	QNPC	CNNC	2009
Fuqing 2	China	DWR	1.087	1.000	FFNP	CNNC	2009
Haiyang 1	China	DWR	1.115	1.000	SNPC	Westinghouse	2009
Hongyanhe 3	China	DWR	1.087	1.000	LHNPC	CNNC	2009
Hongyanhe 4	China	DWR	1.087	1.000	LHNPC	CNNC	2009
Taishan 1	China	DWR	1.750	1.670	TNPC	Areva	2009
Yangjiang 2	China	DWR	1.087	1.000	GNPJVC	CNNC	2009
Shin Kori 4	Korea (Republik)	DWR	1.400	1.350	KHNP	KHNP	2009
Novovoronezh II-2	Russland	WWER-DWR	1.085	1.000	Rosatom	AEP	2009
Wiederaufnahme von Bautätigkeiten/Grundsteinlegung in 2009							
keine Anlage	---	---	---	---	---	---	---
Beendigung des Leistungsbetriebs in 2009							
Hamaoka 1	Japan	SWR	540	515	Chubu EPC	Toshiba	1976 ... 2009
Hamaoka 2	Japan	SWR	840	806	Chubu EPC	Toshiba/Hitachi	1978 ... 2009
Ignalina 2	Litauen	RBMK	1.300	1.185	Ignalina NPP	MAEP	1987 ... 2009

Tab. 2: Kernkraftwerksblöcke im Jahr 2009 neu in Betrieb (Erstkritikalität, erste Netzsynchronisation und Aufnahme des kommerziellen Betriebs) sowie Baubeginn/Grundsteinlegung/Wiederaufnahme der Fertigstellung und Stilllegungen.

CNNC: China National Nuclear Company
 FFNP: Fujian Fuqing Nuclear Power Co.,LTD
 GNPJVC: Guangdong Nuclear Power Joint Venture Company Limited
 HEPCO: Hokkaido Electric Power Co.,Inc.
 KHNP: Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd.
 LHNPC: Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Co. Ltd.
 MAEP: Minatomenergoprom (UdSSR)

MHI: Mitsubishi Heavy Industries
 NPCIL: Nuclear Power Company of India Ltd.
 QNPC: Qinshan Nuclear Power Company
 SNP: Sanmen Nuclear Power CO.,LTD.
 SNPC: Shandong Nuclear Power Company Ltd
 TNPC: Guangdong Taishan Nuclear Power Joint Venture Company Limited

Überwasserschiffen, aber auch zivilen Eisbrechern) jetzt an einem neuen Wertstandort bei Sankt Petersburg für den späteren Einsatzort *Vilyuchinsk* (Kamtschatka, Pazifik-Region) 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 elektrischer Leistung zur Verfügung stellen.

Aktive Bauprojekte (Anzahl in Klammern) sind damit für Argentinien (1), Bulgarien (2), China (20), Finnland (1), Frankreich (1), Indien (5), den Iran (1), Japan (1), Süd Korea (6), Pakistan (1), Russland (8), die Slowakische Republik (2), Taiwan (2) und den USA (1) zu verzeichnen.

Die Blöcke *Pickering A-2* und *Pickering A-3* sowie *Bruce A-1* und *Bruce A-2* in Kanada befinden sich seit Mitte der 1990er-Jahre in einem längeren Betriebsstillstand (Lay-up-Betrieb). Ein Wiederinbetriebnahmeprogramm ist für die beiden Blöcke am Standort *Bruce* vorgesehen und wird aktiv umgesetzt. Jeweils 2 Blöcke sind an den Standorten in den vergangenen Jahren wieder in Betrieb genommen worden. *Bruce A-1* und *Bruce A-2* können innerhalb der nächsten 2 Jahre wieder in Betrieb genommen werden. In Japan ist die Wiederinbetriebnahme des seit Mitte der 1990er-Jahre abgeschalteten Prototyp Schnell-Brutreaktors *Monju* abschließend genehmigt worden und wird für das Frühjahr 2010 vorbereitet.

Weltweit befanden sich zum Jahreswechsel 2009/2010 rund 80 Projekte (80, d.h. ein Plus von 10 Anlagen aufgrund der jetzt aktiven Bauprojekte) in der konkreten Planungs- bzw.

Beantragungsphase. Eine besonders hohe Zunahme von Bauanträgen ist in den USA zu verzeichnen. Auch in Europa sind im Jahr 2009 wieder mehrere Neubauvorhaben in eine neue Planungsphase eingetreten, so in Finnland, Frankreich, den Niederlanden, Italien und der Schweiz. Hinzu kommen etwa 130 (130) Absichtserklärungen von Unternehmen oder Regierungstellen in weiteren Ländern.

Die Entwicklung der Anzahl der weltweit betriebenen kommerziellen Kernkraftwerke sowie die zur Verfügung stehende Brutto-Kernkraftwerksleistung ist in *Abbildung 2* und *Abbildung 3* für die Jahre 1956 bis 2009 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 (*Abbildung 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 Entwicklungsleistungstarker Anlagen dar, die zudem auch technisch für einen längerfristigen Betrieb von mehreren Jahrzehnten von vornherein ausgelegt wurden – bis dato waren die Pilotanlagen u.a. mit dem Schwerpunkt technologischer Mach- und Umsetzbarkeit errichtet worden. 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 wird. 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 an den USA wurden Leistungserhöhungen im Umfang von rd. 5.700 MWe netto umgesetzt, weitere 3.500 MWe sind aktuell mit Umsetzung bis zum Jahr 2014 beantragt. In Schweden verzeichnen die Betreiber ein Leistungserhöhungsprogramm von insgesamt 1.050 MWe netto.

Mit den 437 in Betrieb befindlichen Anlagen waren Ende 2009 8 Anlagen weniger in Betrieb als im bisherigen führenden Jahr 1997 mit 445 Kernkraftwerken. Nach der Datenerhebung stand mit den 391.551 MWe brutto nuklearer Stromerzeugungskapazität eine weiterhin 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. 2.557,8 Mrd.

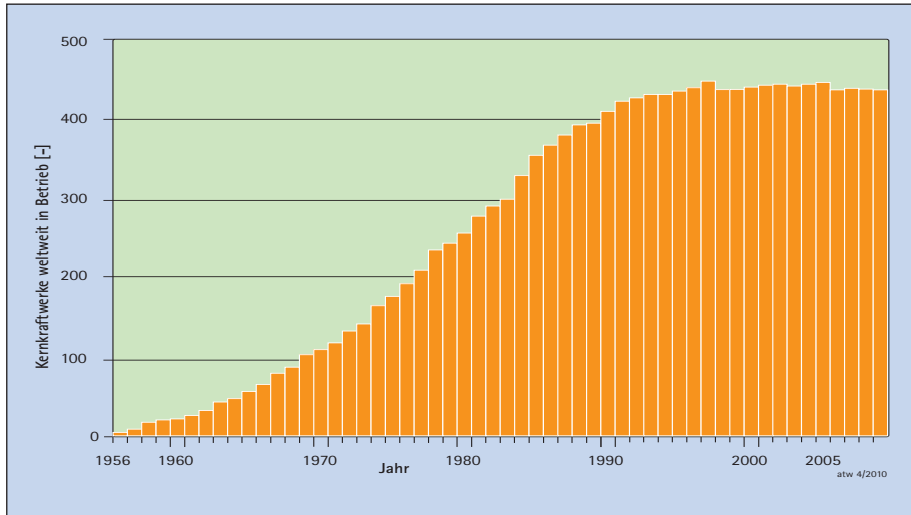


Abb. 2: Entwicklung der Anzahl der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke weltweit seit Inbetriebnahme der ersten kommerziellen Anlage, Calder-Hall 1, Großbritannien, im Jahr 1956. Ende 2009 wurden 437 Kernkraftwerke betrieben. (Angaben zum 31.12.2009, Stand: April 2010)

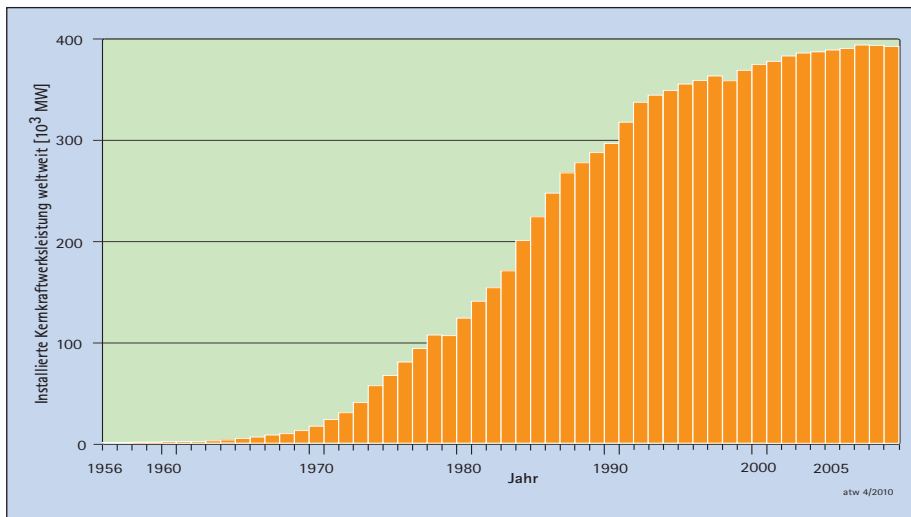


Abb. 3: Entwicklung der installierten Kernkraftwerksleistung weltweit seit Inbetriebnahme der ersten kommerziellen Anlage, Calder-Hall 1, Großbritannien, im Jahr 1956. Ende 2009 betrug die Brutto-Leistung der Anlagen insgesamt 391.551 MW. (Angaben zum 31.12.2009, Stand: April 2010)

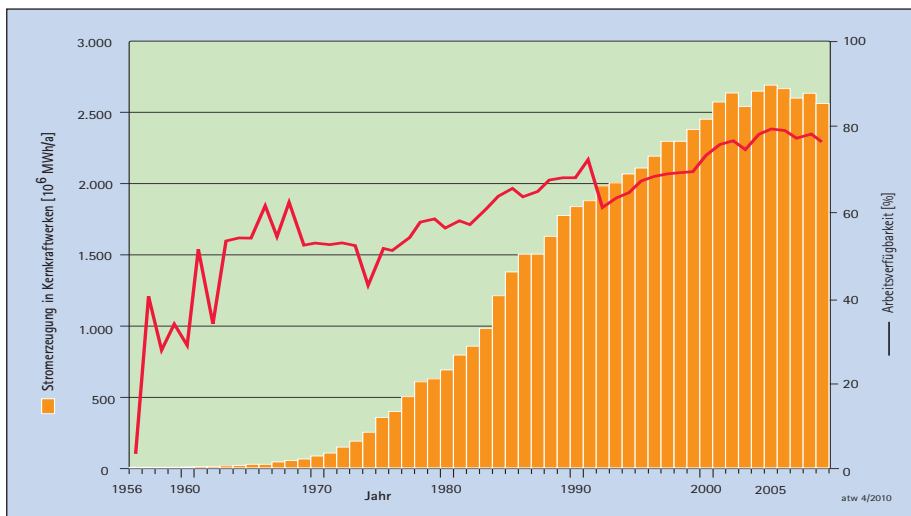


Abb. 4: Entwicklung der Stromerzeugung in Kernkraftwerken weltweit (Ordinate links) seit Inbetriebnahme der ersten kommerziellen Anlage, Calder-Hall 1, Großbritannien, im Jahr 1956 sowie Entwicklung der durchschnittlichen Arbeitsverfügbarkeit (Ordinate rechts) der Kernkraftwerke. Im Jahr 2009 wurden rund 2.558 Mrd. kWh (netto) nuklear erzeugt (vorläufige Daten). (Angaben zum 31.12.2009, Stand: April 2010)

kWh (2007: ca 2.628 Mrd. kWh (vorläufige Angaben und Berechnungen, vgl. *Tabelle 1* und *Abbildung 4*) in 2009 ein im Vorjahresvergleich um rd. 3 % niedrigeres Ergebnis erzielt. Das bisherige Bestergebnis weist für 2006 2.658 Mrd. kWh aus. Gute Betriebsergebnisse wurden von den Kraftwerken unter anderem aus China, Finnland, Litauen, den Niederlanden, Russland und der Schweiz gemeldet. Wesentlich für die geringere Stromerzeugung waren Langzeitstillstände einiger leistungsstarken Blöcke in z.B. Deutschland und Japan.

Die betriebliche Zuverlässigkeit der Anlagen insgesamt wird von der durchschnittlichen mittleren Arbeitsverfügbarkeit aller Kernkraftwerke weltweit unterstrichen (vgl. *Abbildung 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 auch die niedrigere mittlere Verfügbarkeit in den Jahren 2006 bis 2009.

Kumuliert sind seit der ersten nuklearen Stromerzeugung rd. 60.500 Mrd. kWh netto Strom in Kernkraftwerken weltweit produziert worden. Die Erfahrungen im Kernkraftwerksbetrieb belaufen sich auf ca. 13.950 Reaktorjahre.

Kernkraftwerke wurden im vergangenen Jahr 2009 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 2,45 Mrd. t Kohlendioxidemissionen in 2009 vermieden. Die durch Kernenergie vermiedenen Emissionen entsprechen rund 8 % der derzeit jährlichen weltweiten Emissionen von ca. 30 Mrd. t CO₂. 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!

¹ Die Definition von Brutto- und Nettonennleistungen für Kraftwerke im Allgemeinen und Kernkraftwerke im Speziellen ist weltweit nicht einheitlich. Für einige Länder, wie z.B. Deutschland, existieren weitgehend verbindliche Begriffsdefinitionen und Kennzahlen, die nachvollziehbare Nennbedingungen berücksichtigen (bei einem Kondensationskraftwerk kann z.B. die elektrische Leistung bedingt durch höhere bzw. niedrigere Kühlwasser-Eintrittstemperaturen (Sommer, Winter) in einem Band von ca. +3 % der Nennleistung 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 Generatorleistung nicht verfügbar sind. Für z.B. die Kernkraftwerke russischer Bauart (WWER-Reaktoren, RBMK-Reaktoren) werden auch die Baulinienleistungen (WWER-440 = 440 MWe Bruttoleistung) angegeben. Die atw bemüht sich um eine möglichst kontinuierliche und konsistente Datenerhebung. Entsprechend sind Korrekturen möglich.