

Dr. Hans Rudolf Lutz

Ehem. Leiter des Kernkraftwerks Mühleberg



Die zweite nukleare Ära

Ausserhalb von Ländern wie der Schweiz oder Deutschland, die sich kurz- und mittelfristig aus der Kernenergie verabschieden wollen, geht die Entwicklung der Nukleartechnik weiter. Gerade die Erfahrungen nach dem Reaktorunfall von Fukushima-Daiichi haben zum Beginn einer zweiten nuklearen Ära geführt, die insbesondere die Klimaschutzmassnahmen einzelner Länder unterstützen kann.

Kurzer Rückblick auf die erste nukleare Ära

In seinem im Jahr 1994 publiziertem Buch mit dem Titel «The First Nuclear Era» hat der amerikanische Nuklearpionier Alvin M. Weinberg die Rolle der USA beim Aufbau der ersten grossen Serie von Kernreaktoren beschrieben. Es handelte sich dabei um die beiden Leichtwasserreakortypen Pressurized Water Reactor (PWR) und Boiling Water Reactor (BWR). Zusammen mit den kanadischen Schwerwasserreaktoren und den englischen Graphitreaktoren gehörten sie zur Klasse der Generation II-Typen, wie man sie heute nennt.

Die amerikanischen Leichtwasserreaktoren wurden in den Jahren 1960 bis 1990 erstellt. Dazu gehören auch vier der fünf Schweizer Kernkraftwerkseinheiten: Beznau-1 und -2, Mühleberg und Leibstadt. Die Anlage Gösgen ist mit einem Reaktor deutscher Herkunft errichtet worden.

In den USA standen 1990 über 100 dieser Reaktoren, in Frankreich 58 (einer auf Lizenzen basierenden Eigenentwicklung) und in Japan 54.

Weinberg betrachtet den Beginn der Neunzigerjahre als Ende der ersten nuklearen Ära. Danach wurden wegen der Reaktorunfälle Three Mile Island und Tschernobyl sowie wegen des steigenden öffentlichen Widerstands in den USA keine weiteren Reaktoren der Generation II mehr gebaut.

Man muss hier allerdings hinzufügen, dass die in den USA ursprünglich auf 40 Jahre beschränkte Betriebsdauer bei den noch verbleibenden Anlagen von der Bewilligungsbehörde NRC auf 60 und bei weiteren vier bereits auf 80 Jahre erhöht wurde. Das bedeutet: Es werden auch noch nach dem Jahre 2060 Kernkraftwerke mit Reaktoren der Generation II in Betrieb stehen!

Die Entwicklung der Reaktortypen der Generation III und III+

Basierend auf den Erfahrungen des Reaktorunfalles in Three Mile Island und einer Reihe weiterer Störfälle begannen die Reaktorbauer in verschiedenen Ländern mit der Weiterentwicklung der Reaktortypen der Generation II zu neuen Typen der sogenannten Generation III und Generation III+. Sie haben alle die folgenden neuen Charakteristika:

- Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalles mit Kernschmelze wurde von 10^{-4} auf 10^{-7} reduziert.
- Die Kernschmelze, auch Corium genannt, wird noch im Reaktor selbst so gekühlt, dass sie drinnen bleibt, oder sie wird mit Hilfe eines sogenannten Core Catchers nach dem Durchschmelzen des Druckgefässes aufgefangen und innerhalb des Sicherheitsbehälters gekühlt und festgehalten. In beiden Fällen wird die Umgebung nicht oder nur in sehr beschränktem Masse tangiert.
- Weitere Neuheiten betreffen vor allem die Wirtschaftlichkeit. Diese umfassen den besseren thermischen Wirkungsgrad, die von Anfang an geplante

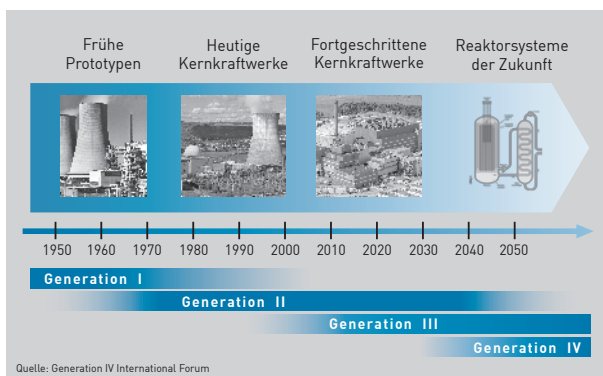
längere Betriebsdauer (60 bis 80 Jahre), höheren Abbrand und billigere Anreicherungskosten für die Brennelemente und günstigere Herstellungskosten (modulare Bauweise).

Hauptinitiant und Hauptanwender dieser Neuheiten sind China, Frankreich, Russland und Südkorea. Die USA haben sich vor allem bei der Urananreicherung (Zentrifugen- statt Diffusionsanlagen) beteiligt. Sie haben sich daneben auf die Entwicklung der neuen Kleinreaktoren – die Small Modular Reactors (SMR) – konzentriert. Eine erste Serie eines SMR soll noch vor Ende der 2020er-Jahre im Idaho National Laboratory in Betrieb genommen werden.

Die zweite nukleare Ära

Man übertreibt nicht, wenn man feststellt, dass heute, nach Überwindung des Schocks vom Reaktorunfall in der japanischen Anlage Fukushima-Daiichi, die neue, zweite nukleare Ära begonnen hat.

Mit Ausnahme von Belgien, Deutschland und der Schweiz gibt es kein Land, das eine «Energiewende» weg von der Nuklearenergie in eine Zukunft mit ausschliesslich sogenannter erneuerbarer Elektrizitätserzeugung gewählt hat. Ich sage sogenannt, weil ja bekanntlich das Gros der Solarzellen aus chinesischer Produktion mit viel grauer Kohlekraftwerk-Energie stammt.



Es gibt heute bereits 20 Länder mit Kernkraftwerksanlagen der Generation III/III+ die in Betrieb, in Bau oder geplant sind. In der folgenden Tabelle sind sie zusammengestellt.

Reaktoren der Generation III und III+

(Stand 15.9.2021)

Land	In Betrieb	In Bau	Geplant
Ägypten			4
Argentinien			1
Bangladesch		2	
Belarus	1	1	
Bulgarien	2		
China	14	13	36
Finnland		1	1
Frankreich		1	
Grossbritannien		2	4
Indien		3	6
Iran	1	1	
Japan	4	2	9
Polen			6
Russland	4	3	11
Südkorea	3	4	2
Tschech. Rep.			2
Türkei		3	1
Ungarn			2
USA		2	2
VAE	2	2	
Total	31	40	85

Die beiden seit über 15 Jahre in Bau befindlichen Kernkraftwerkseinheiten Olkiluoto-3 in Finnland und Flamanville-3 in Frankreich werden von den ideologisch grünen Politikern nimmermüde als Beispiele zitiert, wie lange man braucht, einen Reaktor der Generation III zu bauen und wie teuer sie heutzutage zu

stehen kommen. Ignoriert wird dabei beispielsweise die Erfolgsstory bei der Grossanlage Barakah in Abu Dhabi (VAE) am Persischen Golf mit vier 1450-MW-Reaktoren, die zum Preis von USD 20,4 Mrd. von einem Konsortium unter Leitung des südkoreanischen Stromversorgers Kepco errichtet werden. Barakah-1 nahm den kommerziellen Betrieb am 6. April 2021 auf, Barakah-2 wurde am 14. September 2021 mit dem Stromnetz synchronisiert und die Bauarbeiten von Barakah-3 und -4 neigen sich dem Ende entgegen.

Die bereits erwähnten SMR gehören ganz klar auch zur zweiten nuklearen Ära. Sie werden vermutlich vor allem in dünnbesiedelten, von Grossstädten weit entfernten Gebieten sowie in Entwicklungsländern zum Einsatz gelangen. Ihr Hauptvorteil: Das Schmelzen des Kerns kann physikalisch ausgeschlossen werden!

Klimaschutz kann die zweite nukleare Ära beschleunigen

Für grüne Politiker gilt der allgemeine Konsens: Stromerzeugung mit Wind, Fotovoltaik und eventuell Wasserkraft ist der einzig gangbare Weg zu deren Dekarbonisierung. Kernenergie ist für sie nach wie vor inakzeptabel. Das einzige Land, das dieser Philosophie streng Folge leistet, ist Deutschland. So wird es von unseren Mainstream-Medien wenigstens kommuniziert. Dass unser nördlicher Nachbar gegen Ende des Jahres mit der Leitung North Stream II in grossem Stil russisches Erdgas einführen wird, scheint niemanden zu stören. Erdgas besteht zu 93% aus Methan (CH₄). Ein Gas, das zwischen 25- bis 80-mal treibhauswirksamer ist als CO₂! Auch bei nur geringen Leckagen aus der mehrere tausend Kilometer langen Pipeline ist die Stromerzeugung mit Erdgas praktisch gleich klimaschädlich wie Erdöl (25% besser als Kohle). Damit ist schon jetzt klar: Deutschland wird die CO₂-Ziele der Pariser Konvention nie einhalten können.

Gut ist, dass zum Beispiel Polen – nicht wie die Schweiz – den deutschen «Energiewende»-Schwindel nicht mitmacht und seine momentan auf 60–70% Kohlestrom fussende Elektrizitätserzeugung langfristig auf Kernenergie umrüsten will. Auch die Tschechische Republik plant, in Dukovany ein weiteres Kernkraftwerk zu errichten. Sie hat kürzlich mit der südkoreanischen Kepco Kontakt aufgenommen. Deren Erfolg mit der Generation-III-Kernkraftwerksanlage Barakah hat sie zu diesem Schritt ermuntert.

Weltweit mehren sich die Stimmen, die, wie Polen und die Tschechische Republik, der Kernenergie bei der Dekarbonisierung einen grossen Stellenwert beimessen.

Stellvertretend für alle Äusserungen sei der Gouverneur des amerikanischen Bundesstaats Wyoming, Mark Gordon, zitiert: «Nuclear power is our fastest and clearest course of becoming carbon negative.»

Ein weiterer Beweis, dass sich die zweite nukleare Ära voll im Anlaufen befindet, sind die Meldungen der internationalen Kernenergie-Nachrichtenagentur NucNet über neue Anlagen im Monat Juli 2021:

- In China beginnt der Bau des SMR Linglong-1.
- Das erste polnische Kernkraftwerkprojekt in Polen soll beschleunigt werden.
- Die Bewilligungsunterlagen für die beiden ägyptischen Reaktorprojekte El-Dabaa-1 und -2 sind bei den ägyptischen Sicherheitsbehörden eingereicht worden.
- Ein von Tractebel geführtes Konsortium soll Brasilien helfen, die Fertigstellung von Angra-3 zu bewerkstelligen.
- In Slowenien wird die Bewilligung für die zweite Einheit am Standort Krško erteilt.
- Die südkoreanische Sicherheitsbehörde erteilt eine bedingte Bewilligung für den Start der Einheit Shin-Hanui-1.

Mögliche Weiterentwicklung der zweiten nuklearen Ära

China hat im Juni 2021 seinen nächsten Fünf-Jahres-Plan veröffentlicht. Darin ist festgehalten, die Kernenergiekapazität um 20'000 MW zu erhöhen. Mit dieser Zielsetzung baut das Land der Mitte seine Führungsposition in der Zweiten nuklearen Ära weiter aus. Das amerikanische SMR-Entwicklungsprogramm liegt im Vergleich mit den chinesischen Plänen weit zurück, ist etwas kleinkariert und nichts, womit «America great again» gemacht werden kann.

An zweiter und dritter Stelle kann man Russland und Indien setzen. Russland hat sich bereits stark gemacht im Export von Kernkraftwerken der Generation III (Ägypten, China, Finnland, Indien, Iran, die Türkei, Weissrussland) und will diesen Sektor mit Erdgaseinkünften weiter ausbauen. Indien beschreitet einen Sonderweg. Es ist das Land mit den grössten Thoriumvorkommen. Das Isotop Thorium-232 ist wie Uran-238 nicht spaltbar, kann aber beispielsweise in einem Brutreaktor der Generation IV in das spaltbare Uran-233 umgewandelt werden. Es ist Indiens langfristiges Ziel, auf diese Weise seine Energieversorgung für tausende von Jahren sicherzustellen.

Als nächstes Zweite-Ära-Nuklearland muss Frankreich genannt werden. Mit seinem EPR-Reaktorkonzept der

Generation III spielt es trotz der grossen Anfangsschwierigkeiten beim Bau der Kernkraftwerkseinheiten Olkiluoto-3 (Finnland) und Flamanville-3 (Frankreich) ebenfalls in der ersten Liga mit. Grossbritannien muss seinen in die Jahre gekommenen Kernkraftwerkspark ersetzen und baut derzeit zwei EPR-Einheiten am Standort Hinkley Point C. In China sind die beiden EPR Taishan-1 und -2 innerhalb von acht beziehungsweise neun Jahren vollendet worden. Man kann davon ausgehen, dass die Ersatzbauten für die in die Jahre gekommenen Kernkraftwerke der Generation II in Frankreich vom Typ EPR sein werden. Auch weitere Exporte nach ersten gutverlaufenen Betriebsjahren sind wahrscheinlich.

Die gleichen Überlegungen gelten für Südkorea. Die Barakah-Erfolgsstory wird neben der Tschechischen Republik sicher weitere Interessierte zu Offertenanfragen ermuntern. Australien könnte einer davon sein, wenn eine neue Regierung einsieht, dass sie ihre eigenen (grossen) Uranvorkommen bei sich im Lande verwenden könnte und nicht nur, um mit Exporten Geld zu verdienen. Australien könnte gleichzeitig ihre äusserst kohleabhängige Elektrizitätsversorgung dekarbonisieren und damit einen eigenen Beitrag zur Rettung des Great Barrier Reef leisten.

Natürlich kann man sich auch ein Umdenken in den USA vorstellen. Ein(e) kluge(r) Präsident(in) könnte sich erinnern, dass die Amerikaner die Pioniere der ersten nuklearen Ära gewesen sind und dass ihre ingenieurmässigen und industriellen Kapazitäten hinreichend wären, den jetzt klar vorhandenen Rückstand aufzuholen. Ein entsprechender parlamentarischer Vorstoss – der Nuclear Energy Leadership Act – wurde nach Behandlung in den beiden Kammern gutgeheissen, ist aber bis jetzt ohne Wirkung geblieben.

Und wo stehen wir in der Schweiz? Mit dem Interview von Nationalrätin Magdalena Martullo-Blocher am 22. Juli im «Blick TV» hat die in verschiedenen Kreisen schon seit einiger Zeit kursierende positive Meinung zum Bau neuer Kernkraftwerke einen neuen Höhepunkt erreicht.

Mit der Aufhebung des Kernkraftwerkverbots könnte eines der Projekte (Beznau-3, Gösgen-2 oder Mühleberg-2) wieder aus den Schubladen hervorgeholt und der zweiten nuklearen Ära auch in der Schweiz die Tore geöffnet werden.

Zwei Ziele stehen dabei im Vordergrund: eine jederzeit genügende Stromversorgung und das Erreichen der

Dr. Hans Rudolf Lutz schloss 1961 sein Physikstudium ab und dissertierte über reaktorphysikalische Experimente am damaligen Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung. Nach einem Forschungsaufenthalt in den USA war er zunächst für den Aufbau der Betriebsmannschaft des im Bau befindlichen Kernkraftwerks Mühleberg zuständig und wurde später zum ersten Betriebsdirektor der Anlage ernannt. Darauf folgte eine Anstellung bei Brown, Boveri & Cie AG (BBC) als Chef Planung in der Gruppe Nordamerika und dann als Chef des Verkaufs Schweiz. 1987 trat er in die Direktion der Aare-Tessin AG (Atel) ein. Von 1991 bis 2001 war Hans-Rudolf Lutz Projektleiter beim Bau des Zwischenlagers für radioaktive Abfälle (Zwilag). Er besetzte auch politische Mandate: Von 1978 bis 1987 war er Grossrat im Kanton Bern und von 1997 bis 2013 Kantonsrat im Kanton Solothurn.

Null-CO₂-Emissionen bis 2050. Mit der «Energiewende»-Strategie wird dies nicht gelingen. Es braucht die Kernenergie. Vor allem auch für die Winterstromversorgung, wenn Fotovoltaik nirgends hin reicht. Wir benötigen deshalb ein Kernenergiegesetz, das den Bau neuer Kernkraftwerke nicht verbietet, sondern fördert. So wie es die 20 Länder, die in der Tabelle (Seite 32) aufgeführt sind, aufzeigen.

Quellen:

Alvin M. Weinberg (1994): The First Nuclear Era – The Life and Times of a Technological Fixer. ISBN 978-1563963582
Nucleopedia: Generation III (<https://de.nucleopedia.org>)
NucNet: New Build Monthly vom 27. Juli 2021
Blick-TV vom 22. Juli 2021: Magdalena Martullo-Blocher fordert AKW

Verdankungen:

Herr Hans Achermann hat das Manuskript gelesen und eine Reihe von Korrekturen und nützlichen Ergänzungen gemacht.