

Atomtechnologie: Quo vadis?

Walter Kammermann

Im Zusammenhang mit der Atomausstiegsinitiative stellen sich nicht alleine wirtschaftliche, ethische oder philosophische Fragen. Ins Zentrum der Diskussionen rückt zunehmend die technische Machbarkeit eines Ausstiegs aus der Atomkraft. Die Initiativgegner betonen, dass ein Verzicht auf die Atomkraft ein gewaltiger Fehler sei, von den „Technologieverböten“ gar nicht zu reden.

Man kann nicht in Abrede stellen, dass die Umstellung auf alternative Energieträger in der Zeit, welche bis zum Abstellen der AKW's bleibt, ein anspruchsvolles Unterfangen ist und durchaus damit zu rechnen ist, dass Kraftwerke, welche fossilen Brennstoff verwenden, vorübergehend Aufwind verspüren. Einseitig, in diese Richtung betrachtet, erscheinen Argumente wie eine sich verschlechternde CO₂ Bilanz oder die zu befürchtende Umweltverschmutzung als plausibel. Das ist aber nur die halbe Wahrheit.

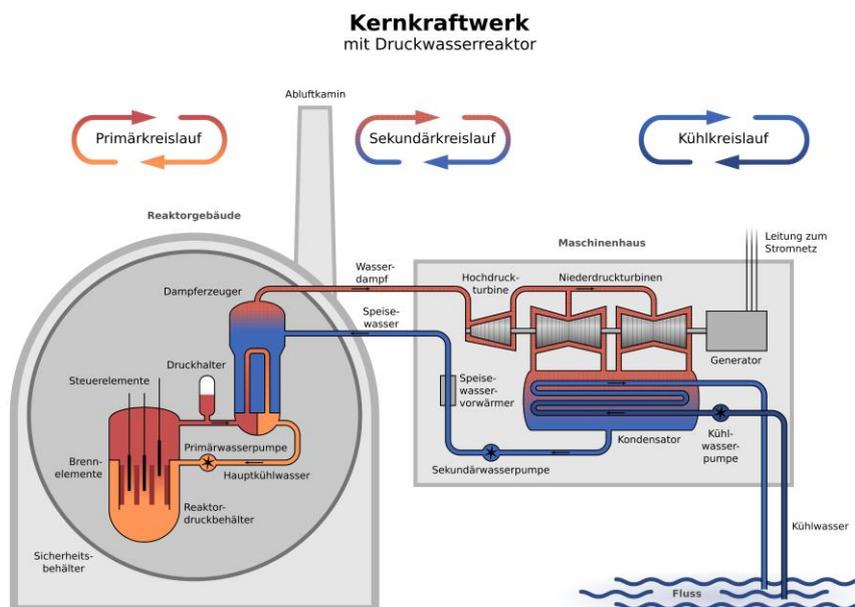
Was, wenn wir die Atomkraft als Energielieferant weiterhin beibehalten wollen? Das ist eine mögliche Option. Blenden wir die Killer-Argumente der Atomkraftgegner mal für einen Moment aus und sinnieren über eine atomare Energie-Zukunft.

Technologische Entwicklung der Atomenergie

Die Atomtechnologie ist nicht in der Zeit stehen geblieben, in der unsere Kraftwerke gebaut wurden. Es wird in verschiedene Richtungen geforscht und technologische Neuerungen werden umgesetzt. Allerdings: Neu erfunden hat man das Rad bis heute nicht. Nachfolgend gehe ich auf einige Forschungsmeilensteine ein.

EPR (European Pressurized Water Reactor)

Aktuell werden in den Neubauten Europas Reaktoren „der dritten Generation“ verbaut. Dabei handelt es sich um sogenannte EPR Reaktoren. Das sind einfach gesagt Kernreaktoren mit einem Hochdruck Wasserkreislauf. Das Grundprinzip ähnelt den Leichtwasserreaktoren (2. Generation), wobei bei EPR's normales Wasser und nicht leichtes Wasser zur Kühlung verwendet wird.



Bildquelle: Wikipedia

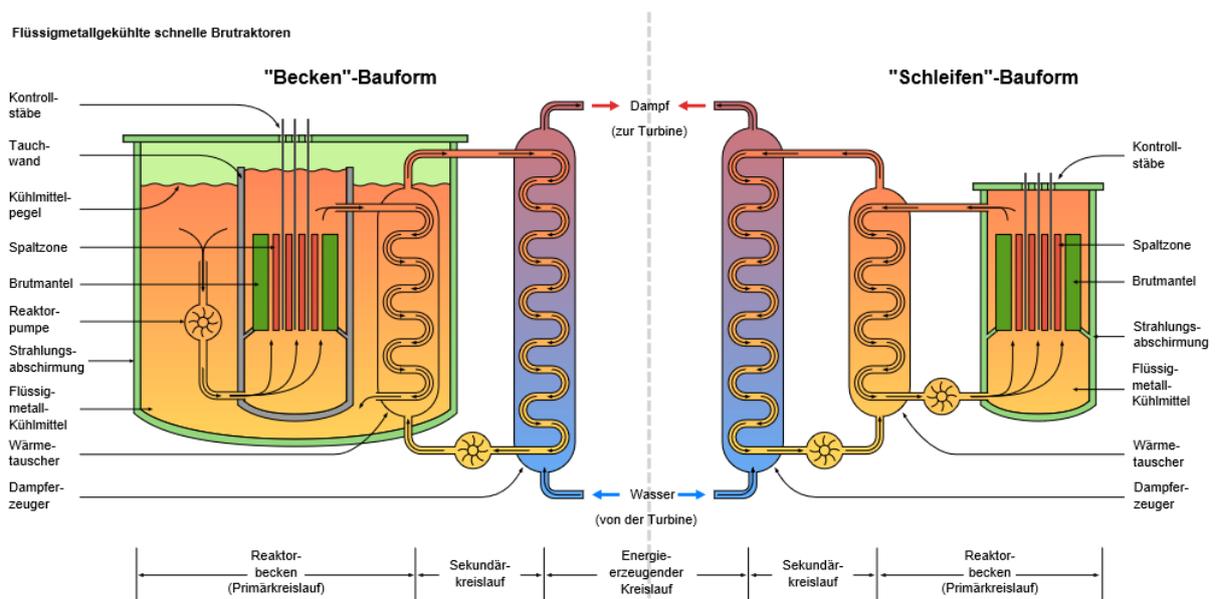
Diese Technologie wurde seit 1989 als Nachfolge für die Leichtwasserreaktoren entwickelt. Erst 16 Jahre später, im Jahr 2005, begann man mit dem Bau des ersten kommerziellen Kraftwerks in Olkiluoto. Später kam das Werk in Flamanville dazu. Beide sind immer noch in Arbeit. Allerdings: Bei beiden Projekten gibt es technische Probleme und die Kosten sind aus dem Ruder gelaufen. In Finnland werden die Baukosten inzwischen auf 10 Milliarden Euro geschätzt, fast dreimal mehr als geplant.

Derzeit ist diese Reaktorgeneration trotz aller Probleme Stand der Technik. Das eigentliche Handicap ist aber, dass AREVA, der französische Entwickler pleite ist und das Unternehmen aufgeteilt wird.

Die enormen Kosten und die technischen Unsicherheiten lassen vermuten, dass ein solches Projekt in der Schweiz kaum Chancen hätte.

Schnelle Brüter

Diese Reaktoren haben den Vorteil, dass nicht spaltbares Uran während des Brutprozesses in spaltbares Material umgewandelt wird. Als Kühlmittel wird flüssiges Natrium verwendet. Zudem kann der Reaktor Plutonium verarbeiten und wieder in Uran 239 umwandeln.



Bildquelle: Wikipedia

Die Technologie ist allerdings nicht ungefährlich. Einerseits kommt hochgiftiges Plutonium zum Einsatz, auf der anderen Seite ist die Natriumkühlung ein erhebliches Sicherheitsrisiko. Natrium kann bei Luftkontakt schnell zu brennen beginnen. Gibt es eine Störung im Kühlkreislauf, stellt die Kettenreaktion im Reaktor nicht einfach ab. Dazu sind spezielle Steuerungen nötig. Bezüglich Störungsanfälligkeit dürfte den meisten die Anlage Superphénix in Creys-Malville noch in Erinnerung sein. Weltweit sind einige Schnelle Brüter am Netz, der jüngste ging 2014 in Russland in Betrieb.

Aufgrund der Diskussionen um den Brüter in Creys-Malville, welche aufgrund der Nähe zur Schweiz (70 km jenseits der Grenze) auch hier intensiv geführt wurden, ist diese Technologie bei uns nicht mehrheitsfähig.

Kernfusion

Einfach ausgedrückt versucht man mit der Kernfusion die chemischen Vorgänge auf der Sonne zu kopieren.

Die Kernfusion hat eine komplett gegensätzliche Funktionsweise zur Kernspaltung. Es werden nicht Atomkerne gespalten, sondern zusammengefügt. Im Falle der energiegewinnenden Kernfusion werden beispielsweise Deuterium und Tritium zu Helium verschmolzen. Dabei wird eine enorme Menge Energie frei. Ein unschönes Funktionsbeispiel einer unkontrollierten Kernfusion ist die Wasserstoffbombe.

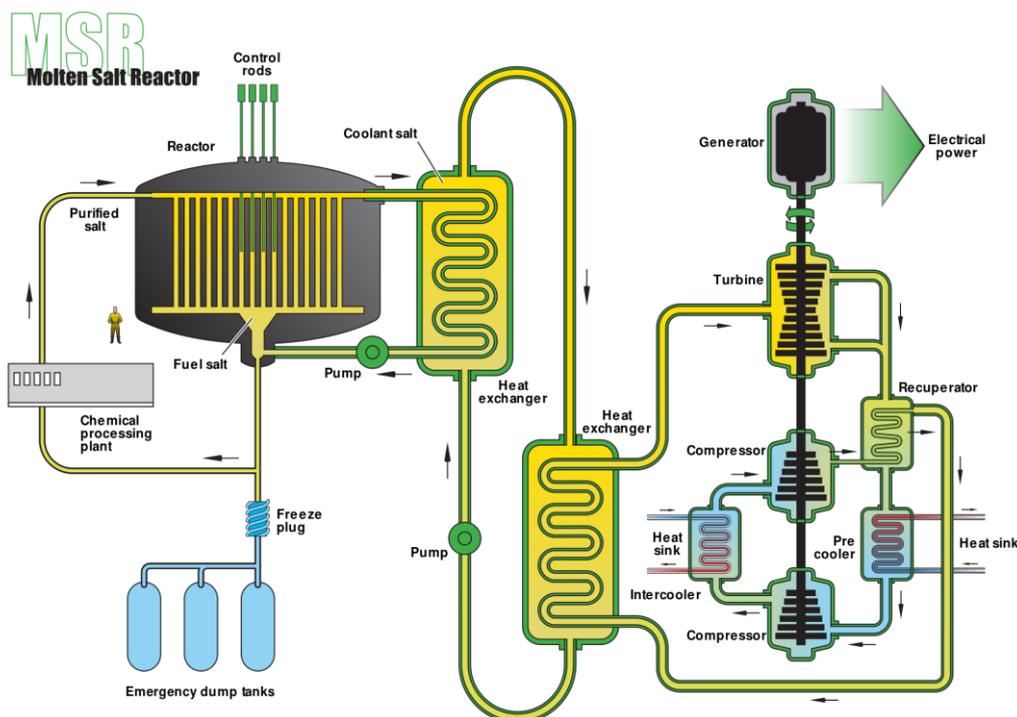
Bei der kontrollierten Kernfusion erhitzt man Deuterium und Tritium auf gegen 150 Millionen Grad Celsius (!). Dabei entsteht aus diesen beiden Elementen ein Plasma. Diese enorm heisse Masse versucht man mit Magnetfeldern zu kontrollieren. Die Herausforderung dabei ist, die Masse von Anlagenteilen fernzuhalten, weil diese sonst schmelzen würden. Eine Technologie, welche im kleinen Massstab funktioniert hat, sind sogenannte Tokamak Reaktoren. Allerdings hat man bis heute immer mehr Energie in den Reaktor gesteckt, als man dann nachher gewonnen hat. Aktuell ist man am Bauen eines grossen Versuchsreaktors, dem ITER. Von dieser Anlage verspricht man sich erstmals eine positive Energiebilanz.

Grundsätzlich könnte diese Technologie trotz der anspruchsvollen Beherrschbarkeit vielversprechend sein. Die Gefahr einer radioaktiven Verstrahlung im Falle einer Havarie ist recht gering und die verstrahlten Anlagenteile sind längst nicht so stark kontaminiert wie bei Spaltreaktoren.

Seit bald 50 Jahren wird an dieser Technik geforscht und man ist heute immer noch im Versuchsstadium. Es ist mittelfristig nicht mit produktiven Anlagen zu rechnen.

MSR, Molten salt reactor (Flüssigsalzreaktoren)

Bereits in den 1950er Jahren hat man mit Flüssigsalzreaktoren experimentiert. Bei diesen Reaktoren ist der Kernbrennstoff in flüssigem Salz verteilt. Die Reaktoren können mit Uran, aber auch mit Thorium betrieben werden. Das Thorium wird dann beim Brüten in Uran umgewandelt.



Bildquelle: Wikipedia

Ein Vorteil dieser Technologie ist, dass das Betriebsmaterial nur innerhalb des Reaktors flüssig ist. Tritt es aus, gibt es Salzkristalle. Bei Unfällen wäre das einfacher zu handhaben.

Bisher sind allerdings erst Versuchsreaktoren gebaut worden (das trotz 60 Jahren Forschung!). Ein kommerzieller Einsatz dieser Technologie ist nicht absehbar.

SMR, Small modular reactors

Diese Reaktoren unterscheiden sich primär von anderen Anlagen, weil sie relativ klein sind. Als SMR Reaktoren gelten Anlagen welche weniger als 500 MW elektrische Energie liefern. Eine weitere Spezialität ist, dass diese Reaktoren zentral in einer Fabrik hergestellt werden und später vor Ort mit relativ geringem Aufwand installiert werden können. Die Idee dahinter: Mit vielen kleinen Kraftwerken die Energieproduktion zu dezentralisieren und die Baukosten vor Ort zu vermindern.

SMR Reaktoren können mit leichtem Wasser, schwerem Wasser, Gas oder Flüssigmetall gekühlt werden. Auch Flüssigsalzreaktoren könnten zum Einsatz kommen.

Die Technologie ist aber noch nicht marktreif. Bis heute ist noch keine Anlage zertifiziert. Weiter wäre eine Mindestbestellmenge von über 40 Reaktoren nötig, um rentabel zu verkaufen. Die Markteinführung wird erst für etwa 2030 erwartet.

Nukleare Transmutation

Transmutation nennt man das Umwandeln von chemischen Elementen in andere chemische Elemente.

Bei der nuklearen Transmutation werden Nuklide (Atomsorten/-kerne) mit Neutronen bestrahlt. Man verfolgt das Ziel die Nuklide in weniger giftige Substanzen umzuwandeln. Bei radioaktivem Material soll, wenn es so behandelt wird, die Strahlung abnehmen, bzw. die Halbwertszeit des radioaktiven Zerfalls sinken.

Im Grunde genommen handelt es sich bei der Transmutation um eine Art Kernreaktion wie bei einem Atomkraftwerk. Der Neutronenbeschuss bewirkt hierbei eine Veränderung des chemischen Elements. Der ganze Prozess ist sehr energieintensiv. Die Kernreaktion selber produziert aber wieder Energie, was es ermöglicht diese als Stromquelle zu nutzen. Die Stromproduktion kann grösser sein, als der Verbrauch.

Die Herausforderung bei diesem Prozess liegt nicht alleine in der technischen Machbarkeit, viel mehr in der grossen Vielfalt der betroffenen Stoffe. Der Prozess ist bei jedem Nuklid anders. Um den gewünschten Effekt zu erzielen müssen die Nuklide (bzw. die jeweiligen zu behandelnden Substanzen) separiert werden und für jeden Stoff muss man einen eigenen kernphysischen Prozess entwickeln.

Die Endlagerzeit von behandelten, stark radioaktiven Substanzen soll mit einem solchen Verfahren auf 500 Jahre reduziert werden können.

Die Transmutation von radioaktiven Substanzen ist allerdings nicht ganz risikolos. Die Reaktortechnologie dürfte hierbei weniger das Problem sein, weil man wahrscheinlich sogenannte „unterkritische Reaktoren“ verwenden könnte. Sobald der vorgeschaltete Neutronenbeschleuniger abgeschaltet wird, steht auch der Reaktor still. Im Falle einer Transmutation von Plutonium hingegen gibt es schon Diskussionspunkte. Man kann zwar Plutonium umwandeln (beispielsweise im Rahmen einer Restenbeseitigung beim Rückbau von Atomwaffenarsenalen), es besteht da aber eine gewisse Missbrauchsgefahr. Die fast gleichen Techniken sind auch nutzbar um Plutonium waffenfähig zu machen. Ähnliches wird heute bereits in sogenannten „Brütern“ zur Aktivierung von Kernbrennstoffen praktiziert. Dort ist das Ziel den Kernbrennstoff wirkungsvoller (aber auch radioaktiver) zu machen. Es ist nicht auszuschliessen, dass Transmutations - Anlagen zweckentfremdet werden könnten.

Die nukleare Transmutation ist keine Träumerei von Pseudowissenschaftlern. Namhafte Institutionen (beispielsweise das CERN - CH, das Oak Ridge National Laboratory - USA, das GSI - DE) arbeiten an solchen Systemen oder tragen mit Forschungsarbeiten zu Lösungen bei. Es gibt heute bereits Anlagen - Konzepte und deren Machbarkeit ist realistisch. Fachleute rechnen allerdings erst in 30-40 Jahren mit einer industriellen Anwendung solcher Verfahren.

Zur Stromproduktion dürfte diese Technologie kaum einen grossen Nutzen haben. Der Energieüberschuss wird wahrscheinlich zu klein sein. Da es heute noch keine funktionierenden Systeme gibt, sind sie auch für die Energiewende nicht relevant.

Atomare Weiterentwicklung in der Schweiz

Wir haben oben die wichtigsten Technologien und Trends gesehen. Man kommt zur Erkenntnis, dass heute einzig die EPR Reaktoren als Option für einen Reaktorbau in absehbarer Zeit in Frage kämen. Solche Reaktoren sind bereits bei zwei Kraftwerken im Bau und entsprechen dem Stand der Technik.

Ein solches Projekt würde, nimmt man die Installationen in Flamanville und Olkiluoto als Referenz, rund 10 Milliarden Euro (11 Mia. CHF) kosten.

Stellt sich die Frage nach einem potentiellen Standort. Betrachtet man das Stimmungsbarometer bei der Entsorgungsfrage, so dürfte ein Standort in der Zentralschweiz, der Nord- oder Ostschweiz wenig Chancen haben. Auch die Romandie ist der Atomtechnologie gegenüber sehr kritisch eingestellt. Der Alpenraum kommt aufgrund logistischer Aspekte nicht in Frage.

Es bleibt einzig die Nordwestschweiz. In dieser Gegend stehen aber bereits die KKW's Gösgen und Leibstadt. Diese haben zumindest heute eine beträchtliche Akzeptanz in der Bevölkerung. Ob eine neue Anlage mehrheitsfähig wäre, ist ungewiss.

Man muss zur Kenntnis nehmen, dass ein AKW-Neubau in der Schweiz unrealistisch ist. Eine ungewisse Standortsuche, unendliche Bewilligungsverfahren (inklusive Volksabstimmung), enorme Kosten und die noch immer ungelöste Entsorgungsfrage sind Argumente genug, um zu dieser Erkenntnis zu kommen.

Fazit

Der Ausstieg der Schweiz aus der Atomtechnologie ist gewiss, auch wenn das viele noch nicht wahrhaben wollen. Weder wird je ein neues solches Kraftwerk in der Schweiz gebaut, noch ist in den nächsten 30 Jahren mit bahnbrechenden technologischen Fortschritten zu rechnen, welche es rechtfertigen würden, darauf zu warten.

Man muss sich deshalb fragen: Kommen wir um die Energiewende noch herum? Ich behaupte: NEIN. So gesehen bleibt als Königsweg nur die unverzügliche und intensive Investition in die Weiterentwicklung von alternativen Energiequellen. Gewiss, das wird viel Geld kosten und es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Konsument seinen Teil dazu beitragen muss. Aber wir haben keine andere Option und je schneller wir beginnen umzudenken, desto weniger laufen wir Gefahr in Stromlücken zu geraten oder die Umwelt zu schädigen.

Vorausschauend auf die anstehende Abstimmung über die Atomausstiegsinitiative heisst das: Eigentlich kann man dazu mit gutem Gewissen ja sagen, denn eine Annahme der Initiative beschleunigt lediglich einen Prozess, welcher so oder so auf uns zukommt.

Oktober 2016