

1001 Worte... über das Für und Wider der Kernenergie

Alle reden über die Kernenergie, doch niemand scheint sich umfassend genug damit auszukennen, um sich tatsächlich ein Urteil darüber erlauben zu dürfen - dennoch tun es die meisten. Was bedeutet überhaupt Kernenergie, was sind die Vor und Nachteile dieser Technologie, wo liegen die Risiken, wo die Chancen und was sind überhaupt die Alternativen? Worum dreht sich überhaupt die Diskussion, wenn von Kernenergie und Atomstrom gesprochen wird?

In den meisten Fällen ist damit nicht der Strom aus Fusionskraftwerken oder schnellen Brütern gemeint, sondern jener aus Kernspaltungsreaktoren, in denen ein Material - Uran - verstrahlt und mit der dabei abgegebenen Wärme Wasser erhitzt wird, welches dann einen Dampfgenerator antreibt, welcher den Strom erzeugt. Die Materialausbeute ist dabei im Vergleich zu anderen Grosskraftwerken sicherlich die Beste, da aus kleinen Mengen Material extrem viel Energie gewonnen werden kann, die Effizienz ist so gesehen vergleichsweise hoch. Dabei fallen im reinen Betrieb praktisch keinerlei Schadstoffe oder Abgase an, einzig die Verdampfung des Kühlwassers fällt ins Auge, wenn man sich ein Kernkraftwerk von weitem anschaut, doch ist Wasserdampf nichts anderes als eine weitere, völlig normale und ungefährliche Wolke am Himmel. Ansonsten treten jenseits von Störfällen keine gefährlichen Stoffe aus, da alles, was kontaminiert ist, innerhalb des Kraftwerks verbleibt. Zumindest so lange, wie der Brennstoff nicht verbraucht ist. Da fängt es dann an, wirklich schmutzig zu werden. Kohle-, Öl- oder Gaskraftwerke verbrauchen im Betrieb wesentlich mehr lebensnotwendige Ressourcen - sprich Luft - da sowohl bei ihrer Verbrennungsreaktion als auch bei der betrieblichen Abgasbeseitigung entsprechender Müll in Form von Partikeln oder Verbrennungsgasen anfällt. Auch beim Abbau eines solchen Kraftwerks können die Bauteile nicht recycled werden, da sie so Verrusst sind, dass sie als Sondermüll entsorgt werden müssen. Diese Erfahrungswerte fehlen jedoch bei Kernkraftwerken, da bisher noch keines rückgebaut wurde sondern, bloss abgeschaltet oder erst gar nicht in Betrieb genommen wurde.

Doch gerade der Müll der anfällt, wenn der Brennstoff nachgefüllt werden muss, ist der Haken an der ganzen Sache. Ist der angefallene Müll eines Kohlekraftwerks schon nach wenigen Jahren bis Jahrzehnten genügend von der Natur bearbeitet, um wieder für uns ungefährlich zu sein so braucht auch für Kernkraftwerke unbrauchbar gewordenes Uran einige tausend Jahre, um zumindest etwas weniger gefährlich geworden zu sein - absolut tödlich bleibt es dann jedoch immernoch. Der Zeitraum, in dem die Brennstäbe eines Kernreaktors erneuert werden müssen ist bauartbedingt unterschiedlich und schwankt zwischen einem halben Jahr und vier Jahren, je nach Auslastung und Effizienz. Dann jedoch hat man ein Problem, dessen Lösung bisher noch nirgends zu finden war, nicht einmal in der Tiefsee. Alles, was den Verantwortlichen bisher dazu eingefallen ist, ist die Brennstäbe in Beton einzugiessen, damit sie leichter stapelbar werden und sie dann irgendwo zu vergraben, damit man nicht mehr über sie stolpert. So lange noch genügend Lagerraum in ausgelutschten Salzbergwerken zur Verfügung steht, wird da wohl auch niemand mehr nach fragen - aus den

Augen aus dem Sinn. So lange, bis ein Erdbeben einen Spalt auftut und das Grundwasser ein für alle mal verseucht wird und die gesamte Bevölkerung eliminiert, ein ganzes Land für Generationen unbewohnbar macht. Alles was man bis dahin davon mitbekommen wird, sind hin und wieder vieldiskutierte Transporte der Kastorbehälter zu ihre Zwischenlagern, die von entsprechend viel Polizei geschützt werden.

Genau hier kann man einen weiteren Keil ansetzen, wenn es um die Diskussion um den Sinn dieser Atomkraft geht, denn billiger wird dieser durch die stetige Bewachung durch Staatsbedienstete sicherlich nicht. Allerdings verteilen sich die Kosten dafür natürlich auf andere Konten, werden von der Allgemeinheit, also dem Steuerzahler, übernommen. Es zahlt also auch der für Atomstrom, der seine Energie eigentlich aus Wind- oder Wasserkraft beziehen will. Dass diese Kosten nicht gering sind, kann man sich ausmalen, wenn man sich in den Nachrichten das Bewachungsausmass eines Kastortransportes anschaut, man braucht nur die Polizisten zu zählen und anhand des Gehaltes hochzurechnen. Dabei sind noch nicht das schwere Panzergerät eingerechnet, mit denen der Bundesgrenzschutz die eigentlichen Anlagen bewacht - eher als Alibi natürlich, denn einen tatsächlichen Angriff würde ein einziger Schützenpanzer sicherlich nicht verhindern und einen Angriff von innen durch einen Terroristen beispielsweise ebensowenig feststellen können, ganz zu schweigen von Verkehrsflugzeugen, die auf die Steuerungsgebäude stürzen. Ebensowenig ist die Lagerung der Abfälle kostenlos, wird jedoch ebenfalls den Gemeinden aufgebürdet, in denen sich diese Lagerstätte befindet - ebenso wie das Risiko des Betriebes.

Wie kommt es eigentlich, dass kein Versicherer gegen die Risiken eines Atomkraftwerkes versichern will, wenn dies doch ach so ungefährlich ist wie die Betreiber behaupten? Wie kommt es, dass der Staat per Dekret eine Obergrenze für die Haftung der Betreiber im Katastrophenfall eingesetzt haben, die die Kosten dann auf zweieinhalb Milliarden begrenzt? All dies kann man ebenso in die Kostenkalkulation einbeziehen, genau so wie die Kosten für den Brennstoff selbst, das Uran.

Dieser ist nämlich noch weitaus seltener als Gold und wächst noch viel weniger nach als Öl. Wo kommt das Uran eigentlich her? Wo kommen solche Elemente überhaupt her? Diese Erklärung ist etwas komplizierter und führt auch gleich an den Anfang des Universums beziehungsweise unseres Sonnensystems selbst zurück. Die Elemente der Periodentabelle werden bis einschliesslich Eisen während der Lebenszeit einer Sonne erzeugt, indem Wasserstoff, der Grundbaustein des gesamten Universums, zu grösseren Molekülen verschmolzen wird, also hin zu Helium, Sauerstoff etc. Die Sonne kann jedoch keine Energie mehr gewinnen, wenn sie Elemente jenseits von Eisen verschmilzt. Als schwerstes Element sinken diese Moleküle dann in den Kern der Sonne, der sich irgendwann von der eigentlichen Kernfusion der Sonne verabschiedet und durch sein grösseres Schwerkraftfeld die Sonne kollabieren lässt - sie wird zu einer Supernova. Den Schritt bis zur eigentlichen Explosion überspringe ich einmal, denn erst dabei werden all die anderen Elemente erzeugt. Während sich nämlich die Druckwellen der Explosion in den Raum ausdehnen, werden dabei sehr hohe Energien frei, unter denen wiederum Moleküle verschmolzen werden, erst hier werden all die schweren Metalle geschaffen, also Blei, Gold und auch Uran, welches wesentlich weiter hinten in der Periodentabelle steht, da es ein sehr grosses Molekül ist und entsprechend seltener erzeugt wurde. Als sich die Lage beruhigt hatte, klumpt das Gas dann stellenweise wieder zusammen, begann um eine Achse zu rotieren, wobei sich die Elemente wiederum sortierten, Ringe bildeten aus denen dann Planeten wurden und alles andere ist Geschichte -

die Geschichte unseres Sonnensystems, welches wie alle anderen auch an einem Ort entstanden ist, an dem zuvor eine Supernova explodiert ist.

Uran wächst also nicht nach, nicht auf den Bäumen und nicht einmal annähernd so schnell wie Öl, das ja auch bloss einige Millionen Jahre gebraucht hat. Weltweit gibt es jedoch fast fünfhundert Kernkraftwerke, die alle in Betrieb sind und - zu einem Grossteil in Nordamerika befindlich - auch alle ausgelastet arbeiten. Da diese Welt von ihrer Energieerzeugung abhängig ist und unsere Gesellschaft wie wir sie kennen unterginge, würde der Strom langfristig ausfallen, wird einer der nächsten Kriege nicht mehr um Öl, sondern um Uranvorkommen gehen. Wenn man sich die Entwicklung der Benzinpreise in den Jahren nach dem Irakkrieg anschaut weiss man auch schon, wohin sich die Lage entwickeln wird. Optimistische Schätzungen gehen von einem Uranvorrat aus, der noch für gerade einmal vierzig Jahre ausreicht - sollten keine Kraftwerke mehr gebaut werden. Doch gerade dies ist in Anbetracht des stürmischen Wachstums der chinesischen Wirtschaft und des Stromhungers von Silicon Valley eher zu bezweifeln, sind doch schon Genehmigungsverfahren für fünfzig weitere, amerikanische Kernkraftwerke bekannt geworden. Wenn wir uns anstrengen, wird dem Atomstrom noch vor dem Öl das Licht ausgehen.

Dazu kommen noch staatliche Subventionen für den Betrieb der Kraftwerke hierzulande sowie der Forschung an den technischen Eigenschaften, was schon irgendwie perfide ist, da die gesamten Anlagen von einer amerikanischen Firma entwickelt und geliefert werden, also Kraftwerke schlicht gekauft werden. Wie es endet, wenn ein Land sich selbst um die Entwicklung entsprechender Anlagen bemüht hat man in der Schweiz gesehen, deren Kraftwerk im Kern eines Berges gerade einmal zwei Wochen in Betrieb war - nach zehnjähriger Entwicklungszeit - bevor es zur Kernschmelze gekommen ist. Dass es zu keiner Katastrophe im Ausmass Tschernobyls gekommen ist, ist ausschliesslich den umfassenden Sicherungsmassnahmen, der präzisen Auswahl der Lage innerhalb des Berges und der funktionierenden Notfallsysteme zuzuschreiben, sicherlich nicht dem Konzept einer solchen Energieerzeugung selbst. Die Kosten werden also in fast jeglicher Hinsicht dem Steuerzahler aufgebürdet, für den so verdeckte Kosten entstehen, die im Grunde auf der Stromrechnung vermerkt werden sollten, um einen fairen Vergleich zu ermöglichen. Dann würde auch die ständige Diskussion aufhören, dass Windenergie so über Gebühr gefördert würde.

Verbleibt als Vorteil der Kernspaltungsenergie die Tatsache, dass an einem Punkt sehr viel Energie erzeugt werden kann, mit einem Minimum an auffallenden Abgasen für die unmittelbare Umwelt. Die Energieausbeute ist ausgesprochen hoch und ein einziges Atomkraftwerk kann leicht drei Kohlekraftwerke ersetzen. Hinzu kommt ein Punkt, der bei den anderen Alternativen zum Tragen kommen wird, nämlich die Energiebeweglichkeit. Der Verbrauch von Strom ist ja nicht ständig gleich, er schwankt über den Tag hinweg. Strom kann jedoch nicht gespeichert werden, sondern muss zu dem Zeitpunkt erzeugt werden, zu dem er gebraucht wird. Eine Windkraftanlage müsste also als Untergrenze der Leistung den maximalen Verbrauch abdecken können, um auch im Notfall das Nötige verfügbar zu haben. Solange dies jedoch nicht so ist, bietet ein Kernreaktor die Möglichkeit, sehr schnell die Leistung, also die Stromausgabemenge, zu verändern und an den Bedarf anzupassen - schneller sogar noch als ein Gaskraftwerk, obwohl dieses ähnlich heizt.

Verbleibt dennoch auf der Negativseite das Problem der Müllbeseitigung, welches weder annähernd gelöst, noch eher gering einzuschätzen ist. Einst überlegte man den Müll einfach in die Tiefsee, etwa den Marieannengraben, zu schütten und ihn so auf nimmerwiedersehen

verschwinden zu lassen, doch die Tiefseeentdeckungsreise des Prof. Picard zeigte, dass dort unten Leben existiert, es also eine vertikale Strömung geben muss, die diese Fische mit Sauerstoff versorgt, dass Müll also irgendwann doch wieder herauf komme würde und sich in allen Weltmeeren verteilte. Alleine diese Vorstellung macht das Ausmass des Problem annähernd deutlich. Die Tatsache, dass ein Mensch von wenigen Mikrogramm Uran unweigerlich stirbt zeigt deren Brisanz.

Doch was sind eigentlich die Alternativen? Gibt es noch andere Arten Atomstrom? Ja, die gibt es. Schon seit geraumer Zeit wird an einem Reaktor zur Erzeugung von Energie aus Kernfusion geforscht. Man würde also das gleiche machen wie die Sonne, würde kleine Kerne zu grösseren verschmelzen und mit der freigewordenen Energie wiederum Wasser heiss machen - der Rest ist bekannt. Diese Technologie ist bedauerlicherweise nach wie vor im Versuchsstadium und kann bis auf Probezündungen der Reaktorkammer noch kein lauffähiges Produkt vorweisen. Die Möglichkeiten sind jedoch gewaltig. Nicht nur, dass ein Brennstoff verwendet würde, der auf der Erde im Übermass vorhanden ist, nämlich Wasserstoff, sondern es kämen auch bloss Abgase dabei heraus, die vollkommen ungiftig sind, nämlich Helium, schlimmstenfalls Sauerstoff. Die Funktionsweise eines Fusionsreaktors ist ebenfalls recht schnell erklärt. In einem TOCAMAC¹ werden Wasserstoffatome gehalten, die durch eine Überlagerung von Laserstrahlen auf zweihunderfünfzigtausend Grad erhitzt werden, bei dieser Temperatur in einer Reaktion verschmelzen, bei der ein Neutron und ein Atom höherer Ordnung herauskommt. Die Sonne macht dies bei wenigen tausend grad, hat allerdings auch wesentlich mehr Atome zur Verfügung und weit mehr Zeit. Da kein Behältnis diese Temperaturen aushalten würde, muss dieses Plasma in einem Magnetfeld gehalten werden. Aus diesem Magnetfeld kann nur das elektrisch neutrale Neutron entkommen, welches dann die Energie nach aussen transportiert und Wasser heiss macht. Das momentane Problem ist die grösse des TOCAMAC, da die Abstände des Plasmas zur Aussenwand gross genug sein müssen um die Anlage nicht sofort schmelzen zu lassen. Grosse Anlage bedeutet aber auch grosses Magnetfeld bedeutet grosse Energie die aufgebracht werden muss, um das Plasma zu halten. Zudem scheint das verdrehte Feld des TOCAMAC nicht stabil zu erschaffen zu sein, doch dies ist aktuelle Forschungsarbeit. Doch hier kann man auch schon das einzige Risiko bei der ganzen Sache ausmachen, nämlich wenn einmal der Strom des TOCAMAC-Feldgenerators ausfällt. Dann würde das Plasma freigesetzt werden und die Anlage zerstören - sie würde einfach schmelzen. Im Gegensatz zu einem Kernspaltungsreaktor, bei dem das per se gefährliche Uran freigesetzt wird, ist jedoch im Kernfusionsreaktor kein gefährlicher Inhaltsstoff vorhanden, es verbleibt nur die gefährlich hohe Temperatur, welche jedoch ausschliesslich im Vakuum der Kammer gehalten werden kann und aufgrund der geringen Menge des brennenden Plasmas dann sehr schnell abnehmen würde. Die gesamte Anlage könnte von ganz normaler Feuerwehr ohne Spezialausrüstung gelöscht beziehungsweise gekühlt werden. Es verbleiben keine gefährlichen Restmülle, schon gar nicht wie bei einem Kernspaltungsreaktor im Stile Tschernobyls.

Desweiteren ist da natürlich die Energiegewinnung durch Wind- und Sonnenkraft, Geothermik, Wasserkraft in Stauwerken, verschiedene Wellenkraftwerke oder Strömungskraftwerke. Viele Möglichkeiten gibt es, so viele, dass es vollkommen unverständlich ist, wieso nicht von den grossen Energiekonzernen in dieser Richtung

¹ Torodoialski Camera Magnatoi Catushkin also Torodoiale-Magnetfeld-Einschluss-Kammer

investiert wird. Wahrscheinlich ist schlicht der Gewinn bei der Kernenergie grösser, bekommt man doch hohe Subventionen und hohe Ausbeuten mit wenigen Werken, die sich durch Klimazertifikate auch noch gegenrechnen und von der Steuer absetzen lassen. Bei Wärmeenergie sieht die Rechnung dann jedoch schon anders aus, führt einen anderen Gesichtspunkt in die Diskussion ein. Denn können die Energiekonzerne durch den hohen Aufwand und grosse Investitionen bei der Versorgung mit Öl oder Gas während des Aufbaus der Infrastruktur die Kontrolle über die lokalen Verbraucher ausüben und ihnen somit jeden beliebigen Preis abverlangen, so sieht die Situation bei beispielsweise Pelletheizungen gänzlich anders aus. Schliesslich kann man sich von jedem beliebigen Anbieter mit Brennstoff beliefern lassen, kann seine Holzschnipsel zur Not sogar auch noch selbst im Garten hexeln. Es bestünde keine zentrale Kontrolle mehr über den Konsumenten und schon gar keine Preisabhängigkeit mehr, wenn er sich alternativ selbst versorgen könnte. Gleiches gilt für die Stromversorgung, würde diese dezentral auf Solaranlagen umgestellt, die ihre überschüssige Energie beispielsweise per Elektrolyse in reinen Wasserstoff umsetzen, um diesen bei Bedarf und bei Nacht in Brennstoffzellen verwenden. Geothermische Energie könnte man bei ausreichendem Markt ebenfalls flächendeckend nutzen. So wird die Erdtemperatur pro Kilometer Tiefe um dreissig Grad höher. Ein Loch von vier Kilometern könnte also zum Wassererwärmen genutzt werden, um aus dem gewonnenem Wasserdampf und dem erzeugten Druck Strom zu gewinnen, wie ein Kernkraftwerk dies ja auch macht.

Da durch diese permanente Energiegewinnung in vielen Haushalten weit mehr Strom generiert würde als verbraucht werden könnte, könnten private Haushalte dann sogar als Energielieferant auftreten. Gerade an dieser Stelle wird deutlich, wieso die Energiekonzerne und die ihnen unterstellten Lobbyisten in der Politik mit allen Mitteln versuchen, die Umwandlung des Energiemarktes zu verhindern - sie würden an Macht und damit an Geld verlieren, auch wenn dies für die Gesellschaft ausgesprochen suboptimal ist.

Dabei zählt auch nicht das Gegenargument, welches oftmals gegen Solarzellenstrom gebracht wird, dass deren Herstellung extrem viel Energie benötige, ihre Ausbeute gering sei und sie aus nicht umweltverträglichen Bestandteilen bestehen sowie beim Recycling zu Giftmüll mutieren würden. Selbst wenn dies so wäre, dann wäre dies immernoch kein grundsätzlicher Grund, die Solarenergie aus Solarzellen zu verteufeln, denn dies sind keine grundsätzlichen Probleme, sondern rein technischer Art, die zu lösen sind, da die Forschung stetig weiter geht und bereits transparente Solarzellen für Fenster auf dem Markt sind, deren Wirkungsgrad um Dimensionen höher liegt als ihre Vorgängergeneration. Gleiches gilt für Windkraftanlagen, die bemängelt wurden, weil sie zu viel Krach machen würden und der Infraschall die Tierwelt stören würde. Mittlerweile sind die Flügel der Anlagen so verändert worden, dass sie völlig geräuschlos drehen und nur das Summen des Generators selbst verbleibt. Der Rest-Uran-Müll ist prinzipbedingt immer noch da und er bleibt es auch, ganz gleich wie hoch der Wirkungsgrad noch getrieben werden kann, man kann ihn nicht recyceln oder weiterverwenden.

Verbleibt der fahle Beigeschmack, wieder einmal von den gewählten Volksvertretern verraten und im wahrsten Sinne des Wortes verkauft zu werden. Denn in ihren Händen läge es, die Subventionen zu kürzen oder an alternative Energieerzeugung zu binden anstelle eine ausgelutschte Technologie zu fördern, bis sie zu einer ähnlichen Sackgasse wird, wie Fahrzeuge die ausschliesslich mit Benzin laufen. Als Hoffnungsschimmer bleibt bestenfalls noch, dass die Monopolisierten Energiekonzerne wohl zu gierig werden werden, die Preise zu

hoch treiben werden und es sich dann auch bei hohen Preisen für Alternativen lohnt, umzusteigen, bevor ein breiter Massenmarkt für diese entstanden ist, welcher sich dann wiederum zwangsweise einstellen wird. Schaut man sich die aktuelle Strom- und Gaspreisentwicklung an, so wird das wohl nicht mehr allzu lange dauern.

Und eines sollte man bei der gesamten Diskussion niemals vergessen: Wenn eine Solarzelle explodiert oder eine Windkraftanlage umkippt, so interessiert das faktisch niemanden - die Sicherheitsabstände zu umliegenden Häusern sind zu gross. Wenn ein Kernreaktor explodiert, ist ein ganzer Kontinent verseucht. Zumindest das hätte man aus Tschernobyl lernen können.