

AKW

Kernenergie - sicher - notwendig?



Februar 2005 / Hans Ulrich Stalder / Visit www.quantophon.com

Der vorliegende Aufsatz beinhaltet eine kurze Einführung in die Kernenergie und behandelt das Dafür und Wider dieser Technik.

Für fehlerhafte Angaben und deren Folgen kann weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernommen werden.

Die friedliche Nutzung von Kernenergie ist seit dem Wissen um diese Technik eine sehr emotional geladene Angelegenheit. Die Gründe dafür sind vielschichtig. Neben dem Risikopotential das ein Kernkraftwerk beinhaltet, ist die Ursache eine im Menschen verankerte Angst vor Unbekanntem, Unbegreiflichem und nicht Durchschaubarem. Hier möchte der Autor einhaken und das Dafür und Wider dieser Technik dem Leser etwas näher bringen.

Der 1. Teil beschreibt die Kerntechnik. Um sich ein Urteil bilden zu können ist es unumgänglich die Funktionsweise eines Kernreaktors in den Grundzügen zu verstehen. Der Autor hat sich bemüht die Erklärungen so zu gestalten, dass keine weiteren Sachbücher zugezogen werden müssen.

Der 2. Teil setzt sich mit dem Dafür und Wider auseinander. Da auch fundierte Kennzahlen keine Garantie für Objektivität sind, weil schon deren Auswahl tendenziös sein kann, ist es notwendig die persönliche Meinung des Autors zu kennen.

Es gibt Gründe für den Ausstieg aus der Kernenergie zu sein. Die Frage stellt sich nur – wann? Und auf keinen Fall zu Lasten von CO₂-Emissionen (Kohlendioxid). Somit ist die Meinung des Autors mit den meisten Schweizer deckungsgleich (am 18. Mai 2003 wurden zwei Antiatom-Initiativen deutlich verworfen). Und etwas über die Landesgrenze geschaut findet es der Autor schade, dass man gut gewartete Kernkraftwerke abschaltet und dann Elektrizität aus osteuropäischen Ländern bezieht wo die Sicherheit weit hinter unserem Standard liegt. Zu bedenken ist auch, dass mit dem Ausstieg aus der Kerntechnik sich Know-How verliert, wenig Forschung betrieben wird und kaum in eine neue Generation von Technologie investiert wird.

Bei den folgenden Ausführungen sind Auslassungen und Vereinfachungen des Umfangs wegen gewollt. Selbst auf die Gefahr hin, dass dem Autor Parteiergreifung unterstellt wird.

1. Teil – Kernenergie

Von der Kernspaltung bis zur Elektrizität in sechs Minuten und 30 Sekunden erklärt.

20 Sekunden für die Übersicht

Es gibt unterschiedliche Kernkraftwerktypen. Folgendes haben alle gemeinsam:

- Als Ausgangslage benutzen alle ein spaltbares Material, z.B. Uran
- die Kernspaltung bezweckt Wärme zu produzieren
- mit der Wärme wird Dampf erzeugt
- der Dampf treibt Turbinen an
- die Turbinen treiben Stromgeneratoren an

80 Sekunden Atomlehre

Als Grundlage können wir das Atommodell aus den Anfängen des letzten Jahrhunderts heranziehen. Dieses besteht aus einem Atomkern das von negativ geladenen Elektronen umkreist wird – das Schalenmodell. Der Atomkern selbst, auch Nuklid genannt, besteht aus positiv geladenen Protonen und elektrisch neutralen Neutronen. In unserem Modell besteht ein Neutron aus einem „Proton“, welches ein „Elektron“ und ein beinahe unmessbares Anti-Neutrino beinhaltet. Auf letzteres „Teilchen“ wird in der Folge nicht weiter eingegangen. Die Anzahl der positiv geladenen Protonen bestimmt die Atomsorte, z.B. hat Wasserstoff ein Proton, Kohlenstoff hat sechs Protonen und Uran hat 92 Protonen. Eine unterschiedliche Anzahl Neutronen eines Atomkerns verändert die Atomsorte nicht, wohl aber das Atomgewicht und seine Stabilität. Ein solcher Atomkern nennt man Isotop. Das für die Kernspaltung notwendige Uran-235 (Nuklid mit 92 Protonen und 143 Neutronen) kommt im Natur-Uran nur zu etwa 0,7% vor. Am häufigsten ist das Uran-238 anzutreffen mit 99,3% (dann gibt es noch Spuren von Uran-234). Uran-238 muss für die Verwendung in normalen Kernkraftwerken noch aufbereitet werden. Die Energie die die Protonen auf kleinstem Raum zusammenhält ist enorm gross und macht die Kernenergie aus. Ein Teil dieser Energie kann letztlich, wie wir noch sehen werden, thermodynamisch genutzt werden.

40 Sekunden für die Kernspaltung

Überlädt man einen Atomkern, z.B. Uran-235, mit einem zusätzlichen Neutron wird die Zerfallskraft grösser als die innere Bindungskraft und das Atom zerfällt in zwei Teile, z.B. in Strontium-94 und in Xenon-140 (da $235+1=94+140$ ist). Oder anders gesagt, beim Uran-235 halten sich die elektromagnetische Kraft, die die Protonen auseinander zubringen versucht, und die starke Kraft, die zwischen allen Kernteilchen wirkt, die Waage. Die nach dem Zerfall entstandenen neuen zwei Atome sind die Spaltprodukte. Welche Atomsorten jeweils als Spaltprodukte hervorgehen hängt von der Anzahl der Protonen ab, die der gerade entstandene Atomkern enthält. Nach vielen Spaltungen sind bis etwa 200 neu entstandene Isotope möglich.

75 Sekunden für die Kernenergie

Während dem Zerfallsprozess von spaltbarem Material wandeln sich einzelne Neutronen in Protonen um und emittieren dabei ein Elektron. Dieses Elektron ist ein Teil der radioaktiven Strahlung - die Beta-Strahlung. Zu den radioaktiven Strahlungen gehören noch die Alpha-Strahlung, das ist ein Helium-Kern bestehend aus je zwei Protonen und Neutronen sowie etwas verzögert, eine elektromagnetische Strahlung, wie Licht, nur viel energiereicher - die Gamma-Strahlung (die Atome sind nach dem Zerfall noch hoch angeregt und geben Energie in Form von Gamma-Strahlung ab). Im Weiteren werden bei einer Kernspaltung bis drei Neutronen ausgesendet – die prompten Neutronen. Prompte Neutronen können erneut Spaltungen hervorrufen, die so genannten prompten Spaltungen. Prompte Neutronen sind allerdings normalerweise zu schnell um direkt eine erneute Spaltung hervorzurufen – dazu später mehr. Zum allgemeinen Verständnis muss noch beigefügt werden, dass sich gewisse Spaltprodukte etwas verzögert zu einer neuen Atomsorte umwandeln und einher weitere Neutronen aussenden, die so genannten verzögerten Neutronen. Zusammengefasst kann gesagt werden, Neutronen sind die Teile die die Kernspaltung erst ermöglichen. Und der Zerfall von Atomkernen und die damit frei gewordene Energie in Form der bereits erwähnten Begleiterscheinungen machen die politisch definierte Kernenergie aus.

50 Sekunden für den Heizstrahler

Der Zerfallsprozess, resp. die Umwandlung in neue Atomkerne und die damit verbundene radioaktive Strahlung, zusammen mit den ausgesendeten Neutronen verursachen die gewollte Wärmeentwicklung. Anders als bei der Wärmeentwicklung durch chemische Prozesse, wie z.B. bei der Verbrennung von kohlenstoffhaltigem Material, resp. der Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, wo sich die Atome selbst nicht verändern, liegt in der Kernphysik eine Atomumwandlung zugrunde. Die nutzbare Wärme wird aber nicht durch den Zerfall als solches produziert, sondern

entsteht im übertragenen Sinn als durch Stöße verursachte Reibungswärme aller beteiligten Komponenten, wie Spaltmaterial, Spaltprodukte, den Emissionen und den Atomen der Umgebungsmaterialien.

40 Sekunden für den Tauchsieder

Das spaltbare Material wird beim Kernreaktor in Stäbe eingepackt - den Brennelementen. Von aussen gesehen entsteht die meiste Wärme also in den Brennelementen, die bis zu 289 Stück vorhanden sein können. Das Umgebungsmedium, meistens Wasser, nimmt die Wärme auf und macht sie transportierbar. Zudem bewirkt das Wasser ein Abbremsen der schnellen Neutronen und das wiederum lässt „Reibungswärme“ entstehen. Um die Menge der Neutronen zu steuern, gibt es neben den Stäben mit den Brennelementen noch die Regelstäbe die Neutronen absorbieren. Je weiter die Regelstäbe zwischen die Brennelemente eingetaucht werden desto mehr wird die Kettenreaktion gebremst und das Tauchsiedersystem verliert an Leistung. Damit sich aber überhaupt eine Kettenreaktion einstellen kann, muss das Spaltmaterial zu etwa 3 bis 5% mit Uran-235 angereichert sein (statt der ursprünglichen 0,7%).

65 Sekunden für den Kochtopf

Die erwähnte Abbremsung der schnellen Neutronen, in unserem Beispiel mit Wasser, kommt eine weitere Bedeutung zu. Abgebremste Neutronen werden nämlich eher von Atomkernen eingefangen. Daher ist die Kettenreaktion zerfallender Atome höher, je mehr langsame Neutronen vorhanden sind. Das heisst, das Wasser hat die Aufgabe die schnellen Neutronen zu moderieren. Ein Moderator ist ein Stoff, der die Neutronen abbremst möglichst ohne sie zu schlucken. Darum wird dieser Kochtopf-Inhalt auch Moderator genannt. Wird die Temperatur auf eine bestimmte Höhe eingepegelt, d.h. die Summe der Kernzerfälle bleibt sich über einen gewissen Zeitraum gleich, nennt man dies kritisch. Eine Abnahme der Temperatur deutet auf unterkritisch hin, eine Zunahme auf überkritisch. Kritisch ist also in diesem Fall nicht mit gefährlich gleichzusetzen. Beim Starten eines Reaktors kann nur im überkritischen Bereich eine Wärmezunahme erreicht werden. Die Wassertemperatur wird je nach Kernreakortyp unter Druck zwischen 200° C und 350° C eingepegelt. Im einfachsten Fall wird der Wasserdampf direkt im Moderator-Teil erzeugt, also dort, wo das Wasser die Brennstäbe umgibt, bzw. darüber im Reaktordruckbehälter. In den anderen Fällen wird der Wasserdampf via Wärmeaustauscher in einem zweiten oder dritten Kessel erzeugt.

15 Sekunden für den Dynamo

Der erzeugte Dampf wird über mehrere Druckleitungen in den Maschinenraum geführt. Was bei einem Fahrrad das Rad und der Dynamo, sind im Kernkraftwerk die Dampfturbinen und die Stromgeneratoren. Strom ist das gewollte Endprodukt eines Kernkraftwerks. Dazu fällt als Nebenprodukt Abwärme für Fernwärmnetze an.

5 Sekunden für das Nichtgesagte

Zum besseren Verständnis führt mehr nicht - zum besseren Verstehen aber sehr wohl.

2. Teil – Sicher – notwendig?

Das Dafür und Wider zur Kernenergie ist in der Bevölkerung sehr von kurzfristigen Ereignissen abhängig. Dies zeigt z.B. die Ölkrise von 1973 oder der Tschernobyl-Unfall von 1986 (dilettantisch durchgeführte Experimente, falsch getroffene Entscheidungen durch mangelhafte Ausbildung und ein fehlender Sicherheitsbehälter führten zur Katastrophe). Politische Entscheide werden natürlich auch von solchen Ereignissen beeinflusst. Ein Energie-Konzept muss aber für Jahrzehnte ausgelegt sein. Man bedenke, dass das Kernkraftwerk Leibstadt (KKL) eine 20-jährige Planungs- und Baugeschichte hatte und für zirka 60 Jahre Produktion ausgelegt ist.

Eines sei vorweggenommen, die Technik rund um die Kernenergie hat sich bewährt und kann, verantwortungsvoll betrieben, als sicher eingestuft werden. Der grösste Risikofaktor ist und bleibt der Mensch. Dass alle Risiken minimalisiert werden, wird in der Schweiz durch den Bund überwacht (UVEK Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation). Das macht er mit Auflagen an die Betreiber sowie mit wiederkehrenden Kontrollen.

Schon der Umstand, dass der Staat sich um die Sicherheit von Atomkraftwerken kümmert macht augenfällig, dass ein Gefahrenpotential vorliegt. Was aber sind die Gefahren und wie werden sie definiert?

Versicherungstechnisch spricht man in diesem Fall nicht von Gefahr, sondern vom Risiko für das Eintreten eines bestimmten Ereignisses. Ein Risiko ist daher das Produkt von der Eintrittswahrscheinlichkeit und dem Ausmass des möglichen Schadens. Das gesamte Risiko, die Summe aller möglichen Ereignisrisiken (sofern sie unabhängig voneinander sind), nennt man üblicherweise das Restrisiko. Aus Erfahrung wissen wir, und mag das Restrisiko noch so klein sein, das mögliche Ausmass eines Unfalls kann verheerend sein. Und an dieser Vorstellung orientieren sich viele Bürger, was gezwungenermassen Ängste auslöst.

Eine ganz andere Klasse bilden die Transporte ausgebrannter Elemente für die Wiederaufbereitung – die Castor-Transporte. Bei diesen Transporten ist die Eintrittswahrscheinlichkeit eines folge wirksamen Unfalls sowie das Ausmass eines möglichen Schadens klein. Diese Sicherheit wurde durch hohen technischen und materiellen Aufwand erreicht. Leider ist Sicherheit nicht so augenfällig wie die Szenarien rund um die Castor-Transporte. Natürlich kann mit einer zusätzlichen Gewichtung des Schadensausmasses ebenfalls eine hohes Schadenspotential hervorgerufen werden. Könnte ein solcher Container durch Terroristen gesprengt werden, hätte dies den Effekt einer „schmutzigen Bombe“. Dem entgegen kann wiederum gehalten werden, dass diese Eintrittswahrscheinlichkeit sehr klein ist und

es, wie Tests ergeben haben, ein sehr schwieriges Unterfangen ist diese Container wirkungsvoll zu sprengen. Ob die mit den Transporten verbundenen Demonstrationen das allgemeine Risiko erhöhen oder vermindern, ist schwer abzuschätzen. Die Risiken aber, die einzelne Demonstranten auf sich nehmen, sind unnötig und dienen ihren Anliegen kaum. Aber die damit einhergehenden Unfälle und der enorme Polizeiaufwand tragen natürlich auf der emotionalen Ebene das Seine dazu bei.

Die USA und Schweden erklärten 1979 auf die Wiederaufbereitung von Spaltprodukten zu verzichten und somit auch auf die Transporte in die Wiederaufbereitungsanlagen. Die Schweiz hat sich für ein Re-Cycling der abgebrannten Brennstäben entschieden und setzt dafür auf erhöhte Kontrolle. Diese Kontrollen werden laufend angepasst. So hat im Januar 2005 die Schweiz mit acht anderen Ländern die Gründungsurkunde der „Europäischen Vereinigung der Aufsichtsbehörden - ENSRA“ unterzeichnet.

Bei uns kaum zu reden geben die Uranminen. Die produktivsten liegen in Kanada. Das Erz wird meistens im Tagbau abgebaut und enthält pro Tonne 0,3 bis 150 Kilogramm Uran. Im Durchschnitt enthält die gesamte Erdkruste zirka 2,7 Gramm pro Tonne. Um Transport- und Lagerkosten zu sparen wird am Abbauort ein Konzentrat hergestellt. Dieses enthält etwa 70% Uran, genannt „yellow cake“. Auch hier werden die üblichen Sicherheitsmassnahmen angewendet. Eine Ursache für diese verminderte Aufmerksamkeit in der Bevölkerung sieht der Autor im Umstand, dass dieses Konzentrat für normale Atomkraftwerke zuerst aufbereitet werden muss und Uran weltweit etwa 500-mal häufiger vorkommt als Gold.

Anders sieht es bei der Entsorgung, resp. Endlagerung von radioaktivem Material aus. Bei diesem Thema gehen die Emotionen hoch. Aber was ist radioaktives Material eigentlich und wie wirkt es auf die Umwelt und den Menschen? Gibt es einen Unterschied zwischen natürlichem radioaktiven Material und dem radioaktiven Abfall aus der Kernenergie und der Nuklearmedizin?

Der Unterschied liegt nicht in der Strahlung sondern im Standort des radioaktiven Materials. Es gibt Orte auf der Welt wo die natürliche Strahlungsbelastung über unseren Grenzwerten liegen. Aber da kann natürlich niemand etwas dagegen haben.

Wichtig ist es einen weit verbreiteten Irrtum auszuräumen. Radioaktives Material strahlt nicht wie eine Lampe und zerstört alles in weiter Umgebung. Radioaktives Material kann aber seine nächste Umgebung ionisieren (ein Ion ist ein Atom wo die Anzahl Elektronen ungleich deren Protonen ist, das heisst, es liegt ein elektrisches Ungleichgewicht vor). Nimmt also ein Organismus radioaktives Material in sich auf, ist eine radioaktive Kontamination vorhanden und der Organismus leidet an der

einhergehenden Ionisierung. Genau deshalb sind die Sicherheitsvorkehrungen auch so umfangreich für radioaktives Material.

Eine spezielle Sorte von spaltbarem Material ist Plutonium. Dieses ist zusätzlich giftig. Plutonium ist ein Schwermetall das in der Natur nicht vorkommt. Geringe Mengen an Plutonium fallen auch in konventionellen Kernkraftwerken an (zirka 1%). Plutonium wird auch bei der Herstellung von Atombomben mitverwendet. Daher richten sich die Kontrollen auch speziell auf dieses Material.

Wiederaufbereitungsanlagen können die in den abgebrannten Brennelementen noch nutzbaren Isotope zu spaltbarem Material aufbereiten. Solche Anlagen stehen z.B. in Frankreich (La Hague) und England (Sellafield). Frankreich betrieb zudem einen „schnellen Brüter“ den Superphénix (1985 bis 1998). Der Vorteil von schnellen Brüter ist, dass er sich das spaltbare Material selber „erbrütet“. Zudem kann er das Plutonium aus konventionellen Kernkraftwerken verwerten, erzeugt aber wiederum waffenfähiges Plutonium. Der schnelle Brüter kann als geschlossener Kreislauf gesehen werden und galt in den 80er Jahren als das Ei des Kolumbus. Der technische Aufwand um einen schnellen Brüter sicher zu betreiben ist enorm gross und ein erhöhtes Restrisiko ist nicht abzusprechen. So gesehen hat jedes System seine Vor- und Nachteile. Allen gemeinsam ist, dass die europäischen Kernkraftwerke durch die 1957 gegründete EURATOM (Europäische Atomgemeinschaft) überwacht werden (Artikel 2.b - einheitliche Sicherheitsnormen für den Gesundheitsschutz der Bevölkerung und der Arbeitskräfte aufzustellen und für ihre Anwendung zu sorgen).

Äussere Einwirkungen wie z.B. die von Erdbeben werden schon bei der Konzeption eines Kernkraftwerks berücksichtigt. Das heisst, alle Kernkraftanlagen in der Schweiz sind auf solche Ereignisse vorbereitet.

Der Schweizerische Erdbebendienst (SED) hat im November 2004 eine neue Erdbeben-Gefährdungskarte vorgestellt. Die Gefährdung für die beiden kritischen Gebiete Basel und Wallis wird nun etwas grösser eingestuft als früher. Die vier stärksten Erdbeben in der Schweiz waren in den vergangenen 100 Jahren in folgenden Gebieten: 1929 bei Yverdon, 1946 im Wallis, 1964 in Obwalden und 1971 in Glarus (Quelle Hauseigentümer, Nr. 2, 2005). Zusätzlich hat aber der SED festgestellt, dass die Gebäude in der Schweiz praktisch nur auf vertikale Belastungen ausgelegt sind. Wie sich hingegen horizontale Scherkräfte, die bei Erdbeben abrupt auftreten, auf die Gebäude auswirken, ist jedoch in den meisten Fällen nicht bekannt.

Dem Autor ist nicht bekannt wie es diesbezüglich um unsere Kernkraftwerke steht. Bauliche Lösungen jedenfalls sind bekannt. In den erdbebengefährdeten Gebieten in den USA, wie entlang der San-Andreas Verwerfung, setzt man auf das Prinzip „Siegen durch nachgeben“. Das heisst, neuere Gebäude werden abgefedert und

lassen eine gewisse Verformung zu. Falls der 144 m hohe Kühlturm beim KKL solchen Scherkräfte nicht standhalten könnte, hätte dies eine sofortige Abschaltung des Reaktors zur Folge. Dasselbe trifft u.A. auch ein, wenn die Stromabnahme gänzlich ausbleibt.

Was Flugzeug abstürze und gezielte Anflüge auf unsere Kernkraftwerke betrifft, hat die im Jahre 2001 bei der Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK) in Auftrag gegebene Studie aufgezeigt, dass die in der Schweiz betriebenen Kernkraftwerke zu den bestgeschützten Industrieanlagen gehören. Die durchgeführten Studien zur Sicherheit gegen Flugzeugeinschlägen gelten heute weltweit als Vorbild.

Nicht gefährlich, aber für viele ein Ärgernis sind die Bauten selbst mit seiner Infrastruktur (dass der Autor im Kühlturm eine ästhetische Baute sieht, liegt wohl an seiner Technikverbundenheit). In jedem Fall ist auch hier viel emotionaler Zündstoff vorhanden. Niemand will eine grössere Industrieanlage in seiner unmittelbaren Nähe. Da der Bund im März 2003 mit der Jodtabletten-Verordnung den Verteilmodus neu definiert hat (direkte Verteilung an Haushalte, Schulen und Unternehmen die näher als 20 km bei einem Kernkraftwerk liegen), vermittelt dies den Eindruck, dass näher gelegene Siedlungen unmittelbar gefährdet sind. Hier ist unmittelbar der falsche Ausdruck. Diese vorsorgliche Massnahme ist auf eine sehr kleine Eintrittswahrscheinlichkeit eines Unfalls mit Auswirkung auf die Umwelt ausgelegt.

Trotz allem, die Aufzählung aller Gefahren geben uns doch ein ungutes Gefühl und sollten reichen um grundsätzlich gegen die Kernenergie zu sein? Dem ist entgegen zu halten, dass die Anzahl der Punkte bei der Aufzählung eben kein Indikator für die Höhe des objektiven Risikos ist. Sie zeigen nur, dass Risiken bestehen. Und daran zweifelt auch niemand. Wie relativ eben alles ist, zeigt das Beispiel vom Fahrradfahren. Würde jemand auf die Idee kommen und die Komplexität und lauenden Gefahren vom Fahrrad fahren bis in alle Details auflisten und beschreiben, wäre der Katalog genau so gross. Nur die möglichst objektive Ermittlung eines Risikos lässt einen gültigen Schluss zu. Das heisst, man muss auch die bereits getroffenen Sicherheitsvorkehrungen miteinbeziehen.

Was aber sind die Gründe die für die Kernenergie sprechen – und dann noch mit Standort Schweiz?

Kernenergie ist sehr effizient und verhindert so flächendeckende Überbauten und auch zusätzlichen Schwerverkehr. Zum Standort Schweiz kann gesagt werden, dass wir so die Sicherheit unserer Kernkraftwerke selber bestimmen können.

Unsere Kraftwerke haben sich ergänzende und mehrfach ausgelegte

Fachbereich Kernenergie

Sicherheitseinrichtungen die die Risiken auf ein verantwortbares Niveau reduzieren. Regelmässige Wartung, wiederkehrende Kontrollen und das Einbringen neuester Erkenntnisse erhalten die bestehende Sicherheit und erhöhen diese noch. In diesen Punkten nimmt die Schweiz eine Vorreiterrolle ein. Zuständig für die Sicherheit der Kernanlagen ist das UVEK (Bundesamt für Energie).

Durch unseren Energieversorgungsmix mit Wasserkraft (fast 60%) und Kernkraft (zirka 40%) sind wir vom Ausland weitgehend unabhängig. Zudem liegen die diesbezüglichen CO₂-Emissionen (Kohlendioxid) fast bei Null.

Was der unerlaubte Handel mit radioaktivem Material betrifft, wird dies in der Schweiz durch Arbeitsprotokolle und Kontrollen verschiedener, unabhängiger Instanzen (innerbetrieblich, staatliche, internationale) und anderem verhindert.

Die Kosten, die z.B. für die Endlagerung radioaktiver Abfälle anfallen, trägt in der Schweiz der Verursacher und nicht der Staat.

Welche Risiken und Umweltbelastungen bergen andere Energiequellen?

Abgesehen von der Kernenergie im Sinne von Kernspaltung und in Zukunft vielleicht einmal Kernfusion, gibt es nur noch zwei Sorten von Energiequellen, die fossilen Energien (Kohle, Erdöl, Gas) und die erneuerbaren Energien (Sonne, Wasser, Luft, Erdwärme). Viele Artikel im Internet zählen auch „Biomasse“ zu den erneuerbaren Energien. Aber abgesehen von den interessanten und guten Ansätzen die es zu beobachten gibt, ist dieser Anteil nutzbarer Energie sehr klein.

Wie bereits erwähnt, sind fossile Energien keine Alternative wegen den CO₂-Emissionen. Der baulich vergleichbare Aufwand wäre zudem ein Vielfaches eines Kernkraftwerks. Dazu kommt die Abhängigkeit in die wir uns begeben.

Die erneuerbaren Energien sind auf den ersten Blick die, die am wenigsten Probleme aufwerfen. In der Schweiz stösst man allerdings sehr rasch an die Grenze des Machbaren. Daher können diese Energien zum heutigen Zeitpunkt den benötigten Energiebedarf nicht decken. In der Schweiz machen diese Energien gerade ein paar Prozente aus.

Nachfolgend einige Zahlen zur Veranschaulichung (alles ungefähr Werte).

Fachbereich Kernenergie

1 kg Uran entspricht	2700 t Kohle
1 kg Uran entspricht	1950 t Heizöl
Uran-Verbrauch pro Jahr/AKW 20 t	entspricht 2'000'000 t Kohle
Uran-Vorräte: > 100 Jahre	Erdgas-Vorräte: 50-80 Jahre
Die KKL-Leistung entspricht	10'000 Wind Turbinen à 1000 kW
CO2-Ausstoss aller CH-AKWs: 0	Steinkohle: 30'000'000 t pro Jahr
Das Abfallproblem erledigt sich innert 300 Jahren mit dem radioaktiven Zerfall der ins Gewicht fallenden Mengen	Erhöhter CO2-Ausstoss zerstört die Umwelt unmittelbar und löst Klimakatastrophen aus

Zum Schluss noch eine ganz persönliche Anmerkung des Autors. Die friedliche Nutzung der Kernenergie ist viel friedlicher als viele Menschen.

Quellenhinweise (Stand Februar 2005)

www.kkl.ch

www.admin.ch

www.atomenergie.ch/wissen

www.ethlife.ethz.ch/articles

www.kernfachleute.ch

www.fisik.gmxhome.de

www.kernenergie-wissen.de