



Super-GAU – die Atomkatastrophe von Tschernobyl (1/2)

Das Kernkraftwerk Tschernobyl liegt rund 130 Kilometer nordwestlich von Kiew in der Ukraine, kurz vor der Grenze zu Weißrussland. Am 26. April 1986 um 1 Uhr, 23 Minuten ereignet sich in dem „**Lenin**“-**Atomkraftwerk Tschernobyl** das größte Unglück in der Geschichte der zivilen Nutzung der Kernkräfte: Im Rahmen eines Experiments wollte man das Verhalten des Reaktors in kritischer Situation kennen lernen.

Dabei explodiert trotz Notabschaltung der Reaktorblock 4 des Atomkraftwerkes.

Bei Temperaturen über 2000 Grad Celsius schmelzen die Brennelemente. Dann fängt der Grafitmantel des Reaktors Feuer. 180.000 Kilogramm hochradioaktives Material, etwa die Menge wie 1000 Hiroshima-Bomben lagern im Inneren des Reaktors, mindestens 200 verschiedene radioaktive Stoffe werden in die Atmosphäre katapultiert. Die 256 Arbeiter der Nachtschicht dürfen das Kraftwerk nicht verlassen. Die tragischen Folgen der Katastrophe: Nach Schätzungen der UNO dürften in den drei Staaten Weißrussland, Ukraine und Russland rund 9 Millionen Menschen von dem Reaktorunglück direkt betroffen sein, weil sie in verseuchtem Gebiet lebten oder zu den rund 800.000 so genannten Liquidatoren gehörten, die verstrahlte Trümmer wegräumten oder ärztliche Hilfe leisteten. **Bis heute ist das Gebiet radioaktiv verseucht.** Die gefährlichsten Elemente, die in die Umwelt gerieten, sind Jod, Strontium-90 und Cäsium-137. Ihre Halbwertszeiten (die Zeit, in der sich die Radioaktivität des Isotops halbiert): 8 Tage (Jod), 29 Jahre (Strontium-90) und 30 Jahre (Cäsium-137). Die Isotope Strontium-90 und Cäsium-137 sind also auch noch heute nachweisbar, während das kurzlebige Jod bei der Bevölkerung in den reaktornahen Gebieten seinerzeit die verheerendsten Gesundheitsschäden anrichtete, da es in ungeheuren Mengen freigesetzt wurde und die Menschen ihm anfangs komplett ungeschützt ausgeliefert waren. Die Halbwertszeit des hochgiftigen Plutoniums beträgt 24.360 Jahre, d.h., dass erst nach 348 Generationen die Hälfte des radioaktiven Stoffs zerfallen sein wird. Die in Tschernobyl freigesetzte Strahlung liegt ungefähr 400 mal über jener der Hiroshima-Bombe, beträgt allerdings nur ein knappes Hundertstel der addierten radioaktiven Emissionen der oberirdischen Kernwaffentests während der 1950er und 1960er Jahre.

Die Sowjetunion versucht zwei Tage, die Katastrophe geheimzuhalten. Während dessen steigt eine **atomar verseuchte Wolke** auf und zieht nach Westen. Erst als in Skandinavien erhöhte Strahlenwerte gemessen werden, gibt

der Staat den Super-GAU (**Größter Anzunehmender Unfall**) zu. In den Wochen danach läßt der Staat die Bevölkerung im Stich. Fehlinformationen, Leugnung von Gesundheitsgefahren und unzureichende Handlungsempfehlungen durch die Behörden waren an der Tagesordnung. Nach offiziellen Angaben sterben in den ersten Tagen rund 250 Menschen.

■ Bei dem am Montag bekannt gewordenen Unfall in einem der vier Reaktoren der sowjetischen Atomzentrale bei Tschernobyl in der Ukraine handelte es sich um das schwerste Unglück, das in einem Atomkraftwerk geschehen kann. Der Reaktorkern ist geschmolzen und große Mengen des radioaktiven Inventars der Anlage wurden freigesetzt. Die sowjetischen Behörden erklärten eine Dreißig-Kilometer-Zone rund um den Ort Tschernobyl und die 30.000 Einwohner zählende Industriestadt Pripiat zur Sicherheitszone und ließen angeblich mehrere zehntausend Menschen evakuieren.
(Quelle: Die Tageszeitung, Beitrag vom 30.04.1986)

Erst 36 Stunden nach dem Unfall, werden zunächst die 45.000 Einwohner der 4 Kilometer entfernten Stadt Pripiat in Bussen evakuiert. Sie ist bis heute unbewohnt. Innerhalb von zehn Tagen wurden 130.000 Menschen aus den 76 Siedlungen in diesem Bereich evakuiert. Das Gebiet wird zur Sperrzone erklärt. **In den kontaminierten (radioaktiv belasteten) Gebieten in Weißrußland liegen 3600 Siedlungen, einschließlich 27 Städte.** Davon 1528 Siedlungen im Gebiet Homel, 866 im Gebiet Mogilev und 167 im Gebiet Brest. 415 Dörfer werden komplett evakuiert, zum Teil werden die Häuser in Gruben geschoben und mit Erde bedeckt, um eine Ausbreitung der radioaktiven Substanzen zu verhindern. In den kontaminierten Gebieten lebten 2.2 Millionen Menschen. In den 415 evakuierten Dörfern lebten 134.000 Menschen, welche ihre Häuser und ihren Besitz zurücklassen mussten. Viele dieser Menschen leben heute in den Plattenbausiedlungen weißrussischer Großstädte. Trotz des offiziellen Wohnverbots in der 30 Kilometer breiten Sicherheitszone wohnen dort bis heute mindestens 800, vor allem alte Menschen, die in ihre ehemaligen Dörfer zurück gekehrt sind. Drei Jahre nach dem Reaktorunfall stoppte die sowjetische Regierung den Bau eines V. und VI. Reaktorblocks auf dem Gelände des Kernkraftwerks Tschernobyl. Innerhalb von sieben Monaten wurden das zerstörte Reaktorgebäude und dessen geschmolzener Kern durch einen Stahlbetonmantel (Sarkophag) eingeschlossen. Der Sarkophag soll die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung begrenzen und die im zerstörten Block befind-



Super-GAU – die Atomkatastrophe von Tschernobyl (2/2)

lichen radioaktiven Stoffe sicher einschließen. Allerdings ist der Sarkophag nur für eine Lebenszeit von 20 bis 30 Jahren gebaut. Eine neue Schutzhülle soll ermöglichen, die radioaktiven Stoffe mindestens 100 Jahre sicher einzuschließen. Das

768 Millionen Euro teure Projekt soll laut offiziellen Stellen bis zum Jahr 2008 endgültig fertiggestellt sein. Am 12. Dezember 2000 wurde der gesamte Reaktorkomplex Tschernobyl nach langen internationalen Verhandlungen stillgelegt.

Nuklearunfälle

29. September 1957/Mayak, Russland:	über 30.000 Quadratkilometer Boden radioaktiv belastet, 217 Ortschaften wurden ausgelöscht, Tausende von Menschen lebensbedrohlich bestrahlt.
3. Oktober 1957, Sellafield, England:	Durch einen Brand kam es zur erheblichen Freisetzung von Radioaktivität.
21. Januar 1969, Lucens, Schweiz:	teilweise Kernschmelze
28. März 1979, Three Mile Island, USA:	Teile des Brennstoffs schmolzen, innerhalb des Kernkraftwerks wurden große Mengen radioaktiver Stoffe freigesetzt.

Als die Katastrophe von Tschernobyl in der Bundesrepublik bekannt wurde, rechneten offizielle Stellen nicht damit, dass sich die radioaktive Wolke so weit ausbreiten würde. Der damalige Bundesinnenminister Friedrich Zimmermann, zuständig für Umweltfragen, betonte noch am 29. April eine Gefährdung sei „absolut auszuschließen“, Tschernobyl sei 1800 Kilometer entfernt. Zu diesem Zeitpunkt hatte die radioaktive Wolke Deutschland bereits erreicht.

Erste Warnungen betrafen Milch und Blattgemüse. Während beispielsweise in Bayern gewarnt wurde, beruhigte das Sozialministerium in Baden-Württemberg: Hausfrauen sollten Blattgemüse nur „etwas gründlicher waschen als sonst“ (Stuttgarter Zeitung, 3.5.1986). Der Krisenstab wurde wieder aufgelöst. Wenige Tage später wurde tonnenweise Gemüse beschlagnahmt und vernichtet. Kinder durften nicht mehr in Sandkästen spielen, Hautkontakt mit dem Boden sollte vermieden werden. Klassenfahrten in die DDR und andere Ostblock-Staaten wurden abgesagt. In Hessen wurden teilweise Spielplätze, Sport- und Freizeitanlagen geschlossen. Nordrhein-Westfalen gab eine Empfehlung, nach der Schwangere und Kleinkinder auf Frischmilch und Frischmilchprodukte verzichten sollen. Niedersachsen erklärte, die Bauern sollten Blattgemüse einfach unterpflügen. Kleingärtnern wurde geraten, die oberste Bodenschicht einige Zentimeter abzutragen. Am 23. Mai gaben etliche Landesregierungen wieder Entwarnung – Gemüse könne jetzt wieder bedenkenlos gegessen werden. Die radioaktive Wolke hatte vor allem Jod 131 nach Deutschland getragen, das eine Halbwertszeit von rund acht Tagen hat und somit nach einigen Wochen vollständig verschwunden war.

Doch noch im Juni warnten Wissenschaftler vor freilaufendem Geflügel, Wild-, Schaf- und Ziegenfleisch und vor Milch. Durch das Unterpflügen, so eine der Begründungen, sei Cäsium 137 in den Boden geraten und von dort gerate es über Futterpflanzen wieder in den Nahrungskreislauf.

Aufgaben

- 1. Erkundige dich, wer an deinem Wohnort für Katastrophenschutz zuständig ist. Existieren Pläne? Was soll im Falle einer Katastrophe in deiner Schule passieren?**
- 2. Planspiel: Stellt euch vor, ihr gründet eine Hilfsorganisation „Hilfe für die Kinder von Tschernobyl“. Wie könntet ihr den Kindern helfen? Erläutert eure Pläne in einem entsprechenden Maßnahmenkatalog.**
- 3. Erkundigt euch bei Hilfsorganisationen, die sich für Tschernobyl einsetzen. Wofür engagieren sie sich? Welche Projekte und Hilfsprogramme gibt es?**

Tipp:

Recherchiert im Internet unter folgenden Adressen:

<http://tschernobyl-initiative.welcomes-you.com/home.htm>

www.rtd-info.de

www.chernobyl.info



Atomkraftwerke – wie Funktioniert das? (1/3)

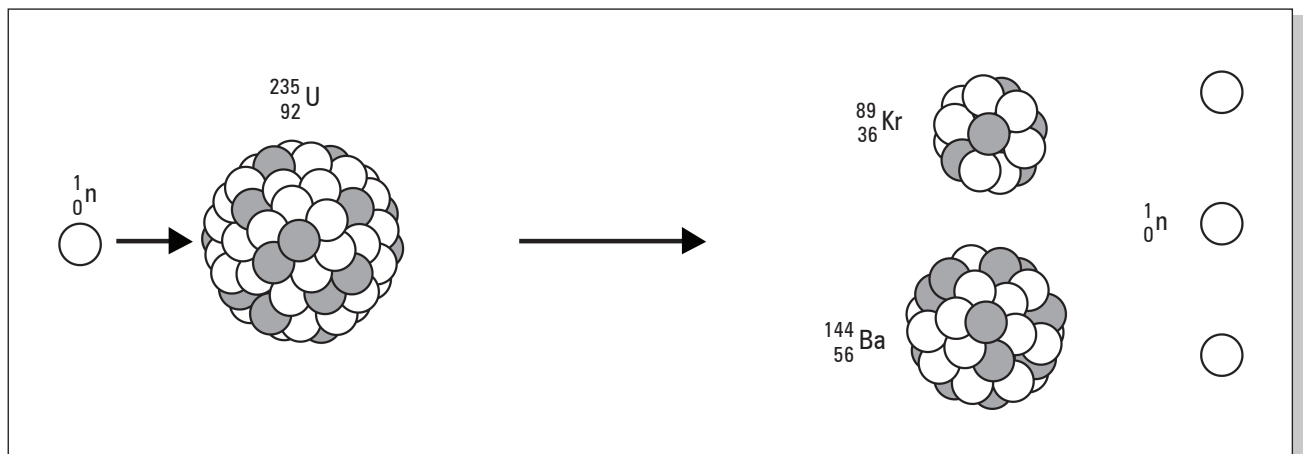
Kernkraftwerke spielen heute eine wichtige Rolle bei der Elektroenergiegewinnung, sind aber umstritten. Ihr Vorteil besteht vor allem in der geringen Umweltbelastung bei normalem Betrieb. Ein Nachteil ist die Entstehung radioaktiver Abfälle, die über Jahrzehnte hinweg sicher gelagert werden müssen.

Kernkraftwerke sind sogenannte Wärmekraftwerke. In Wärmekraftwerken wird als Ausgangsenergie Wärme erzeugt, die sich über Zwischenschritte in elektrische Energie (Strom) umwandeln lässt. Fossil befeuerte Kraftwerke (also mit Kohle, Öl oder Gas) nutzen als Wärmequelle die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Energieträger wie Steinkohle, während Kernkraftwerke als Wärmequelle die Kernspaltung nutzen. (Weitere Infos unter: www.schneller-brueter.de)

Kernspaltung

Bei der Spaltung bestimmter schwerer Atomkerne (Uran-235) wird Kernbindungsenergie freigesetzt. Da diese Teilchen im festen Kernbrennstoff sehr schnell abgebremst werden, entsteht aus der Bewegungs-(kinetischen) Energie Wärmeenergie. Diese wird zum Erhitzen und Verdampfen eines Kühlmittels (Wasser) genutzt. Wasserdampf wird auf Turbinen geleitet, die mit einem Elektrogenerator – einem Dynamo vergleichbar – auf einer Welle angeordnet sind. Die Bewegungsenergie der Turbinen wird über den Generator in elektrische Energie umgewandelt und in das Verbundnetz eingespeist.

Nach einem Naturgesetz kann Wärme nicht vollständig in elektrische Energie umgewandelt werden. Es fällt sogenannte Abwärme an, die entweder direkt – zum Beispiel an einen Fluß – oder indirekt, über Kühltürme in die Luft, an die Umwelt abgegeben werden muss.



Zur Kernspaltung wird hauptsächlich das Isotop ${}^{235}\text{U}$ benutzt, ${}^{238}\text{U}$ hingegen hauptsächlich zur Herstellung von Plutonium. Beim Kernspaltungsprozess wird ein ${}^{235}\text{U}$ -Kern mit einem Neutron beschossen, der Urankern spaltet sich in zwei große Trümmerstücke und zwei bis vier weitere Neutronen.

Reaktortypen

Ein Kernkraftwerk (KKW) oder Atomkraftwerk (AKW) ist eine Anlage zur Gewinnung von elektrischer Energie durch Kernspaltung. Die Erzeugung elektrischer Energie geschieht indirekt: Die Wärme, die bei der Kernspaltung entsteht, wird auf ein Kühlmedium übertragen, wodurch dieses erwärmt wird und Dampf erzeugen oder direkt Turbinen antreiben kann. Je nach Kühlmedium oder Brennstoff unterscheidet man verschiedene Reaktortypen. (www.kernenergie.net)

Leichtwasserreaktor

Als Reaktorkühlmittel wird leichtes Wasser verwendet, welches das in der Natur am häufigsten vorkommende Wasser ist.

Druckwasserreaktor

Das Reaktorkühlmittel transportiert die Kernspaltungswärme in einem geschlossenen Kreislauf zu einem Dampferzeuger, mit dem der Dampf zum Antrieb der Turbinen in einem sekundären Kreislauf erzeugt wird.



Atomkraftwerke – wie Funktioniert das? (2/3)

■ Siedewasserreaktor

Das Reaktorkühlmittel wird im Reaktordruckbehälter verdampft und direkt den Turbinen zugeführt. Siedewasserreaktoren wurden (und werden noch) in einigen Republiken der ehemaligen UdSSR eingesetzt. Der Unfall in Tschernobyl hat dazu geführt, daß dieser Reaktortyp nicht mehr gebaut wird.

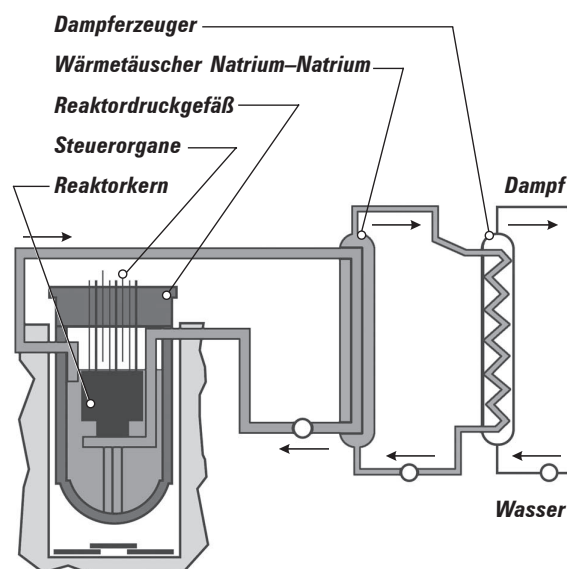
■ Schwerwasserreaktor

Schweres Wasser wird als Reaktorkühlmittel mit schwerem Wasserstoff dem „Deuterium“ gebildet. Diese Reaktorlinie wird zum Beispiel in Kanada und Indien eingesetzt.

Weltweit gibt 429 es Atomkraftwerke. Die in Deutschland derzeit 18 kommerziellen Werke werden im wesentlichen von vier großen Energiekonzernen betrieben: E.ON, RWE, EnBW und Vattenfall. Die Standorte der Atomkraftwerke in Deutschland lauten: Biblis, Brokdorf, Brunsbüttel, Emsland (Lingen), Grafenrheinfeld, Grohnde, Gundremmingen, Isar, Krümmel, Neckar (Neckarwestheim), Obrigheim, Philippsburg und Unterweser.

■ Brutreaktor

Der Flüssigmetall gekühlte Brutreaktor (Schneller Brüter) erzeugt während des Betriebs spaltbares Plutonium aus dem Uran und ermöglicht dadurch eine um 60 Prozent höhere Brennstoffausnutzung. Flüssiges Metall (z.B. Natrium), das Neutronen nicht abbremst („moderiert“), wird als Reaktorkühlmittel eingesetzt und erzeugt über einen Wärmetauscher den Dampf für die Turbinen. Natriumgekühlte Brüterreaktoren werden noch in Frankreich, Japan und in Russland betrieben.



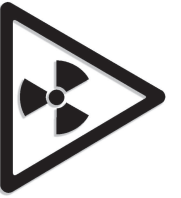
Aufgaben

1. **Informiert euch über den Zustand der Kraftwerke in Deutschland. Gab es bereits Unfälle in deutschen Kernkraftwerken?**
2. **Betrachtet die Abbildung „Kernkraftwerke in Europa“ und untersucht folgende Fragen:**
 - a) **Welche Atomkraftwerke in Europa liegen in der Nähe von Städten? Nehmt dazu eine Europakarte und markiert die Standorte.**
 - b) **In welchen Ländern werden die meisten Atomkraftwerke betrieben? Erstellt dazu eine Tabelle.**
3. **Bei der Gewinnung elektrischer Energie aus Kernenergie fallen radioaktive Abfälle an, die in Zwischen- und Endlagern gelagert werden.**
 - a) **Wo in Deutschland gibt es Zwischen- und Endlager?**
 - b) **Welche Gefahren birgt der Transport und die Lagerung des radioaktiven Abfalls?**

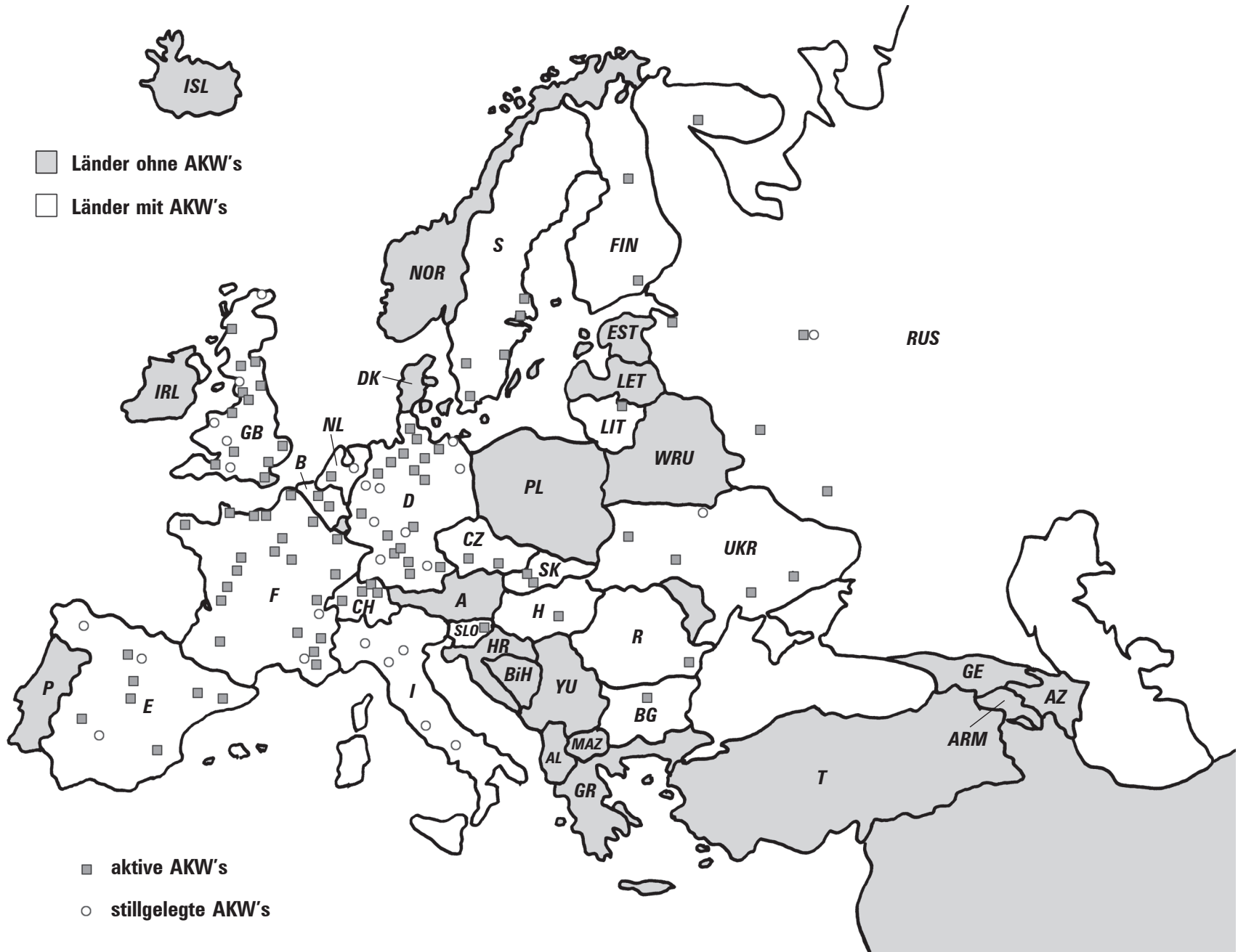
Tipp: Recherchiert im Internet unter folgenden Adressen:

www.kernenergie-online.de

www.kernenergieinfo.de



Atomkraftwerke – wie funktioniert das? (3/3)





Radioaktive Strahlung – Auswirkung auf den Menschen

Uranabbau, Herstellung von Atomwaffen und jegliche Bearbeitung von radioaktiven Materialien, sowie die Lagerung und der Transport von Atommüll, kann zu Strahlenkrankheiten führen. Es gibt grundsätzlich keinen Schutz vor Radioaktivität.

Unmittelbar nach dem Unglück in Tschernobyl starben 31 Menschen. Rund 800.000 Menschen mussten sich nach Schätzung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als sogenannte „Liquidatoren“ an den Aufräumarbeiten nach der Katastrophe in Tschernobyl beteiligen. Bis Ende 1999 sind bereits mehr als 50.000 Liquidatoren an den Strahlenschäden bzw. durch Selbstmord gestorben. Insgesamt geht die Zahl der Menschen, die bisher aufgrund der Katastrophe von Tschernobyl starben oder gesundheitlich geschädigt wurden, in die Hunderttausende. Der Großteil der Opfer ist erst in den nächsten Jahrzehnten zu erwarten. Und von den bisherigen Opfern wurde bis heute nur ein Teil erfasst.

In den Jahren nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl sind die Schilddrüsenkrebsfälle stark angestiegen. Dies macht sich vor allem bei Kindern bemerkbar, bei denen diese Erkrankung eigentlich sehr selten vorkommt. In dem am stärksten kontaminierten Gebiet, dem Verwaltungsbezirk Gomel in Weißrussland, wird nach Schätzungen ein Drittel der Kinder, die zum Unglückszeitpunkt jünger als vier Jahre waren, im Laufe ihres Lebens an Schilddrüsenkrebs erkranken. In Weißrussland werden insgesamt rund 66.000 Fälle von Schilddrüsenkrebs erwartet, in Russland ist mit etwa 4.000 Fällen zu rechnen. Seit 1996 gibt es von der Strahlenschutz-Kommission Empfehlungen zur Umsetzung der so genannten Jod-Blockade bei kerntechnischen Unfällen. Danach wird im Umkreis eines Kernkraftwerkes von bis zu fünf Kilometern eine Vorverteilung entsprechender Tabletten an Haushalte empfohlen.

Die Strahlung wird über den Regen, den Boden, die Luft und die Nahrung aufgenommen. Die Strahlendosis entscheidet über die Überlebenschancen. Generell gilt für die Symptome der Strahlenkrankheit, dass je höher die Dosis:

- umso schwerwiegender sind die Auswirkungen,
- umso schneller treten die Symptome auf,
- umso kürzer wird die Erholungsphase,
- umso länger dauert die Krankheit,
- umso geringer werden die Überlebenschancen!

Strahlendosis 0,05 bis 0,2 Sv

(Sievert (Sv)=Maß für die biologische Strahleneinwirkung)

Wahrscheinliche Spätfolgen: Krebs, Erbgutveränderung

über 50 Sv

Sofortige Desorientierung und Koma innerhalb von Sekunden oder Minuten. Der Tod tritt in wenigen Stunden durch völliges Versagen des Nervensystems ein.

über 80 Sv

Sofortigen Eintritt des Todes.

(Weitere Infos unter: www.bfs.de)

Aufgaben

1. Welche Auswirkungen hat Radioaktivität auf den menschlichen Körper? Welche äußerlichen und innerlichen Symptome zeigen sich bei der Strahlenkrankheit? Erarbeitet einen Kurzvortrag, in dem ihr Basiswissen zur Strahlenkrankheit vermittelt! Verfasst für die Klasse ein Thesenpapier mit den wichtigsten Informationen.

2. Radioaktive Strahlung gelangt über den Regen, Boden und die Luft in die Umwelt und von dort in die Nahrungskette. Zeichnet in einem Schaubild die „Belastungspfade“ auf, die für den Menschen gefährlich sind.

■ „[...] (Der bayerische Umweltminister Alfred) Dick [...] kritisiert die Strahlenschutzkommission, die am Sonntag den „für ihn unverständlichen Grenzwert“ von 250 Becquerel pro Kilogramm Gemüse festgelegt hatte, ohne dies mit den Ländern abzustimmen. Er frage sich, ob der hessische Grenzwert für Milch von 20 Becquerel pro Kilogramm „praktikabel“ sei, und gibt zu bedenken: „Wenn wir jetzt auch noch mit Cäsium anfangen, können wir bald kein Fleisch mehr essen.“ [...] Er esse jedenfalls seinen Salat noch, beruhigt der Umweltminister nicht nur seinen Nachbarn und setzt nach: „Schließlich ißt ja niemand ein Kilo Schnittlauch am Tag!“

(Die Tageszeitung, Bericht vom 07.05.1986)



Industriekatastrophen

Nicht nur Kernkraftwerke bergen ein hohes Risiko. In den letzten Jahrzehnten ereigneten sich weltweit zahlreiche schwere Industrieunglücke. Die Katastrophen von Flixborough, Seveso, Bhopal und Basel zählen zu den verheerendsten Unglücksfällen der chemischen Industrie im 20. Jahrhundert und machen deutlich, welche Gefahren mit der Chemieproduktion verbunden sind. Ebenfalls sehr riskant sind die unzähligen Gefahrguttransporte, die ständig und überall stattfinden. Und auch im Vorfeld der Chemieproduktion, vonseiten der Rohstoffgewinnung, drohen Gefahren durch die dort häufig hochgiftigen Abfallstoffe, zu deren nachhaltiger Entsorgung es meist kein Konzept gibt.

Bhopal

In der Nacht auf den 3. Dezember 1984 kam es in der Pestizidfabrik der Firma Union Carbide in der indischen Stadt Bhopal zur bisher schlimmsten Chemiekatastrophe aller Zeiten. Nach einer Explosion zog eine tödliche Gaswolke über die Millionenstadt und überraschte die Menschen im Schlaf. Das Chemikaliengemisch verbrannte Augen- und Lungengewebe und führte zu Herz- und Atmungsstillstand. 3.000 Menschen starben in den ersten Stunden nach der Katastrophe. Innerhalb der ersten drei Tage nach dem Unglück starben 8.000 Menschen. Bis heute sind über 20.000 Menschen an den direkten und indirekten Folgen der Katastrophe gestorben und geschätzte 500.000 Menschen der ersten bis dritten Generation leiden noch heute an Folgeschäden: Erkrankungen der Luftwege, neurologischen Störungen, Krebs, Unfruchtbarkeit, Missbildungen bei den nach der Katastrophe geborenen Kinder. Bis heute wurden die Opfer weder ausreichend medizinisch versorgt noch finanziell entschädigt. (www.kriesennavigator.de)

■ „Plötzlich hatte ich das Gefühl, als hätte ich rote Chilies in den Augen“, erinnert sich V. Dharam an die Schreckensnacht. „Wir mußten uns übergeben und hatten Schaum vorm Mund, wir rannten raus.“ Weder Dharam noch seine Frau noch Hunderttausende andere wissen, was passiert ist. Sie ahnen nicht, daß sie mit jedem Atemzug das Gas einatmen. Bald darauf liegen etliche Leichen auf den Straßen. In den Krankenhäusern versuchen verzweifelte Ärzte, die flehenden Menschen vor dem qualvollen Tod zu retten – oft vergeblich.“

(Quelle: www.aerztezeitung.de)

Seveso

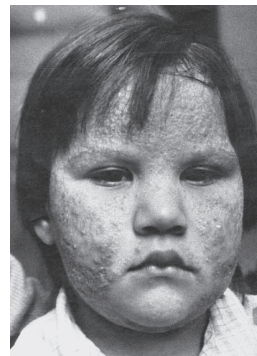
Seveso liegt etwa 30 Kilometer entfernt von Mailand. Im Juli 1976 erlangte die Stadt traurige Berühmtheit. Bei dem Unfall in der Chemiefabrik trat bei der Herstellung eines Desinfektionsmittels hochgiftiges Dioxin aus – das gleiche Giftgas, mit dem 2004 auch der Präsident der Ukraine, Viktor Juschtschenko, vergiftet wurde. In der direkten Folge dieses Unglücks starben zunächst keine Menschen, allerdings mussten mehrere hundert Familien ihre Häuser verlassen. Die Spätfolgen des Unglücks bestehen hauptsächlich in Krebserkrankungen und Diabetes. Die Lebenserwartung der Menschen, die dem Giftgas ausgesetzt waren, ist im Schnitt 15 Jahre kürzer als in der sonstigen italienischen Bevölkerung. Als Folge des



Unfalls starben in der näheren Umgebung Vögel und Kleintiere. Trotz der bekannten Giftigkeit des Dioxins wurde in der Firma noch eine Woche nach dem Unglück weitergearbeitet.

(Weitere Infos zum Thema Dioxin unter:

www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/dioxine.htm)



Kinder aus Seveso mit der so genannten Chlor-Akne

Aufgaben

1. Die Europäische Union hat Konsequenzen gezogen aus den schweren Industrieunglücken vergangener Jahre. Informiert euch über die vom Rat der Europäischen Union und dem Europäischen Parlament verabschiedete „Seveso-II-Richtlinie“ zur Verhinderung schwerer Industrieunfälle und der Begrenzung ihrer Folgen.
2. Welche weiteren Industrieunglücke gab es in den letzten Jahrzehnten? Welche Auswirkungen hatten die Katastrophen auf Mensch und Umwelt?

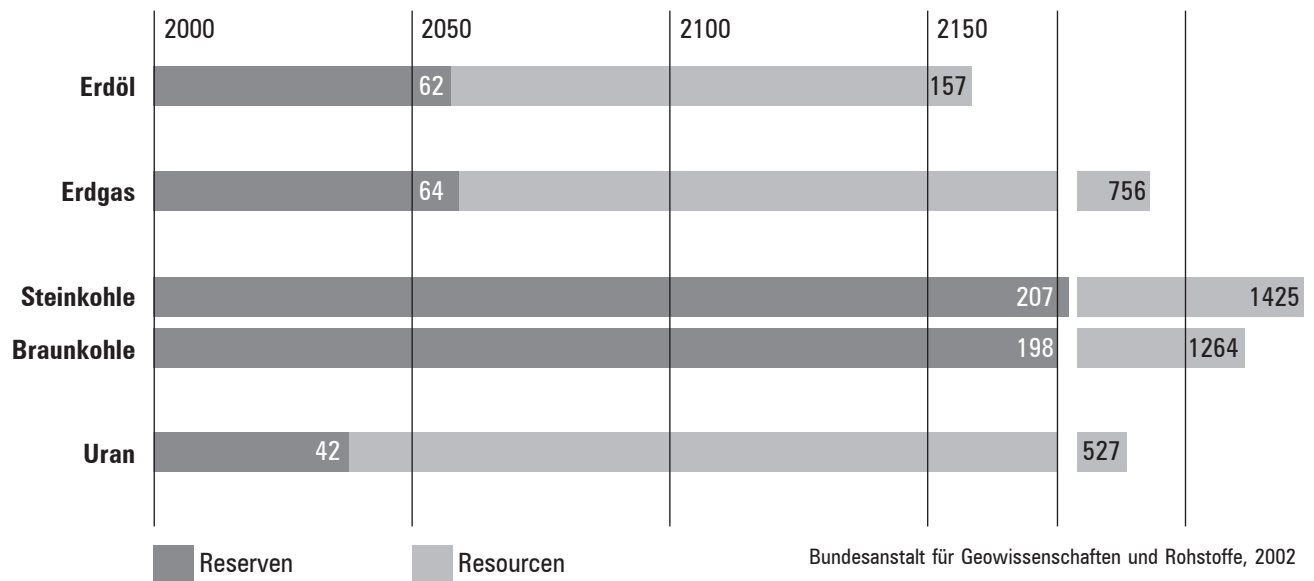


Atomkraft? Nein Danke! (1/2)

Die Nutzung von endlichen Energieressourcen wie Uran, Erdöl, Erdgas und Kohle unterscheidet sich prinzipiell von der Nutzung erneuerbarer Energien, die sich aus dem ständigen Energiefluß der Sonne speisen. Die Nutzung nichterneuerbarer Energien kann auf Dauer nicht aufrechterhalten werden. Wir können folglich unseren Energieverbrauch auf Dauer nicht durch Vorratsenergie, also durch Bodenschätze, decken, sondern nur über einen uns ständig zugeführten Energiefluß, also die Sonne.

„Die entfesselte Macht des Atoms hat alles verändert, nur nicht unsere Denkweise [...] Wir brauchen eine wesentlich neue Denkungsart, wenn die Menschheit am Leben bleiben will.“

Albert Einstein



Die heutigen Kernkraftwerke auf der Welt können mit den bekannten Uranvorkommen noch etwa 80 Jahre betrieben werden. Wenn auch die Ölförderung ihr Maximum überschreitet, entsteht eine zunehmende Lücke zwischen Energienachfrage und Energieversorgung, die nach Deckung ruft.

Gibt es sinnvolle Alternativen zur Kernkraft?

Fossile Brennstoffe (Kohle, Öl, Erdgas) sind die Klassiker unter den Energielieferanten. Sie alle haben eines gemeinsam: Sie sind nur in begrenzten Mengen vorhanden. Dies ist ein Grund dafür, dass man die Versorgung auf Kernenergie umstellen wollte. Man muss also sparsam mit diesen Ressourcen umgehen. Moderne Kraftwerke können dazu einiges beitragen. Allerdings wird bei ihrer Verbrennung auch das Treibhausgas CO² freigesetzt. Diese Art der Stromerzeugung ist also nicht sonderlich umweltverträglich.

Eine Alternative zu fossilen Brennstoffen sind die regenerativen (erneuerbare) Energien. Wasser-, Wind- und Sonnenkraftwerke gibt es bereits in Deutschland. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch ist noch sehr gering. Das liegt daran, dass die erneuerbaren Energien in den Bereichen Verkehr und Wärmeerzeugung beim Verbrauch bislang nur eine geringe Rolle spielen. Die Umweltbilanz allerdings kann sich jetzt schon sehen lassen. Durch die erneuerbaren Energien wurden 2003 rund 53 Millionen Tonnen CO² vermieden.

Mit neuer Strahlkraft

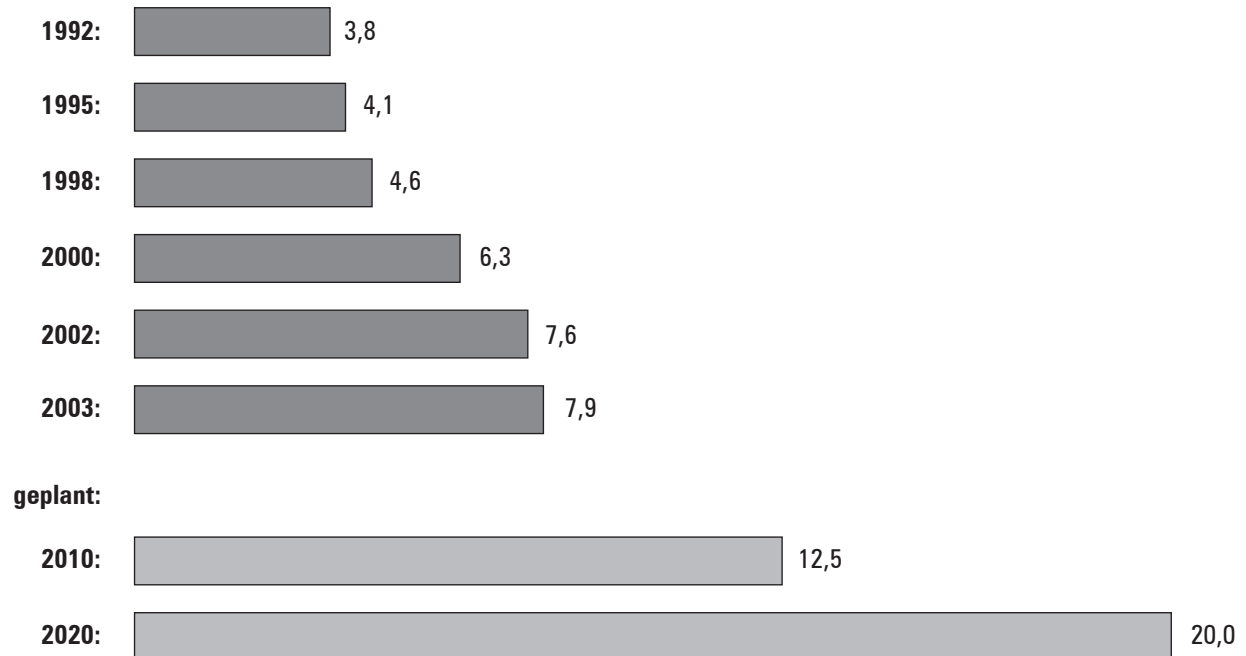
„Kernenergie ist für Schwellenländer (Entwicklungsländer auf dem Wege zur Industrialisierung) interessant, weil sie den Anstieg des Strombedarfs günstig decken kann. Andere Gründe kommen hinzu. Ob in Brasilien oder Argentinien, Indien oder Iran – heimische Kerntechnik soll verhindern, dass fremde Mächte den Energiezufluss abdrehen könnten. Unausgesprochen bleibt ein weiteres Motiv: Wer über Kernkraft verfügt, ist eine potenzielle Nuklearmacht.“

(Quelle: Die Zeit, Bericht vom 22.07.2004)



Atomkraft? Nein Danke! (2/2)

Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch (in Prozent):



Es ist noch viel Entwicklungsarbeit von Nöten, bevor vielleicht einmal eine komplette Umstellung auf solche Energiequellen möglich ist. In eine andere Richtung wird auch noch geforscht. Die Kernfusion: Sie ist der Motor der Sonne – dem energiereichsten Objekt, das wir kennen. Im Gegensatz zur Kernspaltung wird hier die Energie dadurch freigesetzt, dass kleine Atomkerne (spezielle Arten von Wasserstoff) miteinander verschmolzen werden. Um diesen Prozess in Gang zu setzen, bedarf es jedoch immenser Temperaturen: bis zu 100 Millionen Grad. Die würde kein Gefäß der Welt aushalten. Deshalb versucht man den Brennstoff durch Magnetfeldern zu halten. Die technischen Probleme, die das mit sich führt, sind allerdings noch lange nicht gelöst. Strom aus der Kernfusion zu gewinnen, wäre ungemein wirtschaftlich, denn der Brennstoff ist nichts anderes als eine Abart des Wasserstoffatoms, das überall auf der Welt in reichlichen Mengen vorhanden ist. Auch das „Abfallprodukt“ der Fusion (Helium) ist nicht so gefährlich, wie die radioaktiven Überreste heutiger Brennelemente aus Kernkraftwerken. Die große Frage bleibt aber, ähnlich wie am Anfang bei der Kernenergie, ob es möglich sein wird, die frei werdende Energie unter Kontrolle zu halten. Sie ist um ein vielfaches größer, als bei der Kernspaltung. Und ein außer Kontrolle geratener Fusionsreaktor wäre nichts anderes als eine Wasserstoffbombe. (Weitere Infos unter: www.bmu.de/atomenergie)

Aufgaben

- 1. Welche moralischen Fragen wirft die Nutzung endlicher Energien auf? Und wie sieht ein nachhaltiger oder zukunftsfähiger Umgang mit Energie aus?**
- 2. Ist die Atomenergie eine zukunftsweisende Alternative? Beschafft euch Informationen und beschreibt die Vor- und Nachteile der Atomenergie aus wirtschaftlicher, ökonomischer und gesellschaftspolitischer Sicht! Skizziert die Grundzüge des Atomausstiegsprogramms der Bundesregierung!**
- 3. Entwickelt ein Szenario: Welche konkreten Folgen wird eine Verknappung des Angebots an fossilen Energieträgern haben? Welche Bereiche des Alltags werden betroffen sein?**



Globales Wirtschaftswachstum – mehr Wohlstand oder ökologische Katastrophe? (1/2)

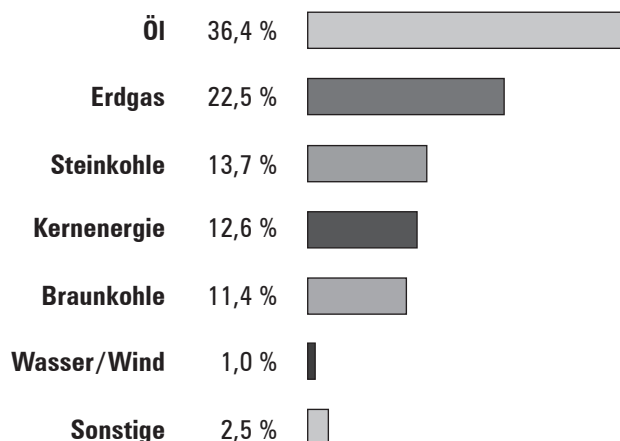
Die Diskussion **Atomkraftwerke ja oder nein** erhitzt seit Jahren die Gemüter. Die Bundesrepublik Deutschland hat entschieden, bis etwa 2020 endgültig aus der Kernenergie auszusteigen. Über diese Entscheidung gibt es verschiedene Ansichten. Viele Menschen sehen Atomenergie als eine moderne und sichere Energiequelle, auf die wir nicht verzichten sollten. Denn Kernkraftwerke liefern sehr preisgünstigen Strom und außerdem werden durch Kernenergie andere Energieressourcen wie Kohle und Erdöl geschont. Vor allem befürchten Befürworter von Kernkraftwerken, dass der Ausstieg aus der Atomenergie ein sinkendes **Wirtschaftswachstum** zur Folge haben könnte.

Die Befriedigung der Grundbedürfnisse des Menschen wie Essen, Kleiden, Wohnen oder Reisen sind auch meist mit dem Einsatz von Energie verbunden. Durch das rasche Wachstum der Weltbevölkerung (derzeit leben rund 6,6 Milliarden Menschen auf der Erde) wird der weltweite Primärenergieverbrauch (= der Verbrauch der direkt in der Natur vorkommenden Primärenergieträger, wie Kohle, Erdöl oder Erdgas) weiter steigen.

Wichtigster Energieträger ist dabei das Erdöl mit ca. 40 Prozent des Primärenergieverbrauchs der Welt. Auch der Anteil des Erdgases wird weiter wachsen. In vielen Industrieländern sinkt die Bevölkerungszahl und es werden verstärkt energiesparende Techniken eingesetzt. Dies führt zu einer Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch. In anderen Ländern dagegen wächst im Zuge des Wirtschaftswachstums und der steigenden Bevölkerungszahl auch der Energiebedarf.

(www.bmwi.bund.de)

Anteil der Energieträger am Primärenergieverbrauch in Deutschland 2003



China

Chinas Wirtschaft expandiert. Dies macht sich weltweit bemerkbar: Seit 2002 haben sich die Weltmarktpreise für Kohle verdoppelt. Grund ist vor allem der große Stahlbedarf Chinas. 2001 betrug die gesamte Energieerzeugung 1,17 Milliarden Tonnen Standardkohlen, und der Gesamtenergieverbrauch lag bei 1,32 Milliarden Tonnen Standardkohle. Ein weiterer Anstieg der Kohleproduktion ist nur begrenzt möglich, da die Umwelt in China schon heute übermäßig belastet ist, das Wirtschaftswachstum gefährdet und die Ernährungssituation beeinträchtigt. Von allen Industriezweigen Chinas hat sich die stromerzeugende Industrie am raschesten entwickelt. 2002 erreichte die Stromerzeugung 1654 Milliarden Kilowattstunden. Mehr als 70 Prozent des Stroms in China wird aus Kohle gewonnen. In keinem Land der Welt steigt der Verbrauch schneller.

Fakt ist ...

Abgesehen von künftiger Verfügbarkeit von Uran, Erdöl und Erdgas, erfordern auch die derzeitigen klimatischen und die wirtschaftlichen Verhältnisse ein Umdenken, denn ...

Fakt ist, dass die übermäßige Nutzung fossiler Brennstoffe zu einem globalen Klimawandel führt. Durch den Verbrennungsprozess wird Kohlendioxid an die Atmosphäre abgegeben, welches zum Treibhauseffekt führt. Die Folgen: Hochwasser, Unwetter, Dürre.

Fakt ist, auch wenn immer wieder neue Lagerstätten an Erdöl und Erdgas entdeckt und bessere Förderungstechniken entwickelt werden: Die Reserven der fossilen Energieträger sind endlich; sie werden bei anhaltendem Verbrauch innerhalb weniger Generationen erschöpft sein. Vermeidung, Wiederverwendung und Recycling sind absolut notwendig, um die Nutzung natürlicher Ressourcen zu verringern.

Fakt ist, dass Kohle von den fossilen Energieträgern am üppigsten vorhanden ist, aber auch sie wäre schnell verbraucht, müsste sie beim weltweiten Energiebedarf auch noch die rascher zur Neige gehenden Energieträger Erdgas und Öl ersetzen. In Zukunft müssen deshalb neben der Kernenergie aus Uran, dessen weltweite Vorräte bei Nutzung mit Brütertechnik eine vielfache Reichweite der fossilen Energien haben, zunehmend die unerschöpflichen regenerativen Energien genutzt werden.

Fakt ist, dass aufgrund von Erdöl und Uran, Diktaturen errichtet und gefördert, Konflikte – wenn nicht gar Kriege – um den Abbau geführt und Menschen ausgebeutet werden.



Globales Wirtschaftswachstum – mehr Wohlstand oder ökologische Katastrophe? (2/2)

Fakt ist, dass durch nachhaltiges Wirtschaften und den Ausbau von Sonnen-, Wasser- und Bionergieanlagen nicht nur Ressourcen geschont und die Umwelt geschützt wird. Mit erneuerbaren Energien kann auch ein neuer Arbeitsmarkt erschlossen werden.

Fakt ist, dass Erdöl nicht nur Energieträger ist, sondern auch Rohstoff für industrielle Zwecke (Lacke, Farben, Seife etc.); für die chemische Industrie, die Agrarindustrie (Dünger), für die Pharma- und Kosmetikindustrie.

Befürworter des Wirtschaftswachstums sehen in der Bereitsstellung zukunftsfähiger und wettbewerbsfähiger Energiequellen eine zentrale Bedeutung für Wirtschaftswachstum, Wohlstand und Lebensqualität in der Zukunft. Für sie ist die Lösung der Energiefrage eine grundlegende Voraussetzung für ein weiterhin hohes Wirtschaftswachstum, das wiederum die Grundlage für sozioökonomische und politische Stabilität bildet. Zudem muss die Lösung der Energiefrage auch im Zusammenhang mit anderen Ressourcenfragen (Wasser, Nahrungsmittel) gesehen werden. Die Schere zwischen dem Energiebedarf und fehlenden Rohstoffen wird immer größer.

■ „Jeder Mensch hat Anspruch auf einen Lebensunterhalt, der die Gesundheit und das Wohlbefinden einschließlich Nahrung, Kleidung, Wohnung [und] ärztliche Betreuung für sich und seine Familie [...] gewährleistet [...]“

(Allgemeine Erklärung der Menschenrechte der Vereinten Nationen, Artikel 25, 1948)

Argumente der Pro-Position sind, dass ...

- das Wirtschaftswachstum an sich weder schlecht noch gut ist. Wichtig ist nur welche Bereiche – Solarenergie oder Atomkraft – weiter wachsen.
- Länder, in denen Wachstum gering ist (d.h. arme Länder) meist eine relativ höhere Umweltverschmutzung aufweisen als industrialisierte Länder. Das meint, dass Staaten mit wenig Wachstum alles daran setzen, mehr zu wachsen und deshalb Umweltbelange zurückstellen.
- Wirtschaftswachstum ablehnende Positionen eigentlich meist nur den Kapitalismus ablehnen. Dies ist eine Utopie, die zwar schön sein mag, aber aus realpolitischer (orientiert sich eng an den als real anerkannten Bedingungen und Möglichkeiten. Realpolitik ist auf das rasche Treffen von Entscheidungen gerichtet und zielt auf eine breite Akzeptanz in der öffentlichen Meinung) Sicht handlungsunfähig macht.

- es verantwortungslos ist, gegen Wirtschaftswachstum einzutreten, während Leben und Tod vieler Menschen von Wachstum abhängig ist.
- die Folgen der energiewirtschaftlichen Ausstiegspolitik immer stärker zu spüren sein werden. Die Weltmarktpreise für zahlreiche Rohstoffe und Energieträger sind wegen der wachsenden Nachfrage bereits deutlich gestiegen.

Zu den Gegnern des Wirtschaftswachstums gehört z.B. die Gruppe Attac, die sich für eine solidarische Weltwirtschaft und gegen Globalisierung einsetzt. Sie fordert soziale Gerechtigkeit und den Schutz der Umwelt. Die Ausbeutung von Ressourcen, so Attac, muss verringert werden. Das Wirtschaftswachstum kollidiert mit diesem Ziel. (Weitere Infos unter: www.attac.de)

Argumente der Contra-Position sind, dass ...

- die Erde kein unbeschränktes Wachstum ertragen kann und unsere Umwelt nachhaltig geschädigt wird.
- der Zugang zu natürlichen Ressourcen nicht gerecht verteilt wird.
- Friede langfristig nur durch ein gerechteres Wirtschaften erreicht werden kann. Der „Krieg gegen den Terror“ ist die Strategie der militärischen Absicherung der kapitalistischen Globalisierung. In diesem Kontext dient er vor allem auch der militärischen Kontrolle der Förderung des Erdöls.
- es sich beim Wirtschaftswachstum um abstrakte Zahlen handelt, die wenig über das Wohl der Menschen aussagen.
- Wirtschaftswachstum das Instrument des Kapitalismus ist, wie eine Waffe das Instrument eines Verbrechens ist. Wirtschaftswachstum ist untrennbar mit dem Kapitalismus verbunden. Den Kapitalismus gilt es aber zu überwinden, da er die Gesellschaft zerstört (Atomisierung, Konkurrenzdenken, Produktion um des Profites Willens).

Aufgaben

1. **Welche Auswirkungen hat die Nutzung fossiler Brennstoffe auf unsere Umwelt? Informiert euch beim BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland), bei Greenpeace und/oder beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.**
2. **Der Primärenergieverbrauch in Deutschland ist rückläufig. Damit unterscheidet sich die Situation hierzulande von der in vielen vergleichbaren Ländern, in denen mit der wirtschaftlichen Produktion auch der Energiebedarf weiter anwächst. Was sind die Ursachen? Fasst die Ergebnisse in einer Tabelle zusammen.**