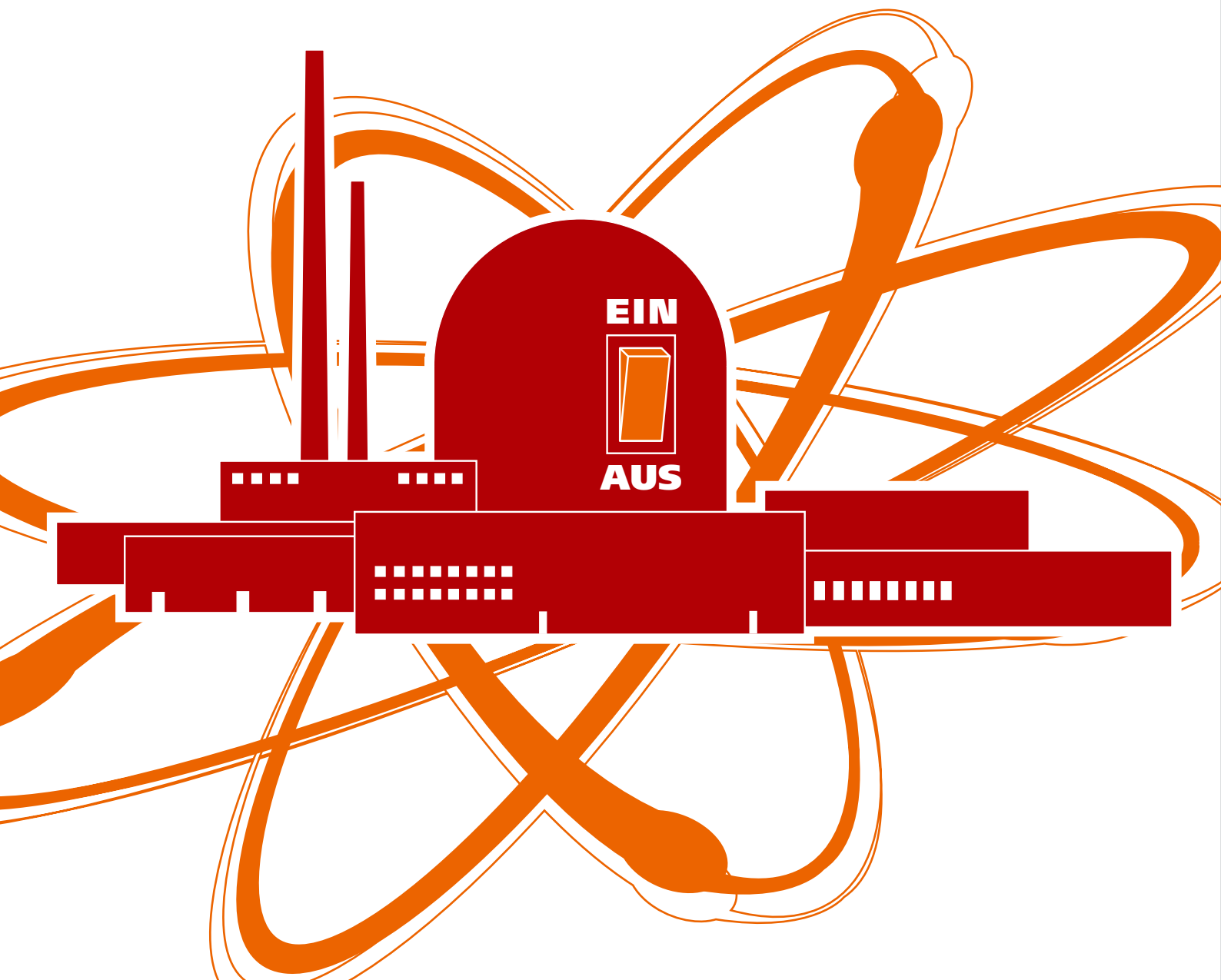




Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

# EINFACH ABSCHALTEN?

Materialien für Bildung und Information



## **IMPRESSUM**

<b>Herausgeber:</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin E-Mail: <a href="mailto:service@bmu.bund.de">service@bmu.bund.de</a> · Internet: <a href="http://www.bmu.de">www.bmu.de</a>
<b>Text:</b>	Peter Wiedemann, Sabine Preußner
<b>Redaktion:</b>	Dr. Korinna Schack, Achim Schreier, Referat ZG II 1 (BMU) Frank J. Richter, Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH
<b>Wissenschaftliche Beratung:</b>	Prof. Dr. Gerhard de Haan, Freie Universität Berlin, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, Arbeitsbereich Erziehungswissenschaftliche Zukunftsforschung Dr.-Ing. Wolf Dieter Thinner, Arbeitsgruppe RS I 3, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
<b>Gestaltung:</b>	Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH, Berlin
<b>Druck:</b>	BMU Druckerei
<b>Abbildungen:</b>	Zeitbild / Oedekoven
<b>Stand:</b>	April 2008
<b>2. Auflage:</b>	500 Exemplare



## BILDUNGSMATERIALIEN DES BMU

Unter dem Motto „An Umwelt- und Naturschutzthemen technische und naturwissenschaftliche Problemlösungskompetenz erwerben“ gibt das Bundesumweltministerium gemeinsam mit dem Zeitbild Verlag und dem Arbeitsbereich Erziehungswissenschaftliche Zukunftsforschung an der FU Berlin Bildungsmaterialien zu umweltpolitischen Schwerpunkten wie Erneuerbare Energien, Klimaschutz und Klimapolitik, Umwelt und Gesundheit, Wasser im 21. Jahrhundert, Biodiversität, Landschaftszerschneidung und Flächenverbrauch etc. heraus. Dabei wird auf den neuesten Erkenntnissen aus der Bildungsforschung und dem Modellprogramm zur Bildung für nachhaltige Entwicklung aufgebaut.

E-Mail: [bildungsservice@bmu.bund.de](mailto:bildungsservice@bmu.bund.de)  
Kostenloser Download der Materialien unter

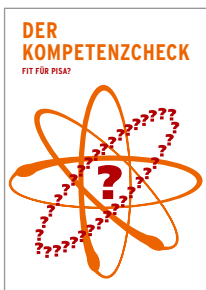
[www.bmu.de/bildungsservice](http://www.bmu.de/bildungsservice)



## EINFACH ABSCHALTEN? FAKTEN UND KONTROVERSEN ZUM ATOMAUSSTIEG

3

- Euphorie und Ausstieg
- Stromversorgung
- Schutz des Klimas
- Rohstoffe und Vorräte
- Unfälle in Atomanlagen
- Abfall und Entsorgung
- Was bist Du für ein Risikotyp?
- Risikofaktor Mensch
- Der Unfall von Tschernobyl
- Was machen die Anderen?



## DER KOMPETENZCHECK SIND IHRE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER FIT FÜR PISA?

21

- Aufgabenstellungen
- Antwortmuster und Lösungen



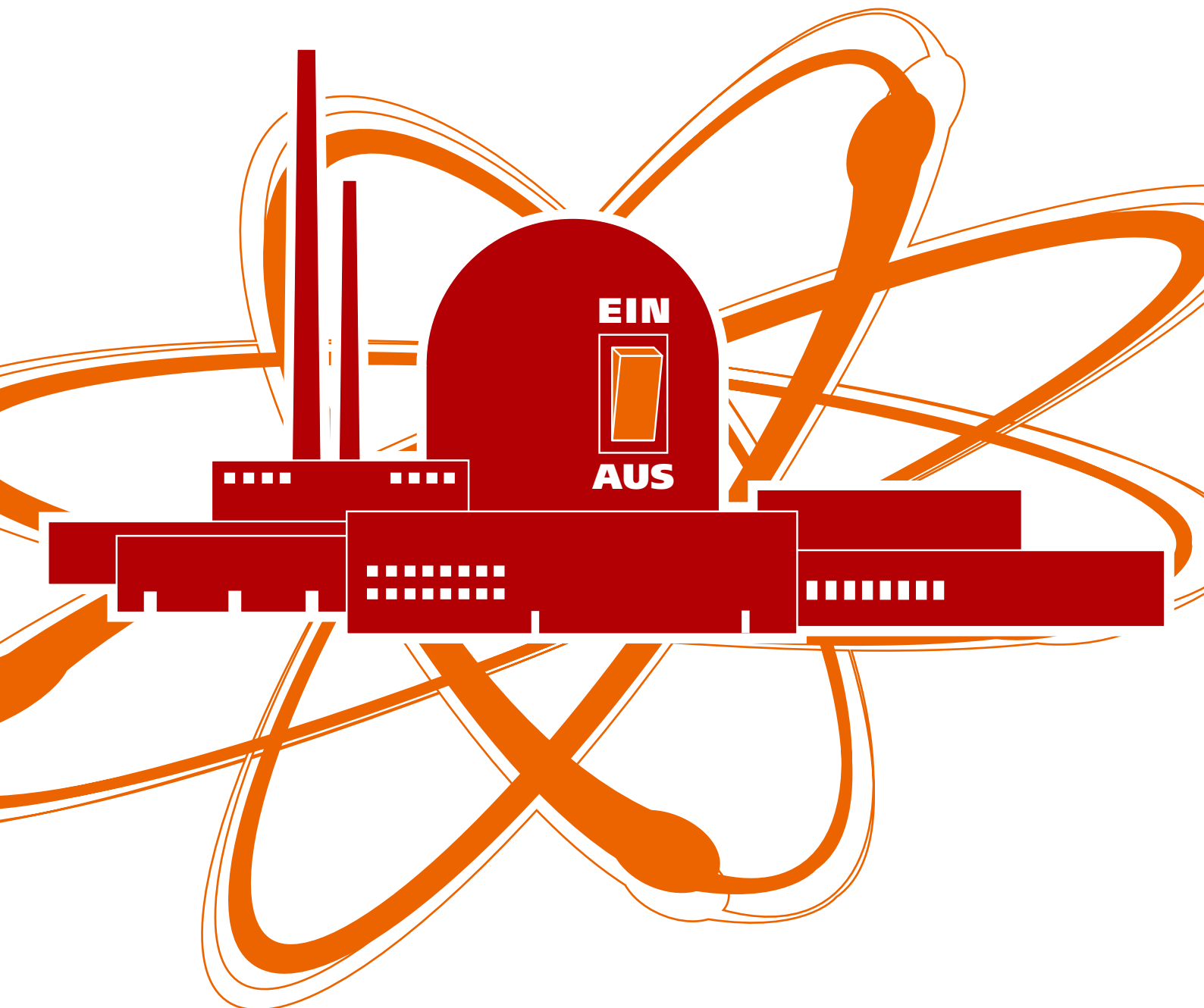
## HANDREICHUNG FÜR LEHRKRÄFTE

33

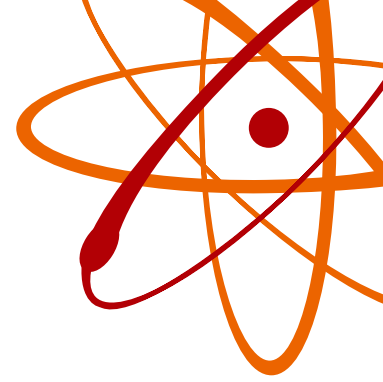
- Verlaufsvorschläge
- Lösungen und Hinweise
- Konzept Gestaltungskompetenz
- Lehrplananbindung
- Einsatzrahmen/Lernziele
- Bildungsstandards

# EINFACH ABSCHALTEN?

FAKTEN UND KONTROVERSE ZUM ATOMAUSSTIEG



# EUPHORIE UND AUSSTIEG



## EIN TRAUM VON 1955

### EINST

Der Stromzähler ist abgeschafft, weil der Strom einfach nichts kostet. Eines Tages, vielleicht in 20 Jahren, basiert das Wirtschaftsleben nicht länger auf Millionen Tonnen Kohle, sondern auf wenigen Tonnen Uran. Keine rauchenden, stinkenden Schloten, sondern klinisch saubere Atomkraftwerke, keine Abhängigkeit von politisch labilen erdölproduzierenden Staaten. Handelsschiffe, Eisbrecher, Flugzeuge und U-Boote – alles wird mit Atomkraft betrieben. Auch Atomschnellzüge rasen quer

durch Europa. Atomlastzüge transportieren Waren konkurrenzlos billig, und bald hat jeder seinen NUCLEON, das Zukunftsauto. Nur alle 10.000 km an die Atomtankstelle, denn der Uranvorrat des Reaktors reicht für Monate. So haben sich visionäre Köpfe aus Naturwissenschaft, Technik und Politik in den 1950er Jahren die Welt im Jahr 2000 vorgestellt. Angetrieben von einer unerschöpflichen und sauberen Energiequelle: der Atomkraft.

*nach: Visionen 1900 - 2000 - 2100, Eine Chronik der Zukunft; Rogner & Bernhard bei Zweitausendeins, Frankfurt/M. 1999*

## „EINE TECHNOLOGIE DES LETZTEN JAHRHUNDERTS“

(...) Die Atomkraft ist eine Technologie des letzten Jahrhunderts, die auch vor dem Hintergrund der begrenzten Reichweiten von Uran nun wirklich keine intelligente Perspektive bietet. Es wäre sogar fatal, wenn Deutschland und Europa signalisieren würden, das Heil in der Energiepolitik liege im Ausbau der Kernenergie. Wie sollten dann Länder wie Iran oder Nordkorea in ihrem Streben nach dem Status als Atommacht gehindert werden? Langfristig würden diese Länder wie Indien auf die Schnelle-Brüter-Technologie setzen, wir kämen dann zur Proliferation von waffenfähigem spaltbarem Material quer um den Erdball. Wer den Ausbau der Kernenergie als Beispiel für die Welt fordert, der muß sich über diese Konsequenzen im Klaren sein. Ich will das jedenfalls nicht. Wir müssen uns statt dessen unabhängiger machen von begrenzten Ressourcen wie Öl, Gas oder Uran. Dafür brauchen wir die Entwicklung sauberer Kohle- und Gaskraftwerke. Wir müssen den Anteil der erneuerbaren Energien weiter ausbauen und uns im Bereich der Effizienz noch mehr anstrengen. (...)

*Aus einem Interview mit Bundesumweltminister Sigmar Gabriel, DIE WELT, 8. April 2006*

### JETZT

## AUFGABE



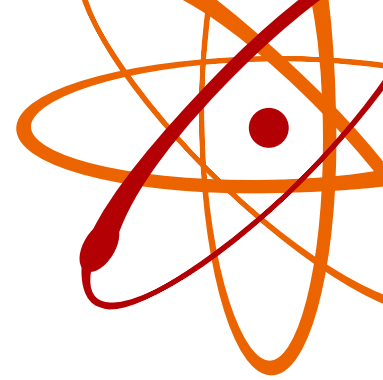
1. Was fällt dir spontan zum Thema Atomkraft und Atomkraftwerke ein? Notiere deine Ergebnisse.
2. Wie wollte man in der Vision von 1955 die Atomkraft nutzen? Schreibe die verschiedenen Möglichkeiten auf. Vergleiche die Erwartungen von damals mit der Realität von heute.
3. Welche politischen Standpunkte zur Nutzung der Atomkraft gibt es heute? Recherchiere dazu im Internet auf den Webseiten der Bundestagsparteien.
4. Bist du persönlich für oder gegen Atomkraftwerke? Überlege dir deine Position und schreibe deine Argumente auf.

### Zusatzaufgabe:

*Verschafe dir einen Überblick darüber, wo in Deutschland Atomkraftwerke stehen und wie lange sie noch betrieben werden dürfen. Nutze dazu das Infoblatt 1.*

## STICHWORT ATOMAUSSTIEG

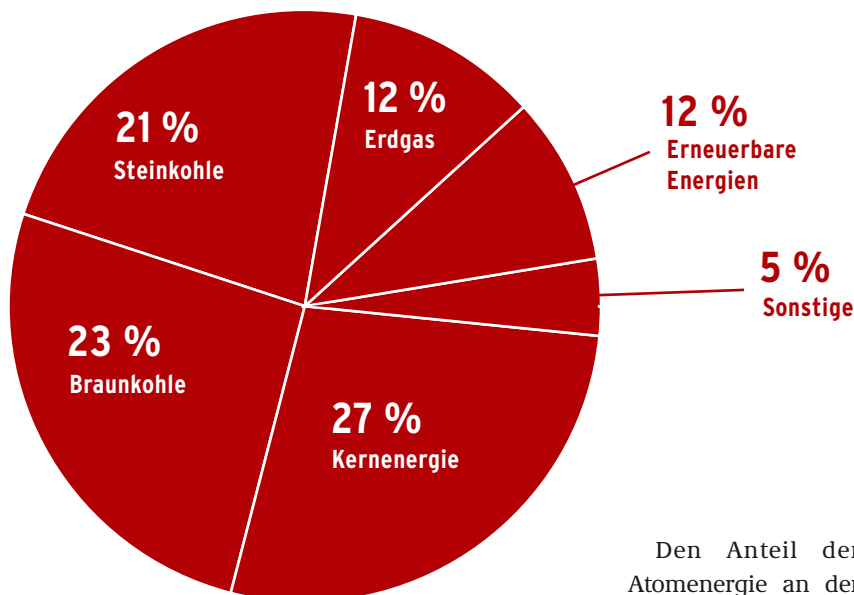
# STROM- VERSORGUNG



Deutschland braucht viel Energie, um den Energiehunger der deutschen Industrie und seiner 82 Millionen Einwohner zu stillen. Mit diesem Verbrauch ist der deutsche Energiemarkt der fünfgrößte der Welt. Ein durchschnittlicher Haushalt in Deutschland mit drei bis vier Personen verbraucht statistisch gesehen in einem Jahr 3.500 Kilowattstunden (kWh) Strom. Damit könnte man eine

Spielkonsole oder einen PC ungefähr 6 Jahre lang ununterbrochen laufen lassen. Im Jahr 2006 wurden zur Erzeugung des Stroms 44 Prozent Kohle, 27 Prozent Kernenergie und 12 Prozent Erdgas eingesetzt. Die erneuerbaren Energieträger wie Wasserkraft, Windenergie, Geothermie, Biomasse und Sonnenenergie leisten mit rund 12 Prozent am Stromverbrauch einen wachsenden Beitrag.

STROMERZEUGUNG IN  
DEUTSCHLAND (2006)



Quelle: VDEW (2007)

**KONTRA AUSSTIEG**

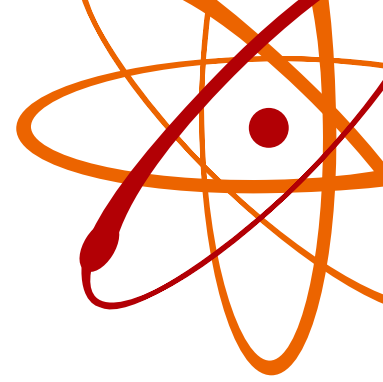
Atomkraftwerke stellen fast 30 Prozent der Stromerzeugung in Deutschland zur Verfügung. Ohne unsere Atomkraftwerke bekommen wir Schwierigkeiten, genügend Elektrizität für Haushalt und Industrie bereitzustellen. Elektrizität lässt sich nicht auf Vorrat produzieren. Es wird also von den Atomkraftwerken immer nur so viel an Strom erzeugt, wie verbraucht wird. Und genau dafür sind Atomkraftwerke da, sie liefern zuverlässig und sicher rund um die Uhr und zu jeder Jahreszeit Strom. Das können die Erneuerbaren Energien überhaupt nicht leisten. Woher soll der Strom denn herkommen, wenn der Wind nicht weht und die Sonne nicht scheint?

Nach: Informationskreis KernEnergie, Wirtschaftsverband Kernbrennstoff-Kreislauf e.V., Verein „Bürger für Technik“

Den Anteil der Atomenergie an der Stromerzeugung können wir durch die drei großen E auffangen: Effizienzsteigerung, Energieeinsparung und Erneuerbare Energien werden den Atomstrom ersetzen. Effizienzsteigerung bedeutet z. B. die Modernisierung vorhandener Kraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung. Auch das Energiesparen bietet noch große Potenziale, sowohl im privaten Bereich wie auch bei der Industrie. Und der Boom der Erneuerbaren Energien in Deutschland wird seinen Beitrag leisten, die Atomkraftwerke bald ersetzen zu können. Nicht zu vergessen: Mit der Biomasse haben wir eine erneuerbare Energie, die rund um die Uhr zuverlässig Strom liefern kann.

Nach: IPPNW, Greenpeace, BMU

**PRO AUSSTIEG**



## STICHWORT ATOMAUSSTIEG

# SCHUTZ DES KLIMAS

Die Forscher sind sich weitestgehend einig: Es gibt einen Temperaturanstieg auf der Erde und dadurch wandelt sich das Klima. Der Hauptgrund für diesen Klimawandel ist die vom Menschen verursachte Emission von Treibhausgasen. Die Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle, Erdöl und Erdgas, auch für die Erzeugung von Wärme und Strom, führt zur Emission von riesigen Mengen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), das mengenmäßig wichtigste Treibhausgas. Die Folgen des Klimawandels sind heute noch nicht genau abzusehen, aber viele Menschen werden durch diese Entwicklung zu leiden haben. Es muss daher rasch und entschieden ge-

Der Klimawandel ist eines der großen Zukunftsthemen der Menschheit. Wir müssen unbedingt den weltweiten Ausstoß der Treibhausgase senken,

um der globalen Verantwortung für das Klima gerecht werden zu können. Deshalb ist die Nutzung der Atomkraft beim Klimaschutz unerlässlich. Bei der Erzeugung von Strom in Atomkraftwerken entsteht viel weniger Kohlendioxid, als wenn man diesen Strom durch Verbrennung fossiler Energieträger erzeugen würde. Deutschlands Atomkraftwerke ersparen uns den Ausstoß von ca. 150 Millionen Tonnen Kohlendioxid im Jahr. Das ist effektiver Klimaschutz! Die notwendige Senkung der Treibhausgasemissionen gemäß den Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls wird sehr viel schwieriger, wenn Deutschland aus der Nutzung der Atomenergie aussteigt, weil dann die fehlende Energie durch die fossilen Energieträger Stein- und Braunkohle, Erdöl und Erdgas ersetzt werden müsste. So können wir nicht sicher sein, dass Deutschland die Ziele des Kyoto-Protokolls in absehbarer Zeit erreichen wird.

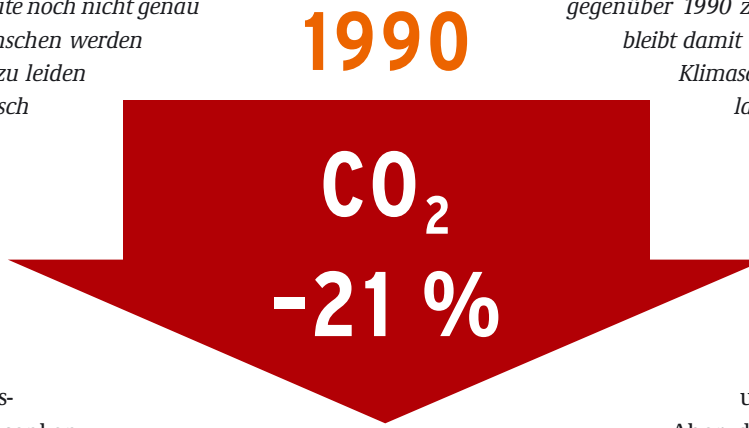
Nach: Informationskreis KernEnergie, Wirtschaftsverband Kernbrennstoff-Kreislauf e.V., Verein „Bürger für Technik“

handelt werden. Der Erfolg hängt maßgeblich davon ab, wie rasch wir weltweit den Ausstoß von CO<sub>2</sub> vermindern können. Das Kyoto-Protokoll soll u. a. dabei helfen, dieses Ziel zu erreichen. Deutschland hat sich darin verpflichtet, im Zeitraum von 2008 bis 2012 seine Treibhausgasemissionen um 21 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 zu reduzieren. Die Bundesregierung hat 2007 beschlossen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2020 um insgesamt 40 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Deutschland bleibt damit Vorreiter im internationalen Klimaschutz. Bisher konnte Deutschland eine Reduktion von ca. 19 Prozent erreichen.

Es stimmt, dass Atomstrom weniger CO<sub>2</sub> erzeugt als die Nutzung fossiler Brennstoffe und somit CO<sub>2</sub> einspart.

Aber die Risiken der Nutzung von Atomenergie sind so hoch, dass Atomenergie keine wirkliche Lösung des Klimaproblems darstellt. Das Problem des Klimawandels kann nur durch eine umfassende Energiewende angepackt werden; mit dem massiven Ausbau erneuerbarer Energiequellen, mit intelligenter effizienter Energienutzung und mit Energiesparen. Eine Energiewende hin zu einem modernen, dezentralen Energiesystem mit einem hohen Anteil effizienter und klimafreundlicher Kraft-Wärme-Kopplung und Erneuerbarer Energien schont nicht nur das Klima, sondern vermindert auch das durch Atomkraftwerke verursachte Risiko. Dazu kommt, dass die Atomkraft global gesehen nur einen geringen Anteil am Primärenergieverbrauch hat. Würde man die Nutzung ausweiten, würden auch die Risiken weiter zunehmen, insbesondere die militärische Weiterverteilung. Atomkraft kann deshalb letztlich nur wenig zur Lösung des Klimaproblems beitragen.

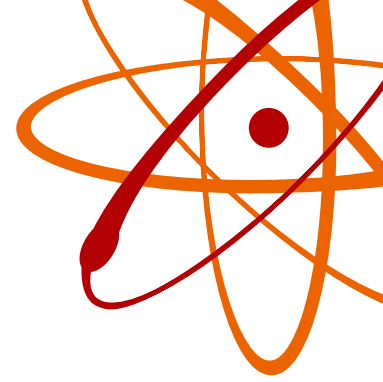
Nach: IPPNW, Greenpeace, BMU, BUND



**KONTRA AUSSTIEG**

**PRO AUSSTIEG**





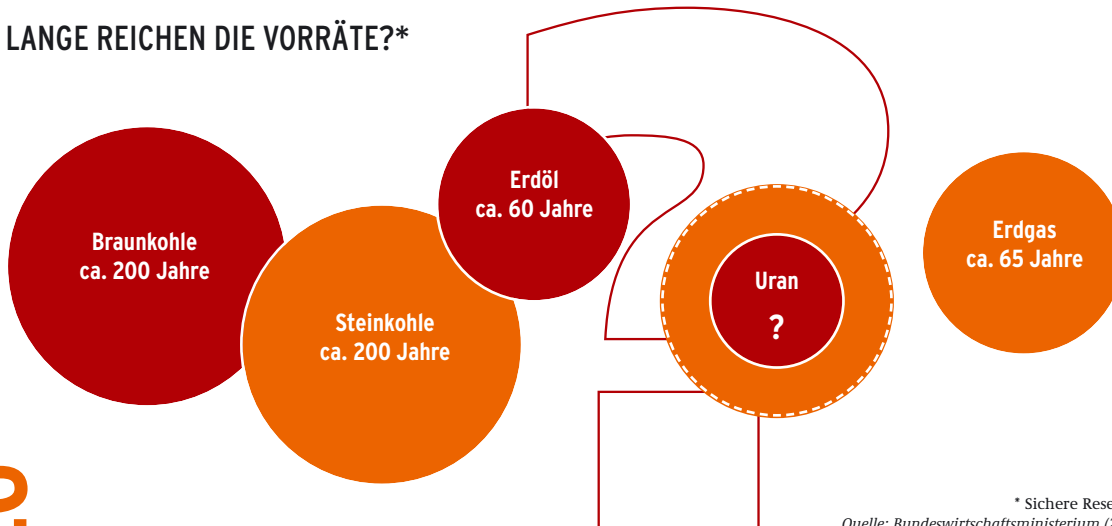
## STICHWORT ATOMAUSSTIEG

# ROHSTOFFE UND VORRÄTE

Fossile Brennstoffe wie Erdöl, Erdgas, Steinkohle und Braunkohle erneuern sich nicht. Sind die Lagerstätten verbraucht, was kommt dann? Eine Reserve für die nachkommenden Generationen gibt es nicht. Gleichzeitig steigt der Energiehunger der Weltbevölkerung und so werden die Energierohstoffe immer knapper. Die Folgen spüren wir schon heute: steigende Preise, wirtschaftliche Probleme, Konflikte um Öl und Gas. Wie lange werden die Vorräte

noch reichen? Hierzu gibt es insbesondere beim Uran sehr unterschiedliche Meinungen unter den Fachleuten. Die einen gehen davon aus, dass Uran höchstens noch 40 Jahre zur Verfügung steht, andere dagegen, dass es noch weit über hundert Jahre dauert, bis der Uranvorrat zu Ende geht. Fest steht aber: Auch Uran ist ein nicht erneuerbarer Rohstoff, und er muss in Deutschland zu 100 Prozent importiert werden.

### WIE LANGE REICHEN DIE VORRÄTE?\*



**KONTRA AUSSTIEG**

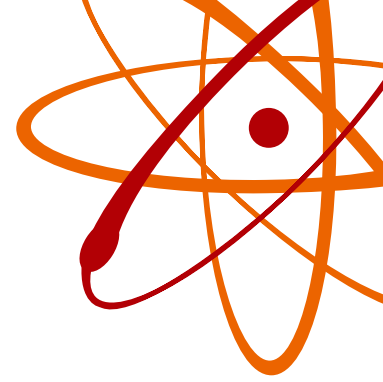
Die sicheren Uranvorräte reichen noch für über 40 Jahre. Durch Wiederaufarbeitung der bestrahlten Brennelemente der Atomkraftwerke kann der Vorrat auf ungefähr 100 Jahre gestreckt werden. Das Uran und das Plutonium aus der Abrüstung von Atomwaffen, kann auch für die Reaktoren genutzt werden. Beim Einsatz von „Schnellen Brütern“ – Atomkraftwerke, die mehr spaltbares Material erzeugen, als sie verbrauchen – reichen die Vorräte sogar für mehrere tausend Jahre. Daher brauchen wir die Brütertechnik für die Zukunft, da fossile Energieträger zur Neige gehen und neue Energietechniken wie etwa die kontrollierte Kernfusion, noch nicht verfügbar sind.

Nach: Informationskreis KernEnergie, Wirtschaftsverband Kernbrennstoff-Kreislauf e.V., Verein „Bürger für Technik“

Auch ein nuklearer Rohstoff wie Uran ist bald ein knapper Rohstoff. Die wirtschaftlich zu fördernden Uranvorkommen reichen bei gleichbleibendem Verbrauch vielleicht noch 65 Jahre – werden zusätzliche Atomkraftwerke gebaut, allerdings weniger lang. Daher führt die Atomenergie ebenso in eine Sackgasse wie die Verfeuerung der begrenzt vorhandenen fossilen Brennstoffe. „Schnelle Brüter“, mit denen man hoffte, die Reserven zeitlich strecken zu können, sind aus (sicherheits-)technischen und wirtschaftlichen Gründen gescheitert. Weil Uran, Erdöl und Erdgas bald verbraucht sein werden, kann der Energiebedarf zukunftsfähig nur mit erneuerbaren Energien und effizienter Energienutzung gedeckt werden.

Nach: IPPNW, Greenpeace, BMU

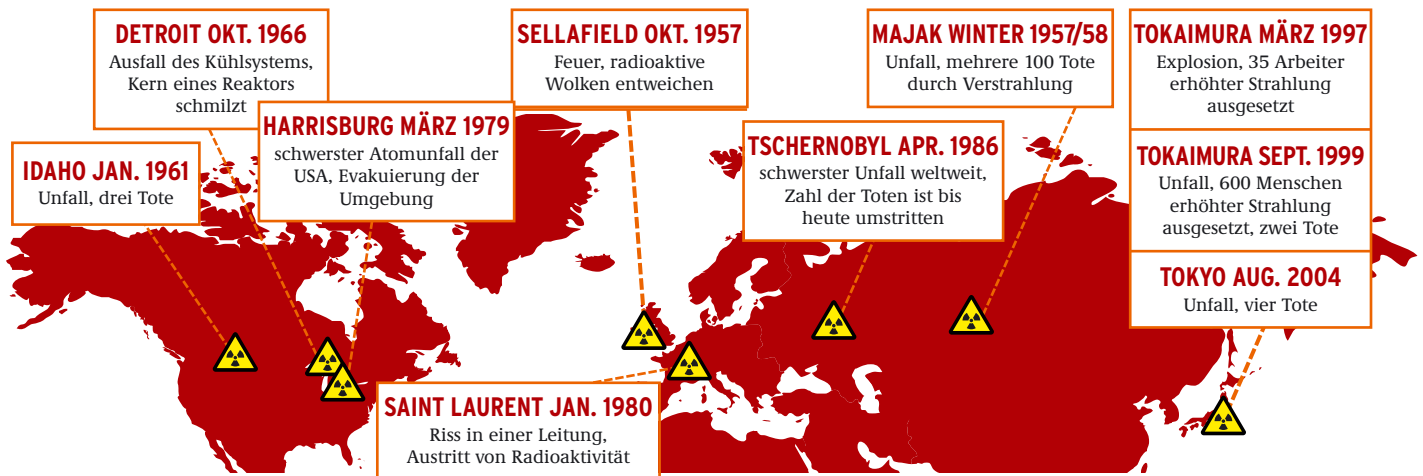
**PRO AUSSTIEG**



# STICHWORT ATOMAUSSTIEG UNFÄLLE IN ATOMANLAGEN

Atomkraftwerke nutzen radioaktive Elemente wie Uran oder Plutonium zur Energiegewinnung. Diese Stoffe sind aber extrem gefährlich für die Umwelt, da eine erhöhte radioaktive Strahlung alles Leben schwer schädigt. Deshalb muss unter allen Umständen verhindert werden, dass diese

Stoffe aus dem Kraftwerk in die Umwelt gelangen. Hierfür sind sehr umfangreiche Sicherheitssysteme notwendig. Wegen möglicher menschlicher oder technischer Fehler ist diese Gefahr nie 100-prozentig auszuschließen – das so genannte „Restrisiko“.



**KONTRA AUSSTIEG**

Für die Sicherheit deutscher Atomkraftwerke wird ein hoher Aufwand betrieben. Sollte zum Beispiel irgendetwas nicht in Ordnung sein und ein Störfall eintreten, gibt es technische Systeme, die den Reaktor automatisch in einen sicheren Zustand überführen. Diese Sicherheitssysteme sind mehrfach vorhanden; sollte eines ausfallen, springt ein anderes ein. Die technischen Einrichtungen eines Atomkraftwerkes werden regelmäßig auf Fehler oder Verschleiß überprüft, damit es erst gar nicht zu Störungen, wie Rissen in Rohrleitungen, kommt. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in deutschen Atomkraftwerken gehören zu den bestausgebildeten Fachleuten der Welt. Dies alles führt dazu, dass ein schwerer Unfall in einem deutschen Atomkraftwerk so unwahrscheinlich ist, dass man ihn nach dem Maßstab praktischer Vernunft ausschließen kann. Das so genannte Restrisiko ist von daher praktisch vernachlässigbar klein und lediglich theoretisch zu sehen.

Nach: Informationskreis KernEnergie, Wirtschaftsverband Kernbrennstoff-Kreislauf e.V., Verein „Bürger für Technik“

Die Geschichte der Atomenergie beweist, dass schwere Unfälle nicht verhindert werden können. Als die Entscheidung zum Bau der ersten Atomreaktoren fiel (in den 1950er Jahren), war in der Öffentlichkeit nur wenig bekannt über Strahlenschäden, Unfallgefahren und Halbwertszeiten. Heute wissen wir viel mehr über die Risiken dieser Technologie. Studien\* belegen, dass auch für deutsche Atomkraftwerke schwere Unfälle nicht ausgeschlossen werden können. Passiert etwa im dicht besiedelten Deutschland ein ähnlich schwerer Unfall wie der in Tschernobyl, hat das Folgen für Millionen von Menschen und kann bedeuten, dass in einem weiten Umfeld um den Unglücksort für Jahrhunderte keine Besiedlung mehr möglich ist. Auch wenn Studien aussagen, dass die Wahrscheinlichkeit für einen so schweren Unfall in Deutschland sehr gering ist, dürfen wir dieses Risiko nicht eingehen.

\* u. a. GRS – Gesell. für Reaktorsicherheit (1989): Dt. Risikostudie Kernkraftwerke

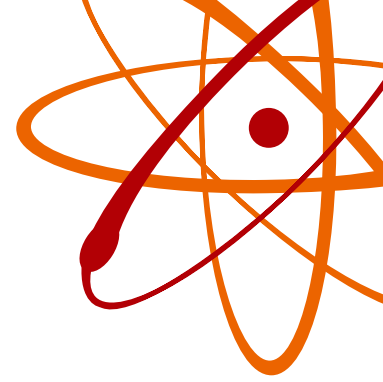
Nach: IPPNW, Greenpeace, BMU

**PRO AUSSTIEG**

© 2007 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

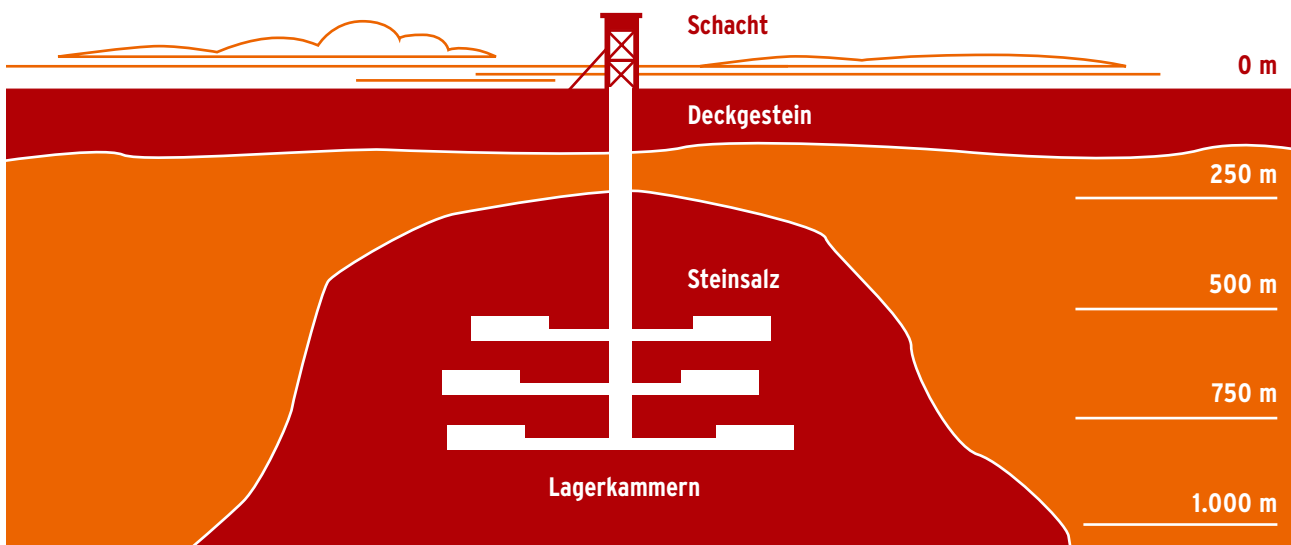
## STICHWORT ATOMAUSSTIEG

# ABFALL UND ENTSORGUNG



Jedes Atomkraftwerk verwandelt durch die Kernspaltung das Uran in den Brennstäben in extrem langlebigen, hochradioaktiven Abfall. Ein Atomkraftwerk produziert jährlich rund 30 Tonnen, bei einer Laufzeit von 40 Jahren somit etwa 1200 Tonnen hochradioaktiven Abfall. Dazu kommen noch

schwach radioaktive Abfälle wie z. B. Schutzkleidung, Putzmaterialien, aber auch stärker strahlendes Material wie Rohrleitungen oder Ventile, die ausgetauscht werden müssen. Insgesamt fallen damit im Jahr pro Atomkraftwerk fast 100 Tonnen an, die sicher gelagert werden müssen.



## KONTRA AUSSTIEG

Bei der Entsorgung und der Endlagerung der radioaktiven Abfälle wird in Deutschland mit großer Sorgfalt und Umsicht vorgegangen. Die Abfälle werden in Spezialbehälter sicher verpackt, so dass absolut nichts von der Radioaktivität nach außen dringen kann. Dann kommen sie tief unter die Erde in ein Endlager, das die Bedingungen zur sicheren Verwahrung erfüllt: mindestens 800 m tief, sehr wenig Bevölkerung im Umkreis, keine Verbindung zum Grundwasser, keine geologischen Probleme wie Erdbeben oder auch Spalten im Gestein. So wird sichergestellt, dass nichts passieren kann und auch noch in tausenden von Jahren die Umwelt vor dem Abfall geschützt ist. Und mit dem Standort Gorleben hat Deutschland einen geeigneten Standort, der diese Kriterien erfüllt.

Nach: Informationskreis KernEnergie, Wirtschaftsverband Kernbrennstoff-Kreislauf e.V., Verein „Bürger für Technik“

Die strahlende Hinterlassenschaft der Atomkraftwerke bleibt ein großes Problem für unsere Nachkommen. Einige der Stoffe im Abfall strahlen für hunderttausende von Jahren. Wer will da sicherstellen, dass nichts passiert? Wie sollen die Menschen der Zukunft gewarnt werden, dass unter ihren Füßen der tödlichste Abfall der Welt lagert? Trotz beinahe 50 Jahren der Nutzung von Atomkraft existiert bis heute weltweit kein genehmigtes Endlager für hochradioaktive Abfälle. Der deutsche Umweltrat z. B. ist davon überzeugt, dass es keinen idealen Standort für ein Endlager gibt. Hätte ein Pharao in Ägypten vor 5000 Jahren statt der Pyramiden Atomkraftwerke gebaut – wir hätten noch heute seinen Atommüll.

Nach: IPPNW, Greenpeace, BMU

## PRO AUSSTIEG



## STICHWORT ATOMAUSSTIEG

# WAS BIST DU FÜR EIN RISIKOTYP?

*Wird's besser? Wird's schlimmer?  
fragt man alljährlich.  
Seien wir ehrlich:  
Leben ist immer lebensgefährlich.*

Erich Kästner

Bei der Diskussion um die Atomenergie muss auch das Thema „Risiko“ betrachtet werden. Wer die Nutzung der Atomenergie ablehnt, sagt, das Risiko sei zu groß, es könne immer etwas passieren. Andere meinen, die Technik sei sicher, das Risiko vernachlässigbar. Es gibt Risiken, die man freiwillig eingeht und mit denen man sich auskennt, diese werden als weniger riskant und bedrohlich angesehen. Andere Risiken werden eher aufgezwungen und dann auch viel weniger akzeptiert.

### WAS BIST DU FÜR EIN RISIKOTYP?



Hättest du Bedenken, jeden Tag mit dem Auto zu fahren?

ja

nein



Machst du dir Sorgen um das Passivrauchen?

ja

nein



Hast du Angst vorm Fliegen?

ja

nein



Würdest du Lebensmittel kaufen,  
die als gentechnisch verändert gekennzeichnet sind?

ja

nein



Machst du dir beim Sonnenbaden Sorgen um Hautkrebs?

ja

nein



Würdest du in die Nähe eines Atomkraftwerkes ziehen?

ja

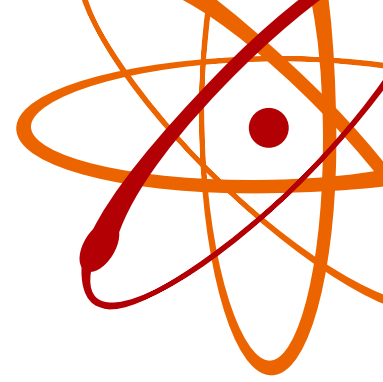
nein

### AUFGABE



1. Beantworte die Fragen. Wie schätzt du die aufgeführten Risiken ein? Erstelle eine Liste von 1 (größtes Risiko) bis 6 (geringstes Risiko).
2. Wie wichtig ist es dir, ob du das Risiko freiwillig bzw. unfreiwillig eingehst?
3. Wie reagierst du, wenn du ein Risiko unfreiwillig eingehen musst?
4. Vergleiche eure Ergebnisse innerhalb der Klasse. Wo gibt es Unterschiede, wo Gemeinsamkeiten?

# RISIKOFAKTOR MENSCH



Die Arbeit mit komplizierter Technik stellt ein Risiko dar, denn Menschen sind keine Maschinen und manchmal übersehen sie etwas. Insbesondere der Glaube, alles im Griff zu haben, kann zu fatalen Fehlern führen. Der Psychologe Dietrich Dörner spricht hier von der „Logik des Misslingens“. Man muss immer mit dem Misslingen menschlichen Handelns rechnen. Ein berühmtes Beispiel hierfür ist der Untergang der „Titanic“ im Jahre 1912, des damals größten Passagierschiffs der Welt. Auf ihrer Jungfernfahrt stieß sie im Nordatlantik mit einem

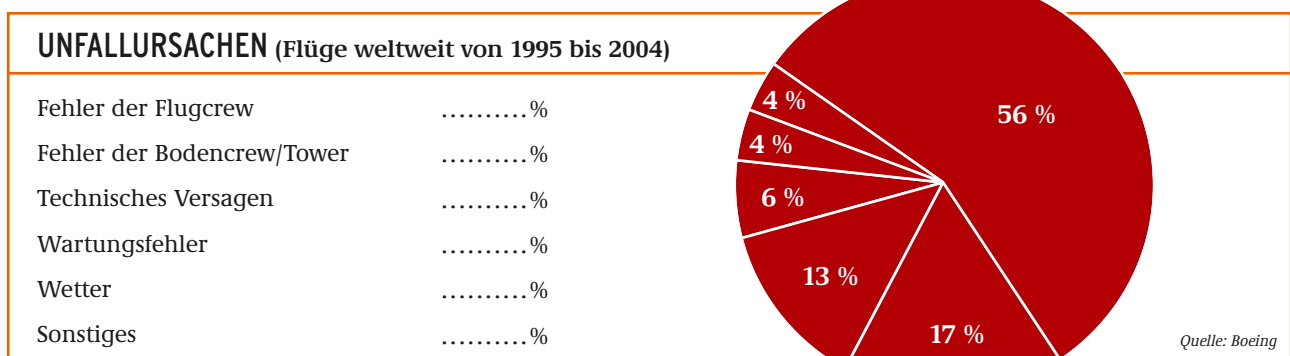
Eisberg zusammen, das Schiff ging innerhalb von zwei Stunden unter, über 1.500 Menschen fanden den Tod. Ausgelöst wurde das Unglück durch eine Kette menschlicher Fehlentscheidungen:

1. **Der Glaube, das Schiff sei unsinkbar.**
2. **Die Warnungen vor Eisbergen wurden ignoriert.**
3. **Das Schiff fuhr in diesen gefährlichen Gewässern viel zu schnell.**
4. **Der größte Fehler: Statt den Eisberg direkt zu rammen, was nur den Bug beschädigt hätte, ließ der 1. Offizier nach links wenden.**



**Die Folge:** Es reichte nicht mehr, um an dem Eisberg vorbeizukommen. Das Schiff schrammte steuerbord (rechte Seite) am Eisberg entlang und dieser riss die Seitenwand auf fast 90 m Länge auf wie eine Konservendose. Das Schiff und mit ihm viele der Passagiere waren verloren. Mehr Informationen:

[http://de.wikipedia.org/wiki/Titanic#Die\\_Schuldfrage](http://de.wikipedia.org/wiki/Titanic#Die_Schuldfrage)



## AUFGABE

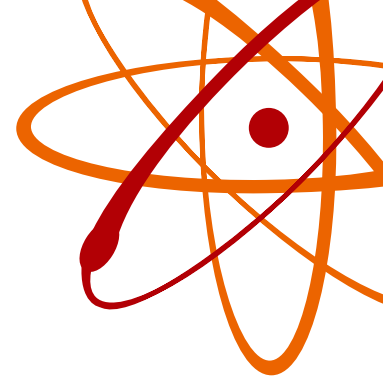


1. **Recherchiere für das Reaktorunglück in Tschernobyl die Hintergründe. Wie kam es dazu? (Siehe dazu Arbeitsblatt 9.) [www.tekom.de/artikel/artikel\\_488.html](http://www.tekom.de/artikel/artikel_488.html). Vergleiche das Reaktorunglück in Tschernobyl mit dem Untergang der Titanic. Gibt es Gemeinsamkeiten?**
2. **Betrachte das Diagramm und schätze ab: Wie gehören die aufgeführten Unfallursachen zu den einzelnen Prozentanteilen?**

Quellen: Discovery Channel, Boeing, Wikipedia

# DER UNFALL VON TSCHERNOBYL

## EINE CHRONOLOGIE



### 26. APRIL 1986:

Im Atomkraftwerk in Tschernobyl wird ein Experiment gestartet: Es soll geprüft werden, was passiert, wenn die Stromversorgung für den Reaktor ausfällt. Das Experiment wird falsch durchgeführt, der Reaktor explodiert. Kernbrennstoffe werden in die Umgebung geschleudert und große Mengen radioaktiver Stoffe werden hoch in die Atmosphäre getragen und können sich weiträumig verteilen.

### 27. APRIL 1986:

Die Löscharbeiten dauern an. Von Hubschraubern aus wird Sand, Stahl, Blei und Lehm auf den brennenden Reaktor geworfen. 31 Helfer sterben an der Radioaktivität.

### 28. APRIL 1986:

Zuerst breitet sich die radioaktive Wolke in Richtung Skandinavien aus. Die Nachrichten in Deutschland melden, dass sich in der Sowjetunion offenbar ein großer Atomunfall ereignet hat. In der Umgebung des Reaktors beginnt die Evakuierung zehntausender Menschen. Die unmittelbare Umgebung des Atomkraftwerkes wird schwer verstrahlt und bleibt bis heute eine Sperrzone.

### 30. APRIL/ 1. MAI 1986:

Ein Teil der Radioaktivität erreicht nach einer Drehung des Windes auch Deutschland. Die radioaktive Belastung erreicht einen Wert 15-mal höher als normal. Viele Menschen haben Angst vor Krebs oder genetischen Schäden.

### 1. MAIWOCHEN 1986:

Tonnenweise wird belastetes Gemüse und Frischmilch beschlagnahmt. Rund um die Uhr berichten die Medien über das Unglück und wie man sich gegen mögliche Folgen wappnen kann. In der Umgebung des Reaktors beginnt die Evakuierung, später folgen weitere Umsiedlungen in der Ukraine und in Weißrussland. Insgesamt sind etwa 350.000 Menschen betroffen.

### 20 JAHRE SPÄTER:

Über die genaue Zahl der Opfer gibt es unterschiedliche Einschätzungen: sicher sind es 50 Tote, zumeist Ersthelfer und Aufräumarbeiter (die so genannten Liquidatoren). Für die Zukunft ist aber mit weiteren Toten zu rechnen, vor allem verursacht durch Krebserkrankungen, wie Schilddrüsenkrebs und Lungenkrebs.

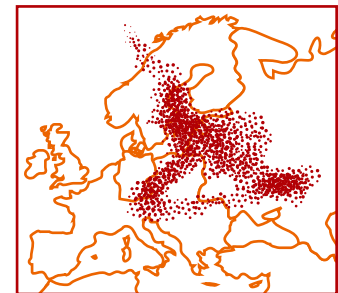
## DER WEG DES RADIOAKTIVEN FALLOUTS



26.04.1986



28.04.1986



30.04.1986

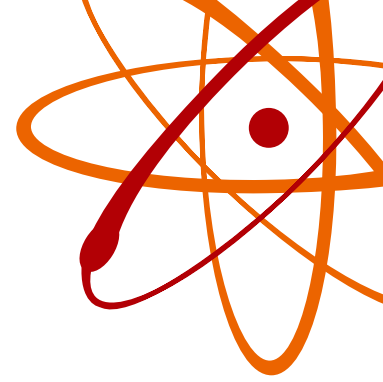
Quelle: OECD/NEA 2002

## AUFGABE



1. *Folgende Vorsichtsmaßnahmen wurden damals von Fachleuten empfohlen: Keine Frischmilch trinken, Gemüse aus dem Freiland vermeiden, nicht auf staubigen Sportplätzen spielen, keine Wäsche draußen aufhängen, bei Regen nicht im Freien aufhalten, Kleinkinder nicht im Sandkasten spielen lassen. Was wollten die Fachleute damit erreichen?*
- 2a. *Recherchiert Informationen über Radioaktivität und ihre Folgen für die Gesundheit. Nutzt ein Lexikon, eure Schulbücher und das Internet. <http://www.bfs.de/ion/wirkungen>*
- 2b. *Befragt Zeitzeugen (z. B. Eltern, Verwandte) des Unfalls in Tschernobyl. Welche Ängste hatten sie und warum? Welche Folgen befürchteten sie? Hat das Unglück ihre Einstellung zur Atomkraft verändert? Führt die Befragung mit etwa 10 Menschen durch und bereitet einen Vortrag für die Klasse vor.*

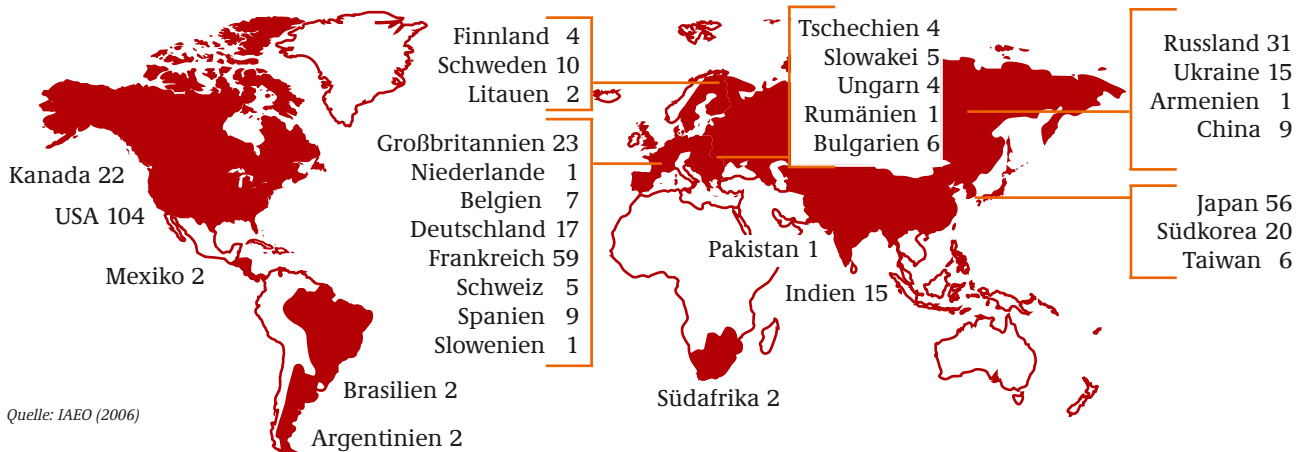
# WAS MACHEN DIE ANDEREN?



Deutschland hat den Ausstieg aus der Nutzung der Atomenergie beschlossen. Bis zum Jahr 2020 sollen alle Atomkraftwerke, eines nach dem andern, abgeschaltet werden. Stehen wir allein mit dieser Entscheidung oder gibt es auch

andere Länder, die den gleichen Weg gehen? Und welche Länder nutzen weiterhin ihre Kraftwerke? Gibt es Länder, die voll auf die Atomenergie setzen und sogar neue Atomkraftwerke bauen? Und was sind jeweils die Gründe dafür?

## ANZAHL DER ATOMKRAFTWERKE WELTWEIT



LAND	STATUS QUO BZW. ENTSCHEIDUNG	GRÜNDE
Deutschland	Ausstieg 2000 gesetzlich geregelt	
China Indien	Beide Länder nutzen alle Energieträger, es werden neue Atomkraftwerke gebaut, aber auch die Erneuerbaren Energien genutzt.	
Frankreich	setzt weiter auf Atomkraft	
Türkei	hat keine Atomkraftwerke	
Finnland	Baubeginn des 5. Atomkraftwerkes im September 2005	
Italien	Eine Volksabstimmung beschloss 1987 den Ausstieg aus der Atomenergie.	

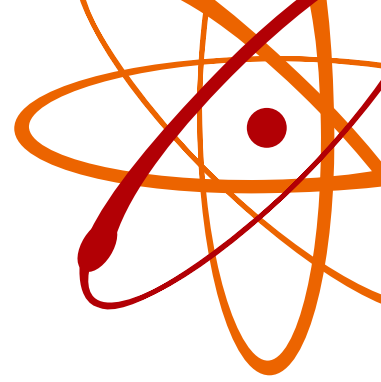
IAEO (2006), BMU, Informationskreis KernEnergie

## AUFGABE



1. Informiere dich darüber, wie die Situation bezüglich der Nutzung der Atomkraft in den oben genannten Ländern ist. Ermittle, welches die Gründe für die jeweilige Entscheidung sind. Nutze hierfür das Internet zur Recherche.
2. Informiere dich über die Länder und die wichtigsten Daten: Größe des Landes, Zahl der Einwohner, Bevölkerungswachstum, Wirtschaftswachstum, Energieversorgung.
3. Siehst du einen Bezug zwischen diesen Daten und der Einstellung zur Atomkraft?

# DER ATOMKONSENS



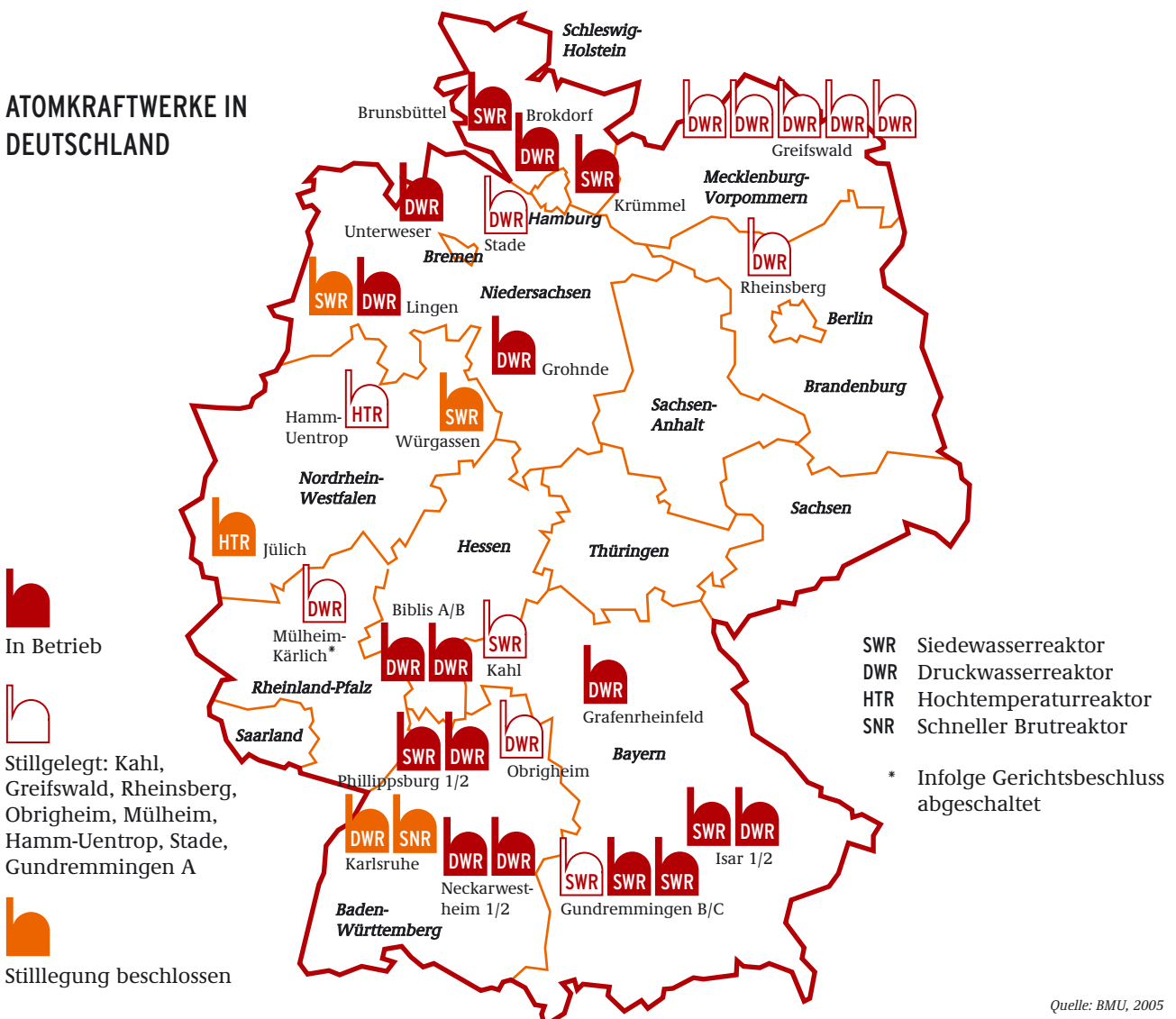
## VOM ATOMKONSENS ZUM ATOMAUSSTIEG

Im Juni 2000 vereinbarten die rot-grüne Bundesregierung und die Energiewirtschaft nach langen Verhandlungen den so genannten „Atomkonsens“. Der Ausstieg Deutschlands aus der Atomenergie-Nutzung wird damit schrittweise vollzogen. Daraufhin wurde das Atomgesetz geändert und trat in seiner neuen Form am 26. April 2002 in Kraft, auf den Tag genau 16 Jahre nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl.

## ENDE DER FÖRDERUNG = BEGINN DES AUSSTIEGS

Einer der ursprünglichen Inhalte des Atomgesetzes, die friedliche Nutzung der Atomenergie zu fördern, ist gestrichen. Für neue Atomkraftwerke und Wiederaufbereitungsanlagen werden keine Genehmigungen erteilt. Als der Atomausstieg 2002 Gesetzeskraft erlangte, gab es in Deutschland 19 Atomkraftwerke in Betrieb. Im Jahr 2003 ging das AKW Stade vom Netz, 2005 folgte das AKW Obrigheim. Die Grafik zeigt, wo sich die Anlagen befinden.

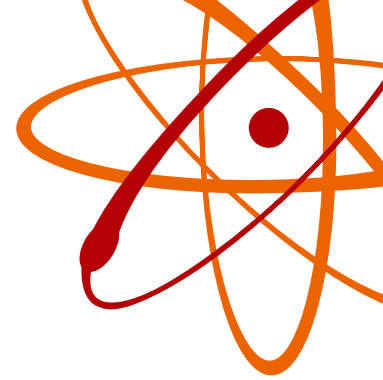
## ATOMKRAFTWERKE IN DEUTSCHLAND



Quelle: BMU, 2005



# DER ATOMKONSENS



## ALLES GEHT VORÜBER ...

Die Restlaufzeit der Atomkraftwerke wird auf eine Strommenge begrenzt, die ungefähr der in 32 Jahren seit Inbetriebnahme produzierten Strommenge entspricht. Dies begrenzt die Menge des radioaktiven Abfalls, der durch den Betrieb entsteht. Die Betreiber erhalten keine Entschädigungen.

## ALT GEGEN NEU

Die Energieversorgungsunternehmen (EVU) haben die Möglichkeit, ältere Atomkraftwerke früher abzuschalten, dafür können jüngere Reaktoren länger betrieben werden. Die eingesparten Strommengen der alten AKW dürfen neuere Anlagen zusätzlich produzieren.

AKW	RESTSTROMMENGE AB 01.01.2000 (TWh/a NETTO)	ENDE DER REGELLAUFZEIT*
Obrigheim	8,70	31.12.2002
Stade	23,18	19.05.2004
Biblis A	62,00	26.02.2007
Neckarswestheim 1	57,35	01.12.2008
Biblis B	81,46	31.01.2009
Brunsbüttel	47,67	09.02.2009
Isar 1	78,35	21.03.2011
Unterweser	117,98	06.09.2011
Phillippsburg 1	87,14	26.03.2012
Grafenrheinfeld	150,03	17.06.2014
Krümmel	158,22	28.03.2016
Gundremmingen B	160,92	19.07.2016
Phillippsburg 2	198,61	18.04.2017
Grohnde	200,90	01.02.2017
Gundremmingen C	168,35	18.01.2017
Brokdorf	217,88	22.12.2018
Isar 2	231,21	09.04.2020
Emsland	230,07	20.06.2020
Neckarwestheim 2	236,04	15.04.2021
<b>Summe</b>	<b>2.516,05</b>	
Mülheim-Kärlich**	107,25	
<b>Gesamtsumme</b>	<b>2.623,30</b>	

Quelle: BMU (2005)

## WENN DER STROMZÄHLER VOLL IST

Für jedes der 19 Atomkraftwerke, die sich zum Zeitpunkt der Ausstiegsvereinbarung in Betrieb befanden, legt das Gesetz fest, wie viel Strom es noch produzieren darf – die so genannte Reststrommenge. Hat ein Atomkraftwerk seine Reststrommenge verbraucht, endet die Genehmigung zum Betrieb. Wird ein Kraftwerk abgeschaltet, bevor es seine Reststrommengen produziert hat, können diese auch auf eine andere Anlage übertragen werden. Damit können jüngere Anlagen länger laufen, ältere dafür kürzer. Ein Schlussdatum, an dem das letzte Kraftwerk vom Netz geht, ist nicht festgelegt. Rein rechnerisch würde das letzte Atomkraftwerk in Deutschland um das Jahr 2020 oder kurz danach abgeschaltet werden.

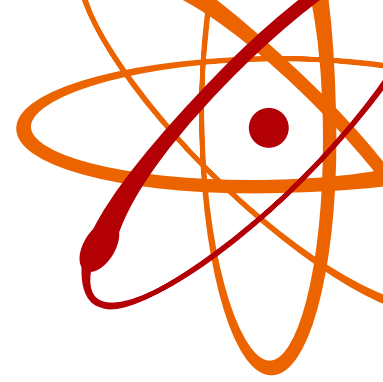
## STROMERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND

Die Brutto-Stromerzeugung in Deutschland betrug im Jahr 2006 insgesamt 636,5 Mrd. Kilowattstunden (kWh). Weit überwiegend beruhte die Stromversorgung auf der Nutzung von Braunkohle und Steinkohle, gefolgt von der Atomenergie und Erdgas. Heizöl, Müll und die übrigen Energieträger haben nur einen untergeordneten Anteil. Die Erneuerbaren Energien wie Windkraft und Wasserkraft sind mit rund 10 Prozent an der Stromerzeugung beteiligt. In Zukunft soll sich das ändern: Die Atomenergie wird verschwinden, die Erneuerbaren Energien zum großen Teil ihren Platz einnehmen. Das hilft auch gegen den Treibhauseffekt und bei der Verwirklichung der Klimaschutzziele Deutschlands.

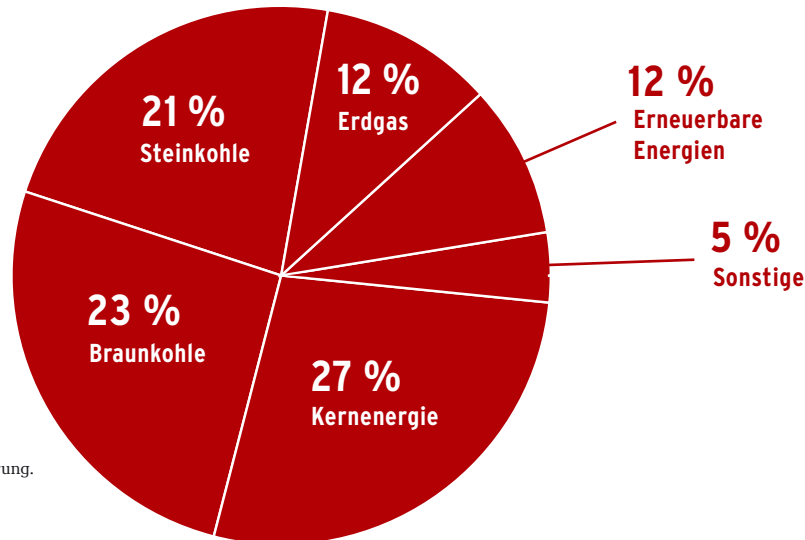
\* 32 Jahre

\*\* Anlage abgeschaltet, Strommenge wird auf eine andere Anlage übertragen (außer Biblis A).

# DER ATOMKONSENS



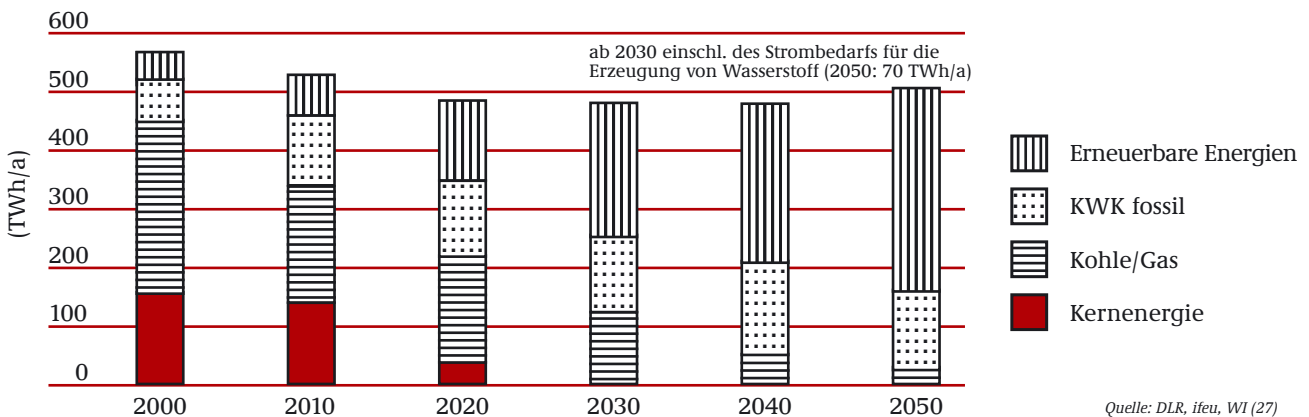
## STROMERZEUGUNG IN DEUTSCHLAND (2006)\*



\* Die Werte unterliegen ständiger Veränderung. Aktuellste Zahlen finden sich im Internet: [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de) > Statistik

Quelle: VDEW (2007)

## SZENARIO ZUR ENTWICKLUNG DER STROMERZEUGUNG BIS ZUM JAHR 2050



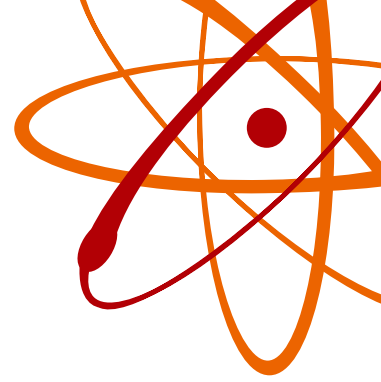
## AB JULI 2005 KEINE TRANSPORTE IN DIE WIEDERAUFBEREITUNG MEHR

Das geänderte Atomgesetz regelt mittelbar auch das Ende der Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennelemente. Seit dem 1. Juli 2005 sind die Transporte von abgebrannten Brennelementen zur Wiederaufbereitung, etwa in die Anlagen im britischen Sellafield oder in das französische La Hague, verboten. Lediglich die Rücktransporte der Abfälle aus der Wiederaufbereitung im Ausland sind noch erlaubt. Neu ist auch, dass die Betreiber neben dem Atomkraftwerk ein Zwischenlager errichten müssen. Dort sollen die Brennstäbe zur Abkühlung lagern, bis sie später in ein Endlager gebracht werden können.

## DAS ENDE VON GORLEBEN?

Bisher gibt es die beiden zentralen Zwischenlager Ahaus und Gorleben. Darüber hinaus sollte in Gorleben auch ein Endlager eingerichtet werden. Gemäß den Vereinbarungen des Atomkonsenses, wurde die Erkundung des Salzstocks in Gorleben als mögliches Endlager für hochradioaktiven Atommüll unterbrochen, unter anderem um einen Vergleich mit anderen Standorten zu ermöglichen. Zudem werden Zweifel geäußert, ob der Salzstock als Endlager für hochradioaktive Stoffe geeignet ist. Diese Unterbrechung wird so lange dauern, bis alle sicherheitstechnischen Fragen geklärt und wissenschaftlich fundierte Endlagerkriterien festgelegt sind.

# FAKTEN ZUR ATOMENERGIE

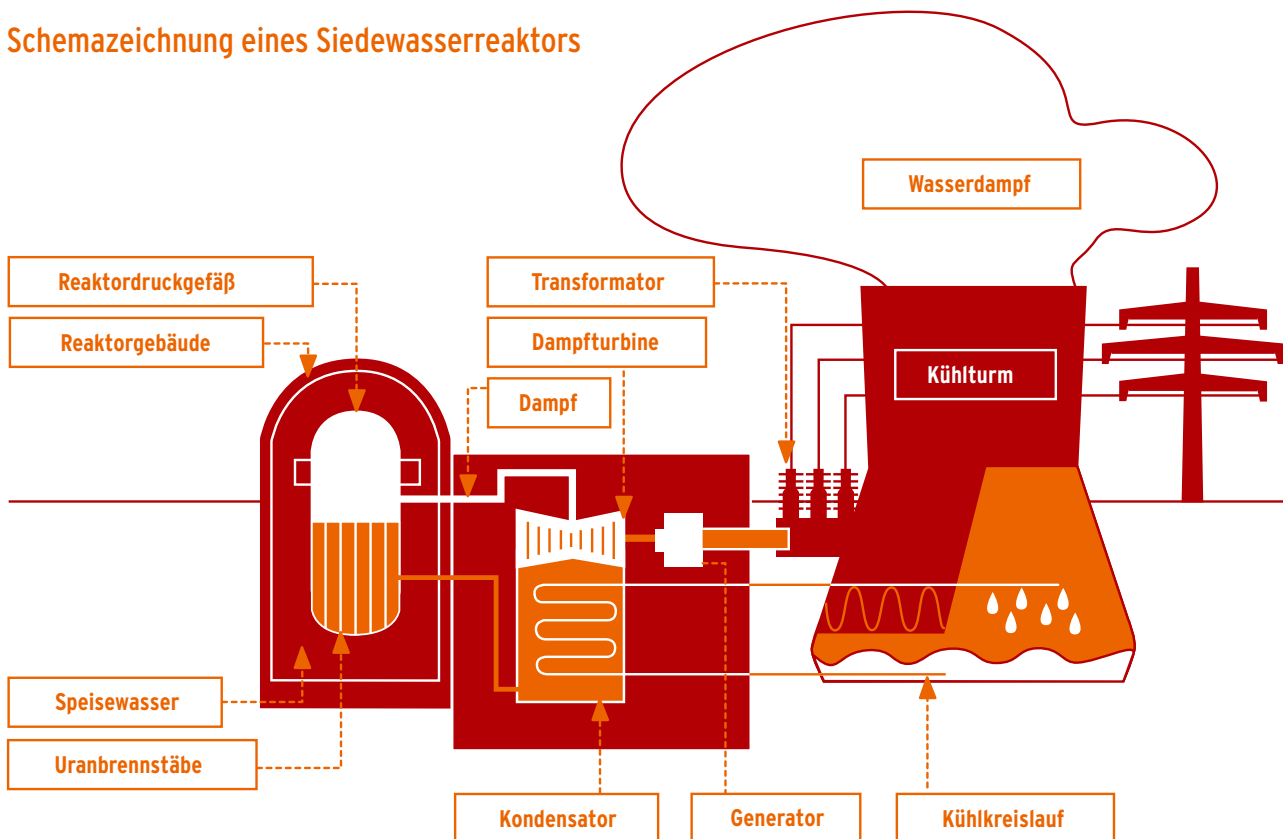


## WIE FUNKTIONIERT EIN ATOMKRAFTWERK? (vereinfachte Erläuterung)

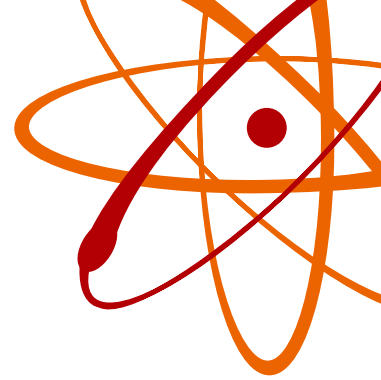
Ein Atomkraftwerk ist eine Anlage zur Gewinnung von elektrischer Energie durch Spaltung von Atomkernen. In einem besonders gesicherten Gebäude des Kraftwerks befindet sich der Reaktor. Im Reaktor vollzieht sich die Kernspaltung von Uranatomen (zum Teil auch Plutoniumatome). Diese Kernspaltung ist eine kontrollierte Kettenreaktion, im Gegensatz zur unkontrollierten Kettenreaktion bei einer Atombombe. Bei der Kernspaltung entsteht Wärme, die auf ein Kühlmittel übertragen wird,

in der Regel ist das Wasser. Das Wasser erhitzt sich und wird in Wasserdampf umgewandelt. Der Wasserdampf treibt Turbinen an, die mit einem Elektrogenerator verbunden sind. Dieser Generator wandelt die Bewegungsenergie der Dampfturbinen in elektrische Energie um, die dann über einen Transformator in das Stromnetz eingespeist wird. Um ein Jahr lang Strom zu produzieren, verbraucht ein Atomkraftwerk ca. 30 bis 35 Tonnen Uran-235.

### Schemazeichnung eines Siedewasserreaktors



# FAKTEN ZUR ATOMENERGIE



## RADIOAKTIVITÄT UM UNS HERUM

Es gibt die natürliche Radioaktivität in der Umwelt um uns herum, im Gestein, im Boden, in der Luft und im Wasser. Die Quellen dieser radioaktiven ionisierenden Strahlung sind die kosmische Strahlung aus dem Weltraum, die Strahlung aus den natürlichen radioaktiven Isotopen um uns herum und die Eigenstrahlung des Menschen, die aus den mit der Nahrung aufgenommenen radioaktiven Stoffen stammt. Neben der Radioaktivität aus der Natur, gibt es auch Radioaktivität, die künstlich hergestellt wird. Diese nutzt der Mensch in der Medizin, der Forschung und zur Energieerzeugung. Radioaktives Material kann auch zur Herstellung von Massenvernichtungswaffen missbraucht werden.

## WAS IST RADIOAKTIVITÄT?

Radioaktivität oder auch radioaktiver Zerfall bedeutet die spontane Umwandlung instabiler Atomkerne. Dabei wird Energie frei, entweder in Form energiereicher Teilchen und/oder als ionisierende Strahlung. Ionisierend bedeutet in diesem Fall, dass die Strahlung genügend Energie besitzt, um aus elektrisch neutralen Atomen und Molekülen positiv oder negativ geladene Teilchen (Ionen) zu erzeugen.



## WARUM IST RADIOAKTIVITÄT SO GEFÄHRLICH?

Alle Formen der Radioaktivität können für Lebewesen gesundheitsschädlich sein. Trifft ionisierende Strahlung zum Beispiel auf eine Zelle oder einen Organismus, gibt sie Energie ab. Ist diese Energieübertragung hoch genug, kann es zu schweren Strahlenschäden kommen. Dadurch können Verbrennungen und ein geschwächtes Immunsystem, aber auch ein Versagen der Organe auftreten, je nach Dauer und Stärke der Bestrahlung (akute Strahlenkrankheit). Die Strahlung kann langfristig bösartige Tumore auslösen und somit Krebserkrankungen entstehen lassen. Sie schädigt das Erbgut und kann dadurch Mutationen verursachen, die dann erst bei den Nachkommen der betroffenen Personen auftreten. Auch Embryonen im Mutterleib sind sehr gefährdet, spätere Missbildungen sind möglich. Dies ist mit ein Grund, warum Schwangere nicht geröntgt werden dürfen. Alle diese Wirkungen der radioaktiven Strahlung hängen wesentlich von der Menge der empfangenen Strahlung – der Dosis – ab.

## DAS PROBLEM DER ANREICHERUNG IN DER NATUR

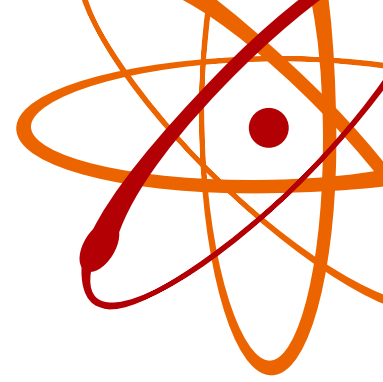
Die Atombombenversuche der Vergangenheit und der Unfall von Tschernobyl haben noch ein anderes großes Problem aufgezeigt: Radioaktive Stoffe wurden damals in der Atmosphäre fein verteilt, regneten ab und reicherten sich im Boden und speziell in bestimmten Organismen an. Vor allem Waldpilze sind zum Teil noch heute radioaktiv belastet, aber auch Wildtiere wie Rehe und Wildschweine, weil sie radioaktiv belastete Pflanzen fressen.

## DAS PROBLEM MIT DEM RADIOAKTIVEN ABFALL

Jedes Atomkraftwerk verwandelt durch die Kernspaltung Uranbrennstäbe in hochradioaktiven Abfall. Dieser stellt wegen seiner radioaktiven Strahlung eine große Gefahr für alles Leben dar. Dazu kommt noch eine Vielzahl von weiteren Materialien und Ausrüstungsgegenständen, die für den Betrieb eines Atomkraftwerkes gebraucht werden und in der Regel schwach strahlen. Der Abfall muss für mehrere hunderttausend Jahre sicher vor der Umwelt abgeschirmt werden, am besten tief im Untergrund. Zur Zeit gibt es zwei Möglichkeiten der Entsorgung:

1. Die Wiederaufbereitung der abgebrannten Brennelemente in einer Wiederaufbereitungsanlage (WAA) in Frankreich (La Hague) oder in Großbritannien (Sellafield). Die spaltbaren Uran- und Plutonium-Isotope werden abgetrennt, um sie später wieder in einem Kernreaktor als Kernbrennstoffe einzusetzen. Durch die Trennung wird der eigentliche Atom Müll auf 4 % reduziert. Transporte in die WAA sind für Deutschland seit dem 01. Juli 2005 verboten.
2. Die andere Möglichkeit ist die direkte Endlagerung der Brennelemente in einem Endlager. Vor der Lagerung muss der Abfall allerdings vorbehandelt werden: Die hochradioaktiven, flüssigen Stoffe werden zuerst in Glas und dann in Stahlformen eingeschmolzen. Diese werden Kokillen genannt. Mittel- und schwachradioaktive Abfälle müssen in Spezialöfen zuerst verbrannt werden, die Asche wird dann mit Zement vermischt und in spezielle Fässer gefüllt. Die gasförmigen Abfälle können durch bestimmte Verfahren in feste Formen überführt und dann ebenfalls gelagert werden. Es gibt derzeit in Deutschland ein genehmigtes Endlager für schwach- und mittelaktiven Abfall im ehemaligen Bergwerk Konrad in Salzgitter. Nach Abweisung aller Klagen gegen die Genehmigung, wird das Bergwerk jetzt zur Einlagerung des radioaktiven Mülls vorbereitet.

# INFOS ZUR RECHERCHE



## A THEMA ATOMKRAFT ALLGEMEIN

Eine ausführliche Informationsquelle zu allen technischen und wissenschaftlichen Fragen rund um die Nutzung der Atomkraft, mit einem Glossar und einem Lexikon, verständlich beschrieben.

<http://www.kernenergie.net> > Informationskreis KernEnergie > Rubriken: Wissen / FAQs / Lexikon

## B PRO UND CONTRA ATOMAUSSTIEG

### Argumente/Positionen für den Ausstieg:

1. Internationale Ärzte für die Verhütung eines Atomkriegs  
<http://www.facts-on-nuclear-energy.info> > Hintergrundinformationen  
<http://www.atomenergie-und-sicherheit.de>
2. Greenpeace Deutschland [www.greenpeace.de/themen/atomenergie](http://www.greenpeace.de/themen/atomenergie)
3. <http://www.bmu.de> > Themen A – Z > Atomenergie

### Argumente/Positionen gegen den Ausstieg

1. Informationskreis KernEnergie  
<http://www.kernenergie.net>
2. Wirtschaftsverband Kernbrennstoff-Kreislauf e. V.  
<http://www.kernbrennstoff.de/>
4. Verein „Bürger für Technik“ – Ingenieure, Physiker, Chemiker <http://www.buerger-fuer-technik.de/energie.html>

## C WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN FÜR DIE BEARBEITUNG DER ARBEITSBLÄTTER

### Arbeitsblatt 1: Stromversorgung

<http://www.kernenergie.net> > Informationskreis KernEnergie > FAQs > Daten und Fakten zur Energieversorgung  
<http://www.bmu.de> > Suche: Energieversorgung > broschuere\_ee\_innov\_zukunft.pdf

### Arbeitsblatt 2: Klimaschutz

<http://www.kernenergie.net> > Informationskreis KernEnergie > FAQs > Energie und Umwelt  
<http://www.facts-on-nuclear-energy.info>  
<http://www.bmu.de/klimaschutz>

### Arbeitsblatt 3: Rohstoffe und Vorräte

<http://www.kernbrennstoff.de> > Brennstoffkreislauf > Versorgung  
<http://www.kernenergie.net> > Informationskreis KernEnergie > Lexikon: Buchstabe U > Uran bzw. Uranreserven  
<http://www.learn-line.nrw.de/angebote/agenta21/thema/energie.htm>

### Arbeitsblatt 4: Unfälle in Atomanlagen

<http://www.kernenergie.net> > Informationskreis KernEnergie > FAQs > Nukleare Sicherheit, Reaktorsicherheit, Risikostudien  
[www.greenpeace.de/themen/atomenergie](http://www.greenpeace.de/themen/atomenergie) > Atomkraftwerke bzw. Atomunfälle

### Arbeitsblatt 5: Abfall und Entsorgung

Gesellschaft für Nuklear-Service  
<http://www.endlagerung.de>  
Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe <http://www.db.e.de>  
Bundesumweltministerium <http://www.bmu.de> > Themen A – Z > Atomenergie > Downloads > Infomappe zu Atomtransporten und Atomausstieg  
Bundesamt für Strahlenschutz:  
[http://www.bfs.de/endlager/faq\\_endlagerung.html](http://www.bfs.de/endlager/faq_endlagerung.html)  
[www.facts-on-nuclear-energy.info](http://www.facts-on-nuclear-energy.info) > Text only > Hintergrundinformationen > Müllmacher Atomkraft

### Arbeitsblatt 6: Risikotyp

<http://www.philosophie.phil.uni-erlangen.de/personen/koetter/Materialien/Risiko.pdf>  
<http://www.biosicherheit.de/de> > Suche: Risiko

### Arbeitsblatt 7: Risikofaktor Mensch

<http://www.kernenergie.net> > Informationskreis KernEnergie > FAQs > Nukleare Sicherheit, Reaktorsicherheit, Risikostudien

### Arbeitsblatt 8: Der Unfall von Tschernobyl

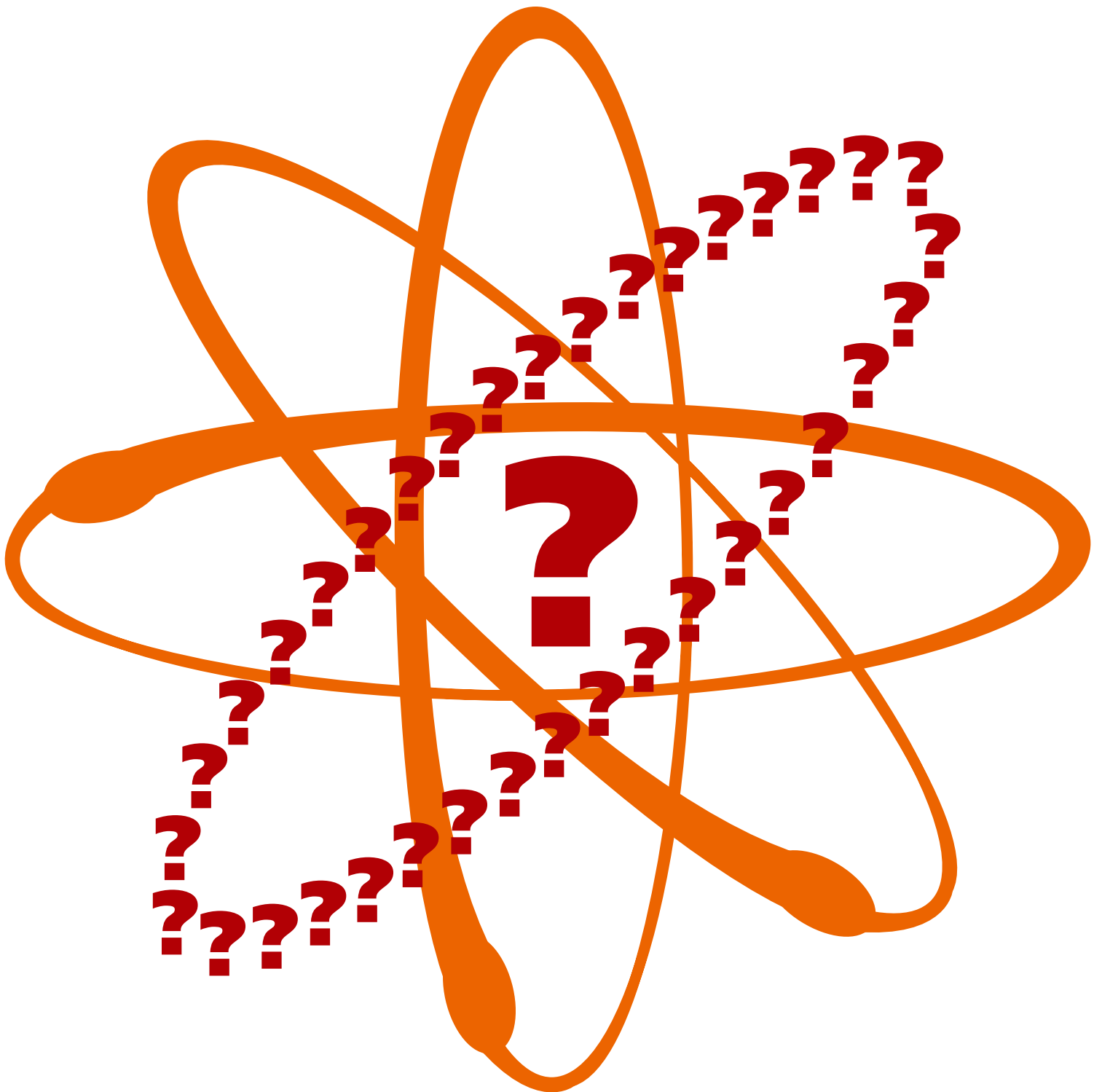
<http://www.kernenergie.net> > Informationskreis KernEnergie > Wissen > Tschernobyl  
<http://www.g-o.de> > Suche: Tschernobyl > Der Unfall von Tschernobyl  
<http://www.tschernobyl.de/>

### Arbeitsblatt 9: Was machen die Anderen?

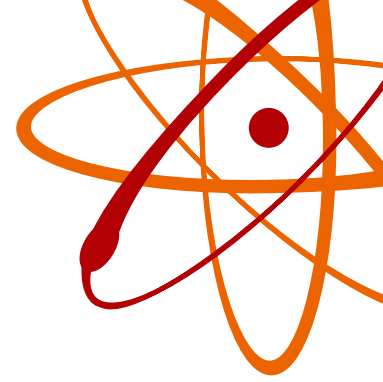
<http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.charts.htm>  
<http://www.kernbrennstoff.de> > Zahlen & Fakten > Ausstieg – Fiktion und Wirklichkeit  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia> > Suche: Atomausstieg

# DER KOMPETENZCHECK

FIT FÜR PISA?



# AUFGABEN- STELLUNGEN



## FRAGE 1:

In einer Broschüre des Umweltministeriums zur Nutzung der Atomenergie ist zu lesen:

Als in den 50er-Jahren die Grundsatzentscheidung zum Bau der ersten Atomreaktoren fiel, war in der Öffentlichkeit nur wenig bekannt über Strahlenschäden, Unfallgefahren, Halbwertszeiten und Probleme mit dem radioaktiven Abfall. Heute wissen wir um die tödlichen Risiken dieser Technologie.

Atomkraft (...) findet keine Zustimmung in der Bevölkerung, sie ist gefährlich und birgt ein gewaltiges Katastrophenpotenzial. Sie produziert strahlenden Müll für die Ewigkeit. Sie kann weder das Klima retten, noch ist sie ein Arbeitsplatzmotor. Für die Deckung des Energiebedarfs der Menschheit ist sie nahezu bedeutungslos geblieben. Aber sie kann leicht zu militärischen Zwecken für den Bau von Atombomben missbraucht werden.

Welche Gefahren der Atomenergie werden in dem Text genannt?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

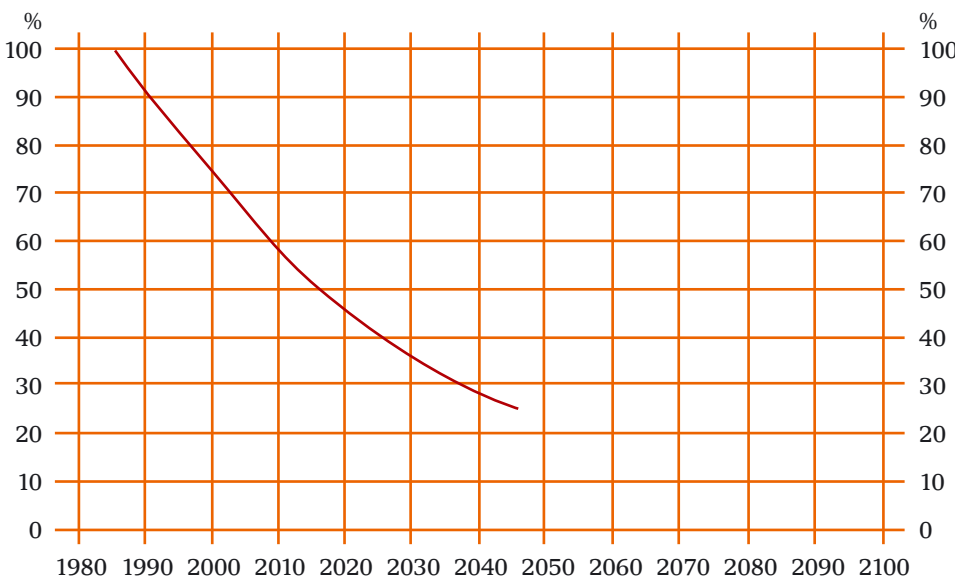
.....

.....

## FRAGE 2:

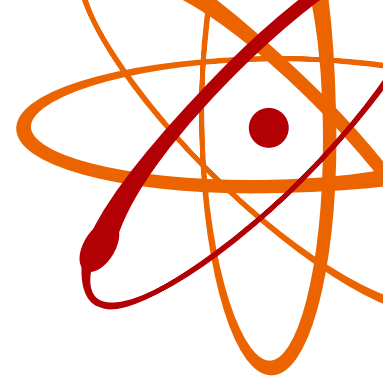
Als 1986 in Tschernobyl ein Atomkraftwerk explodierte, wurden viele radioaktive Stoffe freigesetzt, darunter auch Caesium-137. Das Schaubild zeigt den Verlauf der Abnahme der Strahlungsaktivität von Caesium-137 im Laufe der Jahre. Die Halbwertszeit des Caesium-137

beträgt 30 Jahre. Die Kurve in der Grafik gibt die jeweils vorhandene Menge Caesium in Abhängigkeit von der Zerfallszeit an. Zeichne den weiteren Kurvenverlauf von Caesium-137 in die Grafik für den Zeitraum bis zum Jahr 2100 ein.



Menge des vorhandenen Caesium-137 in Prozent

# AUFGABEN- STELLUNGEN



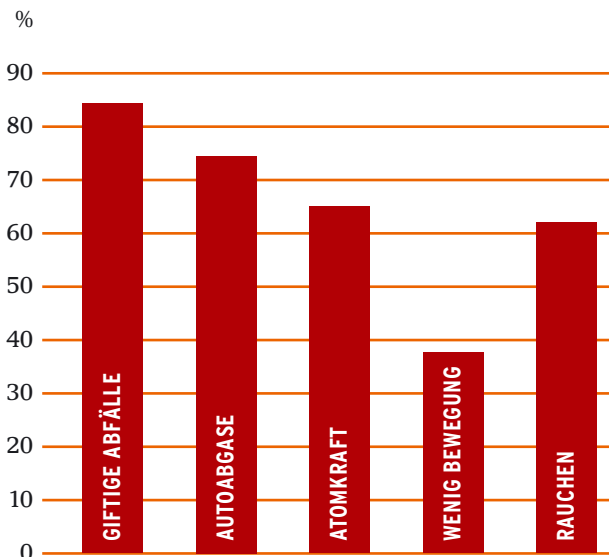
## FRAGE 3:

Bürgerinnen, Bürger sowie Fachleute wurden gefragt\*, worin sie besonders hohe Risiken für die Gesundheit sehen. Die folgenden Schaubilder geben das Ergebnis der Befragung wieder. Eine hohe Säule (zum Beispiel im

ersten Schaubild die hohe Säule zu „Giftige Abfälle“) bedeutet, dass hier sehr viele Befragte ein hohes Gesundheitsrisiko sehen. Schau dir die beiden Schaubilder sorgfältig an. Du sollst sie anschließend vergleichen.

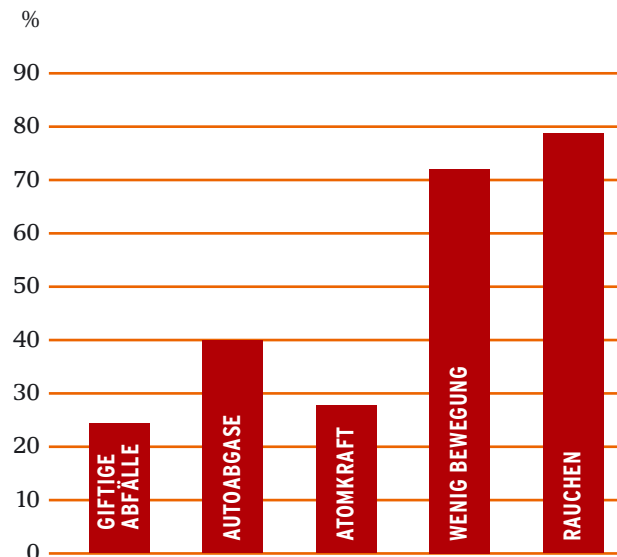
### Schaubild 1:

So schätzen die Bürgerinnen und Bürger in Deutschland die gesundheitlichen Risiken von giftigen Abfällen, Autoabgasen und so weiter ein:



### Schaubild 2:

So ist die Einschätzung der gleichen Risiken durch die Fachleute ausgefallen:



Quelle: GEO Wissen (1992)  
„Risiko, Chancen und Katastrophen“, Heft 1, S. 88f 1

### a) Welche Aussagen sind richtig?

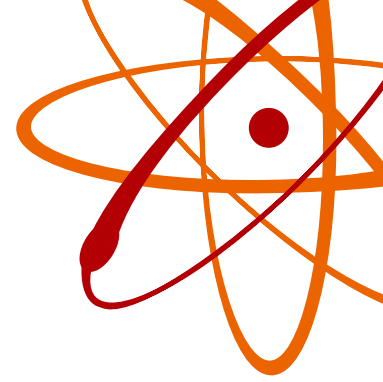
- Das Gesundheitsrisiko von giftigen Abfällen ist nach Ansicht der Bürgerinnen und Bürger und auch nach Ansicht der Fachleute am größten.
- Atomkraft ist nach Ansicht der Fachleute weniger gefährlich, als die Bevölkerung glaubt.
- Die Fachleute und die Bevölkerung halten das Rauchen für gefährlicher als wenig Bewegung.
- Fachleute halten Atomkraft für weniger gefährlich für die Gesundheit als Autoabgase.
- Rauchen und wenig Bewegung sind die größten Gesundheitsrisiken nach Ansicht der Fachleute, aber die geringsten Gesundheitsrisiken nach Ansicht der Bevölkerung.

### b) Die Einschätzung der Risiken durch die Bevölkerung und die Fachleute fällt unterschiedlich aus. Welche der folgenden Aussagen sind richtig?

- Die Ansicht der Fachleute ist die richtige, da sie in ihren Berechnungen auch die Ansicht der Bevölkerung berücksichtigen.
- Die Ansicht der Bevölkerung ist die richtige, da der Einzelne am besten weiß, wie man Risiken einzuschätzen hat.
- Die Fachleute orientieren sich an Schätzungen, an messbaren Daten und an aus Erfahrung gewonnenen Daten.
- Die Bürgerinnen und Bürger orientieren sich an ihren persönlichen Wahrnehmungen und ihren bevorzugten Sichtweisen.
- Weder die Fachleute noch die Bevölkerung können sicher sagen, zu welchem Zeitpunkt aus einem Risiko ein tatsächlicher Unfall wird.



# AUFGABEN- STELLUNGEN



## FRAGE 4:

---

Die Nutzung der Atomkraft für die Energiegewinnung ist sehr umstritten: Die einen sehen Chancen darin und andere Risiken. Welche Argumente kennst du, die für die weitere Nutzung der Atomenergie angeführt werden,

**Nenne hier mindestens drei Argumente, die gegen den Atomausstieg angeführt werden (Contra-Argumente):**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

und welche Argumente werden dagegen angeführt? Trage die Argumente in die entsprechenden Spalten ein. Nutze dabei auch naturwissenschaftliche Erkenntnisse, soweit sie dir bekannt sind.

**Nenne hier mindestens drei Argumente, die für den Atomausstieg (Pro-Argumente) angeführt werden:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

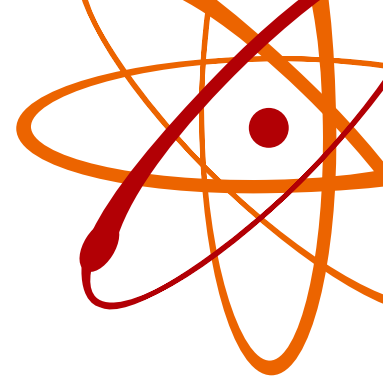
.....

.....

.....

.....

# AUFGABEN- STELLUNGEN



## FRAGE 5:

---

Du hast dich mit den Chancen und Risiken der Atomkraft auseinander gesetzt. Du hast gute Gründe für und gegen die Atomkraft aufgeführt.

Wie soll man sich letztlich entscheiden?

Dazu haben die Vereinten Nationen 1992 auf der Weltkonferenz zu „Umwelt und Entwicklung“ einen Vorschlag gemacht: Es sollte das „Vorsorgeprinzip“ gelten. Das bedeutet im Fall der Atomkraft:

Wenn schwere oder dauerhafte Schäden durch den Einsatz der Atomkraft möglich sind, dann sollte man sogleich Maßnahmen ergreifen, um Schäden zu verhindern. Man sollte nicht warten, bis die Wissenschaft endgültig bewiesen hat, dass es tatsächlich zu Schäden kommt oder dass die Atomkraft harmlos ist. Welche Konsequenzen resultieren nach deiner Auffassung aus dem Vorsorgeprinzip in Bezug auf die Nutzung der Atomkraft?

**a) Welche Folgen der Nutzung der Atomenergie können derzeit wissenschaftlich nicht eindeutig geklärt werden?**

**b) Welche Alternativen zur Nutzung von Atomkraft siehst du?**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

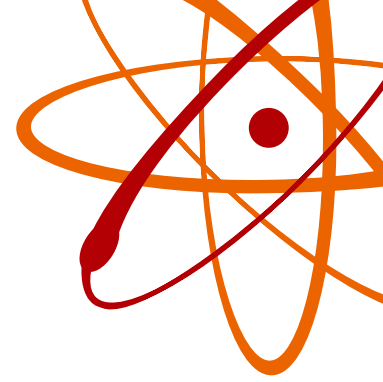
.....

.....

.....

.....

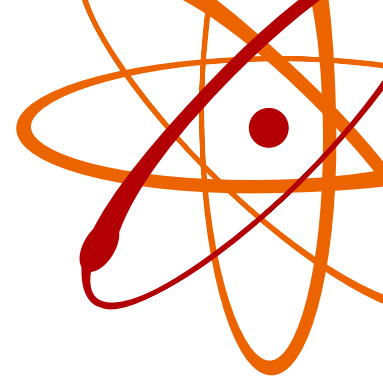
# AUFGABEN- STELLUNGEN



c) Stell dir nun vor, dass du als Expertin/Experte in der Frage, wie man das „Vorsorgeprinzip“ auf die Atomkraft anwendet, ein Poster erstellen

sollst, das am Tag der offenen Tür die Eltern der Schülerinnen und Schüler informiert. Fertige dazu einen Entwurf an:

# LERNEN / KOMPETENZCHECK



## WIE FIT SIND IHRE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER FÜR PISA?

Die Themen des Bildungsservice sind bewusst im Bereich naturwissenschaftlicher, erdkundlicher und gesellschaftlicher Fragestellungen angesiedelt. Damit sollen moderne naturwissenschaftliche Kompetenzen vermittelt werden mit dem Ziel, eine ebenso verantwortungsvolle wie verständige Teilnahme am heutigen und künftigen gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen. Diese entsprechen auch den Kompetenzen, die im Rahmen der Pisa-Tests international überprüft werden. In Anlehnung daran wurden für den Bildungsservice Testaufgaben entwickelt, die es Lehrkräften ermöglichen, das erreichte Kompetenzniveau ihrer Schülerinnen und Schüler einzuschätzen. Die Kompetenzen, die erworben werden sollen, sind ebenso vielfältig wie anspruchsvoll. In den Materialien zu diesem Thema wird der Ansatz der Gestaltungskompetenz verfolgt (siehe dazu [www.blk.de/Inforundgang/Gestaltungskompetenz.php](http://www.blk.de/Inforundgang/Gestaltungskompetenz.php)). Heutige Vorstellungen von einer anspruchsvollen, anwendungsorientierten, situations- und problemgerechten naturwissenschaftlichen Grundbildung (Scientific literacy) unterscheiden generell folgende Bereiche, denen die Kompetenzen zugeordnet werden können (PISA 2000, S. 195):

- naturwissenschaftliche Begriffe und Prinzipien (...)
- naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden und Denkweisen (...)
- Vorstellungen über die Besonderheiten der Naturwissenschaften (...)
- Vorstellungen über die Beziehungen zwischen Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft (Verständnis des „Unternehmens Naturwissenschaft“ im sozialen, ökonomischen und ökologischen Kontext)
- Einstellungen und Wertentscheidungen zur Anwendung von Naturwissenschaften wie zur Natur als Teil der Lebenswelt.

### Zentrale Facetten der Scientific literacy sind:

**Naturwissenschaftliche Prozesse** – das sind die Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften (z. B. erkennen, dass man ein Problem naturwissenschaftlich bearbeiten kann, aus Daten und Befunden angemessene Schlussfolgerungen ziehen, anderen naturwissenschaftlich argumentierend etwas erklären können, auf der Basis von Daten, Zusammenhängen und Ereignissen Vorhersagen treffen können).

**Naturwissenschaftliche Konzepte und Inhalte** – das sind die Themen- und Anwendungsfelder, zu denen Naturwissenschaften Aussagen bieten und Erkenntnisse offerieren (z. B. Kraft und Bewegung, Evolution, Immunsystem).

**Anwendungsbereiche** haben im modernen Verständnis von Naturwissenschaften eine sehr hohe Bedeutung. Denn schließlich soll das erworbene Wissen in Lebenssituationen außerhalb der Schule genutzt werden können. Man unterscheidet dabei zwischen persönlicher, lokaler bzw. kommunaler und globaler Bedeutung.

### Es wird zwischen fünf Kompetenzstufen unterschieden (vgl. PISA 2000, S. 203ff):

#### Kompetenzstufe I:

##### Nominelle naturwissenschaftliche Grundbildung

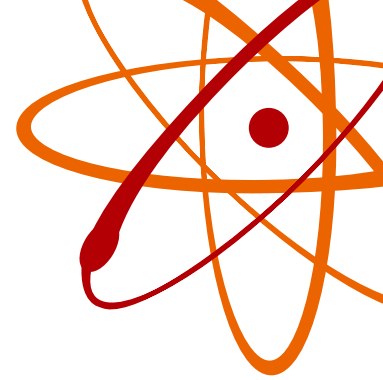
Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, auf der Basis naturwissenschaftlichen Alltagswissens Schlussfolgerungen zu ziehen, und können einfaches Faktenwissen wiedergeben.

#### Kompetenzstufe II:

##### Funktionale naturwissenschaftliche Grundbildung auf der Basis von Alltagswissen

Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, naturwissenschaftliches Alltagswissen anzuwenden, um Prognosen zu machen oder Erklärungen zu bieten. Sie können mit Verweis auf naturwissenschaftliche Informationen Schlussfolgerungen ziehen und diese bewerten.

# LERNEN / KOMPETENZCHECK



## Kompetenzstufe III:

### Funktionale naturwissenschaftliche Grundbildung unter Anwendung von naturwissenschaftlichem Wissen

Auf dieser Stufe sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, naturwissenschaftliche Konzepte dazu zu nutzen, Erklärungen zu geben und Vorhersagen zu machen. Sie sind in der Lage zu beantworten, welche Fragen man naturwissenschaftlich untersuchen kann.

## Kompetenzstufe IV:

### Konzeptuelle und prozedurale naturwissenschaftliche Grundbildung

Die Schülerinnen und Schüler können Informationen ausmachen und formulieren, die sie zusätzlich benötigen, um gültige Schlussfolgerungen ziehen zu können. Sie können entsprechende Daten für Argumentationsketten nutzen und diese kommunizieren. Sie können elaborierte naturwissenschaftliche Konzepte bei der Formulierung von Vorhersagen und für Erklärungen nutzen.

## Kompetenzstufe V:

### Konzeptuelle und prozedurale naturwissenschaftliche Grundbildung auf hohem Niveau

Die Schülerinnen und Schüler können mit konzeptuellen Modellen arbeiten und Untersuchungen systematisch analysieren. Sie können mehrere Perspektiven berücksichtigen und zielgruppenspezifisch argumentieren.

Kompetenzstufe IV und V unterscheiden sich in Bezug auf die Komplexität, Präzision und Systematik, die zur Beantwortung erforderlich sind. Beim PISA-Test 2000 zur naturwissenschaftlichen Grundbildung wurden zu 60 Prozent Multiple-Choice-Aufgaben und zu 40 Prozent Aufgaben im offenen Format zu Grunde gelegt. Diese

Relation wurde hier nicht gewählt, da Multiple-Choice-Aufgaben recht einfach zu formulieren und gängige Praxis sind. Daher wurde der Anteil der Fragen im offenen Format stark erweitert.

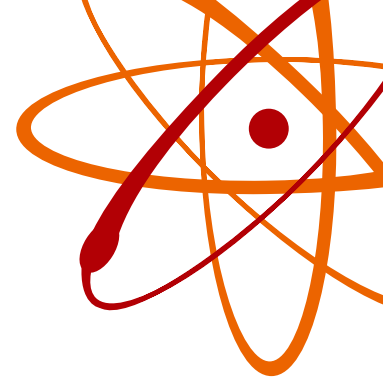
Für jeden Themenkomplex des Bildungsservice werden Fragen entwickelt und den oben genannten Kompetenzstufen zugeordnet. Diese Zuordnungen basieren auf Plausibilitätsannahmen und stellen keinerlei Eichung dar. Es handelt sich vielmehr um Vorschläge, die Lehrkräfte anhand eigener Erfahrungen anpassen können und sollen. Dies betrifft auch den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben und bei manchen Fragen die Anzahl der möglichen Antworten. Im Verlauf der weiteren Arbeit am Bildungsservice ist vorgesehen, die konkreten Rückmeldungen von Lehrkräften in den Fragenkomplexen zu berücksichtigen. Angemerkt sei noch,

1. dass im Test PISA 2000 die 15-Jährigen in Deutschland im Durchschnitt (also über alle Schulformen hinweg) im obersten Feld der Kompetenzstufe II angesiedelt waren. Nur 3,4 Prozent erreichten die Kompetenzstufe V, rund 26 Prozent erreichten nur Kompetenzstufen I (26 Prozent Kompetenzstufe II, 20 Prozent Kompetenzstufe III und 24 Prozent Kompetenzstufe IV).

2. dass nicht alle Aspekte der naturwissenschaftlichen Grundbildung in einem Aufgabenkomplex untergebracht sein können. Dazu sind jeweils mehrere Aufgaben erforderlich.

3. dass die Aufgaben in ihren einzelnen Fragen auch Anforderungen enthalten, die nicht mit dem Material zum Atomausstieg abgedeckt sind. Dies ist bei der Erfassung von Kompetenzen üblich und notwendig, um einen zu engen Bezug zum Curriculum zu vermeiden.

# ANTWORT- MUSTER UND LÖSUNGEN



## FRAGE 1

---

### Absicht der Frage:

Informationen herausuchen, einfaches, im Text enthaltenes Faktenwissen wiedergeben – dies entspricht Kompetenzstufe I.

### Richtige Lösungen

1. Strahlenschäden
2. Unfälle
3. radioaktiver Abfall
4. Nutzung für militärische Zwecke, Bau von Atombomben

Je mehr richtige Antworten (auch in anderer Wortwahl) gegeben werden, desto mehr Punkte erhält die Schülerin bzw. der Schüler.

### Falsche Antworten:

Halbwertszeit, tödliches Risiko, keine Zustimmung bei der Bevölkerung, Klimawandel, keine neuen Arbeitsplätze.

## FRAGE 2

---

### Absicht der Frage:

Es soll geprüft werden, ob naturwissenschaftliche Erkenntnisse dazu genutzt werden können, Erklärungen für einen Kurvenverlauf zu geben und Vorhersagen zu machen. Es handelt sich um eine anwendungsorientierte Aufgabenstellung, bei der physikalisches Fachwissen und mathematisches Wissen zur Geltung kommen. Das entspricht der Kompetenzstufe II.

### Richtige Lösung

1. Angegeben werden sollte, dass der Verlauf der Kurve zeigt, dass sich die Strahlung in den gleichen Zeiträumen jeweils wieder halbiert.

### Falsche Lösung:

Wird anstatt einer Kurve ein linearer Verlauf angegeben, so ist diese Lösung ebenso falsch wie eine Lösung, die auf der y-Achse den Wert null erreicht.

## FRAGE 3

---

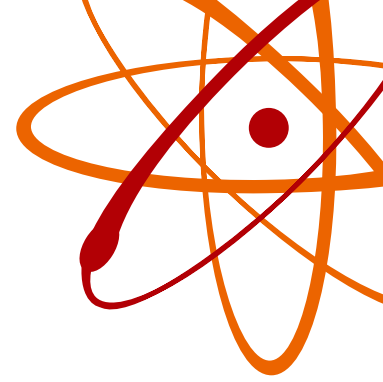
### Absicht der Frage:

Es soll überprüft werden, ob sozialwissenschaftliche Aussagen, die sich auf die Risikowahrnehmung beziehen, systematisch erfasst werden können. Es müssen die beiden Grafiken miteinander verglichen und einfache Schlussfolgerungen (Antwort 1) gezogen werden; es müssen aber auch komplexe Schlüsse gezogen werden, bei denen mehrere Daten des Säulendiagramms miteinander verglichen werden. Dies entspricht der Kompetenzstufe III.

### Richtige Lösungen

- a) Richtig sind die 2., 3., 4. und 5. Antwort.
- b) Richtig sind die 3., 4. und 5. Antwort.

# ANTWORT- MUSTER UND LÖSUNGEN



## FRAGE 4

---

### Absicht der Frage:

Es soll geprüft werden, ob angemessene Argumente für und gegen die Nutzung von Atomenergie vorhanden sind. Dabei sollen naturwissenschaftliche Erkenntnisse zur Stützung der Argumentation genutzt werden. Da argumentiert werden soll, ist eine höhere Kompetenzstufe erforderlich als bei der Benennung von Begriffen und Fakten. Dies entspricht der Kompetenzstufe IV.

### Richtige Lösungsansätze:

#### Contra Ausstieg:

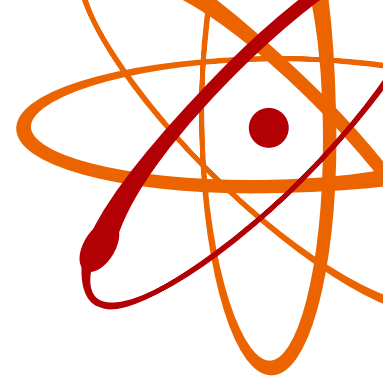
- Atomkraftwerke haben einen hohen Sicherheitsstandard (hier sollten naturwissenschaftlich-technische Fakten genannt werden wie z. B. Notstromsystem, Not- und Nachkühlsystem, Gebäudeabschlusssystem).
- Die Atomkraft wird von Fachleuten weniger gefährlich als viele andere Risiken eingeschätzt (z. B. rauchen, wenig Bewegung, Auto fahren).
- Atomkraft sichert den Energiestandort Deutschland (geringerer Import von Erdöl und Erdgas).
- Brennstoffe aus Atomkraftwerken lassen sich wieder aufbereiten und weiter nutzen (Recycling).
- Nach Schätzungen von Experten reichen die Uranvorräte noch 40 Jahre. Bei einer Wiederaufbereitung des Uranabfalls kann der Vorrat auf 140 Jahre gestreckt werden.
- Es kommen auch andere Brennstoffe infrage (etwa Thorium).
- Soweit die in Deutschland wegfallende Produktion von Atomstrom nicht eingespart oder ersetzt wird, kann es auch zu Importen von Atomstrom kommen.
- Die Abhängigkeit von importiertem Erdöl und Erdgas ist riskant (Krisenregionen der Erde).
- Regenerative Energien können den Bedarf derzeit nicht decken.

#### Pro Ausstieg:

- Uran als Rohstoff für Atomkraftwerke ist ebenso endlich wie z. B. Erdöl.
- Mit Schnellen Brütern lassen sich die Reserven für das Betreiben von Atomkraftwerken zwar vervielfachen, aber der Schnelle Brüter wird sicherheitstechnisch als problematisch eingeschätzt.
- Atomkraftwerke bergen generell das Risiko eines schweren Unfalls, wie er sich 1986 in Tschernobyl ereignete.
- Das Radionuklid Plutonium hat eine Halbwertszeit von 24.000 Jahren. Der Atommüll strahlt über Jahrtausende. Er muss von der Biosphäre vollständig isoliert werden.
- Es ist unklar, ob in Deutschland ein Endlager gebaut werden kann.
- Es ist nicht geklärt, wie die Menschheit ihr Gedächtnis über Endlager und die Behandlung der strahlenden Materialien über Jahrzehntausende sichern kann.
- Die Nutzung der Atomenergie führt immer wieder dazu, dass Nationen die dabei gewonnenen Radionuklide militärisch nutzen. So steigt die Zahl der Länder mit Atomwaffen und damit auch das Risiko eines atomaren Krieges.
- Um 10 Prozent der weltweit aus fossilen Energieträgern gewonnenen Energie aus Atomkraft zu gewinnen, müssten 1.000 neue Atomkraftwerke gebaut werden. 2006 waren weniger als 30 Atomkraftwerke im Bau.
- Der Einsatz der Erneuerbaren Energien hat bis heute allein in Deutschland 120.000 Arbeitsplätze geschaffen.

Wenn die Schülerinnen und Schüler auf sozialwissenschaftliche Aspekte und Risikokonzepte Bezug nehmen, kann dies bei der Bewertung positiv berücksichtigt werden.

# ANTWORT- MUSTER UND LÖSUNGEN



## FRAGE 5

---

### Absicht der Frage:

Hier soll geprüft werden, ob die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Aussagen in ihrem Wert in Bezug auf eine normative Orientierung (Vorsorgeprinzip) systematisch analysieren können. Zudem sollen mehrere Perspektiven (wie in Frage 4) berücksichtigt werden und sie sollen zielgruppenspezifisch argumentieren. Dies entspricht der Kompetenzstufe V.

### Beispiele für richtige Lösungen:

#### Teil a) Ungewissheiten:

Man kann die Wahrscheinlichkeit eines schweren Unfalls berechnen (siehe die entsprechenden Informationen in den Materialien). Ob und wann er eintritt, ist dennoch ungewiss. Die Endlagerung von Atommüll ist bisher nicht sicher. Hier sollte auf die Probleme der Endlagerung in Salzstöcken eingegangen werden (dazu auch Informationen in den Materialien).

Die Halbwertszeit des Radionuklids Plutonium beträgt 24.000 Jahre. Es ist ungewiss, ob das historische Gedächtnis der Menschheit ausreicht, um auch noch in Jahrtausenden zu wissen, wo Endlager sind und wie mit ihnen umzugehen ist.

#### Teil b) Gegenmaßnahmen:

##### *Einfache Antworten*

1. Sicherheit in den Atomkraftwerken erhöhen
2. sicherere Endlagerungsformen für Atommüll suchen
3. Zahl der Atomkraftwerke reduzieren

##### *Komplexe Antworten*

Nach Alternativen suchen

1. Energieverbrauch senken durch effizientere Geräte und Nutzung von Einsparpotenzialen (Stand-by-Betrieb vermeiden, Haushaltsgeräte mit hoher Energieeffizienz nutzen, z. B. Energiesparlampen etc.).
2. Erneuerbare Energien ausbauen:
  - a) Windkraft
  - b) Biomasse
  - c) Geothermie
  - d) Solarenergie
  - e) Wasserkraft
3. Energieeffiziente Kraftwerke auf Basis fossiler Energieträger einsetzen (z. B. Gas- und Dampfkraftwerke, Kraft-Wärme-Kopplung).

In der Bewertung sollten die komplexen Antworten höher bewertet werden als die einfachen Antworten.

#### Teil c):

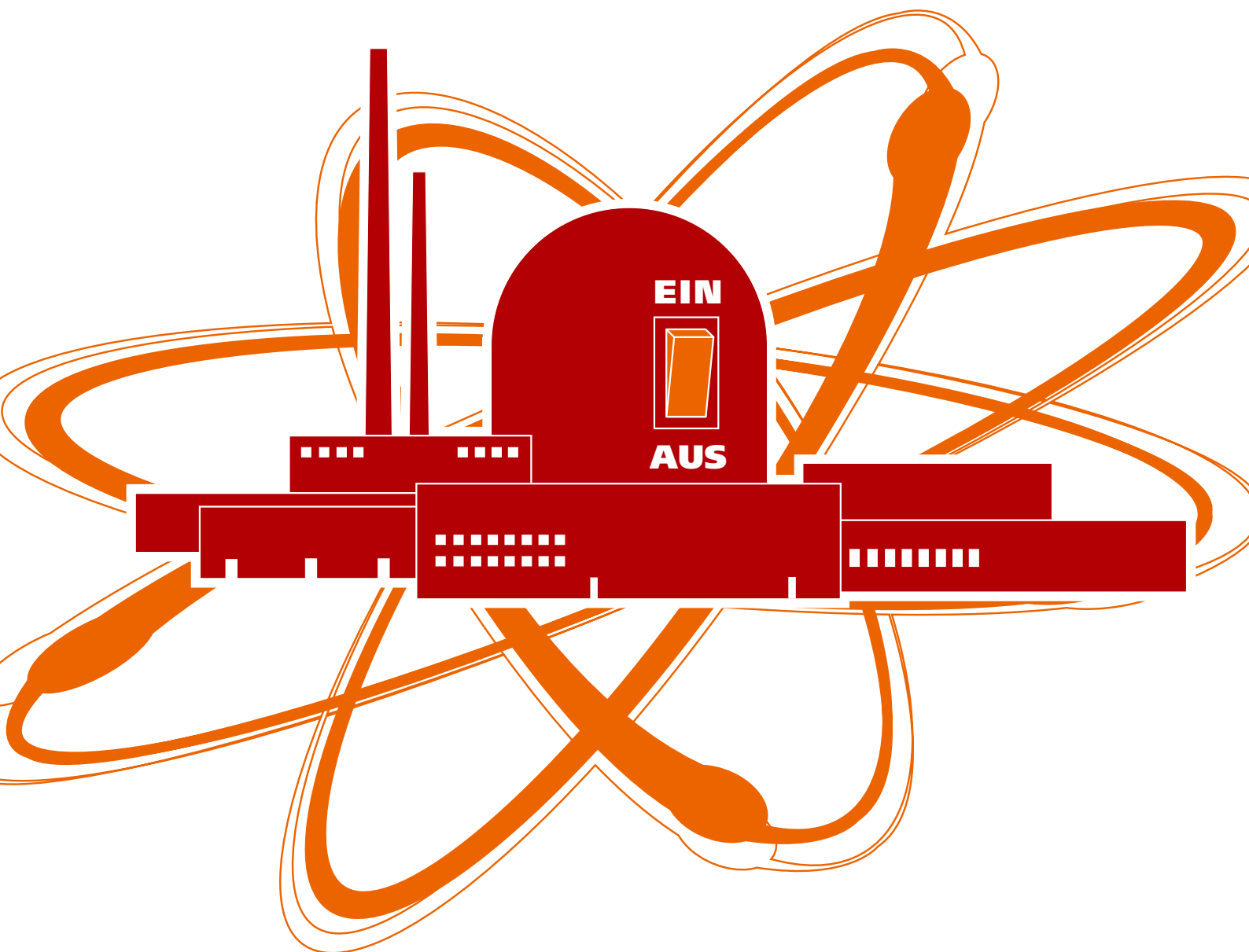
Die Form der Darstellung kann im Rahmen der Präsentation von Lösungsmöglichkeiten an dieser Stelle nicht vorgegeben werden. Dazu sind zu viele Varianten möglich. Bewertungskriterien sind:

1. Verständlichkeit
2. Anschaulichkeit
3. Differenziertheit der Darstellung sowie
4. ansprechende und durchdachte Präsentation

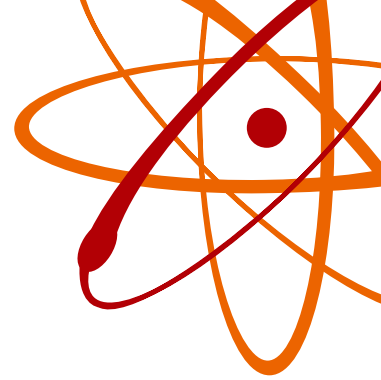


# EINFACH ABSCHALTEN?

FAKTEN UND KONTROVERSE ZUM ATOMAUSSTIEG  
HANDREICHUNG FÜR LEHRKRÄFTE



# INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE



**Hinweis:** Aus Gründen besserer Verständlichkeit für die Schülerinnen und Schüler wird mit einigen Ausnahmen, z. B. bei Auszügen aus offiziellen Dokumenten, im gesamten Material der Terminus „Atomkraft“ bzw. „Atomkraftwerk“ verwendet.

## VORBEMERKUNG ZUM THEMA DES UNTERRICHTSMODULS

Nach Jahren der Euphorie um die friedliche Nutzung der Atomenergie hat spätestens seit der schweren Reaktor-katastrophe in Tschernobyl bei vielen ein Umdenken eingesetzt. Die Risiken eines schweren Unfalls und die nach wie vor ungelösten Fragen der Entsorgung sind die beiden wichtigsten Gründe für die politische Entscheidung, aus der Atomenergie auszusteigen. Neben Staaten wie Belgien, Italien, Niederlande und Schweden hat auch Deutschland beschlossen, in Zukunft auf die Nutzung der Atomkraft zu verzichten. Im Juni 2001 haben Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen deshalb den so genannten Atomkonsens vereinbart. Das Abkommen regelt den geordneten Ausstieg. Allerdings

ist der Atomkonsens umstritten und wird in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Mit den vorliegenden Materialien sollen Schülerinnen und Schüler verstehen lernen, worum es bei der Kontroverse geht. Damit sollen sie die Möglichkeit erhalten, die unterschiedlichen Positionen nachzuvollziehen, die Argumente mit dem ihrem Alter angemessenen naturwissenschaftlichen und technischen Sachverstand zu bewerten, sich selbst eine fachlich fundierte Meinung zu bilden und diese Position in einer Diskussion auch vertreten zu können. Die Bildungsmaterialien bestehen aus einem Set mit Arbeitsblättern, der Handreichung und den Informationen für die Lehrkräfte, dem Einsatzrahmen und den PISA-Aufgaben.

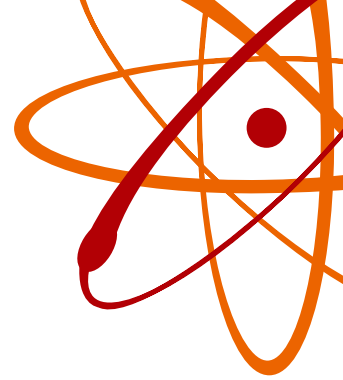
## METHODEN

Handlungs- und problemorientierter fachübergreifender Unterricht, selbsttätiges Lernen in arbeitsteiliger Gruppenarbeit

**Alters-/Klassenstufe:** 8. bis 10. Schuljahr

**Fächer:** Physik, Chemie, Biologie, Politik, Sozialkunde, Religion, Ethik

# INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE



## LEHRPLANANBINDUNG

- Problematik der Nutzung von Atomenergie: Kernspaltung, Kernfusion, Bauprinzipien von Kernreaktoren, Umweltschutz
- Kernspaltung, Entsorgung, Wiederaufbereitung; Kernfusion
- Sicherheit von Kernkraftwerken, Entsorgung, Umweltaspekte
- Verantwortung der Menschen, insbesondere der Wissenschaftler und Politiker bei der Nutzung der Kernenergie
- Kernreaktoren: Aufbau und Wirkungsprinzip eines Reaktortyps/Sicherheits- und Umweltaspekte
- Periodensystem und Atomaufbau
- Atom- und Kernphysik (Atommodell, radioaktive Strahlung und ihre Eigenschaften, Kernumwandlungen)
- Nutzung der Kernenergie (Kernspaltung, Kernfusion)
- Nutzen und Risiken von Kernkraftwerken
- Energieversorgung (Zukunft der Energieversorgung)

## INHALTLICHE LERNZIELE

Mit Hilfe der vorliegenden Materialien sollen die Schülerinnen und Schüler den Sachstand zur Problematik der Nutzung der Atomenergie (Unfälle, Risiken, Auswirkungen, Umweltschäden, radioaktive Abfälle etc.) erfassen. Zudem

lernen sie die Pro- und Contra-Argumente zur Thematik kennen und sollen diese Argumente mit Hilfe des erarbeiteten Hintergrundwissens beurteilen können und ihre Einstellung zur Nutzung der Atomkraft überprüfen.

## LERNZIELE IN BEZUG AUF DIE GESTALTUNGSKOMPETENZ UND SCIENTIFIC LITERACY

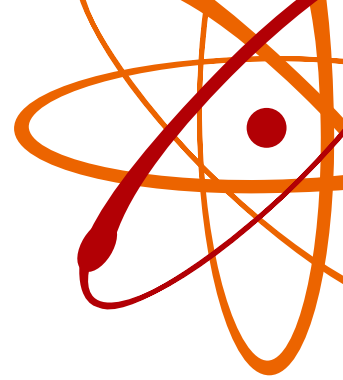
- Die Kompetenz, vorausschauend denken und handeln zu können, d. h. mit Unsicherheit sowie mit Zukunftsprognosen, -erwartungen und -entwürfen im Hinblick auf die Nutzung von friedlicher Atomenergie umgehen und über die Gegenwart hinausgreifen zu können. Durch vorausschauendes Denken und Handeln sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage, mögliche Entwicklungen für die Zukunft – wie etwa die Nutzung von Atomenergie – zu bedenken sowie Chancen und Risiken von aktuellen und künftigen, auch unerwarteten Entwicklungen zu thematisieren. Sie begreifen die Zukunft als offen und mit Hilfe innovativer Technologie als planbar und gestaltbar. Sie können verschiedene Handlungsoptionen aus den gegenwärtigen Zuständen entwickeln (z. B. Einsatz Erneuerbarer Energien).
- Die Kompetenz zum interdisziplinären Arbeiten in einem Projekt. Die Schülerinnen und Schüler lernen natur- und sozialwissenschaftliches Arbeiten, innovatives technisches Wissen und Planungsstrategien sowie fantasiegeleitete Denkweisen zu verbinden. Zum Beispiel können sie komplexe Sachverhalte mit Hilfe integrierter natur- und sozialwissenschaftlicher Analyseverfahren beschreiben. Beziehungen zwischen Nutzung von Atom-

energie, Umweltfolgeschäden und Risikofaktoren können sie darstellen und bewerten. Die Schülerinnen und Schüler können die präsentierte Problemlage – Nutzung der Atomenergie – daraufhin analysieren, welche Fachwissenschaften, Informationspfade und Akteure zu Rate gezogen werden müssen, um das Problem angemessen zu analysieren sowie Gegenmaßnahmen in Gang zu setzen.

- Planungs- und Umsetzungskompetenz bedeutet dann, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, Handlungsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit zu taxieren. Sie lernen Nebenfolgen und Überraschungseffekte einzuplanen und sie entwickeln Aktivitäten, indem sie Handlungskonzepte entwickeln (z. B. Leitfaden pro und contra Argumente).

Die Schülerinnen und Schüler lernen in Bezug auf Scientific literacy ihr naturwissenschaftlich erworbenes Wissen zum Themenkreis Atomenergie anzuwenden. Sie erkennen die naturwissenschaftliche Problemstellung (Pro/Contra/Risiken/Folgen) und ziehen aus diesem erarbeiteten Wissen ihre Schlussfolgerungen, um Entscheidungen verstehen, begründen und sich dann positionieren zu können.

# INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE



## VERLAUFVORSCHLAG

---

### Einstieg (Blatt Einleitung und Infoblatt 1):

Als Einstieg in die Thematik dient der Vergleich der Visionen von einst und der Sachstand der heutigen Diskussion. Hierzu dienen ein Textauszug aus dem Band „Visionen 1900 – 2000 – 2100“ und ein Interview mit Bundesumweltminister Gabriel. Die Schülerinnen und Schüler notieren, was ihnen spontan zum Thema Atomkraft und Atomkraftwerke einfällt. Danach erarbeiten sie sich einen Überblick über die Positionen von damals und heute. Anschließend definieren sie ihre eigene Position für die anschließende Diskussion und

überlegen sich Argumente. Die Schülerinnen und Schüler diskutieren nun kontrovers über Atomenergienutzung und über den Ausstieg. Das Meinungsbild in der Klasse wird auf einer Folie oder einem Flipchart und später auf einem Poster für die Wandzeitung festgehalten. In einer zusätzlichen Aufgabe können sie sich einen Überblick über den aktuellen Stand in Bezug auf Zahl, Standort und Nutzung von Atomkraftwerken in Deutschland verschaffen.

## 1. ARBEITSPHASE

---

### Arbeitsteilige Gruppenarbeit/Vorbereitung Hearing Arbeitsblätter 1 bis 5, Infoblatt „Internet-Recherche“ und Infoblatt 2

Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich in arbeitsteiliger Gruppenarbeit mit den einzelnen Pro und Contra Argumenten zum Atomausstieg. Für jedes Thema und die jeweiligen Pro-/Contra -Argumente werden Zweier- oder Dreier-Teams gebildet. Es ergeben sich für die fünf Themen (Stromversorgung, Klimaschutz, Rohstoffe und Vorräte, Sicherheit sowie Abfall und Entsorgung) somit 10 Teams. Jedes Team erhält das Arbeitsblatt mit seinem Thema und kümmert sich um das zugewiesene oder ausgewählte Pro- und Contra-Argu-

ment anhand der Informationen auf dem Arbeitsblatt, der zugehörigen Internetrecherche, der Informationsblätter und weiterer möglicher Recherchen (entsprechende Kapitel im Physik- und Chemieschulbuch, Zeitung, Mailkontakt etc.). Dabei informieren sich die Schülerinnen und Schüler gleichzeitig zu den einzelnen Themen, sammeln Argumente/Informationen für ihre Argumentation und stellen ihre Position auf. Dies kann auch in Form einer Wochenhausaufgabe geschehen.

## 2. ARBEITSPHASE

---

### Weitere Aspekte der Nutzung der Atomenergie Arbeitsblätter 6 bis 9

Diese Arbeitsblätter vertiefen ausgewählte Aspekte der Nutzung der Atomenergie. „Was bist du für ein Risikotyp?“, „Risikofaktor Mensch“, „Der Unfall von Tschernobyl“, „Was machen die Anderen?“ beleuchten

die Themen Risiko, Unfallfolgen, die Situation weltweit und Sicherheit. Die Arbeitsblätter dienen als Ergänzung zur Vorbereitung des Hearings.

## 3. ARBEITSPHASE

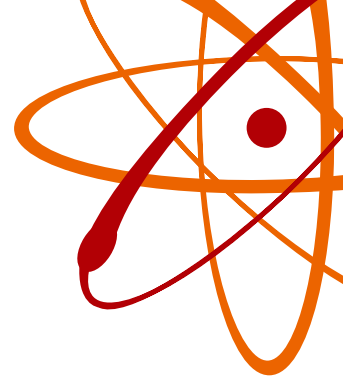
---

### Hearing

Nach der Bearbeitung der Arbeitsblätter wird ein Hearing angesetzt. Die Lehrkraft übernimmt die Moderation. Zu jedem Thema trägt ein Mitglied des Teams wechselseitig das jeweilige Argument vor. Die Klasse

hört die wechselseitige Argumentation und stellt gegebenenfalls Zwischenfragen. Jedes Team versucht sein Argument überzeugend, mit sachlichen Informationen versehen, vorzutragen.

# INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE



## EXKURS: „RISIKOBEWERTUNG“

### Arbeitsblätter 6 und 7, Anhang „Risikokonzepte“

Die Arbeitsblätter 6 und 7 behandeln den Aspekt „Risiko“. Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich mit dem Thema „Risikobewertung“. Sie erhalten hierzu einen Fragebogen (Blatt 6). Auf Blatt 7 wird der „Risikofaktor Mensch“ und damit der Aspekt des menschlichen Versagens beim Tschernobyl-Unfall hervorgehoben. Die Auswertung des Fragebogens kann für die Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit folgenden Themen genutzt werden: Was ist Risiko? Welche Risikokonzepte existieren? Wie kann man Risiken bewerten? Die Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit diesen Fragestellungen und der Auswertung des Fragebogens soll zu folgenden Lernzielen führen:

- Reflexion der eigenen Kriterien bei der Einschätzung von Risiken
- Kenntnis von Konzepten (und damit verbundenen Wahrnehmungen) zur Einschätzung von Risiken
- Verständnis des Einflusses verschiedener Risikowahrnehmungen auf das Konfliktpotenzial gesellschaftlicher Kontroversen
- Selbstreflexion der Schülerinnen und Schüler.

### Hinweis

Die Auswertung des Fragebogens sollte unter dem Gesichtspunkt erfolgen, welche der aufgeführten Risiken eher als problematisch, welche eher als weniger problematisch empfunden werden. Wie begründen die Schülerinnen und Schüler ihre Einschätzung? Gibt es in der Klasse signifikante Unterschiede in der Beurteilung der aufgeführten Risiken? An welchen Kriterien lassen sich die möglichen Unterschiede festmachen? Gibt es Unterschiede in der Beurteilung der Risiken zwischen den Schülerinnen bzw. den Schülern?

Was ist die Folge unterschiedlicher Beurteilung von Risiken, z. B. in demokratischen Entscheidungsprozessen? Ein Teil der Bevölkerung muss unfreiwillig Risiken eingehen. Was fallen den Schülerinnen und Schülern für Reaktionen ein, wenn sie sich in diese Situation versetzen, z. B. anhand eines Beispiels aus dem Fragebogen? Welche Handlungsmöglichkeiten bestehen? Hier können sich auch Bezüge zum gesellschaftlichen und politischen Engagement, aber auch zur Berufswahl ergeben. Welche Möglichkeiten gibt es, Risikoentscheidungen besser zu kommunizieren (Transparenz, keine Informationen zurückhalten, die anderen Risikowahrnehmungen kennen und ernst nehmen ...).

## TRANSFERPHASE

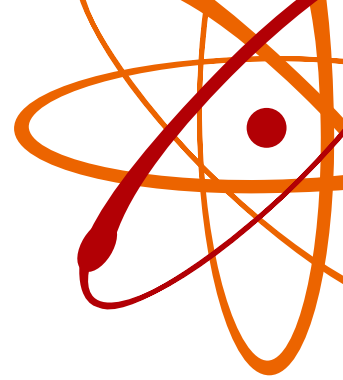
Als Transferleistung wird die Diskussion, das Meinungsbild vom Anfang der Einheit wieder aufgegriffen. Die Schülerinnen und Schüler stellen ihre Positionen mit Hilfe des neu erworbenen Hintergrundwissens erneut auf und diskutieren ihre Argumente. Ein neues Meinungsbild wird erhoben und mit dem ersten verglichen.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen in Gruppenarbeit eine kleine Infobroschüre unter dem Motto „Die wichtigsten Pro- und Contra-Argumente zum Atomausstieg – verständlich dargestellt für Schülerinnen und Schüler“. Hier greifen sie auf ihr erworbenes Wissen zurück und führen mit eigenen Worten Argumente für und gegen einen Atomausstieg an.

### Materialien:

Einleitung und Arbeitsblätter 1 bis 9  
Infoblätter 1 bis 2 und Infoblatt „Internet-Recherche“  
Informationen für Lehrkräfte

# INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE



## LÖSUNGEN UND HINWEISE ZU DEN AUFGABEN AUF DEN ARBEITSBLÄTTERN

### → Zu den Arbeitsblättern 1 bis 5: Die Kontroverse

Die Diskussion ist ergebnisoffen, es geht vor allem darum, dass die Schülerinnen und Schüler ihre eigene Position fachlich fundiert begründen können sowie die Gegenmeinung kennen, verstehen und dagegen argumentieren lernen. Weiterführende Informationen finden sich auf dem Infoblatt „Internet-Recherche“.

#### Hinweis:

Anlagen sind gegen bestimmte, definierte Störfälle ausgelegt. Im Genehmigungsverfahren wurde nachgewiesen, dass bei Eintritt dieses Störfalles die (gegenüber dem Normalbetrieb) erhöhten Werte für die Abgabe von Radioaktivität nicht überschritten werden. Dies nennt man einen „Auslegungsstörfall“. Ein Flugzeugabsturz ist kein Auslegungsstörfall. Themen wie „Sabotage“ von bzw. „Terroristischer Angriff“ auf Atomreaktoren sowie die „Dual-Use-Problematik“ der Atomkraft zwischen ziviler und militärischer Nutzung könnten für die Diskussion zusätzlich zu den behandelten Themen angesprochen werden.

### → Zu Arbeitsblatt 6: „Was bist du für ein Risikotyp?“

Hier gibt es in dem Sinne keine richtige Lösung für die Aufgaben. Die Schülerinnen und Schüler sollten verstehen, dass Risikowahrnehmungen im höchsten Maße subjektiv sind, dass es manchmal schwer ist, seine eigene Risikowahrnehmung zu artikulieren, weil sie „sozial nicht erwünscht ist“, weil es „uncool“ ist oder „nicht angesagt“. Deshalb ist es von besonderer Bedeutung zu reflektieren, was passiert, wenn die eigene Risikowahrnehmung keine Rolle spielt und man einfach überstimmt wird. Gefühle wie Wut oder Ohnmacht kommen möglicherweise auf. Wie kann man reagieren? Welche Handlungsmöglichkeiten ergeben sich in solchen Situationen? Und gibt es Möglichkeiten, Risikoentscheidungen, z. B. in demokratischen Prozessen, so zu kommunizieren, dass sie von den „Überstimmt“ besser akzeptiert werden können: z. B. die anderen Wahrnehmungen kennen und ernst nehmen, keine Informationen zurückhalten/Transparenz etc.?

### → Zu Arbeitsblatt 7: Risikofaktor Mensch

1. Übermüdung der Techniker, falsch geplantes Experiment, Fehleinschätzungen der verantwortlichen Techniker, technisches Versagen

2. Unfallursachen im Flugverkehr:

Fehler der Flugcrew (56%), Technisches Versagen (17%), Wetter (13%), Wartungsfehler (4%), Fehler der Bodencrew/Tower (4%), Sonstiges (6%)

Die Zahlen zeigen, dass der menschliche Aspekt bei den Unfällen dominiert. Quelle: *Boeing (2005)*

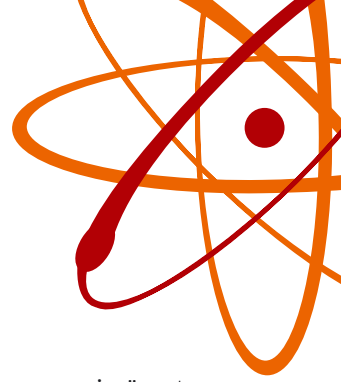
#### Hinweis:

Lassen Sie Ihre Schülerinnen und Schüler überlegen und diskutieren, welche möglichen Schlussfolgerungen aus den aufgeführten Unfallursachen zu ziehen sind. Hat das Konsequenzen für das eigene Verhalten? Wie könnte man die menschlichen Fehlerquellen minimieren? Eine noch bessere und umfassendere Ausbildung? Noch mehr Technik, die den Menschen noch besser kontrolliert? Es können sich hier zahlreiche Gesichtspunkte für eine interessante Diskussion ergeben.

### → Zu Arbeitsblatt 8: Der Unfall von Tschernobyl

1. Die Vorsichtsmaßnahmen wurden empfohlen, um die Belastung der Bevölkerung mit Radionukliden der Reaktorwolke zu minimieren. Die Belastung setzt sich zusammen aus einer möglichen Aufnahme strahlender Partikel mit der Nahrung (Frischmilch, Gemüse) und der möglichen Kontamination durch Inhalation bzw. Kontakt im Freien (Regen, Wäsche, Kleinkinder im Sand). Von besonderer Bedeutung war es, Säuglinge, Kleinkinder und Heranwachsende vor der Kontamination mit strahlenden Stoffen zu schützen, da sie am ehesten gesundheitlich gefährdet waren. Insgesamt zielten die Vorsichtsmaßnahmen darauf ab, die gesamte Bevölkerung während der ersten Tage nach dem Reaktorunfall vor dem Fallout der Wolke zu schützen, zum einen durch die Warnung vor dem Verzehr möglicherweise belasteter Lebensmittel (Inkorporation), zum anderen durch den Hinweis, sich auch physisch vor dem Kontakt mit möglicherweise radioaktivem Staub oder Niederschlag zu schützen. Mit zunehmender Zeitdauer verminderte sich die atmosphärische und oberflächliche radioaktive Belastung, während die Akkumulation radioaktiver Substanzen in biologischen Systemen durch Speicherung und Anreicherung, wie z. B. in Wildbret und in Wildpilzen, in den Jahren nach dem Unfall drastisch zunahm. Als Folge davon wurde für viele Jahre vom Verzehr dieser Nahrungsmittel abgeraten. Selbst heute, mehr als 20 Jahre später, sind immer noch erhöhte Messwerte, v. a. in Wildpilzen, bestimmbar.

# INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE



## 2. a) Stichworte hierzu sind:

akute Strahlenschäden (Strahlenkrankheit), Krebs- und Tumorerkrankungen, genetische Schäden, Schädigungen der Embryonalentwicklung.

## 2. b) Stichworte hierzu sind:

Verwirrung und Besorgnis der Bevölkerung, widersprüchliche Meldungen und Ratschläge von Experten, Angst vor genetischen Schäden und Schädigungen bei Schwangeren.

Das Bundesamt für Strahlenschutz hat anlässlich des 20. Jahrestags der Reaktorkatastrophe eine Broschüre - „Tschernobyl - 20 Jahre danach“ - zur Folgen und Konsequenzen des Unfalls veröffentlicht. Sie ist beim Bundesamt, Willy-Brandt-Str. 5 in 38226 Salzgitter erhältlich. Sie können diese Broschüre aber auch von den Internetseiten des BfS herunterladen. <http://www.bfs.de> im Bereich Druckerzeugnisse > Broschüren.

### → Zu Arbeitsblatt 9: Was machen die Anderen?

**1. Die Gründe:** Nutzung ist zu gefährlich, Fragen der Entsorgung sind ungeklärt, Bevölkerung überwiegend gegen Atomkraft eingestellt, deshalb wurde Ausstieg beschlossen (Deutschland, Italien); rasch steigender Energiebedarf durch wirtschaftliches Wachstum und hohes Bevölkerungswachstum (China, Indien); Stromversorgung zu

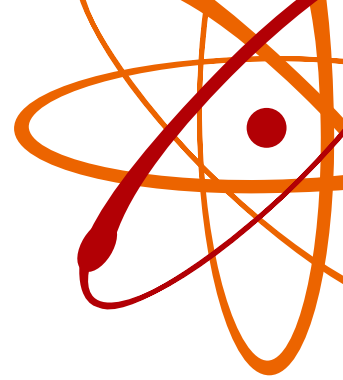
75 Prozent durch Atomkraft, Bevölkerung wenig ängstlich in Bezug auf die Nutzung, politisch ist die Atomenergie wenig umstritten, Atomstrom wird in andere Länder exportiert (Frankreich); der Einsatz von energieintensiven Industrien (Holz und Papier) verlangt viel elektrische Energie, Anstrengungen zur Einschränkung von Treibhausgasemissionen im Sinne des Kyoto-Protokolls (Finnland); die Nutzung der Atomenergie ist viel zu teuer (Türkei).

Die Schülerinnen und Schüler finden hierzu Informationen im Internet unter <http://www.kernbrennstoff.de> > Zahlen & Fakten > Ausstieg – Fiktion und Wirklichkeit oder mit Hilfe einer Suchmaschine ([www.google.de](http://www.google.de) bzw. [www.yahoo.de](http://www.yahoo.de)) unter dem Suchbegriff des jeweiligen Landes, z. B.: „Italien+Atomkraft“.

## 2. Die wichtigsten Rahmendaten der ausgewählten Länder:

Informationen finden sich im Lexikon, dem Fischer Weltalmanach und im Internet unter <http://www.wkk-ev.de/inhalte/downloads/argumente-laufzeiten.pdf>  
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>  
<http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/>

# INFORMATIONEN FÜR LEHRKRÄFTE



## RISIKOKONZEPTE

### Unterrichtsziele

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren ihre eigenen Kriterien bei der Einschätzung von Risiken, sie erhalten Kenntnis von Konzepten (und damit verbundenen Wahrnehmungen) zur Einschätzung von Risiken und lernen den Einfluss verschiedener Risikowahrnehmungen auf das Konfliktpotenzial gesellschaftlicher Kontroversen kennen. Im Anschluss sollen die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Kriterien der Risikowahrnehmung mit Hilfe des Fragebogens reflektieren, der auf folgende Kriterien abzielt:

- Freiwilligkeit versus Unfreiwilligkeit
- Nutzen-Risiko-Abwägung
- Kontrollierbarkeit versus Unkontrollierbarkeit (durch einen selbst)

Die Ergebnisse werden im Klassenverband quantitativ ausgewertet (Wo sind die meisten Kreuze?) und diskutiert. Dabei sollen die Kriterien, welche die Risikowahrnehmung beeinflussen, herausgearbeitet und z. B. an der Tafel festgehalten werden.

### Risiko – was ist das eigentlich?

Der Begriff Risiko ist nicht fest definiert. Gängige Formeln sind zum Beispiel:

- Ein Risiko ist eine potenzielle Gefährdung, die durch menschliches Handeln oder Unterlassung entsteht, oder
- Risiko ist die erwartete Schadenshöhe multipliziert mit der Eintrittswahrscheinlichkeit

Auch wenn Erfahrungswerte oder wissenschaftliche Erkenntnisse etwas über die Höhe und die Eintrittswahrscheinlichkeit von möglichen Schäden aussagen – das Risikoempfinden der Menschen muss dem nicht folgen. Deswegen werden zwei Risikokonzepte unterschieden:

1. Das objektive Risikokonzept orientiert sich an messbaren und aus Erfahrung gewonnenen Daten. Insbesondere Versicherungen haben diese Sichtweise auf Risiken, die Wissenschaft arbeitet mit ihr und die Politik braucht sie als Entscheidungshilfe. Ein gutes Beispiel: Statistisch gesehen steigert man sein Risiko Krebs zu bekommen durch Rauchen erheblich. Aus dieser Perspektive ist es praktisch egal, ob man neben einem AKW wohnt. Die persönliche Einschätzung sieht dagegen oft ganz anders aus.

2. Demgegenüber steht das subjektive Risikokonzept. Auch dieses orientiert sich an Wahrscheinlichkeiten – aber nicht ausschließlich. Ein Risiko wird zum Beispiel dann eher akzeptiert – und subjektiv als kleiner empfunden –, wenn es freiwillig eingegangen wird (Rauchen contra eventuelle Strahlung) und wenn es – zumindest scheinbar – der eigenen Kontrolle unterliegt (Auto contra Flugzeuge), wenn mögliche Schäden reparabel und eben nicht unwiderruflich sind – wie im Fall einer massiven Verstrahlung über mehrere hunderttausend Jahre durch eine atomare Katastrophe oder des noch ungelösten Problems der Endlagerung radioaktiven Abfalls. Die unterschiedliche Wahrnehmung von Risiken führt also zu unterschiedlichen Bewertungen. Die Folge können erheblich voneinander abweichende Einschätzungen der Höhe von Risiken sein:

### Risiko-Rangeinschätzung bei Mitgliedern einer Frauenbewegung, bei Studenten und bei Experten in den USA (dem größten Risiko wird Rang 1 zugeordnet):

Faktor	Experten	Mitglieder einer Frauenbewegung	Studenten
Autofahren	1	2	5
Rauchen	2	4	3
Schwimmen	10	19	20
Kernkraft	20	1	1

Rapoport, Anatol (1989), „Risiko und Sicherheit in der heutigen Gesellschaft: Die subjektiven Aspekte des Risikobegriffs“. In: Leviathan, Jg. 16, S. 133.

Das subjektive Konzept kann wie das objektive keine zuverlässigen Vorhersagen treffen. Dafür mobilisiert es aber all jene, die von einer Entscheidung und ihren möglicherweise negativen Folgen mit betroffen sind, ohne vor einer Entscheidung überzeugt oder auch nur gefragt worden zu sein. Was ein Teil der Gesellschaft nach Abwägungsprozessen und politischen Entscheidungen bereit ist, an Risiko in Kauf zu nehmen, nehmen sie als Gefahr wahr, die ihnen zugemutet wird. Das subjektive Risikoempfinden kann die Anwohner eines Kernkraftwerks sensibler für hypothetische Risiken machen. Das objektive Konzept dagegen könnte dazu verleiten, sich zu lange in falscher Sicherheit zu wiegen.

nach: [www.biosicherheit.de/pdf/schule/risiko\\_was\\_ist\\_ein\\_risiko.pdf](http://www.biosicherheit.de/pdf/schule/risiko_was_ist_ein_risiko.pdf) (gekürzt und verändert)



# KOMPETENT FÜR DIE ZUKUNFT - GESTALTUNGS-KOMPETENZEN ERWERBEN



Ziel modernen Lernens ist es, die Gesellschaft und das eigene Leben reflektiert, gut begründet, selbstbestimmt mit anderen gemeinsam gestalten zu können. Die Schule muss damit mehr leisten, als den Schülerinnen und Schülern beizubringen, in der Schule auf Anforderungen und im künftigen Leben auf Veränderungen bloß zu reagieren. Der Unterricht muss dazu dienen, Kompetenzen nicht nur für die Bewältigung der Zukunft, sondern auch für die selbsttätige Gestaltung der Zukunft zu erwerben. Fundamental ist daher der Erwerb von Kompetenzen, die sich nicht allein für die Bewältigung und selbstbestimmte Strukturierung des Alltags, sondern für die Gestaltung des Lebens in der Welt von morgen eignen.

Es verwundert daher nicht, dass die Themen Erneuerbare Energien, Biologische Vielfalt, Umwelt und Gesundheit, Wasser, die Nutzung von natürlichen Räumen, Abfälle und Wertstoffe sich als Unterrichtsgegenstände in modernen Lehr- und Rahmenplänen finden. Es sind wichtige Themen des heutigen Alltags und für die Gestaltung einer global lebenswerten Zukunft von zentraler Bedeutung.

Reicht es aber aus, die genannten Themen nur auf die Studententafel zu setzen? Welcher Anspruch wird an das Resultat des Lernens gestellt? Um dieses genauer zu klären, ist es sinnvoll, sich mit den Kompetenzen für die Gestaltung dieser Zukunft zu befassen. Nach einer Definition von F. E. Weinert bezeichnen Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen (der willentlichen Steuerung von Handlungsabsichten und Handlungen unterliegenden) und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können. Kompetenzen sind damit in erster Linie Handlungsbefähigungen, nicht ein abstraktes Schulwissen. Die Fähigkeit, Probleme lösen zu können wird dabei in engem Zusammenhang mit Normen, Wertvorstellungen, der Handlungsbereitschaft und – selbstverständlich – dem verfügbaren Wissen gesehen. Als Handlungsbefähigungen sind Kompetenzen an spezifische Gegenstände, Inhalte, Wissens- und Fähigkeitsbereiche gebunden.

Kompetenzorientierte Bildungskonzepte sind am Output orientiert, während konventionelle Lehrpläne und didaktische Ansätze am Input orientiert sind: Letztere stellen die Frage, mit welchen Gegenständen sich die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sollen. Der Output-Ansatz hingegen fragt, über welche Problemlösungsstrategien, Handlungskonzepte und -fähigkeiten sie verfügen sollten. Erst von dort her bestimmt sich der Lerngegenstand. Er kann in gewissen Maßen abhängig gemacht werden von den Vorkenntnissen, Motivationen, lokalen wie individuellen Alltagsbezügen von Schülerinnen und Schülern – und damit das Sachinteresse der Lernenden ebenso steigern wie einen Kompetenzerwerb, der nicht in der Anhäufung von „trägem Wissen“ (Weinert) mündet.

Über welche Fähigkeiten und Fertigkeiten, sozialen und kulturellen Orientierungen sollen Kinder und Jugendliche zur Bewältigung und Gestaltung ihrer Zukunft verfügen? Welches Wissen sollen sie gemeinsam teilen? Diese Fragen leiten die Suche nach Unterrichtsinhalten, wenn von den Kompetenzen her gedacht wird. Der unter dieser Prämisse denkbare Katalog ist außerordentlich groß. Dennoch lassen sich einige wenige übergreifende Bildungsziele ausmachen, die bei Auswahl von Lerngegenständen helfen. In einer für die OECD verfassten Studie werden die Menschenrechte, das Ziel, eine gelebte Demokratie praktizieren zu können und den Kriterien für eine nachhaltige soziale, ökonomische und ökologische Entwicklung folgen zu können, genannt. Das Verfolgen der Menschenrechte, im Rahmen demokratischer Strukturen und im Sinne nachhaltiger Entwicklung zu handeln, bezeichnet drei übergreifende Bildungsziele, die für die Bestimmung von Kompetenzen Leitlinien bilden. Diese Aussagen sind von einigem Gewicht. Denn schließlich zeichnet die OECD auch verantwortlich für die PISA-Studien; und 2006 werden die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in den Naturwissenschaften erhoben.

Die Kompetenzen, über die Kinder und Jugendliche verfügen sollten, um im Sinne der nachhaltigen Entwicklung handeln zu können, werden unter dem Begriff „Gestaltungskompetenz“ zusammengefasst. Mit Gestaltungskompetenz wird die Fähigkeit bezeichnet, Probleme nicht nachhaltiger Entwicklung zu erkennen und

# KOMPETENT FÜR DIE ZUKUNFT – GESTALTUNGS-KOMPETENZEN ERWERBEN



Wissen über nachhaltige Entwicklung anwenden zu können. Das heißt, aus Gegenwartsanalysen und Zukunftsstudien Schlussfolgerungen über ökologische, ökonomische und soziale Entwicklungen in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit ziehen und darauf basierende Entscheidungen treffen, verstehen und umzusetzen zu können, mit denen sich nachhaltige Entwicklungsprozesse verwirklichen lassen.

Diese allgemeine Beschreibung von Gestaltungskompetenz weist enge Bezüge zur Definition von „Scientific literacy“ auf, wie sie den PISA-Studien zu Grunde liegen – auch der des Jahres 2006, in dem die Kompetenzen der Jugendlichen im Bereich Naturwissenschaften erhoben werden. Sie lautet: „Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific literacy) ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“ In beiden Kompetenzdefinitionen geht es um Erkenntnisse, Wissen, das Verstehen von Phänomenen und Handlungen sowie um Entscheidungen, welche die Umwelt betreffen. Gestaltungskompetenz konzentriert sich darüber hinaus speziell auf Problemlösungsfähigkeiten und auf die Fähigkeit, aktiv und zukunftsorientiert handeln zu können.

Die Gestaltungskompetenz umfasst insgesamt acht Teilkompetenzen. Stellt man diese in den Zusammenhang mit (natur-)wissenschaftlichen und technischen Erkenntnissen und Problemen, wie sie in dem großen Paket der hier vorliegenden Materialien vorgestellt werden, dann ergibt sich folgendes Bild:

**1. Die Kompetenz vorausschauend zu denken**, mit Unsicherheit sowie mit Zukunftsprognosen, -erwartungen und -entwürfen – zum Beispiel hinsichtlich der künftigen Nutzung erneuerbarer Energie – umgehen zu können, bezeichnet die Teilkompetenz, über die Gegenwart hinausgreifen zu können. Entscheidend ist es, die Zukunft als offen und mit Hilfe innovativer Technologie gestaltbar begreifen zu können und aus dieser Haltung heraus verschiedene Handlungsoptionen aus gegen-

wärtigen Zuständen heraus zu entwickeln. Durch vorausschauendes Denken und Handeln können mögliche Entwicklungen für die Zukunft – wie etwa der Klimawandel – bedacht sowie Chancen und Risiken von aktuellen und künftigen, auch unerwarteten Entwicklungen thematisiert werden. Das bedeutet auf der Ebene der Lernziele:

- Die Schülerinnen und Schüler sind mit verschiedenen Methoden der Zukunftsforschung zur (nicht) nachhaltigen Entwicklung vertraut (z. B. Energieszenarien; Prognosen zur Reduktion der Arten). Sie können die Methoden in Gruppenarbeit anwenden. Sie können die Stärken und Schwächen der Methoden beurteilen und darstellen.
- Die Schülerinnen und Schüler können für im Unterricht bis dato nicht behandelte Problemfelder der Umweltveränderungen und Anwendungsgebiete von Umwelttechnik die verschiedenen Methoden der Zukunftsforschung sachangemessen auswählen.
- Die Schülerinnen und Schüler können die wesentlichen Aussagen verschiedener Zukunftsszenarien und -prognosen, zum Beispiel zum Klimawandel, insbesondere in Hinblick auf Umweltrisiken, Armut und globale nicht nachhaltige Wirtschaftsentwicklungen wiedergeben. Sie sind mit daran geknüpften Handlungsempfehlungen und -strategien so weit vertraut, dass sie diese in ihren Argumentationssträngen wiedergeben können.
- Die Schülerinnen und Schüler können auf der Basis von ihnen zur Verfügung gestellten Materialien und Informationspfaden über nicht nachhaltige oder problematische Entwicklungen – etwa im Hinblick auf den Landschaftsverbrauch durch Siedlungsmaßnahmen – in Projekten gemeinsam positive Szenarien technischer, sozialer, ökologischer und ökonomischer Veränderungen entwerfen, visualisieren und ebenso sachlogisch wie auf der Basis von Wertentscheidungen und Fantasieanteilen in Wort und Bild darstellen.

**2. Die Kompetenz interdisziplinär zu arbeiten.** Problemfelder nicht nachhaltiger Entwicklung und Perspektiven zukunftsfähiger Veränderungen sind heute

# KOMPETENT FÜR DIE ZUKUNFT - GESTALTUNGS-KOMPETENZEN ERWERBEN



nicht mehr aus einer Fachwissenschaft oder mit einfachen Handlungsstrategien zu bewältigen. Sie lassen sich nur noch durch die Zusammenarbeit vieler Fachwissenschaften, unterschiedlicher kultureller Traditionen und ästhetischer wie kognitiver und anderer Herangehensweisen bearbeiten. Für das Erkennen und Verstehen von Systemzusammenhängen und einen angemessenen Umgang mit Komplexität ist die Herausbildung entsprechender Fähigkeiten unverzichtbar. Sie werden durch die problemorientierte Verknüpfung von Natur- und Sozialwissenschaften, innovativem technischem Wissen und Planungsstrategien sowie fantasiegeleiteten Denkweisen und innovativen Zugangsmöglichkeiten gefördert. Das setzt interdisziplinäres, fächerübergreifendes Lernen voraus. Folgende Lernziele lassen sich daraus gewinnen:

- Die Schülerinnen und Schüler können komplexe Sachverhalte mithilfe integrierter natur und sozialwissenschaftlicher Analyseverfahren beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler können Problemlagen nicht nachhaltiger Entwicklung – zum Beispiel die Reduktion der Biodiversität – unter Zuhilfenahme von Kreativmethoden, normativen Vorgaben und persönlichen Wertentscheidungen sowie forschendem Lernen so bearbeiten, dass sie in Modelle nachhaltiger Entwicklung – dargestellt zum Beispiel anhand von Biosphärenreservaten – überführt werden.
- Die Schülerinnen und Schüler können ihnen präsentierte Problemlagen – etwa die Gefährdung des Süßwassers durch den Eintrag von Umweltgiften – daraufhin analysieren, welche Fachwissenschaften, Informationspfade und Akteure zurate gezogen werden müssen, um das Problem angemessen analysieren sowie Gegenmaßnahmen in Gang setzen zu können.

### 3. Die Kompetenz zu weltoffener Wahrnehmung, transkultureller Verständigung und Kooperation.

Gestaltungskompetenz impliziert die Fähigkeit, Phänomene in ihrem weltweiten Bindungs- und Wirkungszusammenhang erfassen und lokalisieren zu können. Diese Teilkompetenz zielt auf kontext- und horizontweiternde Wahrnehmungen. Weil ein regionales oder nationales

Gesichtsfeld zu eng ist, um Orientierung in einer komplexen Weltgesellschaft zu ermöglichen, müssen Wahrnehmungs- und Beurteilungshorizonte in Richtung auf eine globale Anschauungsweise hin überschritten werden. So ist etwa eine mitteleuropäische Sicht auf die Süßwasservorräte und -nutzung ganz anders gelagert als die Sicht von Nationen und Völkern in ariden oder auch semiariden Gebieten. Dies bedeutet für die Lernzielebene:

- Die Schülerinnen und Schüler können Beziehungen zwischen globalen Klimaveränderungen, Ressourcenverbräuchen, Schadstoffeinträgen, Wirtschaftsverflechtungen und der sozialen Lage in Entwicklungsländern auf der einen sowie den nationalen Schadstoffeinträgen und Ressourcenverbräuchen auf der anderen Seite darstellen.
- Die Schülerinnen und Schüler zeigen sich in der Lage, sich selbsttätig mit Ansichten und Argumentationen anderer Kulturen in Hinblick auf einzelne Aspekte der Nachhaltigkeit vertraut zu machen und diese Ansichten sowie Argumentationen in ihren Argumentationen, Darstellungen und Bewertungen von Sachverhalten zu würdigen und zu nutzen. Was bedeutet es zum Beispiel, alte Autos und Altkleider nach Afrika zu exportieren?
- Sie sind ferner in der Lage an Beispielen darzustellen, welche Auswirkungen das eigene Handeln sowie das ihrer Umgebung (Schule; Region) auf Ressourcenverbräuche, Schadstoffeinträge und die Verteilungsgerechtigkeit überregional und über längere Zeiträume hinweg hat. Sie können darauf ein Konzept zur Stoffstromrechnung anwenden.
- Die Schülerinnen und Schüler sind mit Verfahren der Präsentation und Bearbeitung vertraut, in denen unterschiedliche Interessenlagen und Probleme aus der Perspektive unterschiedlicher Kulturen und Sinnbezüge zum Ausdruck kommen. Welche Argumentationen werden von so genannten Entwicklungsländern vorgebracht, wenn sie aufgefordert werden, in Umweltechnologie zu investieren oder Schadstoffemissionen zu reduzieren? Die Schülerinnen und Schüler können in diesem Zusammenhang einen Perspektivwechsel vollziehen, wichtige Punkte in den Perspektiven aus unterschiedlichen Kulturen erkennen, diese würdigen und verständigungsorientiert nutzen.

# KOMPETENT FÜR DIE ZUKUNFT – GESTALTUNGS-KOMPETENZEN ERWERBEN



**4. Partizipationskompetenzen.** Die Fähigkeit zur Teilhabe an der Gestaltung von nachhaltigen Entwicklungsprozessen ist für eine zukunftsfähige Bildung von fundamentaler Bedeutung. Das Bedürfnis nach Teilhabe an Entscheidungen, das Interesse an der Mitgestaltung der eigenen Lebenswelt wächst – jedenfalls in unserer Kultur: Am Arbeitsplatz, im zivilgesellschaftlichen Bereich (und nicht allein bei der Gestaltung der Freizeit) mitentscheiden und selbst bestimmen zu können – beides bekommt ein wachsendes Gewicht für eine eigenständige Lebensführung im emphatischen Sinne. Deutlich wird dieses Interesse an Mitgestaltung zum Beispiel im Feld „Umwelt und Gesundheit“. Immer mehr Menschen wehren sich gegen Schadstoffe in Innenräumen, Produkten und Lebensmitteln. Daraus leiten sich folgende Fähigkeiten ab:

- Die Schülerinnen und Schüler besitzen die Fähigkeit, mit Mitschülerinnen und Mitschülern, Lehrkräften und außerschulischen Partnerinnen und Partnern gemeinsame Nachhaltigkeitsziele – zum Beispiel bezüglich des Artenschutzes oder der Nutzung erneuerbarer Energie – zu formulieren. Sie sind in der Lage, für die gemeinsamen Ziele gemeinsam mit anderen öffentlich einzutreten.
- Die Schülerinnen und Schüler können differente Positionen von Einzelnen, Gruppen und Nationen zu einzelnen Aspekten der Nachhaltigkeit – etwa hinsichtlich der Einrichtung von Naturschutzgebieten und des Schutzes bestimmter Arten – erfassen. Sie sind in der Lage, die Konflikte und Kontroversen gemeinsam mit ihren Mitschülerinnen und -schülern und anderen Akteuren in konstruktive Lösungsvorschläge zu überführen.
- Anhand von praktischen Aktivitäten zeigen die Schülerinnen und Schüler die Fähigkeit, sich in ökologischen, ökonomischen oder sozialen Feldern der Nachhaltigkeit gemeinsam mit anderen regelmäßig zu engagieren. Das kann die Reduktion des Energie- und Wasserverbrauchs ebenso betreffen wie den Einsatz für die Vermeidung von Abfällen und das Engagement für einen sanften Tourismus oder Ideen zum nachhaltigen Wohnen in der Zukunft.

**5. Planungs- und Umsetzungskompetenzen zu besitzen bedeutet,** Handlungsabläufe von den benötigten Ressourcen und ihrer Verfügbarkeit her unter den Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit zu taxieren, Netzwerke der Kooperation entwerfen zu können und die Nebenfolgen und mögliche Überraschungseffekte einzukalkulieren sowie ihr mögliches Eintreten bereits bei der Planung zu berücksichtigen. Entsprechende Lernarrangements thematisieren Rückkopplungen, Spätfolgen, Zeitverzögerungen, wie sie zum Beispiel in der Zerstörung der Ozonschicht oder dem Eintrag von Umweltgiften in Gewässer bekannt sind und offerieren ein entsprechendes Methodenrepertoire. Umsetzungskompetenzen umfassen die über Absichten und Planungen hinaus notwendigen tatsächlichen Handlungsinteressen – zum Beispiel das Engagement für die Einrichtung einer Fotovoltaikanlage auf dem Dach der Schule. Folgendes sollten die Schülerinnen und Schüler daher können:

- Die Schülerinnen und Schüler können unter Kriterien der Nachhaltigkeit die für Dienstleistungen, Produktion oder den laufenden Betrieb einer Einrichtung (z. B. der Schule) benötigten Ressourcen (Wärmeenergie, Wasser, Bürobedarf, Putzmittel, z. B.) taxieren und auf dieser Basis Vorschläge für Optimierungen unterbreiten.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, in Planungsprozessen auch mit Überraschungseffekten, Unsicherheiten und notwendigen Modifikationen umzugehen, indem auf diese Effekte und Situationen angemessen reagiert wird und die Planungsprozesse neu justiert werden – zum Beispiel steigende Verbräuche aufgrund von nachlassendem Engagement von Mitschülerinnen und Mitschülern, das Verfehlen von Einsparzielen durch kalte Winter).
- Den Schülerinnen und Schüler sind in diesem Zusammenhang die Phänomene der Rückkopplung, der Spätfolgen und des zeitverzögerten Auftretens von Problemlagen bekannt. Sie können dafür Beispiele benennen und von Wissenschaft wie Politik in diesem Kontext praktizierte Reaktions- und Antizipationsformen beschreiben sowie kritisch würdigen. Dafür bieten die unterschiedlichen Reaktionen auf die Analysen zum Klimawandel in verschiedenen Nationen etliche gute Beispiele.

# KOMPETENT FÜR DIE ZUKUNFT – GESTALTUNGS-KOMPETENZEN ERWERBEN



- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, auf der Basis ihrer erworbenen Planungskompetenzen ein Vorhaben erfolgreich umzusetzen. Sie entwickeln in dieser Hinsicht Aktivitäten, indem sie Planungsprozesse in Handlungskonzepte überführen und sie selbsttätig oder in Gemeinschaft mit anderen in die Handlungsphase überführen. Das Einsparen von Ressourcen, das Engagement für neue Heiztechniken und die Nutzung umweltfreundlicher Materialien bieten dafür zahlreiche Handlungsmöglichkeiten.
- Sie sind in der Lage, die Resultate ihrer nachhaltigen Planungsprozesse für unterschiedliche externe Gruppen (Eltern, Lehrkräfte, Bürgerinnen und Bürger in einer Fußgängerzone, jüngere Schülerinnen und Schüler) so zu präsentieren, dass es den Gruppen angemessen ist.

## 6. Fähigkeit zur Empathie, zum Mitleid und zur Solidarität.

Alle Konzeptionen zur Nachhaltigkeit sind mit der Absicht versehen, mehr Gerechtigkeit befördern zu wollen, die immer auch einen Ausgleich zwischen Arm und Reich, Bevorteilten und Benachteiligten vorsieht und darauf abzielt, Unterdrückung zu minimieren oder abzuschaffen. Das ist nicht allein eine Sache der Moral. Dazu gehört auch, wissenschaftliche und technische Potenziale ausschöpfen zu wollen. Gerade dies ist bisher oftmals nicht der Fall. Viele neue Ideen für umweltfreundliche Techniken werden aufgrund eines kurzfristigen ökonomischen Kalküls oder aufgrund lieb gewonnener Gewohnheiten nicht angewendet. Sich für mehr Gerechtigkeit und die Nutzung innovativer Potenziale engagieren zu können, macht erforderlich, eine gewisse Empathie auszubilden, ein globales „Wir-Gefühl“. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung zielt daher auf die Ausbildung individueller und kollektiver Handlungs- und Kommunikationskompetenz im Zeichen weltweiter Solidarität. Sie motiviert und befähigt dazu, für gemeinsame Probleme gemeinsame zukunftsfähige Lösungen zu finden und sich reflektiert für mehr Gerechtigkeit einzusetzen. Das beginnt zum Beispiel bei der Sammlung für einen Solarkocher, den Familien in semiariden Gebieten mit wenig Holzvorräten nutzen können, und setzt sich fort im Engagement für einen Walfang, der die Bestände schont und zugleich indigenen Völkern ihre traditionellen Fangrechte zuerkennt.

Das heißt zum Beispiel:

- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihre Empathie für den Tierschutz, artgerechte Tierhaltung, den Erhalt von gefährdeten Arten sowie Ökosystemen und die Biodiversität zum Ausdruck zu bringen.
  - Sie können für lokale und regionale Maßnahmen, die nicht nachhaltigen Entwicklungen entgegenwirken sollen – zu nennen ist hier zum Beispiel die Reduktion des Flächenverbrauchs für Siedlungszwecke – ebenso argumentieren wie für einen nachhaltigen Wandel der sozioökonomischen und natürlichen Lebensbedingungen, indem sie etwa für mehr Windkraft, für Biosphärenreservate, für ein gerechtes wasserwirtschaftliches Management in semiariden und ariden Gebieten dieser Erde eintreten. Sie können ihre emotionalen Einstellungen zu den entsprechenden Sachverhalten zum Ausdruck bringen.
  - Die Schülerinnen und Schüler können die Lage von Menschen, die in Armut leben, medizinisch oder in anderer Hinsicht unterversorgt sind, unterdrückt werden oder keine bzw. nur geringe Bildungschancen haben, ebenso rational argumentierend wie mithilfe emotional geprägter Ausdrucksformen beschreiben. Sie sind in der Lage, aufgrund der Kenntnis über innovative Techniken und nachhaltige Bewirtschaftung von Ressourcen Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Lage zu erörtern.
  - Sie können unter Zuhilfenahme von internationalen Vereinbarungen und Konventionen, wie zum Beispiel der Klimarahmenkonvention, Konventionen zum Artenschutz, unter Rekurs auf religiöse oder ethische Normen und Werte, aber auch unter Nutzung von existenten wissenschaftlichen und künstlerischen Werken für die Belange benachteiligter Menschen plädieren.
- ## 7. Die Kompetenz, sich und andere motivieren zu können.
- Sich überhaupt mit dem Konzept der Nachhaltigkeit zu befassen, es lebendig werden zu lassen und daraus alltagstaugliche, befriedigende Lebensstile zu schöpfen, setzt einen hohen Grad an Motivation voraus, sich selbst zu verändern und andere dazu anzustiften,

# KOMPETENT FÜR DIE ZUKUNFT - GESTALTUNGS-KOMPETENZEN ERWERBEN



dies auch zu tun. Bildung für eine nachhaltige Entwicklung zielt auf die Entfaltung der motivationalen Antriebe, derer wir bedürfen, um auch unter den komplexen Bedingungen einer zusammenwachsenden Welt ein erfülltes und verantwortungsbewusstes Leben führen zu wollen. Sich und andere motivieren zu können bedeutet, Kenntnisse über Handlungsmöglichkeiten zu besitzen. Also innovative Umwelttechniken, Ressourcen schonende Lebensstile, naturverträgliche Formen der Mobilität und des Wirtschaftens zu kennen und für ihren Einsatz argumentieren zu können. Was bedeutet dies, umgesetzt in Lernziele?:

- Die Schülerinnen und Schüler können Aktivitäten und Lernfortschritte aus Beschäftigung mit Themen der Nachhaltigkeit wie z. B. „Erneuerbare Energien“, „Biologische Vielfalt“, „Raumnutzung und Raumgefährdung“ benennen, die sie motivieren, die erworbenen Kenntnisse, Problemlösungsstrategien und Handlungskonzepte umzusetzen und zu erweitern.
- Die Schülerinnen und Schüler können ihr Engagement, ihre Problemlösungsfähigkeiten und ihre Wissensbestände in Bezug auf nachhaltige Entwicklungsprozesse und das Aufdecken nicht nachhaltiger Entwicklungen gegenüber Dritten darstellen, indem sie etwa über die Nutzung von Brennstoffzellen, Windkraft, Solartechnik und die Folgen des wachsenden Verbrauchs an Erdöl für die Energiegewinnung durch Ausstellungen und andere Präsentationen informieren.
- Die Schülerinnen und Schüler zeigen im Unterrichtsverlauf eine gesteigerte Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich der Möglichkeit, Strategien für nachhaltige Entwicklungsprozesse auch umzusetzen. Das heißt, sie sollten zum Beispiel nach einer längeren Beschäftigung mit den Erneuerbaren Energien in höherem Maße von der Möglichkeit überzeugt sein, dass sie selbst zur „Energiewende“ beitragen können, als dies vorher der Fall war.

**8. Die Kompetenz zur distanzierten Reflexion über individuelle wie kulturelle Leitbilder.** Eigene Interessen und Wünsche zu erkennen und kritisch zu prüfen, sich selbst im eigenen kulturellen Kontext zu verorten

oder gar eine reflektierte Position in der Debatte um globale Gerechtigkeit zu beziehen, erfordert die Kompetenz zur distanzierten Reflexion über individuelle wie kulturelle Leitbilder. Es geht dabei zum einen darum, das eigene Verhalten als kulturell bedingt wahrzunehmen und zum anderen um eine Auseinandersetzung mit gesellschaftlichen Leitbildern. So gibt es gesellschaftlich favorisierte Lebensstile (das Ideal des freistehenden Einfamilienhauses im Grünen; die jährliche Flugreise in den Urlaub, das eigene Auto, die braune Sonnenbank-Haut), die unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit und der Gesundheit problematisch sind. Welche Kompetenzen sollten die Schülerinnen und Schüler im Zusammenhang mit dieser Teilkompetenz unter anderem besitzen?

- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihre Lebensstile und ihre familiäre sowie lokale Umwelt vor dem Hintergrund der Perspektive von Personen und Lebensverhältnissen aus Entwicklungsländern strukturiert darzustellen und zu bewerten. Das kann zum Beispiel über den Vergleich des Flächenverbrauchs für das Wohnen, das unterschiedliche Interesse an reparablen Geräten, die Vorbehalte gegenüber dem Einsatz von umweltschädlichen Chemikalien geschehen. Die Schülerinnen und Schüler zeigen vor diesem Hintergrund die Fähigkeit, die Grenzen der eigenen Lebensstile in Bezug auf ihre Generalisierbarkeit zu beschreiben.
- Die Schülerinnen und Schüler können die mit ihren Lebensstilen verbundenen Handlungsabsichten im Hinblick auf die Konsequenzen für die Umwelt und soziale Gerechtigkeit erfassen und darlegen. Dazu eignen sich Themen aus dem Komplex „Energienutzung“ ebenso wie die Reflexion über Freizeitinteressen, Kleidungsmoden, das Interesse am Tierschutz und am Handy ohne jeglichen Elektromog.
- Sie sind in der Lage, ihre Zukunftsentwürfe – zum Beispiel ihre Wohnwünsche, ihre Vorstellungen von Mobilität, Freizeitnutzung, Reiseziele – unter dem Blickwinkel von sozialer Gerechtigkeit, Berücksichtigung der Handlungsspielräume für künftige Generationen und ihrer potenziellen ökologischen Auswirkungen zu analysieren und können Handlungsoptionen benennen, um dabei sichtbar werdende Friktionen zwischen Nachhaltigkeit und Zukunftsentwürfen zu reduzieren.

# KOMPETENT FÜR DIE ZUKUNFT – GESTALTUNGS-KOMPETENZEN ERWERBEN

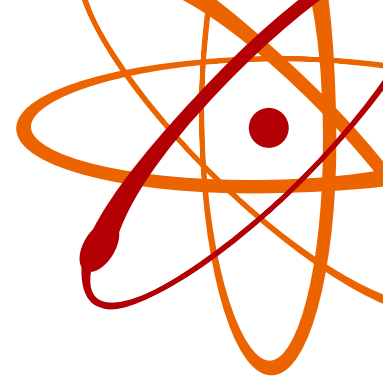


Selbstverständlich kann es nicht Anspruch jedes Projektes oder gar jeder Schulstunde sein, alle Teilkompetenzen zu vermitteln. Sie geben den Horizont ab, vor dem sich die Auswahl von Inhalten, ihre Thematisierung und die methodische Ausgestaltung des Unterrichts bewegen sollten. Selbstverständlich wird man die Teilkompetenzen auch im Hinblick auf den Unterrichtsgegenstand weiter spezifizieren müssen. Dies geschieht in den Informationen für Lehrkräfte unter der Überschrift „Lernziele“.

## Literatur

- de Haan, G.: Zu den Grundlagen der „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ in der Schule. In: Unterrichtswissenschaft. Zeitschrift für Lernforschung, (1999), S. 252-280.
- de Haan, G.: Bildung als Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung. Kriterien, Inhalte, Strukturen, Forschungsperspektiven, in: Jürgen Kopfmüller (Hrsg.), Den globalen Wandel gestalten. Forschung und Politik für einen nachhaltigen globalen Wandel, Berlin 2003.
- OECD (Hrsg.), DeSeCo Strategy Paper. An Overarching Frame of References for a Coherent Assessment and Research Program on Key Competencies. [www.statistik.admin.ch/stat\\_ch/ber15/deseco/deseco\\_strategy\\_paper\\_final.pdf](http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber15/deseco/deseco_strategy_paper_final.pdf)
- Weinert, F. E. (2000). Lehren und Lernen für die Zukunft – Ansprüche an das Lernen in der Schule. Pädagogische Nachrichten Rheinland-Pfalz, Heft 2-00, Sonderseiten 1-16.

# LEHRPLAN-ANBINDUNG



Das Thema Atomenergie ist in den Lehrplänen der Sekundarstufe gut verankert und besonders deutlich auf die Bildungsstandards der Physik und Chemie bezogen.

„Kernspaltung“ und „Gesundheitsgefahren durch radioaktive Strahlung“ sind zentrale Themen des Physikunterrichts in den Lehrplänen der Klassenstufe 9. Oftmals werden auch Bezüge zur Chemie und Biologie hergestellt und es wird auf den lernbereichsübergreifenden Charakter der Thematik hingewiesen. So findet man die Aufgabe, die Energiegewinnung durch Kernspaltung (kontrollierte und unkontrollierte Kettenreaktion), radioaktive Strahlung im Allgemeinen, die biologische Wirkung radioaktiver Strahlen (Auswirkungen der radioaktiven Strahlung auf den Menschen, somatische und genetische Schäden) sowie den Strahlenschutz im Unterricht zu behandeln. Dazu zählen auch Kenntnisse über Strahlenarten, über Halbwertszeiten und die Entsorgung, Zwischenlagerung, Aufbereitung und Endlagerung der Spaltprodukte.

Dabei wird Wert darauf gelegt zu reflektieren, dass Kernspaltung und radiologische Technologien unsere Lebensbedingungen in so starkem Maße verändert haben, dass durch sie die natürlichen Lebensgrundlagen und die Gesundheit der Menschen beeinträchtigt und das Zusammenleben durch die militärischen Anwendungsmöglichkeiten der Kerntechnologie beeinflusst werden können. Diese Gesamtsituation fordert – so z. B. der Lehrplan Chemie aus Schleswig-Holstein – „zum verstärkten Nachdenken über Frieden erhaltende Maßnahmen auf“.

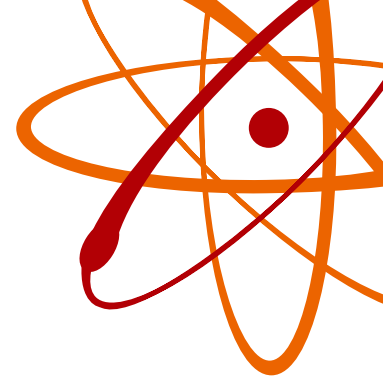
Neben den fachlichen Grundkenntnissen über Radioaktivität sollen die Schülerinnen und Schüler Kompetenzen für die Auseinandersetzung mit dem Problemkreis Atomenergie, Radioaktivität und auch für die Bewertung der technischen Anwendung radioaktiver Stoffe erwerben.

## Welche Kompetenzen können die Schülerinnen und Schüler im Zuge der Auseinandersetzung mit dem Themenkreis Atomenergie erwerben?

- Die Schülerinnen und Schüler können den komplexen Sachverhalt der Nutzung der Atomkraft mithilfe interdisziplinärer natur- und sozialwissenschaftlicher Analyseverfahren untersuchen (z. B. physikalische, chemische und biologische Aspekte der Gesundheitsgefährdung durch radioaktive Strahlung; Abschätzung der Folgen der Nutzung der Atomkraft; verschiedene Positionen zu den Risiken der Lagerung von Atommüll usw.) und die Ergebnisse auswerten und beurteilen.
- Die Schülerinnen und Schüler können die ihnen präsentierten Problemlagen zum Atomausstieg oder zur weiteren Nutzung der Atomenergie daraufhin analysieren, welche Fachwissenschaften, Informationspfade und Akteure zurate gezogen werden müssen, um den gesellschaftlichen Diskurs angemessen analysieren und bewerten zu können.
- Die Schülerinnen und Schüler können mit der Nutzung der Atomkraft verbundene Problemlagen benennen (z. B. Auswirkungen und Gefahr von Unfällen, Probleme der Endlagerung von Atommüll, Gefahr der Nutzung von Spaltprodukten für militärische Zwecke) und von Wissenschaft wie Politik in diesem Kontext formulierte Erkenntnisse und Handlungsoptionen beschreiben und beurteilen.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Handelnde und Handlungen „Pro und Contra Atomkraft“ zu benennen, ihre Interessen zu beschreiben und die Effekte zu beurteilen, die aus daraus resultieren, wenn bestimmte Positionen in die Tat umgesetzt werden.
- Die Schülerinnen und Schüler können unter Kriterien der Nachhaltigkeit Möglichkeiten und Grenzen der Substituierbarkeit von Atomkraft darlegen und mit Blick auf die Zukunft die Bedeutung der Atomkraft für die Energiegewinnung einschätzen sowie die Leistungsfähigkeit alternativer Konzepte zur Energiegewinnung erörtern.

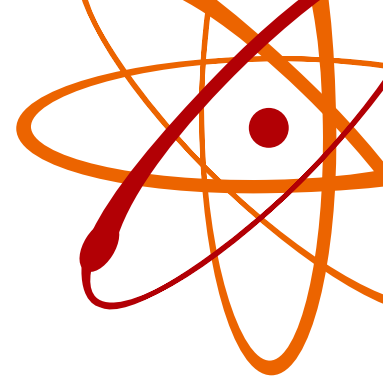


# LEHRPLAN- ANBINDUNG



- Sie sind in der Lage, die Resultate ihrer Einsichten in das „Pro und Contra Atomkraft“ für unterschiedliche externe Gruppen (Eltern, Schülerinnen und Schüler anderer Schulen, Schulzeitung, Gemeindemitglieder) so zu präsentieren, dass es den Gruppen angemessen ist.
- Die Schülerinnen und Schüler sind befähigt, die Gründe für internationale und nationale Positionen und Aktivitäten zur Nutzung der Atomkraft zu erläutern. Sie können unter Zuhilfenahme von naturwissenschaftlichem Fachwissen, von nationalrechtlichen Regelungen und politischen Aussagepositionen ihre Meinung formulieren und anderen gegenüber angemessen artikulieren.
- Die Schülerinnen und Schüler können Aktivitäten und Lernfortschritte aus der Beschäftigung mit der Thematik „Atomenergie“ benennen, die sie motivieren, die erworbenen Kenntnisse und Handlungskonzepte zu erweitern und für ihr Alltagshandeln zu nutzen (z. B. Energieressourcen sparen).
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihren Alltag und ihre Lebensstile unter dem Blickwinkel der Folgen von Atomkraftnutzung und daraus resultierenden Chancen und Gefahren zu reflektieren.

# EINSATZRAHMEN/ LERNZIELE



Um den Lehrkräften in den Schulen den Einsatz der vorliegenden Materialien zum Thema „Einfach abschalten? Fakten und Kontroversen zum Atomausstieg“ zu erleichtern, hält der Bildungsservice des BMU allgemeine Informationen über die Lernziele und die Anbindung an bestehende Lehrpläne sowie die für den naturwissenschaftlichen Unterricht bereits bundesweit verbindlich eingeführten Bildungsstandards bereit. Lehrkräfte erkennen mit diesen Informationen schnell, in welchen Zusammenhängen sie die Themen, Projektvorschläge und Arbeitsblätter einsetzen können.

Die Beschäftigung mit einzelnen Aspekten des großen Themenfeldes „Atomausstieg“ ist besonders für Jugendliche von hohem Interesse. 59 Prozent der deutschen Bevölkerung stufen im Jahr 2004 Atomkraftwerke und den entstehenden radioaktiven Abfall als äußerst oder sehr gefährlich ein – so das Ergebnis einer repräsentativen Studie zum Umweltbewusstsein in Deutschland. Das sind 6 Prozent mehr als 2002. Die Skepsis gegenüber der Atomkraft ist bei den Jüngeren in der Bevölkerung überdurchschnittlich hoch.

Da Einstellungen und Risikoeinschätzungen häufig auf einem hohen Grad an Unwissen basieren, hat das Material insgesamt zwei Funktionen: Einerseits soll Wissen über die Nutzung der Atomkraft, die Endlagerung, die Restlaufzeiten der Atomkraftwerke etc. vermittelt werden. Da das Thema „Atomausstieg“ aber besonders alltagsnah ist (es wird schließlich ganz regelmäßig darüber berichtet) und zudem sehr kontrovers diskutiert wird, wurde andererseits gezielt auf die unterschiedlichen Positionen und die Abwägung von Risiken eingegangen.

Risikoeinschätzungen und der Umgang mit Risiken sind als Unterrichtsgegenstände recht neue Themen und wurden bisher kaum aufbereitet. Deshalb wurde viel Wert auf eine sachliche, unvoreingenommene Sammlung von entsprechenden Materialien und Arbeitsblättern gelegt, um den Schülerinnen und Schülern eine eigenständige Meinungsbildung für oder gegen den Atomausstieg zu ermöglichen. Insbesondere die Themenfelder „Risikoabwägung“ und „Pro und Contra Atomkraft“ wurden so aufbereitet, dass

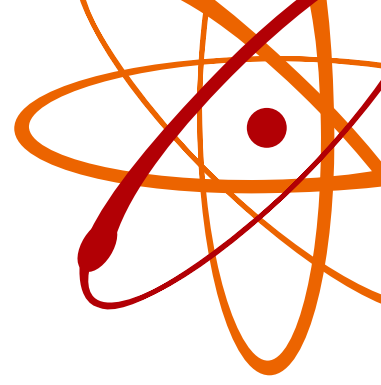
- Aufgaben gemeinsam erarbeitet werden können und die Arbeit zu unterschiedlichen Meinungen führen kann (Kooperation mit anderen und Auseinandersetzung mit heterogenen Gruppen);
- die Kompetenz der einzelnen Schülerinnen und Schüler gestärkt wird, sich selbst zu positionieren (die eigene Meinung begründen und selbständig agieren zu können).

So wird ein Bezug zur alltäglichen Gegenwart (Diskussion um den Atomausstieg, Umweltängste) ebenso hergestellt wie zur Gestaltung von Zukunft (Pro und Contra Atomausstieg, Nennung von Alternativen zum Umgang mit der Atomkraft).

## **Lernziele und Lehrplananbindung (Kurzbeschreibung)**

Mit dem Schwanken der Preise von fossilen Brennstoffen, der Diskussion um den Energiestandort Deutschland, mit jeder Diskussion um regenerative Energien und mit jedem Störfall eines Reaktors auf der Welt wird auch das Thema „Atomausstieg“ wieder diskutiert. Innerhalb der politischen Parteien gibt es dazu unterschiedliche Aussagen. Die Atomkraft und der Atommüll gelten in der Bevölkerung als hochgradig risikobehaftet. Der Mangel an präzisen sachlichen Informationen und Handlungsoptionen ist in diesem Feld besonders hoch. Wie man die Nutzung der Atomkraft in Bezug auf die Fakten analysieren und bewerten kann, soll mit den hier vorgelegten Materialien gelernt werden. Die Unterrichtseinheiten „Einfach abschalten? Fakten und Kontroversen zum Atomausstieg“ zeigen beispielhaft Fakten über die Sicherheit von Atomkraftwerken, Endlager, Energiegewinnung durch Atomkraft, aber auch Probleme und Risiken auf, die aus der Nutzung der Kernspaltung erwachsen können. Besonderer Wert wird auf die Darstellung von unterschiedlichen Positionen zur Nutzung der Atomenergie und die Wahrnehmung der damit verbundenen Risiken gelegt.

# BILDUNGS- STANDARDS



## Was sagen die Lehrpläne und die Bildungsstandards der Naturwissenschaften für den mittleren Schulabschluss zum Thema Atomenergie?

Die Anbindung an die Lehrpläne ist ab der 8. Klasse, im Schwerpunkt aber erst in der 9. Jahrgangsstufe gegeben. In den Lehrplänen zu den Naturwissenschaften der Sekundarstufe I lassen sich für den Komplex Atomenergie vier Schwerpunkte identifizieren:

1. Gesundheitsgefährdung durch radioaktive Strahlung
2. Strahlenschutz
3. Substituierbarkeit von Atomkraft und fossilen Energieträgern
4. Technik-Folgen-Abschätzungen

Die Technik-Folgen-Abschätzung ist in den Lehrplänen in der Regel nur ein kleines Segment. Dagegen werden die Strahlenschäden und der -schutz relativ umfangreich thematisiert.

**Zu 1.** Das Thema „Gesundheitsgefährdung durch radioaktive Strahlung“ wird besonders in der Physik präsentiert, aber auch in der Biologie. In diesen Fächern werden die Wirkungen von radioaktiver Strahlung, Strahlenschäden und Grenzwerte in den Mittelpunkt gestellt. Oftmals wird das Thema allerdings nicht an der Atomkraft festgemacht, sondern an den Wirkungen von Röntgenstrahlen.

**Zu 2.** Im Zusammenhang mit dem Thema „Strahlenschutz“ werden die Diskussion über Grenzwerte wieder aufgegriffen, die Möglichkeit des Nachweises von Radioaktivität bearbeitet und Sicherheitsmaßnahmen behandelt.

**Zu 3.** Zwar wird im Kontext der Debatte um regenerative Energie zumeist auf die Vor- und Nachteile der fossilen Energieträger Erdöl und Erdgas sowie Kohle eingegangen, aber in aktuellen Lehrplänen und Schulbüchern wird auch diskutiert, welchen Beitrag in diesem Kontext die Atomenergie zur Sicherung des Energiebedarfs leistet. Dabei wird auch erörtert, dass die Atomkraft den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren hilft – zugleich aber ihre eigenen Risiken birgt. Hier ist ein Bezug zu allen Fächern gegeben.

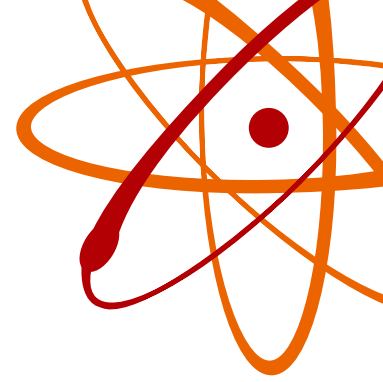
**Zu 4.** Im Themenkomplex „Technik-Folgen-Abschätzung“ werden insbesondere Großtechnologien – wie die Atomkraft – diskutiert. Dabei geht es um die Darstellung der hohen technischen und finanziellen Aufwendungen, die Genehmigungsverfahren, Sicherheitsmaßnahmen und auch die prinzipiell nicht vollständig kalkulierbaren Risiken wie Abfälle, Katastrophen mit kaum abzuschätzenden Folgen, aber auch um die Verbesserung der Versorgung der Menschen. Hier kommen moralisch-ethische Fragen ins Spiel: Ist erlaubt, was möglich ist? Kann man gefährliche Techniken mit Blick auf die potenzielle Belastung künftiger Generationen unbedenklich nutzen? Hier ist der Bezug zwischen den Naturwissenschaften und der Fächergruppe Religion/Ethik/Lebenskunde sowie Politik besonders eng und wichtig.

Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang auch die Lehrpläne und Empfehlungen der Länder zum fächerübergreifenden oder Fächer verbindenden Unterricht. Hier finden sich (z. B. für die Länder Brandenburg und Bayern) starke Bezüge zur angesprochenen Thematik (technologische Innovationen und ihre Risiken für die Umwelt; Wirtschaftlichkeit und Sozialverträglichkeit von Technik, die Bedeutung des Wohls der Allgemeinheit).

Kürzlich sind die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz für den mittleren Bildungsabschluss bezüglich der Fächer Chemie, Biologie und Physik in Kraft getreten. Da sie für alle Bundesländer verbindlich sind und als Regelwerk für die künftige Messung der Leistungen von Schülerinnen und Schülern dienen, soll der Bezug des Materials zur Atomenergie zu den Bildungsstandards im Folgenden deutlich gemacht werden.

In Hinblick auf die Bildungsstandards „Biologie“ der Kultusministerkonferenz für den mittleren Bildungsabschluss heißt im Kompetenzbereich Fachwissen der Schwerpunkt: „Schülerinnen und Schüler kennen und verstehen die grundlegenden Kriterien von nachhaltiger Entwicklung. Im Rahmen der Diskussion über die Nutzung der Atomkraft und die (End-)Lagerung des Atomabfalls kennen und erörtern die Schülerinnen und Schüler Eingriffe des Menschen in die Natur und Kriterien für solche Entscheidungen.“

# BILDUNGS- STANDARDS



Im Kompetenzbereich Kommunikation wird die Kompetenz, „idealtypische Darstellungen, Schemazeichnungen, Diagramme und Symbolsprache auf komplexe Sachverhalte“ anwenden zu können, mit dem Material zur Atomenergie berührt. Bezüglich der Bewertungskompetenz sollen die Schülerinnen und Schüler die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in ein Ökosystem (hier: Atommüll, Strahlenschäden) beschreiben und beurteilen lernen. Sie sollen zudem Ökosysteme unter den Aspekten der Naturerhaltung und der Nutzung durch den Menschen analysieren und beurteilen sowie die gesundheitlichen und ökologischen Konsequenzen von Stoffströmen (hier: radioaktiver Stoffe) bewerten können. Zudem diskutieren sie Handlungsoptionen einer umwelt- und naturverträglichen Teilhabe im Sinne der Nachhaltigkeit (Atomausstieg; alternative Formen der Energiegewinnung).

Hinsichtlich der Bildungsstandards in der Physik für den mittleren Bildungsabschluss wird das Thema Atomenergie mehrfach anschlussfähig. So wird im Kompetenzbereich Fachwissen auf die Energiegewinnung aus fossilen Rohstoffen eingegangen, zu denen auch die Atomenergie zählt. Auch das Thema „Strahlung“ wird benannt. Zu den Standards im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung geht es u. a. um die Auswahl und Auswertung von Informationen aus verschiedenen Quellen und darum eine Aufgabe oder ein Problem angemessen zu bearbeiten und empirische Ergebnisse auf ihre Gültigkeit hin zu überprüfen. Dies wird in dem Material zum vorliegen-

den Thema mehrfach aufgegriffen. Starke Bezüge finden sich auch zu den Kompetenzbereichen Kommunikation und Bewertung. Recherchen, Austausch und Diskussion von Erkenntnissen gehören ebenso zu den zu erwerbenden Kompetenzen wie das Bewerten von Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei inner- und außerfachlichen Kontexten, der Vergleich zwischen alternativen technischen Lösungen unter Berücksichtigung physikalischer, ökonomischer, sozialer und ökologischer Aspekte wie die Risikobewertung moderner Technologien.

Die Bildungsstandards der Chemie werden ebenfalls mehrfach angesprochen. Im Kompetenzbereich Fachwissen ergeben sich in den Bereichen „chemische Reaktionen“, „energetische Betrachtung von Stoffumwandlungen“ und „Stoffkreisläufe in Natur und Technik“ Anknüpfungspunkte zur Problematik des Umgangs mit Atommüll. Im Kompetenzbereich Kommunikation sollen die Schülerinnen und Schüler die Fähigkeit erwerben, Informationen zu erfassen, adressatengerecht zu veranschaulichen und für die eigene Argumentation zu nutzen (dies betrifft besonders die divergenten Positionen zur Nutzung der Atomkraft). Der Kompetenzbereich Bewertung wird vor allem bezüglich dessen berührt, dass die Schülerinnen und Schüler „gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven“ diskutieren und bewerten sollen (dazu finden Sie etliche Arbeitsblätter und Aufgabenstellungen im Material).

„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...“

Grundgesetz, Artikel 20 a

**BESTELLUNG VON PUBLIKATIONEN:**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)  
Postfach 30 03 61  
53183 Bonn  
Tel.: 0228 99 305-33 55  
Fax: 0228 99 305-33 56  
E-Mail: [bmu@broschuerenversand.de](mailto:bmu@broschuerenversand.de)  
Internet: [www.bmu.de](http://www.bmu.de)

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.