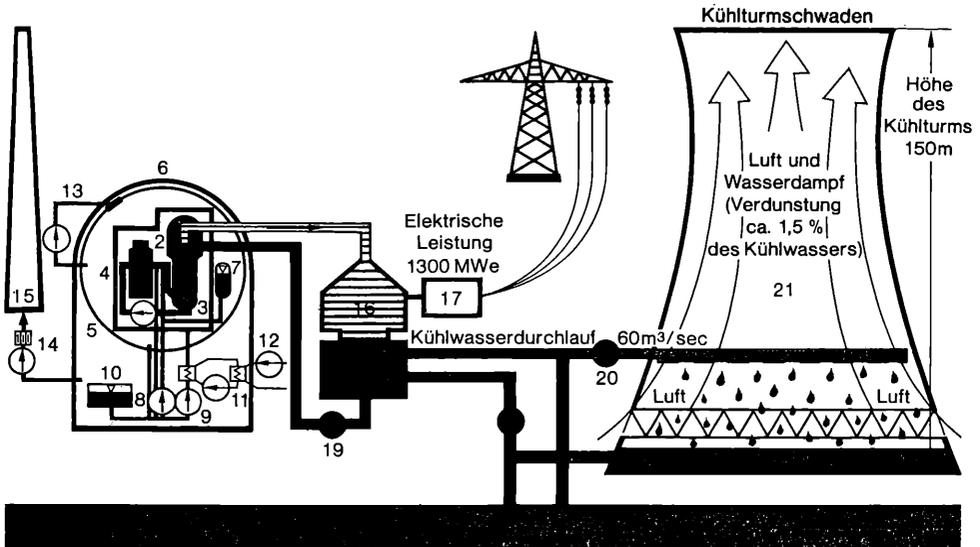


- 8 Sicherheitseinspeisepumpe
- 9 Nachkühlung
- 10 Flutbehälter
- 11 Zwischenkühlkreis
- 12 Nebenkühlkreis
- 13 Leckabsaugung
- 14 Ringraumabsaugung

- Primärkreislauf mit Hauptkühlmittel (Wasser unter 157 at Druck und ca. 320°C)
- Sekundärkreislauf, Turbinenantrieb (Dampf bzw. Wasser)
- Kühlwasserkreislauf



Das Thema Kernkraftwerk im Planspiel

Von Heinz Nolzen

Die Entscheidung der Frage, ob man ein u. U. zukunftsbestimmendes, wenn auch nach menschlichem Ermessen beherrschbares technologisches Risiko eingehen soll, wird von Zufälligkeiten wie menschlicher Gewöhnung und momentanen konjunkturellen Schwankungen abhängig gemacht — ein deutlicher Hinweis auf die Relativität der Kompetenz sogenannter Fachleute, nicht nur im Planspiel. Die kritische Betrachtung der Frage „Wie sicher sind die Experten, welche Gültigkeit haben ihre Aussagen?“ dürfte eine der wesentlichsten

Aufgaben des Planspiels sein, die insbesondere in der abschließenden Phase der Rollendistanzierung und Spielkritik in Angriff genommen werden muß.

Prognosen des Energiebedarfs und energiepolitische Planungen zeigen, daß wir erst am Anfang einer Ära der Kernkraftwerke stehen. Die Behandlung des Problems „Kernkraftwerk“ im Unterricht und die Erörterung des fundamentalen Zielkonflikts „Sicherung der Energieversorgung als Daseinsvorsorge für die Gesellschaft“ auf der einen und „Vermeidung der Belastung der Umwelt und ihrer Ökosysteme“ auf der anderen Seite, entspricht daher nicht nur einer momentanen Aktualität, sondern wird auch mit jedem neuen Kraftwerk dringender. Dabei werden mit der Verbesserung der Rückkühlssysteme, insbe-

sondere mit der Entwicklung leistungsfähiger Trockenkühltürme nicht mehr nur die wasserreichen Ströme als Standorte für Kernkraftwerke in Frage kommen. Das Problem „Leben in der Nähe eines Kernkraftwerkes“ wird vielmehr in Zukunft für immer mehr Menschen akut werden, auch in solchen Gebieten, die bislang als Kraftwerksstandorte ungeeignet sind.

Die Aufbereitung des Themas in Form eines didaktisch offen strukturierten Planspiels entspricht von allen denkbaren Lernwegen am ehesten einem realitätsbezogenen, auf originale, erlebnishaftige Begegnung ausgerichteten Unterricht. Modellhaft-fiktiv sind die Nachbarorte I- und S-Ort vorgegeben, für die sich jedoch in vielen Teilen der Rheinebene und andernorts reale Entsprechungen finden lassen. Damit erhält das Spiel Modellcharakter, und die gewonnenen Einsichten werden übertragbar. Konkret ist der Planungsraum, der südliche Oberrhein; die Texte und Materialien sind — bis auf leichte Veränderungen zur besseren Benutzbarkeit durch den Schüler — identisch mit denjenigen, die bei Genehmigungsverfahren für Kernkraftwerke Verwendung fanden. Auch die Entscheidungsfindung verläuft im Spiel so, wie sie bei wirklichen Genehmigungsverfahren stattfindet. Der Beschluß der Prüfungskommission hat nur empfehlenden Charakter für die allein verantwortliche Regierung bzw. für den betr. Minister. Mit Absicht soll dadurch der Eindruck vermieden werden, als könne es Plebiszite über einzelne Kraftwerke in unserem parlamentarisch-demokratischen Rechtsstaat geben. Durch diese Verwendung originaler Materialien und durch die Gestaltung der Plenumsdiskussion im Stile der gesetzlich vorgeschriebenen Anhörung soll erreicht werden, daß der Schüler möglichst nahe an der Realität plant, diskutiert und handelt, nicht nur, was die ökologischen, sozialräumlichen, energie- und wirtschaftspolitischen Sachaspekte u. dergl. betrifft, sondern auch im Hinblick auf die einzuhaltenen demokratischen Spielregeln.

*(Geographische Rundschau, 8/76
Westermann Planspiel)*

Grundinformationen:

Arbeitsweise eines Kernkraftwerkes

Kernkraftwerke erzeugen wie die herkömmlichen Kraftwerke Wärme, die Wasser in Dampf überführt. Dieser Dampf treibt über Turbinen einen Generator an, der durch seine Umdrehung — ähnlich wie ein Fahrrad-Dynamo — Strom erzeugt. In herkömmlichen Wärmekraftwerken wird die Wärme durch Verbrennung von Steinkohle, Braunkohle, Heizöl oder Erdgas erzeugt. Im Kernkraftwerk entsteht Wärme durch Spaltung von Atomkernen des Kernbrennstoffes. Im Reaktor, wo der Kernspaltungsprozeß stattfindet, wird außer der Wärme auch gefährliche Radioaktivität erzeugt, die unter keinen Umständen ins Freie gelangen darf. Nicht das radioaktive Wasser des Primärkreislaufs (vgl. Abb. 4), sondern der von radioaktiven Stoffen freie Dampf des Sekundärkreislaufes treibt deshalb Turbinen und Generator an.

Die ungeheuren Wärmemengen, die beim Kernspaltungsprozeß im Reaktor entstehen, müssen durch Kühlung ständig abgeführt werden. Die Wärme wird im Reaktor an den Primärkreislauf, von diesem an den Sekundärkreislauf abgegeben. Am Kondensator des Sekundärkreislaufes tritt die Wärme in den Kühlwasserkreislauf über, der sie mit Hilfe des Kühlturms in die Luft abführt oder sie in ein Gewässer einleitet.

Würde die Kühlung einmal ausfallen und würden auch die Notkühlssysteme versagen, so stiege die Temperatur im Reaktor binnen einer Minute auf rund 3000 Grad Celsius. Der Reaktor würde zu einem glühenden Klumpen zusammenschmelzen, der sich unweigerlich einen Weg durch alle Abschirmungen ins Freie fressen würde. Mit ihm gelange die Radioaktivität in die Umgebung des Kernkraftwerkes. Die Abschirmung der Umgebung vor Radioaktivität und die Kühlung sind die wichtigsten Sicherheitsaufgaben bei Kernkraftwerken. Alle wichtigen Sicherheitseinrichtungen sind in einem Kraftwerk mehrfach vorhanden, so daß eine Freisetzung von Ra-

dioaktivität in katastrophalem Ausmaß so unwahrscheinlich ist, wie etwa schwerste Naturkatastrophen. Es verbleibt jedoch stets ein Restrisiko, d. h. man kann einen schweren Unfall nicht völlig ausschließen.

Kleines Fachwörterlexikon

Abfall, radioaktiver: fällt vor allem im ausgebrannten Kernbrennstoff an, der periodisch ausgewechselt wird. Aus dem verbrauchten Kernbrennstoff werden das nicht gesplante Uran und der im Reaktor entstandene neue Kernbrennstoff Plutonium chemisch abgetrennt. Ferner werden radioaktive Substanzen herausgezogen, die für Medizin und Technik nützliche Verwendung finden. Die restlichen hochradioaktiven Spaltprodukte müssen Tausende von Jahren sicher gelagert werden (in der Bundesrepublik in einem stillgelegten Salzbergwerk bei Wolfenbüttel — in 750 m Tiefe).

Abwärme: Aus physikalischen Gründen kann die im Wärmekraftwerk erzeugte Wärmeenergie nur zum Teil in elektrischen Strom umgewandelt werden. Der Rest muß als Abwärme oder Abfallwärme abgeleitet werden. Sofern die Abwärme nicht wirtschaftlich verwertet werden kann (z. B. zu Heizzwecken), wird sie entweder an die Luft oder in ein Gewässer abgegeben, oder durch Verdunsten von Wasser in Naßkühltürmen abgeführt.

Halbwertszeit: diejenige Zeit, nach der die Hälfte der Kerne einer ursprünglich vorhandenen Anzahl radioaktiver Atome zerfallen ist. Beim radioaktiven Zerfall wandeln sich Atomarten in andere Atomarten um. Dabei klingt die Radioaktivität ständig ab.

Inversion: (lat. inversio = Umkehrung) Eine Luftschicht, in der die Temperatur umgekehrt zum Normalfall mit der Höhe zu- anstatt abnimmt. Eine Inversion wird auch Sperrschicht genannt, weil sie den Aufstieg der unterlagernden kälteren Luft

verhindert. Unter der Sperrschicht bildet sich fast immer eine dichte Nebeldecke, die verhindert, daß die Sonne den Boden und die bodennahen Luftschichten erwärmt. Die bodennahe Luft kühlt daher ständig weiter aus. Gleichzeitig steigt in Bodennähe ständig die Luftverschmutzung, da die schwache Luftbewegung nicht für eine genügende Verdünnung der Abgase und für die Verteilung von Staub sorgen kann. Inversionswetterlagen stellen sich regelmäßig im Herbst und Winter ein. In der windgeschützten Rheinebene können Inversionen mehrere Wochen lang andauern.

Kernbrennstoff: Material, das spaltbare Atomarten (z. B. Uran-235) enthält und zur Aufrechterhaltung der Kettenreaktion (siehe Kernspaltung) in einem Reaktor geeignet ist.

Kernspaltung: Alle Atomkerne setzen sich aus Elementarteilchen zusammen, den Protonen und den Neutronen. Bei der Spaltung eines schweren Atomkerns (z. B. des Elementes Uran) durch ein Neutron zerfällt dieser in zwei Teile. Gleichzeitig entsteht Wärme und radioaktive Strahlung. Ferner werden Neutronen aus dem Atomkern frei, welche ihrerseits wieder Atomkerne spalten können. Diese fortgesetzte Kernspaltung nennt man Kettenreaktion. Im Reaktor läuft diese Kettenreaktion innerhalb des Kernbrennstoffes kontrolliert ab. Regelstäbe, welche Neutronen einfangen, können als ‚Neutronenbremse‘ oder ‚Moderator‘ zwischen den Kernbrennstoff geschoben werden und die Kettenreaktion verlangsamen oder den Reaktor abschalten.

Kühlturm: ‚Nasse‘ und ‚trockene‘ Kühltürme dienen der Rückkühlung. In einem nassen Kühlturm wird die Wärme hauptsächlich über die Verdunstung abgegeben. Das Kühlwasser rieselt gegen einen Luftstrom. Dabei werden etwa 1,5 Prozent verdunstet. Dem restlichen Kühlwasser wird bei diesem Vorgang Wärme entzogen, und es kann so erneut zur Kühlung ver-

wendet werden. Im Trockenkühlturm besteht kein direkter Kontakt zwischen dem zu kühlenden Wasser und der Luft. Das erwärmte Wasser wird — ähnlich wie beim Autokühler — durch Luft rückgekühlt. Trockenkühltürme haben daher keine Kühlturmschwaden. Nach dem heutigen Stand der Technik sind Trockenkühltürme nur für Kraftwerksleistungen bis rund 300 MWe baubar, Naßkühltürme dagegen für beliebige Kraftwerksleistungen.

Kühlung: Die Kühlung der Kondensatoren mit Wasser erfolgt entweder durch „Frischwasserkühlung“ oder durch „Rückkühlung“ oder durch Koppelung beider Kühlsysteme. Bei der Frischwasserkühlung wird die gesamte Abwärme einem Gewässer zum Abtransport zugeführt. Bei Rückkühlung wird das Kühlwasser in einem Kühlturm abgekühlt und wiederholt den Kondensatoren zugeleitet.

Plutonium: Radioaktives Element, das im Reaktor entsteht und als Kernbrennstoff verwendet werden kann. Plutonium, das eine Halbwertszeit von 24.000 Jahren hat, kann noch in Mengen von 1 Millionstel Gramm Lungenkrebs erzeugen.

Primärenergieträger: Dazu zählen feste Brennstoffe wie Stein- und Braunkohle, flüssige Brennstoffe wie Erdöl, gasförmige Brennstoffe wie Erdgas sowie Wasserkraft, Erdwärme und Kernenergie. Elektrizität (= Sekundärenergie) kann aus allen Primärenergieformen gewonnen werden.

Radioaktivität: Eigenschaft bestimmter Atomkerne, ohne äußeren Einfluß ständig Energie in Form von Strahlen (radioaktive Strahlung) auszusenden. Dabei entstehen neue Elemente, die meist wieder radioaktiv sind und sich solange in andere Elemente umwandeln, bis ein stabiles Endprodukt (z. B. Blei) entsteht.

rem: Abkürzung für engl.: radiation equivalent man, ein Maß für die Schädlichkeit

einer radioaktiven Strahlung für den Menschen. 1 rem = 1000 mrem (millirem).

Strahlung, radioaktive: Die nach der Kernspaltung übrigbleibenden Teile des Atomkerns, die sog. Spaltprodukte, sind radioaktiv. Sie strahlen, d. h., sie senden ständig Teilchen bzw. elektromagnetische Wellen verschiedener Natur und verschiedener Energie aus. Diese (Alpha-, Beta- und Gammastrahlen genannt) schädigen die Zellen des menschlichen Körpers.

Uran: Natürliches radioaktives Element. Das als Kernbrennstoff dienende, spaltbare Uran-235 macht nur 0,7205 Prozent des natürlichen Urans aus.

Wirkungsgrad: Bei Kraftwerken das Verhältnis der geleisteten Nutzbarkeit zu der gleichzeitig zugeführten Energie. Der Wirkungsgrad derzeitiger Kernkraftwerke liegt bei etwa 33 Prozent. Herkömmliche Wärmekraftwerke erreichen einen Wirkungsgrad von 40 Prozent. Je geringer der Wirkungsgrad, desto mehr nicht genutzte Wärme (= Abwärme) wird an die Umgebung des Kraftwerkes abgegeben.

Die Abende graben sich dir
unters Aug. Mit der Lippe auf-
gesammelten Silben — schönes,
lautloses Rund —
helfen dem Kriechstern
in ihrer Mitte. Der Stein,
schlafennah einst, tut sich hier auf:

bei allen
versprengten
Sonnen, Seele,
warst du, im Äther.

Paul Celan

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Land \(vormals Blätter für Naturkunde und Naturschutz\)](#)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: [1977_3-4](#)

Autor(en)/Author(s): Nolzen Heinz

Artikel/Article: [Das Thema Kernkraftwerk im Planspiel. 115-118](#)