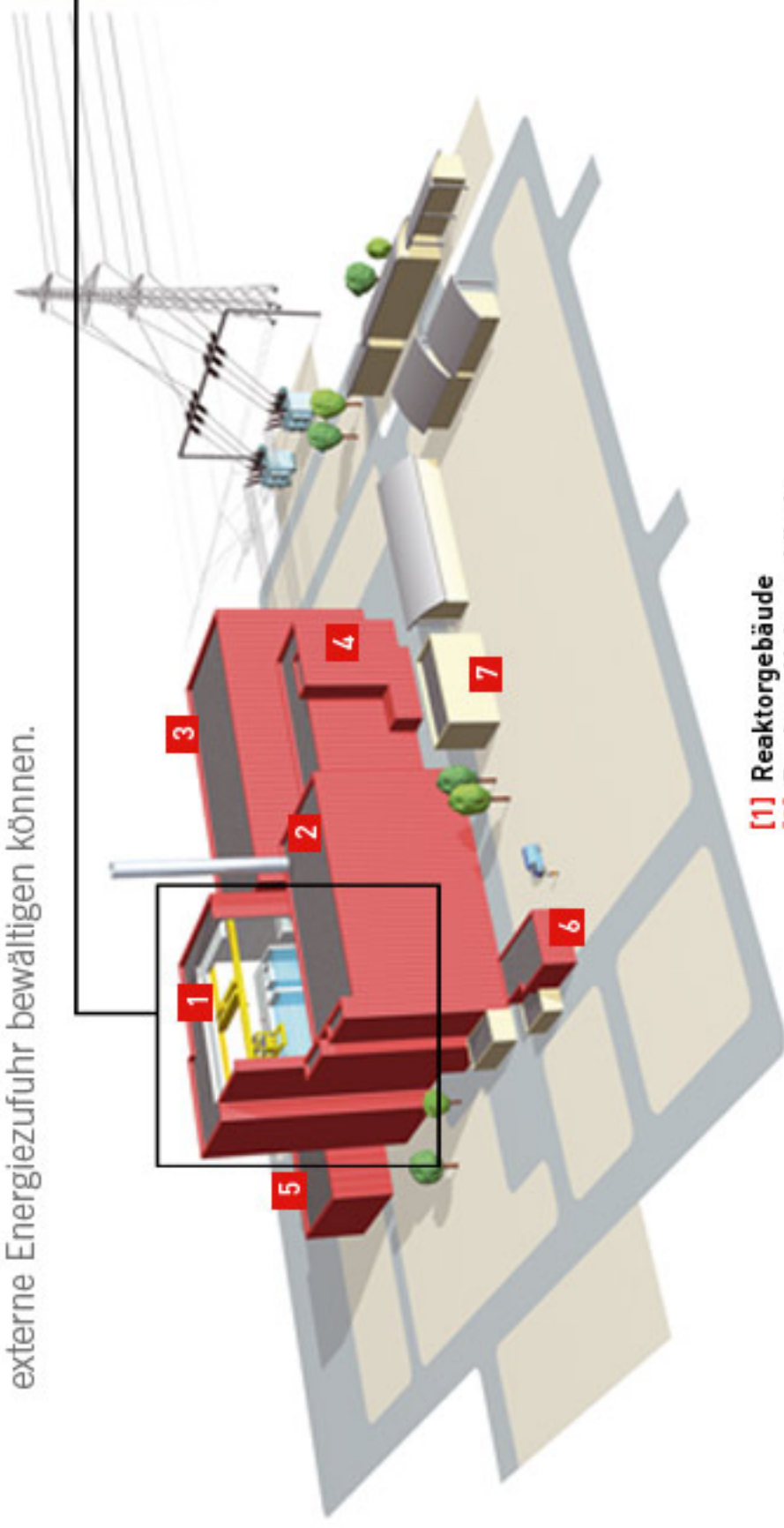


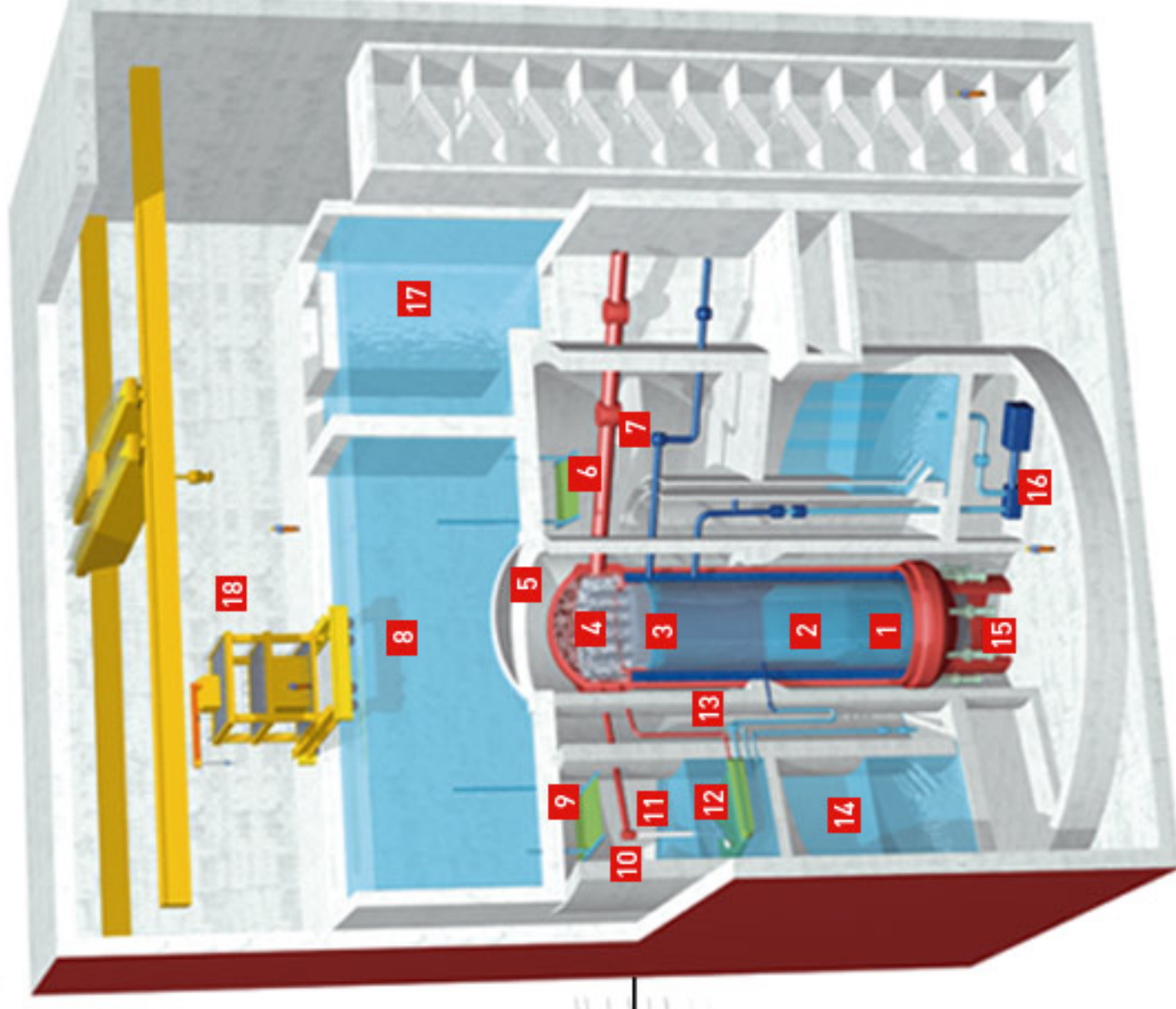
Neue Dimensionen bei der Sicherheit

In der Schweiz wird derzeit über die Zukunft der Kernkraftwerke diskutiert. Falls eine neue Anlage gebaut wird, wäre es wohl ein Reaktortyp der dritten Generation, wie der dargestellte Siedewasserreaktor Typ SWR 1000. Dieser verfügt über zusätzliche Sicherheitssysteme, die passiv wirken und damit Storfälle ohne menschliches Eingreifen und ohne externe Energiezufuhr bewältigen können.



- [1] Reaktorgebäude
- [2] Reaktor-Nebengebäude
- [3] Maschinenhaus
- [4] Reaktor-Hilfssystemgebäude
- [5] Elektrische Schaltanlagen mit Notstromgruppe
- [6] Notstromgruppe
- [7] Verwaltungsgebäude

Querschnitt durch den Reaktor



- [1] Steuerstäbe
- [2] Brennelemente
- [3] Wasserabscheider
- [4] Dampftrockner
- [5] Reaktor-Druckbehälter
- [6] Dampfleitung (zur Dampfturbine)
- [7] Speisewasser-Leitung
- [8] Abschirmbecken
- [9] Containment-Kühlkondensatoren
- [10] Überdruckventile
- [11] Kernflutungsbecken
- [12] Notkondensatoren
- [13] Passive Druckventile
- [14] Druckabbau-Becken
- [15] Reaktor-Umwälzpumpen
- [16] Notkühlsystem
- [17] Brennelement-Lagerbecken
- [18] Lademaschine für Brennelemente

Thema 27: Passive Sicherheit bei Kernreaktoren

In diesem Schaubild wird aufgezeigt, wie passive Sicherheitssysteme bei Kernreaktoren funktionieren

Seit der Inbetriebnahme der ersten Kernreaktoren hat sich die friedliche Nutzung der Kernenergie enorm weiter entwickelt. Die Schweizer Kernkraftwerke wurden dem Stand der Technik ständig angepasst und gelten als sehr sichere Anlagen. Trotzdem kommen sie langsam in die Jahre und müssen früher oder später stillgelegt werden. Als Ersatz für sie kommen Kernreaktoren der nächsten Generation mit nochmals erhöhter Sicherheit in Frage. Ein Reaktor dieses Typs ist der europäische Druckwasserreaktor (EPR), von dem sich in Finnland und Frankreich je eine Anlage im Bau befindet. Er weist vierfach gesicherte Sicherheitssysteme auf, und selbst bei einer (extrem unwahrscheinlichen) Kernschmelze sollen keine radioaktiven Stoffe nach aussen gelangen können. Eine weitere Entwicklung ist der Siedewasserreaktor SWR 1000, der in diesem Schaubild dargestellt ist. Er verfügt neben den herkömmlichen Sicherheitsmassnahmen über passiv wirkende Sicherheitssysteme, mit denen Störfälle ohne menschliches Eingreifen und ohne Energiezufuhr von aussen beherrscht werden können. Auch bei diesem Konzept blieben die Auswirkungen einer Kernschmelze auf die Anlage beschränkt.

Die vier Arbeitsschritte

Bearbeiten Sie die folgenden 4 Schritte! Zeitbudget: 4x10 Min. + Zusatzaufgabe

1. Schaubild als Lektionseinstieg (Überblick)

Das Schaubild verschafft Ihnen einen Überblick zum Thema!

2. Infotext mit Einzelbildern (Lesen und Verstehen)

Lesen Sie den Text aufmerksam und schauen Sie sich die entsprechenden Bilder dazu genau an! Ist Ihnen die Bildaussage unklar, lesen Sie den Abschnitt ein zweites Mal! Sie können sich den Text mit Bildern auch ausdrucken und haben so die Möglichkeit Wichtiges zu markieren oder sich Notizen zu machen.

3. Übung mit dem Schaubild (Anwenden und Üben)

Decken Sie die schwarzen Textfelder zu und versuchen Sie die passenden Bezeichnungen heraus zu finden. Wiederholen Sie die Übung, bis Sie alle Textfelder, ohne zu Zögern, nennen können.

4. Kurztest mit 6 Ankreuzaufgaben (Testen und Vertiefen)

Bearbeiten Sie nun den Kurztest und lösen Sie die 6 Aufgaben!

Thema 27: Passive Sicherheit bei Kernreaktoren

Lesen Sie den Text aufmerksam und schauen Sie sich die entsprechenden Bilder dazu genau an! Ist Ihnen die Bildaussage unklar, lesen Sie den Abschnitt ein zweites Mal! Sie können sich den Text auch ausdrucken haben so die Möglichkeit, Wichtiges zu markieren oder sich Notizen zu machen

Infotext mit Einzelbildern

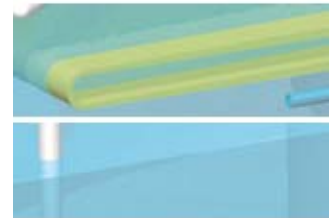
Herkömmliche Sicherheitssysteme

In einem Siedewasserreaktor wird Wasser verdampft, der Dampf treibt die Dampfturbine an, wird anschliessend kondensiert und gelangt als Speisewasser wieder in den Reaktor. Der Dampf-/Wasserkreislauf darf keinesfalls unterbrochen werden, sonst käme der Reaktor in einen gefährlichen, heissen Zustand. Verschiedene Massnahmen sorgen dafür, dass dieser Fall mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eintreten kann. Dazu gehören zum Beispiel mit Notstromanlagen versorgte Notkühlssysteme (16). Zu den herkömmlichen Sicherheitssystemen zählen auch die Steuerstäbe (1), Überdruckventile (10) und das Druckabbaubecken (14).



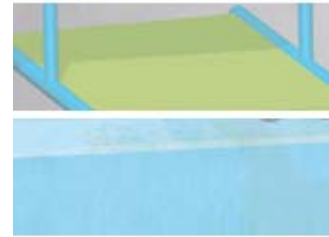
Zusätzliche, passive Sicherheitssysteme

Die Notkondensatoren (12) haben Rohrverbindungen ins Reaktor-Druckgefäss, oben in den Dampf- und unten in den flüssigen Bereich. Die Kondensatoren sind im Normalbetrieb mit Wasser gefüllt, weil sie tiefer angeordnet sind als der Wasserspiegel im Reaktor. Sinkt dieser Wasserspiegel infolge eines Störfalls, gelangt heisser Dampf aus dem Reaktor in die Notkondensatoren. Der Dampf kondensiert zu Wasser, das in den Reaktorkern zurückfliesst. Es entsteht ein natürlicher Kühlkreislauf. Die Wärme des Reaktorkerns wird von den Notkondensatoren ins Kernflutungsbecken (11) übertragen.



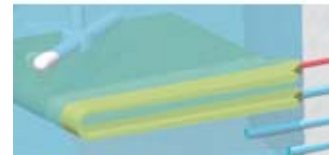
b) Containment-Kühlkondensatoren

Dauert die Notkühlung über das Kernflutungsbecken längere Zeit an, erwärmt sich das Reaktorgebäude (Containment). Die Containment-Kühlkondensatoren (9) nehmen diese Wärme auf und führen sie in einem natürlichen Kreislauf in das Abschirmbecken (8). Die Not- und Containment-Kondensatoren können den Notkühlbetrieb während mindestens 72 Stunden ohne Eingriffe von aussen aufrecht erhalten, Zeit genug, um die weitere Nachwärmeabfuhr sicher zu stellen.



c) Kernflutungs-System

Dank den oben beschriebenen Notkühlssystemen nimmt mit der Zeit die Temperatur und damit der Druck im Reaktor-Druckbehälter ab; der Wasserstand sinkt langsam. Passiv arbeitende Druckventile (12) stellen dies fest und öffnen den Wasserzulauf vom Kernflutungsbecken zum Reaktor-Druckbehälter. Der Reaktorkern wird automatisch geflutet.



Passive Sicherheit bei Kernreaktoren

Multiple Choice Fragen

1. Die bestehenden Kernkraftwerke in der Schweiz

- wurden seit Jahren nicht mehr modernisiert
- gelten als sehr unsicher
- wurden dem Stand der Technik laufend angepasst
- verfügen alle über passive Sicherheitssysteme

2. Kernreaktoren werden immer weiterentwickelt

- die neusten Modelle verfügen gar über aktive Sicherheitssysteme
- sie verfügen über 3-fach gesicherte Sicherheitssysteme
- sie reagieren auf Knopfdruck vollautomatisch
- der EPR ist ein Typ mit vierfacher Sicherung

3. Passive Sicherheitssysteme haben den Vorteil

- dass keine herkömmlichen Sicherheitssysteme mehr nötig sind
- dass Störfälle nicht mehr vorkommen können
- dass Naturgesetze mithelfen sollen, gefährliche Situationen zu kontrollieren
- dass man auf ein Notkühlssystem verzichten kann

4. Der SWR 1000 treibt die Turbinen

- durch grosse Mengen Wasser an
- durch tausende, unter Hochdruck stehenden, feinen Wasserstrahlen an
- durch heissen Wasserdampf an
- erzeugt Hitze und Druck mit einem speziellen Gasgemisch

5. Bei einem Störfall ist die Kühlung entscheidend

- deshalb verfügt der SWR 1000 über 2 Notkühlssysteme
- deshalb wird der Reaktorkern bei einer Störung sofort automatisch geflutet
- deshalb sind mehrstufige Notkühlmassnahmen im Reaktorgebäude integriert
- deshalb sind 4 grosse Kühlbecken rund um das Reaktorgebäude angeordnet

6. Das Abschirmbecken dient

- ausschliesslich der Abschirmung, damit das Personal die Lademaschine bedienen kann
- im Notfall dank der grossen Wassermenge auch zur Kühlung
- auch zur Lagerung der Brennelemente, die gut abgeschirmt sein müssen
- als Ausgleichsbecken zum Lagerbecken und kann so gut notkühlen