

# Ein Standort voller Energie

## Kernkraftwerk Gundremmingen



Kernkraftwerk  
Gundremmingen GmbH

Dr.-August-Weckesser-Straße 1  
89355 Gundremmingen

Telefon +49 8224 78-1  
Telefax +49 8244 78-2900

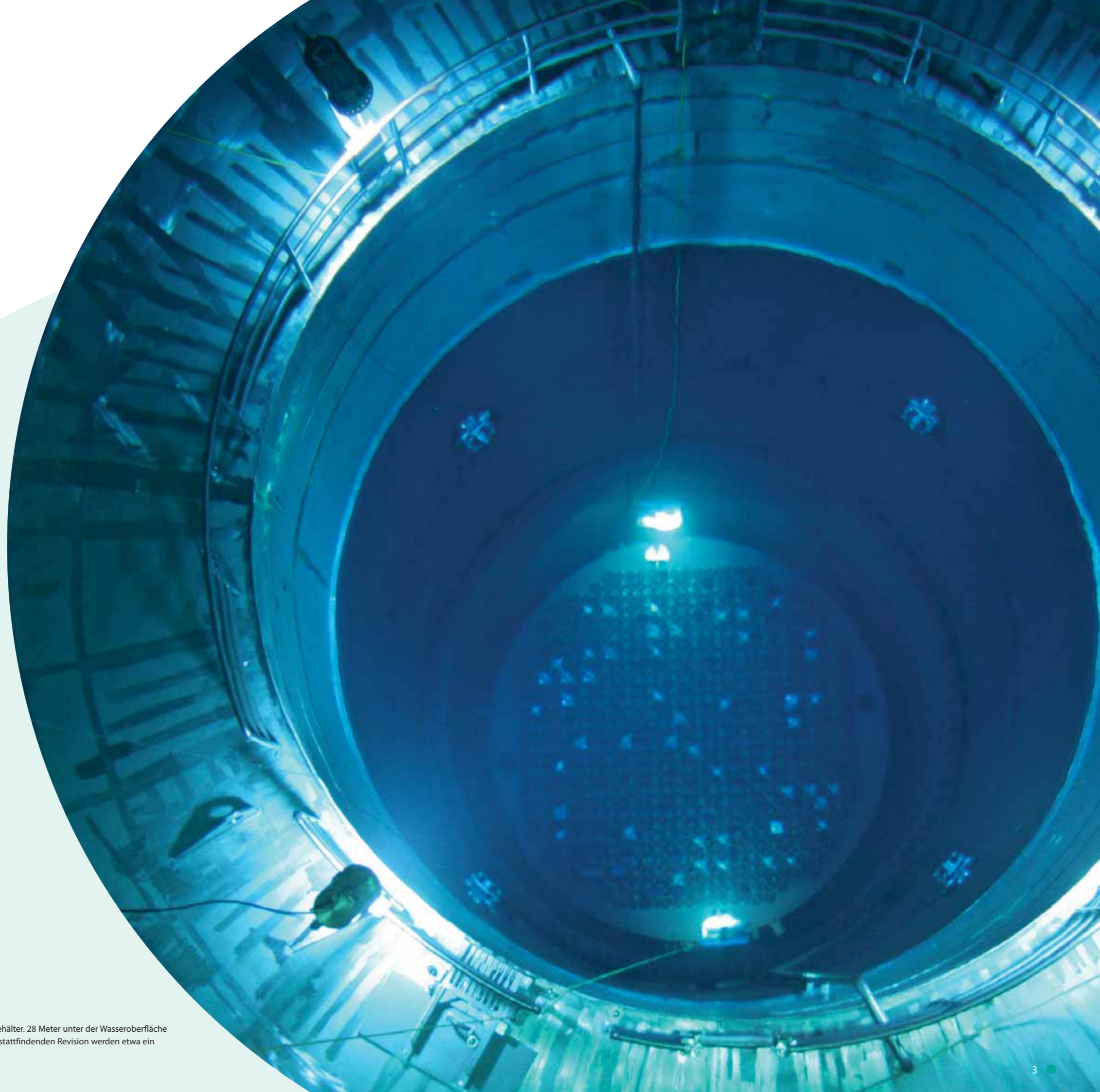
[kontakt@kkw-gundremmingen.de](mailto:kontakt@kkw-gundremmingen.de)  
[www.kkw-gundremmingen.de](http://www.kkw-gundremmingen.de)



## Inhalt

- 4** Strom – Lebensader unserer Zivilisation
- 6** Der Energiemix – kein einfaches Rezept
- 8** Sicher und verlässlich – das Kernkraftwerk Gundremmingen
- 9** Uran – Gestein voller Energie
- 10** Kernspaltung – mit gebremstem Schwung zur Wärme
- 11** Kettenreaktion – alles im Griff
- 12** Funktionsweise eines Siedewasserreaktors
- 14** Der Kühlwasserkreislauf
- 16** Eng miteinander verzahnt – die Sicherheitseinrichtungen
- 20** Die Umgebung – stets unter Kontrolle
- 22** Sicherheit hat oberste Priorität – das Entsorgungskonzept mit dem Standortzwischenlager Gundremmingen
- 25** Wichtiger Wirtschaftsfaktor – sichere Arbeitsplätze
- 26** Technische Daten
- 27** Information zum Standort – offen für den Dialog

Blick in den für eine Revision geöffneten Reaktordruckbehälter. 28 Meter unter der Wasseroberfläche befinden sich 784 Brennelemente. Während der jährlich stattfindenden Revision werden etwa ein Fünftel der Brennelemente ausgetauscht.



## Strom – Lebensader unserer Zivilisation

Ohne Strom funktioniert in unserem heutigen Leben nichts mehr. Strom wird Licht, Strom ist Wärme, ist Kraft. Strom steuert und regelt, transportiert Informationen.

Strom ist nötig, um andere Energieträger sinnvoll und sparsam einsetzen zu können. Wir brauchen Strom, um Umgebungswärme, Sonnen- und Windenergie nutzen zu können. Und nicht zuletzt: Strom ist am Einsatzort emissionsfrei.

All jene einmaligen, typischen Stromeigenschaften haben die Nachfrage nach dieser Edelenergie sowohl im Privatleben als auch in der Wirtschaft und der Industrie während der letzten Jahrzehnte mehr und mehr anwachsen lassen: Strom hat sich neue Anwendungsbereiche erschlossen, hat andere Energieträger ersetzt oder deren sparsamen Einsatz ermöglicht. Und dies hat sich positiv auf die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs ausgewirkt, der seit 1970 deutlich langsamer wächst.

Energie ist die Lebensader unserer Zivilisation. Umso wichtiger ist es, dass bezahlbarer Strom rund um die Uhr für jeden von uns da ist. Strom lässt sich aber nicht (oder nur schlecht) speichern; er

muss daher immer in der Menge erzeugt werden, die gerade gebraucht wird. Die Versorgungsunternehmen haben die Aufgabe der Erzeugung und Lieferung übernommen. Im Vordergrund dieser Dienstleistung stehen heute neben der zuverlässigen, sicheren sowie preiswerten Versorgung gleichrangig Umweltschutz und Rohstoffschonung.

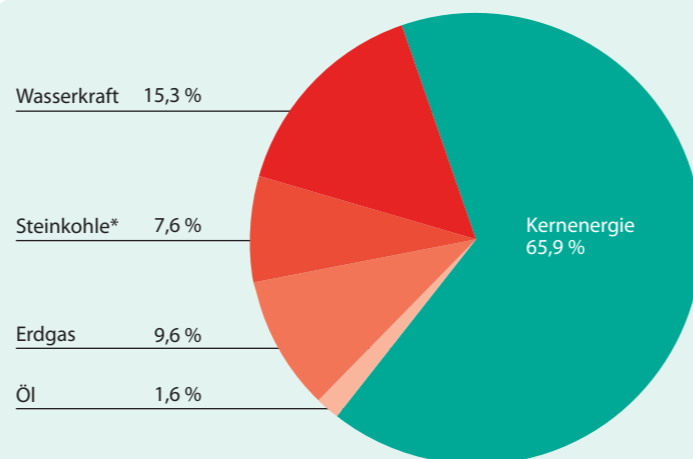
Letztlich liegt es an jedem einzelnen von uns, mit Strom sinnvoll und sparsam umzugehen. Die Versorgungsunternehmen unterstützen dies mit umfassender Kundenberatung; die Herstellerindustrie entwickelt immer sparsamere Maschinen und Geräte.

In Bayern sind Kernenergie und Wasserkraft mit einem Anteil von rund 66 beziehungsweise 15 Prozent die wichtigsten Standbeine der Stromversorgung. Kohle spielt mit rund 8 Prozent eine eher untergeordnete Rolle; Öl und Gas werden vorrangig für die Deckung kurzfristiger Bedarfsspitzen eingesetzt. Dieser Energiemix ist wirtschaftlich und umweltfreundlich. Über 80 Prozent des bayerischen Stroms werden ohne Luftschadstoffe erzeugt, beeinträchtigen also das Klima nicht.

Die Stromerzeugung in Deutschland im Jahr 2007 erfolgte zu folgenden Anteilen: 24 Prozent Kernenergie, 26 Prozent Braunkohle, 22 Prozent Steinkohle, 10 Prozent Erdgas, 15 Prozent erneuerbare Energien, 3 Prozent Heizöl, Pumpspeicher und Sonstige.

### Nettostromerzeugung in Bayern

#### Anteile der Kraftwerke 2007 in Prozent



\*) einschließlich Müll, erneuerbare und sonstige Energien  
Quelle: BayLfStad





## Der Energiemix – kein einfaches Rezept

Umweltschutz, Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit – das sind die drei Ziele der Stromerzeugung.

Wer nachhaltig Energie gewinnen will, muss diese Ziele unter einen Hut bringen – keine leichte Aufgabe. Je nachdem, welchem der Ziele man näher steht, wird man seine eigenen Akzente für eine zukunftsfähige Energieversorgung setzen. Einmal wird stärker die Versorgungssicherheit im Vordergrund stehen, das andere Mal beispielsweise der Umweltschutz. Immer jedoch stellt uns der Blick in die Zukunft vor eine zentrale Aufgabe: die Verantwortung für die Nachhaltigkeit der deutschen wie auch der globalen Energieversorgung.

Denn gleich ob Kohle, Erdgas, Kernkraft oder erneuerbare Energien – Vor- und Nachteile, Stärken und Schwächen hat jeder Energieträger. Zukunft kann daher nur eine Lösung haben: ein ausgewogener Mix aus verschiedenen Energiequellen.

Viele Quellen speisen den Strom. Und das nicht nur heute, sondern auch in Zukunft – eine Zukunft moderner, klimaschonender Energiegewinnung. Langfristig wird die meiste Energie weiterhin aus der Quelle der fossilen Energieträger sprudeln, darunter Kohle und Erdgas. Sie sind durch die Umwandlung abgestorbener Lebewesen entstanden – in Millionen von Jahren. Weil sie schneller verbraucht als erneuert werden, sind ihre Vorkommen begrenzt. Außerdem ist ihre Nutzung mit dem Ausstoß von Treibhausgasen, wie CO<sub>2</sub>, verbunden.

Absehbar ist außerdem ein wachsender Beitrag erneuerbarer Energien, oft auch als regenerative Energien bezeichnet. Sie können durch menschliche Nutzung nicht erschöpft werden. Entweder weil sie in großer Menge vorhanden sind – wie Sonnenenergie und Wind – oder weil sie sich laufend erneuern, wie beispielsweise Wasserkraft und Biomasse.

In die Energienetze vieler Länder weltweit fließt ein ansehnlicher Anteil an Strom aus Kernenergie: vergleichsweise kostengünstig, gut verfügbar und klimafreundlich, weil ohne Ausstoß von CO<sub>2</sub>. In Deutschland befristet das Atomgesetz die Nutzung der Kernenergie. Mittelfristig soll diese klimafreundliche, sichere und wirtschaftliche Energiequelle in Deutschland versiegen.

### Technische Rahmenbedingungen

Einen ausgewogenen Energiemix erfordert auch die technische Struktur der Stromversorgung: Die starken jahreszeitlichen und auch tagtäglichen Schwankungen des Stromverbrauchs lassen sich nur auf eine Art auffangen: mit einem Mix unterschiedlicher Kraftwerkstypen. Wie das funktioniert? Indem die Last der Energie-Nachfrage auf die Kraftwerke verteilt wird. Das heißt, für jeden der drei Lastbereiche sind bestimmte Kraftwerke zuständig:



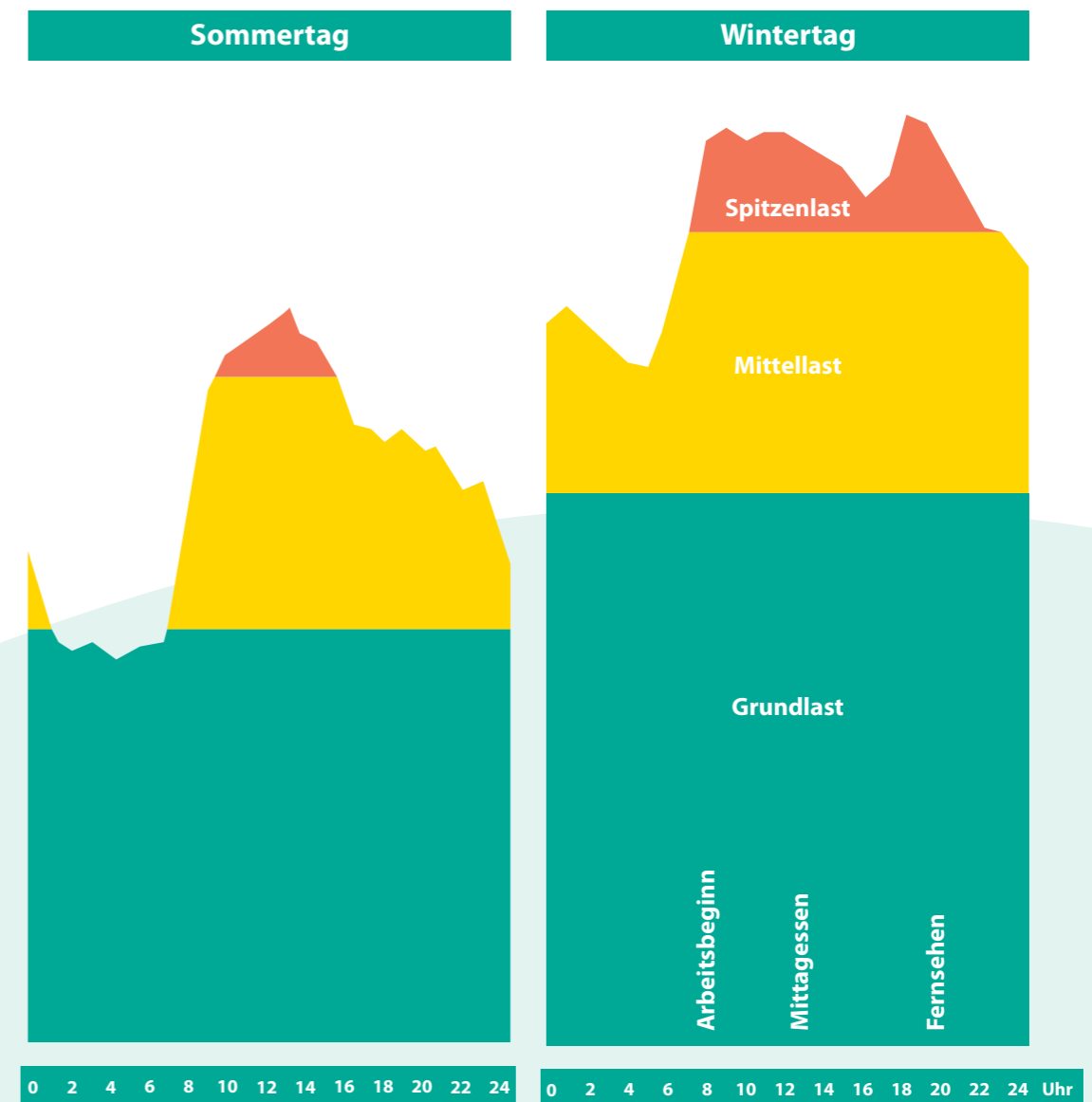
**Spitzenlast-Kraftwerke** springen ein, wenn der Energiebedarf für kurze Zeit Maximalwerte erreicht. Mit einem solchen Anstieg können lediglich Schnellstarter Schritt halten: Gasturbinen- und Pumpspeicherkraftwerke. Nur wenige Sekunden – und sie haben ihre volle Leistung erreicht.



**Mittellast-Kraftwerke** erzeugen die Energie-Zugabe, wenn die Nachfrage steigt. Diesen Mittellastbedarf decken vor allem Steinkohle- und Erdgaskraftwerke im Minuten- bis Stundenbereich.



**Grundlast-Kraftwerke** sind im Kraftwerksmix die wichtigste Zutat. Denn sie decken mit hoher Dauerleistung und damit zu günstigen Kosten den Grundbedarf an Strom – die Hauptaufgabe von Kernkraftwerken, Braunkohle- und Laufwasserkraftwerken.



Strombedarfskurve an einem typischen Sommer- und Wintertag

## Sicher und verlässlich – Kernkraftwerk Gundremmingen

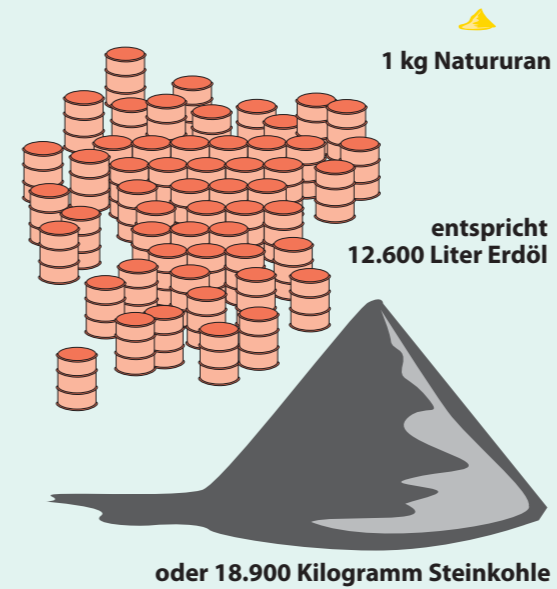
Ein idealer Kraftwerksstandort muss mehrere Voraussetzungen erfüllen: Nähe zum Höchstspannungsnetz und Verbraucher, verkehrsgünstige Lage und unmittelbare Nachbarschaft zu einem Fluss – all dies trifft auf die Gemeinde Gundremmingen bei Günzburg zwischen Augsburg und Ulm zu. Und so begann man 1976 in Gundremmingen neben dem inzwischen stillgelegten 250-Megawatt-Kernkraftwerk – Block A – mit dem Bau von zwei neuen Siedewasserreaktor-Blöcken mit einer Leistung von jeweils 1.344 Megawatt.

Das etwa 35 Hektar große Kraftwerksgelände liegt auf 433 Meter Höhe, eingebettet in forst- und landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Nähe zur Autobahn wie zur Eisenbahn erleichtert den Transport von Schwerlasten.

Nur knapp einen Kilometer entfernt fließt die Donau, deren Wasser zur Kühlung der beiden Blöcke beiträgt. Um die Wärmebelastung des Flusses nicht über das für Fauna und Flora verträgliche Maß hinaus zu erhöhen, hat man in Gundremmingen zwei Naturzug-Nasskühltürme gebaut.

1984 gingen die beiden Blöcke nach achtjähriger Bauzeit ans Netz. Seitdem erzeugen sie zuverlässig, sicher und ohne Abgabe von Schadstoffen durchschnittlich 21 Milliarden Kilowattstunden Strom pro Jahr. Das entspricht etwa 30 Prozent des bayerischen Jahresstromverbrauchs. Gleichzeitig vermeidet das Kraftwerk – gegenüber der Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen – den Ausstoß von rund 21 Millionen Tonnen Kohlendioxid im Jahr. Sicherheit hat für den Betrieb des Kraftwerks dabei oberste Priorität. Rund 1.100 Mitarbeiter am Standort leisten dazu mit ihrer hohen Kompetenz und ihrem ausgeprägten Sicherheitsbewusstsein einen wesentlichen Beitrag.

Betreiber der Anlage ist die Kernkraftwerke Gundremmingen GmbH (KGG). Sie gehört zu 75 Prozent der RWE Power AG in Essen und zu 25 Prozent der E.ON Kernkraft GmbH in Hannover.



## Uran – Gestein voller Energie

Kernkraftwerke nutzen die Energie, die bei der Spaltung des Atomkerns des in der Natur vorhandenen Radionuklids Uran-235 frei wird.

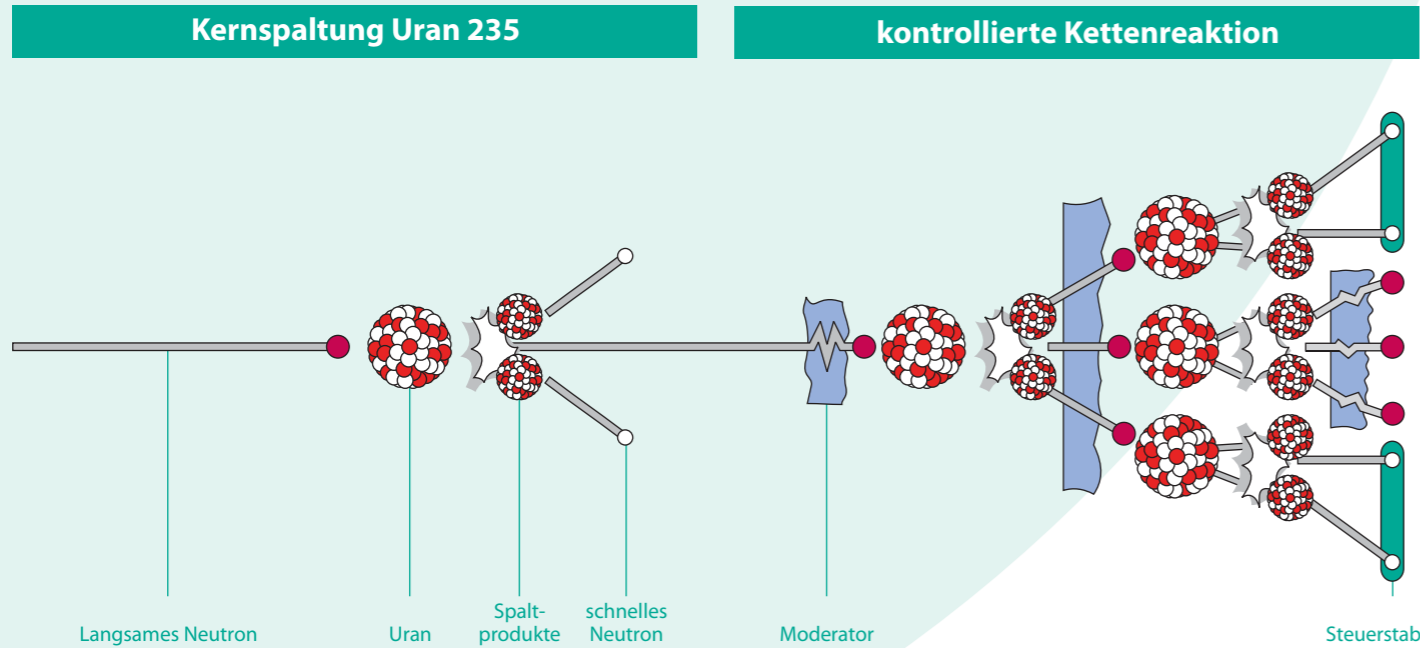
Uran ist ein in Erzen eingebettetes Schwermetall, das relativ gleichmäßig über die Erde verteilt lagert und sich bergmännisch abbauen lässt. Nach heutigem Kenntnisstand steht der Brennstoff Uran noch mindestens 200 Jahre zur Verfügung. Durch ständige Weiterentwicklung der Technologie zur Auffindung und Förderung von Uran ist sogar noch eine deutlich höhere Reichweite zu erwarten.

Uran verfügt über eine sehr hohe Energiedichte, das heißt einen sehr hohen Energiegehalt. Ein Kilogramm Natururan hat einen so hohen Energiegehalt wie 12.600 Liter Erdöl oder 18.900 Kilogramm Steinkohle.

Die Wettbewerbsfähigkeit der Kernenergie wird im Unterschied zu anderen Energiewandlungstechnologien bei steigenden Brennstoffkosten nicht beeinträchtigt. Der Anteil des Urans an den Stromerzeugungskosten eines Kraftwerks beträgt lediglich etwa drei bis fünf Prozent. Das bedeutet, Preissteigerungen beim Brennstoff haben nur sehr geringe Auswirkungen. Selbst eine Verdoppelung des Rohstoffpreises würde kaum auf die Stromerzeugungskosten durchschlagen.

Das aus Erzen gewinnbare Uran besteht zu 0,7 Prozent aus spaltbarem Uran-235, der Rest ist Uran-238. Durch die so genannte Anreicherung wird der Anteil des Uran-235 auf drei bis fünf Prozent im Gemisch mit Uran-238 angehoben. Das angereicherte Uran wird in Tablettenform gepresst und in Röhren aus einem besonders widerstandsfähigem Werkstoff (Zirkaloy) gefüllt. Diese so genannten Brennstäbe werden zu Brennelementen gebündelt und lassen sich so im Kernkraftwerk nutzen.





## Kernspaltung – mit gebremster Schwung zur Wärme

Im Reaktor eines Kernkraftwerks geschieht nichts Geheimnisvolles. Vielmehr macht sich der Mensch hier, genauso wie in anderen Kraftwerken, natürliche Vorgänge technisch nutzbar.

Wenn Neutronen mit relativ geringer Geschwindigkeit auf einen Uran-235-Kern treffen, dann spricht man von einer Kernspaltung – ein Vorgang, der auch in der Natur vorkommt.

Dabei entsteht Uran 236, das in zwei Bruchstücke zerplatzt, die wiederum mit hohem Tempo auseinander fliegen, um anschließend von anderen Atomen in der Umgebung abgebremst zu werden. Aus dieser Bewegungsenergie wird durch die Abbremsung verwertbare Wärme für die Stromerzeugung. Das Ganze funktioniert jedoch nur dann, wenn es gelingt, den rasenden Neutronen einen Teil ihres Schwungs zu nehmen, damit sie nicht am Ziel, dem Uran-Atom, vorbeischießen.

Als Neutronenbremse – die Fachleute nennen sie Moderator – eignet sich Wasser. Mit dessen Hilfe verlangsamt sich die Geschwindigkeit der Neutronen auf das für die Spaltung richtige Maß.

Bei jeder Spaltung entstehen zwei bis drei neue Neutronen, die weitere Spaltvorgänge einleiten. Hierdurch entsteht eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion.

Chicago, 1942: Dem Physiker Enrico Fermi gelang 1942 in Chicago die erste sich selbst erhaltende Kernspaltung. Aber bereits lange bevor es Menschen gab, nämlich vor zwei Milliarden Jahren, spaltete sich in der Natur von selbst Uran 235 im westafrikanischen Gabun; dort haben Wissenschaftler mehrere Naturreaktoren entdeckt.

## Kettenreaktion – alles im Griff

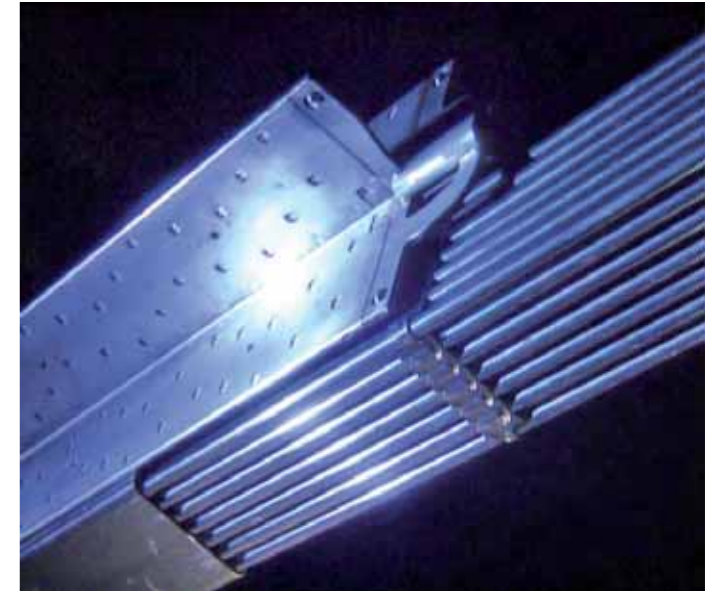
Je mehr Neutronen, desto mehr Spaltvorgänge gibt es und desto mehr Energie wird frei. Da bei der Uranspaltung mehr Neutronen entstehen, als zur Aufrechterhaltung einer kontrollierten Kettenreaktion nötig sind, wird ein Teil der Neutronen von ihrem eigentlichen Ziel abgelenkt.

Dazu bedient man sich im Reaktor eines Kernkraftwerks so genannter Steuerstäbe aus einem Material (Bor, Hafnium), das die Neutronen aufsaugt, also absorbiert. Zur Senkung der Reaktorleistung werden diese Stäbe in den Reaktor eingeführt, zur Steigerung wieder herausgezogen.

Die Kernspaltung ist unterbrochen, wenn sie eingefahren sind. Der Reaktor arbeitet mit maximaler Leistung, wenn die Stäbe ausgefahren sind.

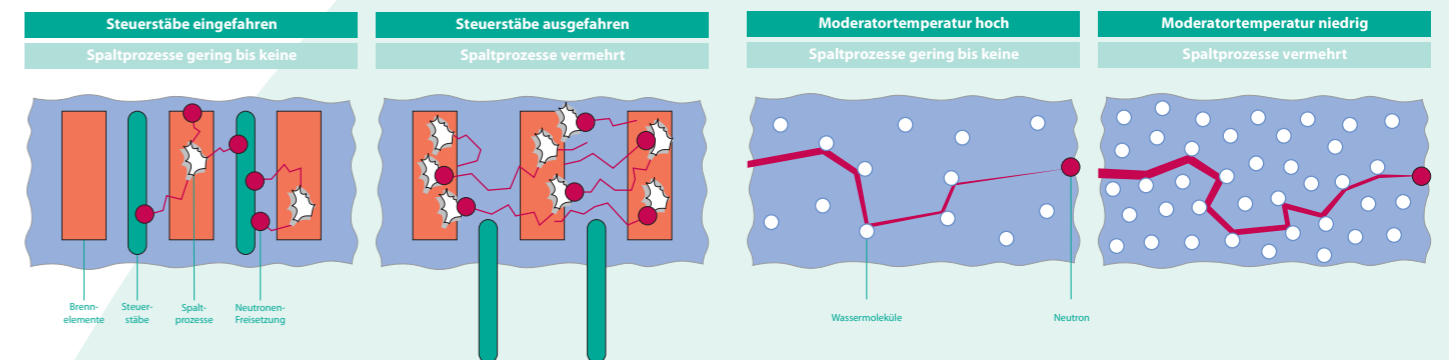
Die Steuerstäbe werden im Betrieb durch elektrische Antriebe gefahren, für die Schnellabschaltung steht unabhängig davon ein hydraulisch wirkendes System zur Verfügung.

Es gibt aber auch noch einen zweiten Weg, die Kettenreaktion zu kontrollieren und zu regeln: je heißer der Moderator bzw. das Kühlmittel wird, desto mehr Dampfblasen entstehen. Dampf ist im Gegensatz zu Wasser nicht in der Lage, Neutronen ausreichend abzu-bremsen, immer mehr Neutronen schießen daher am Ziel vorbei.



Diesen physikalischen Vorgang nutzt man durch dosierte Zufuhr von Kühlwasser. Denn: Mehr Wasser bedeutet eine niedrigere Temperatur, was eine höhere Trefferquote der Neutronen zur Folge hat. Eine geringere Menge führt zu einer schnelleren Erhitzung des Wassers. Dabei entstehen mehr Dampfblasen, wodurch die Trefferquote sinkt. Hinter diesem Prinzip verbirgt sich ein wesentliches Sicherheitselement eines Siedewasserreaktors: Bei Wasserverlust endet die Kettenreaktion von selbst.

Schließlich gibt es noch einen dritten Weg, den Reaktor jederzeit schnell abzuschalten: Man pumpt eine Borlösung ein, die die Neutronen einfängt und die Spaltung der Urankerne unterbricht.



## Funktionsweise eines Siedewasserreaktors

Die beiden Siedewasserreaktoren Block B und C in Gundremmingen sind baugleich. Das Herz ist jeweils ein Reaktor-druckbehälter, der zu etwa zwei Dritteln mit Wasser gefüllt ist. Dieser von einem stabilen Betonmantel, dem so genannten biologischen Schild, umhüllte Stahlzylinder enthält die gebündelten Brennelemente. Jedes Brennelement ist 4,47 Meter hoch und besteht aus bis zu 96 mit Uran-tabletten gefüllten Brennstäben. Insgesamt sind in jedem der beiden Reaktoren 784 Brennelemente.

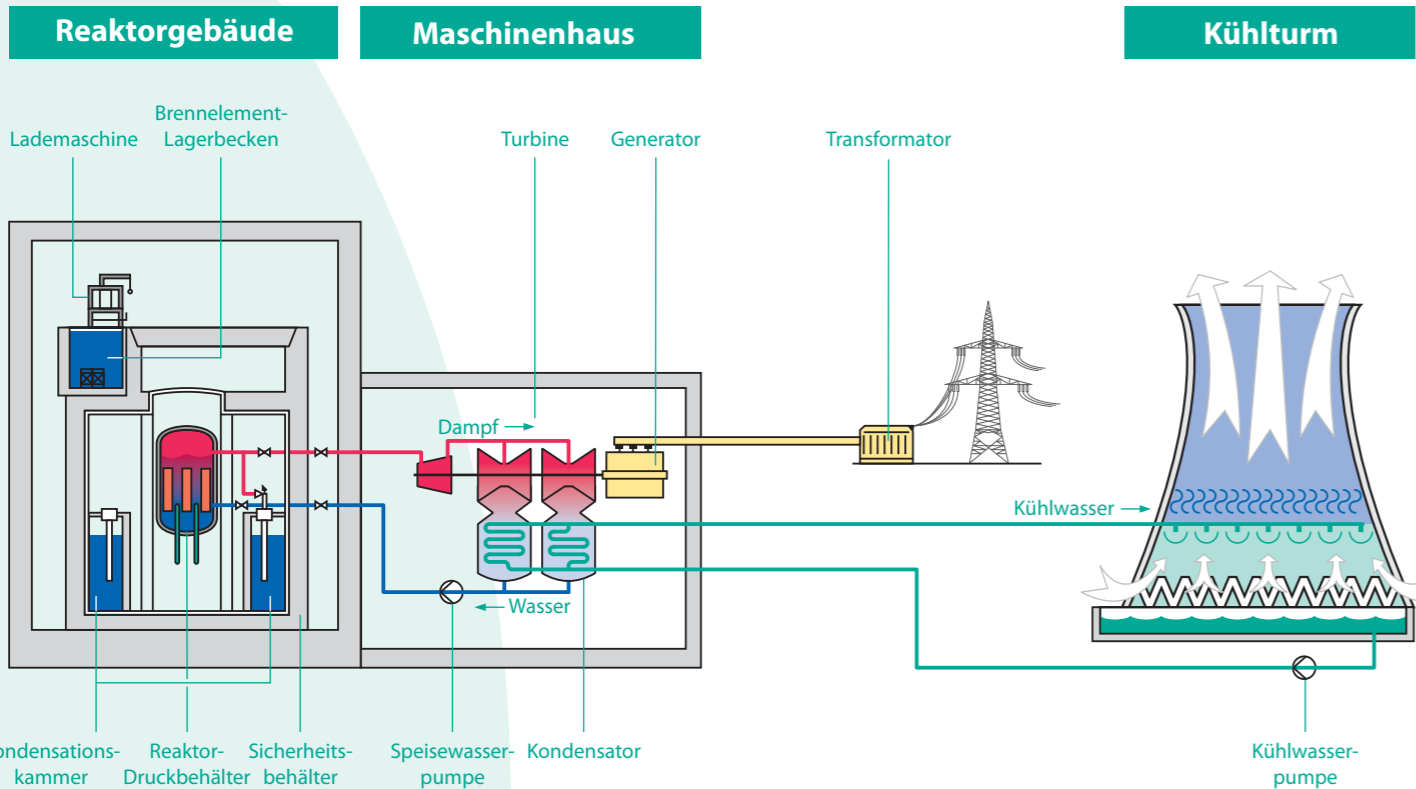
Während der Kernspaltung in den Brennstäben des Reaktorkerns wird Wärme freigesetzt, die das Reaktorwasser zum Sieden bringt – ein Vorgang ähnlich wie beim Tauchsieder. Das Wasser strömt von unten nach oben durch den Reaktorkern und führt dabei die in den Brennstäben entwickelte Wärme ab. Ein Teil des Wassers verdampft.

Nach einer Dampf-Wasser-Trennung im oberen Teil des Druckbehälters strömt der reine Wasserdampf auf die Turbine und versetzt diese in eine Drehbewegung, indem er – ähnlich wie Wind ein Windrad –

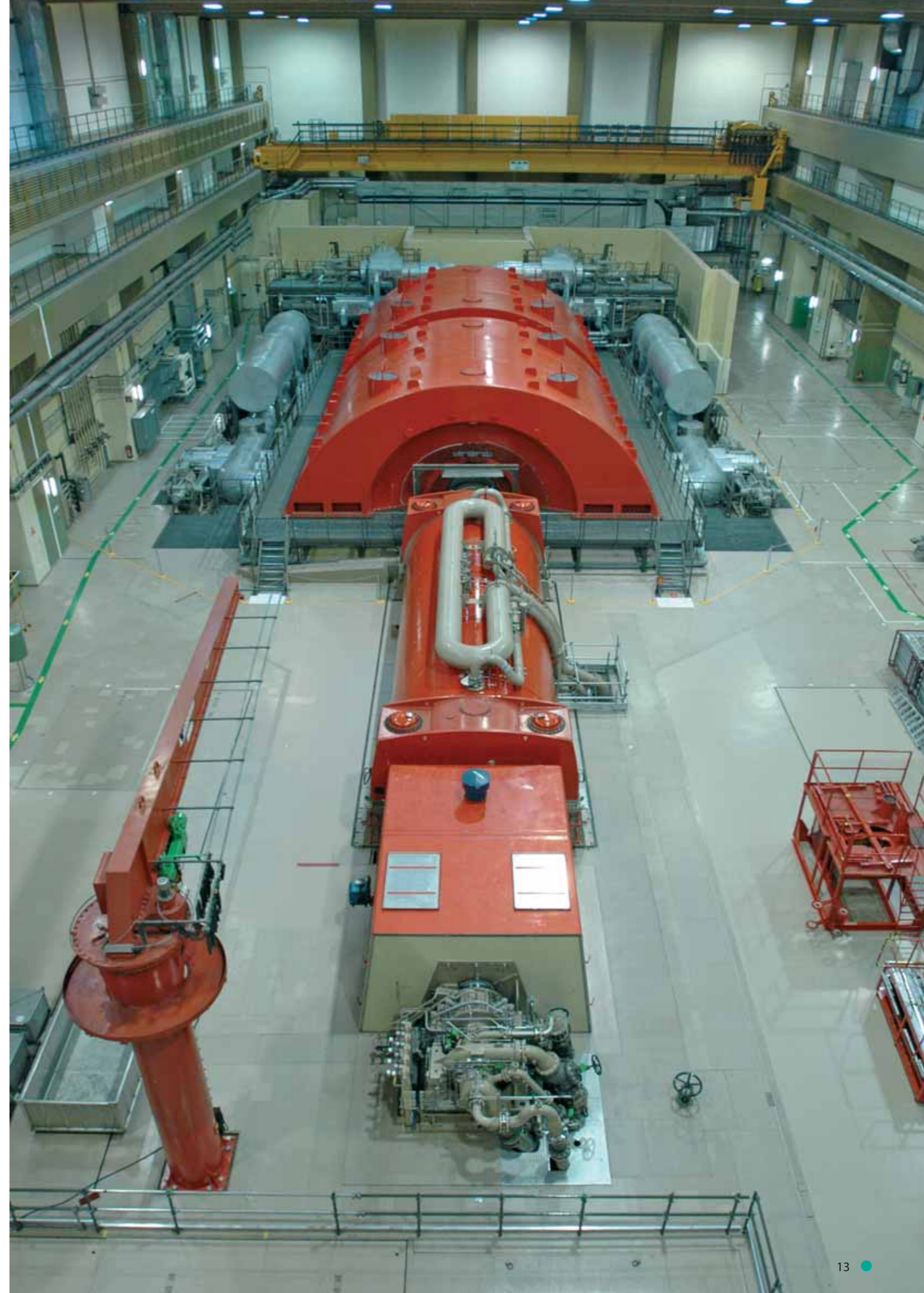
die Schaufelräder der Turbinenwelle antreibt. Wärmeenergie wird zu Bewegungsenergie.

Die Turbine ist über die Turbinenwelle mit dem Generator gekoppelt, in dem die mechanische Energie durch ein stark rotierendes Magnetfeld – im Prinzip wie in einem Fahrraddynamo – in elektrische Energie überführt wird. Diese wird über einen Maschinentransformator hochgespannt, in die nahe gelegene Umspannstation übertragen und in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Das Hochspannen ist notwendig, weil sich Elektrizität nur in dieser Form über weite Strecken wirtschaftlich fortleiten lässt.

Einmal im Jahr wird jeder Kraftwerksblock für circa zwei bis vier Wochen zur Revision und zum Brennelementwechsel abgeschaltet. Etwa ein Fünftel der Brennelemente wird hierbei durch neue ersetzt. Während der gesamten Inspektions- und Wartungsarbeiten sowie bei den wiederkehrenden Prüfungen sind neben den eigenen Mitarbeitern rund 1.500 weitere Fachkräfte von Fremdfirmen im Einsatz.



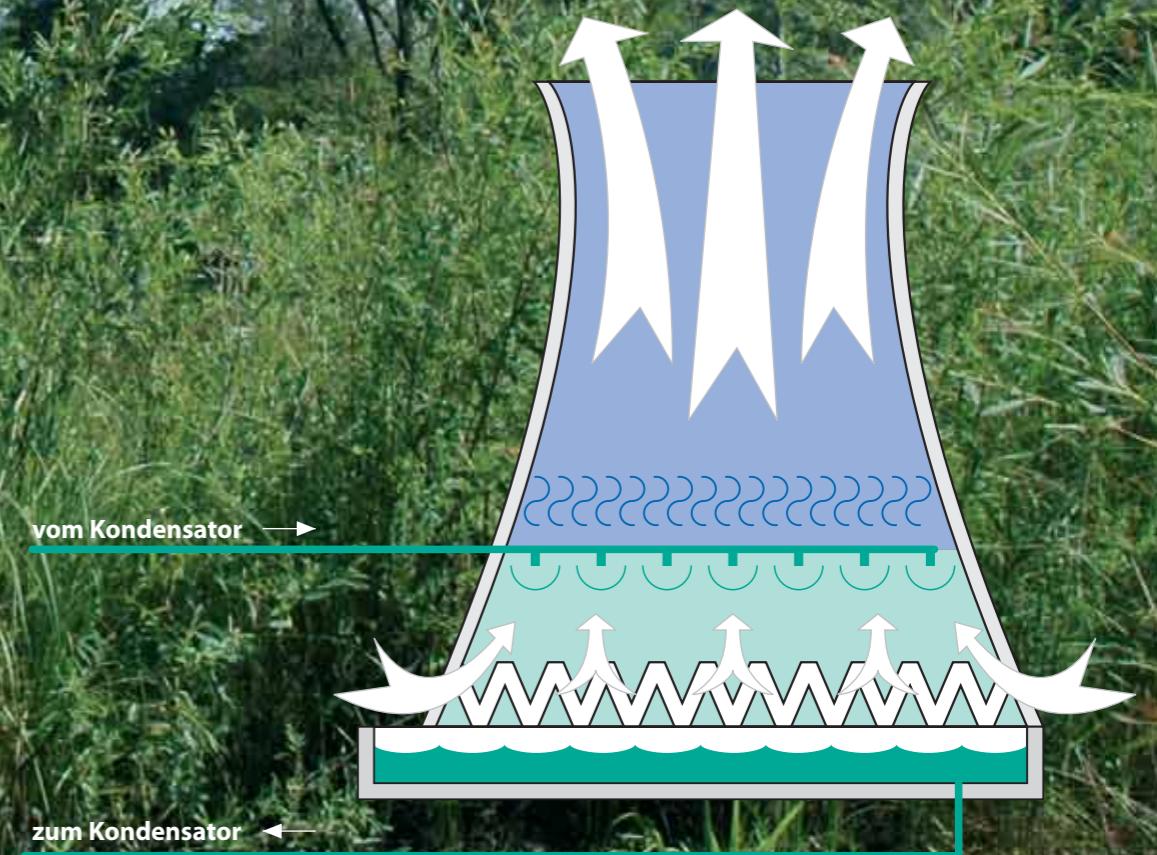
Blick in das Maschinenhaus auf den 1.344-MW-Turbosatz: Der Dampf aus dem Reaktor durchströmt den Hochdruckteil (im Hintergrund nicht sichtbar), anschließend die beiden Niederdruckteile der Turbine und kondensiert dann in den darunterliegenden Kondensatoren. Im Vordergrund ist der Generator mit Erregermaschine zu sehen.



## Der Kühlwasserkreislauf

Im Kondensator hinter der Turbine gibt der Dampf seine Restwärme an das Kühlwasser ab und wird wieder zu Wasser, das von neuem seinen Weg durch den Reaktor antritt. Das erwärmte Kühlwasser wird im Kühlturm wieder abgekühlt.

Die beiden Gundremminger Kühltürme sind 160 Meter hoch. Das erwärmte Kühlwasser strömt in die Kühltürme, wird auf 12 Meter hoch gepumpt und rieselt über Platten nach unten in ein Auffangbecken. Bei den Kühltürmen am Standort Gundremmingen handelt es sich um Naturzug-Nasskühltürme, die einen natürlichen aufsteigenden Luftzug zum Kühlen des Wassers nutzen. Zusätzliche Komponenten, wie beispielsweise Ventilatoren, sind nicht notwendig. Im Luftzug kühlen die feinen Tropfen des warmen Kühlwassers ab. Dabei verdunstet ein Teil des Kühlwassers und wird von der Zugluft mit nach oben gerissen: So entsteht, abhängig von der Wetterlage, die typische Dampffahne. Der weit überwiegende Teil des Wassers wird zurück zum Kondensator gepumpt. Im Kühlturm auftretende Verdunstungsverluste werden durch gereinigtes Wasser aus der Donau ausgeglichen.



## Eng miteinander verzahnt – die Sicherheitseinrichtungen

Die Gewährleistung eines hohen Sicherheitsstandards ist zentrale Verpflichtung der Kernkraftwerksbetreiber. Grundlage des hohen Sicherheitsniveaus ist eine hochwertige technische Auslegung, durch die Störungen zuverlässig vermieden werden. Daneben werden Ausfälle von Systemen und Komponenten „vorgedacht“ und sichergestellt, dass diese keine Auswirkungen auf die Umgebung zur Folge haben. Umfassende Inspektions- und Wartungsprogramme dienen dazu, die Anlage stets in einem optimalen Zustand zu halten und Unregelmäßigkeiten an Anlagenteilen rechtzeitig zu erkennen und zu beheben. Neben der Gewährleistung eines exzellenten technischen Zustands stehen auch organisatorische Fragen und ein hohes Sicherheitsbewusstsein der Kraftwerksmannschaft im Fokus der Betreiberanstrengungen.

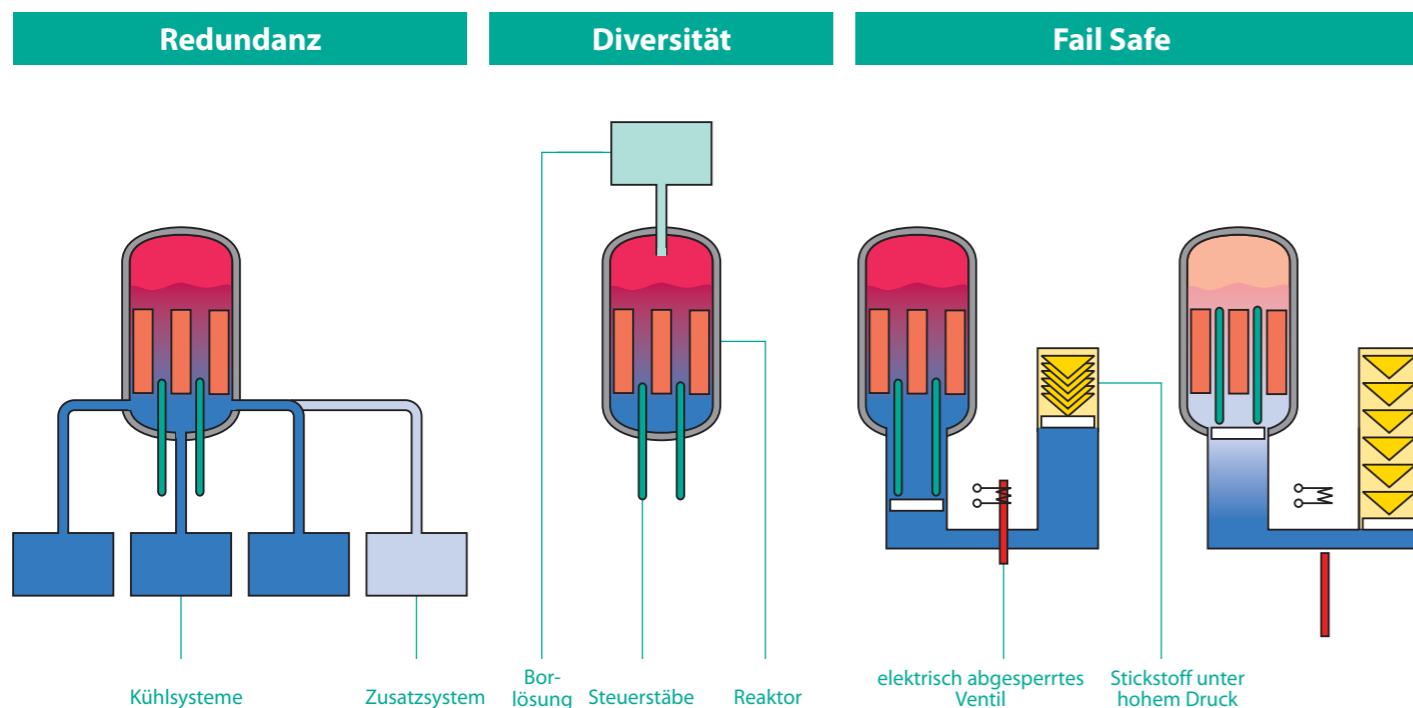
Außerdem wird der Betrieb der Kernkraftwerke von den zuständigen Behörden und Gutachtern streng überwacht.

### Die Auslegungsprinzipien

Vorsorglich wird bei der Auslegung von Kernkraftwerken immer vom Zusammentreffen ungünstiger Umstände und Schadensereignisse ausgegangen. Daher werden bei der Planung sowie beim Bau

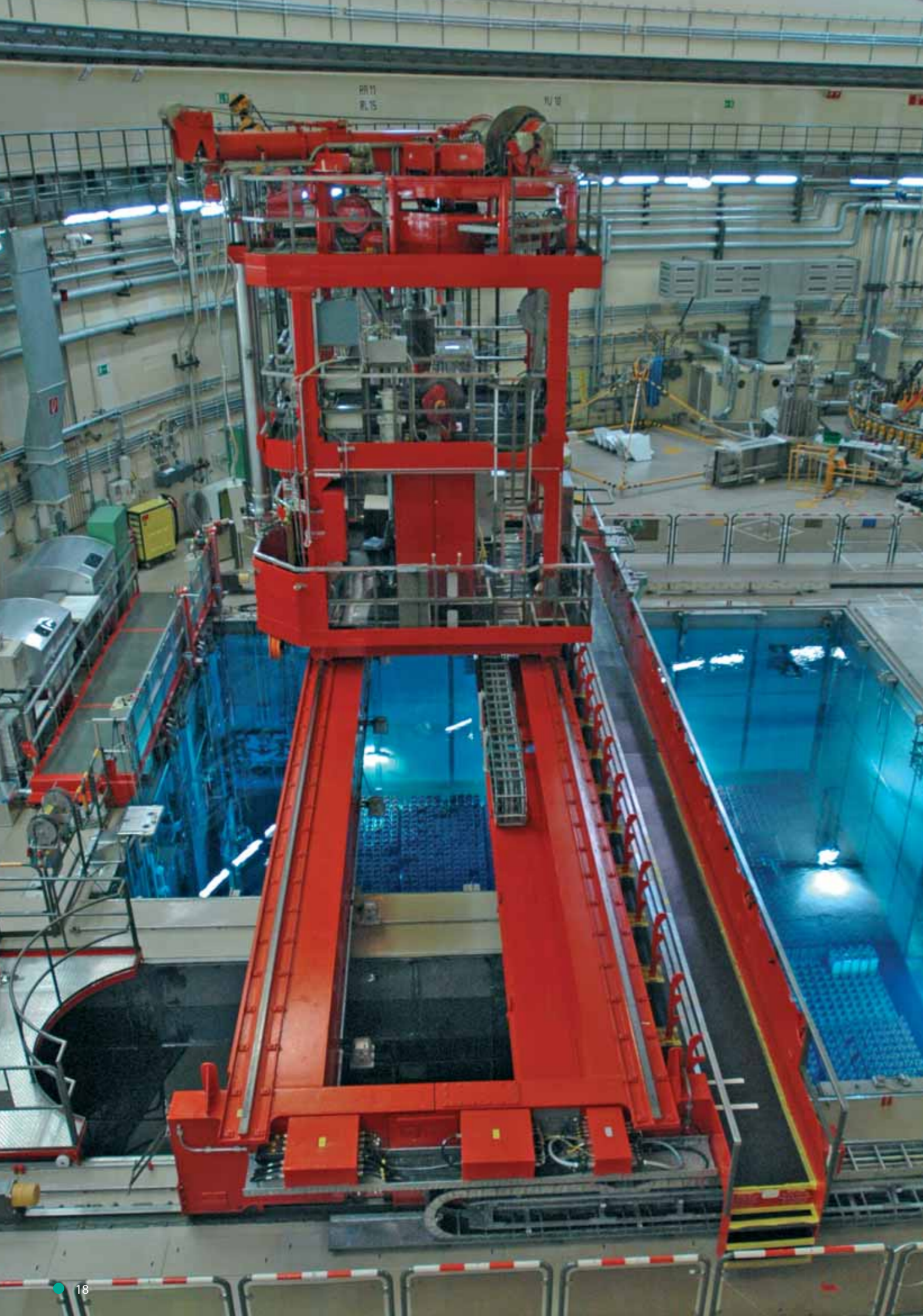
der Anlage die Auslegungsprinzipien Redundanz, Diversität, räumliche Trennung und das so genannte Fail-Safe-Prinzip umgesetzt.

- **Redundanz:** Mehrere gleichartige Systeme haben die gleiche Aufgabe. Eins springt im Notfall für das andere ein. So gibt es z. B. in Gundremmingen drei voneinander unabhängige Notkühlssysteme, von denen eins beim Ausfall des Hauptkühlsystems einspringen kann – zwei bleiben in Reserve.
- **Diversität:** Verschiedene Systeme haben die Aufgabe, die gleiche Funktion zu erfüllen. Versagt beispielsweise das Einfahren der Steuerstäbe mit vorgesehenen Elektromotoren, werden diese über ein hydraulisches System eingeschossen. Langfristig kann der Reaktor außerdem durch das Einpumpen einer Borlösung sicher abgeschaltet werden.
- **Fail Safe:** Alle Sicherheitssysteme wirken bei einer Störung in die sichere Richtung. Fällt etwa die Stromversorgung aus, dann fahren die Steuerstäbe mittels einer Hydraulik, die bei Stromausfall automatisch wirksam wird, in den Reaktor ein.

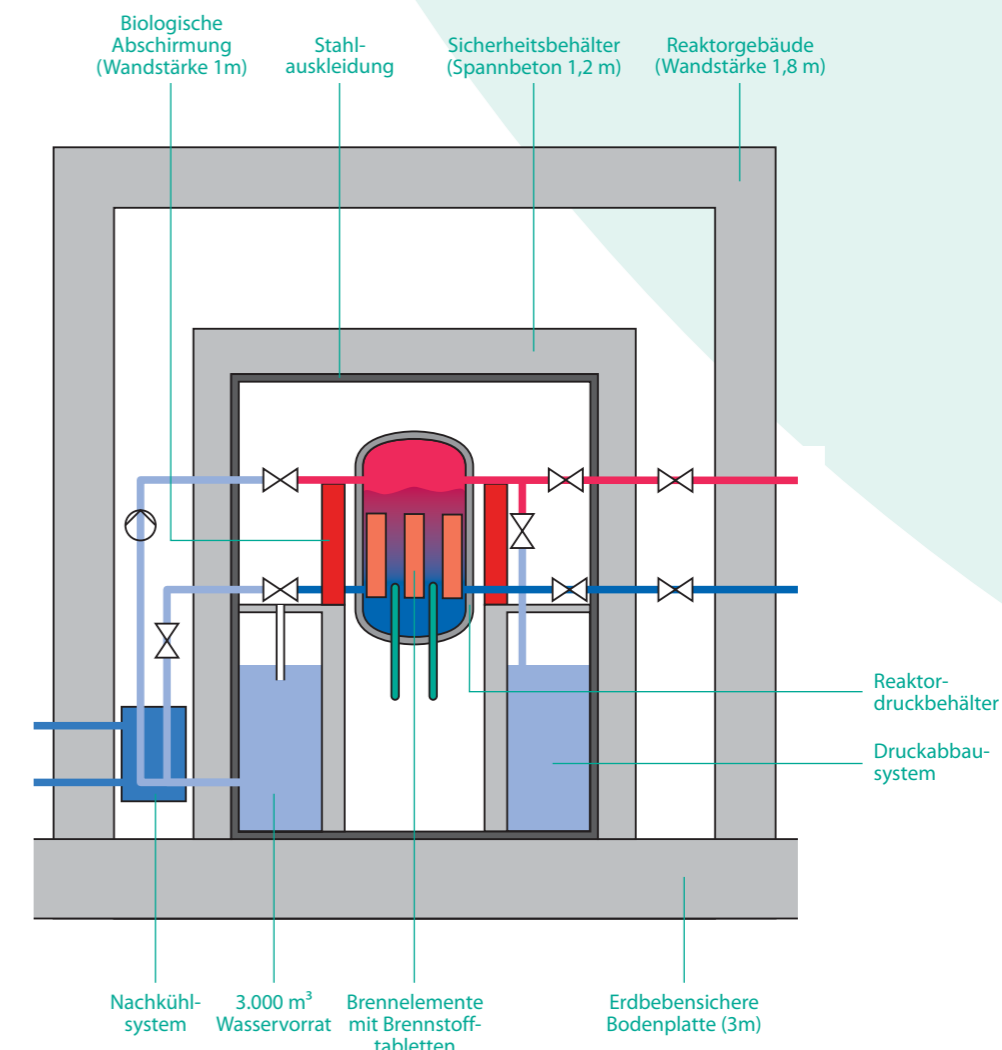


In der Schaltwarte laufen alle Fäden zusammen. Moderne Leittechnik sorgt für die Verarbeitung aller anfallenden Informationen und Messwerte und für einen weitgehend automatischen Betrieb.





## Reaktorgebäude



- Durch die räumliche Trennung der redundanten und diversitären Einrichtungen wird sichergestellt, dass nicht mehrere Systeme gleichzeitig durch eine Ursache ausfallen können.

### Die Sicherheitseinrichtungen

Jede kerntechnische Anlage ist mit zahlreichen Sicherheitseinrichtungen versehen. An die Konstruktion von Kernkraftwerken werden höchste Anforderungen gestellt. Ziel aller Sicherheitsmaßnahmen bei Kernkraftwerken ist die Rückhaltung radioaktiver Stoffe, die bei der Kernspaltung im Reaktorkern entstehen.

Hierzu bestehen folgende Rückhaltebarrieren:

- das Kristallgitter des Brennstoffes, das den größten Teil der Spaltprodukte zurückhält
- die gasdichte und druckfeste Metallhülle um die Brennstoff-tabletten (Brennstab)
- der Reaktordruckbehälter mit geschlossenem Kühlkreis

- der biologische Schild: eine ein Meter starke Betonummantelung
- der Sicherheitsbehälter aus rund 1,2 Meter dickem Stahlbeton mit einem Korsett aus 16.000 Spannstählen
- das Reaktorgebäude aus 1,8 Meter dickem Stahlbeton.

### Das Reaktorschutzsystem

Jedes Kernkraftwerk ist zusätzlich mit einem Reaktorschutzsystem ausgestattet. Es kontrolliert während des Betriebs laufend alle wichtigen Messwerte, vergleicht sie mit dem Soll-Zustand und korrigiert von ihm erkannte anormale Betriebszustände. Wenn bestimmte, zuvor genau festgelegte Grenzen erreicht werden, löst das Reaktorschutzsystem automatisch aktive Sicherheitsmaßnahmen – wie beispielsweise die Reaktorschnellabschaltung oder die Notstromversorgung – aus.

Sicherheitseinrichtungen und Sicherheitsmaßnahmen werden durch ein vorgegebenes Programm wiederkehrender Prüfungen systematisch auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft.

Blick in das Brennelementlagerbecken. Der Brennelementwechsel wird von der Lademasse aus gesteuert und überwacht.

## Die Umgebung – stets unter Kontrolle

Obwohl das Kernkraftwerk Gundremmingen nur geringste Mengen radioaktiver Strahlung abgibt, wird die gesamte Umgebung der Anlage vom kraftwerkseigenen Labor und unabhängigen Institutionen kontrolliert. Tatsächlich werden selbst die strengen Genehmigungswerte in Gundremmingen stets weit unterschritten, wie Messproben aus Boden, Luft und Wasser rund um das Kraftwerk belegen.

Wie alle bayerischen Kernkraftwerke ist auch Gundremmingen an das Kernreaktorfernüberwachungssystem des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz angeschlossen. In regelmäßigen Abständen werden automatisch Messwerte aus der Kraftwerksumgebung abgerufen, per Funk nach Augsburg übertragen und in der Behörde ausgewertet. Alle Ergebnisse dieser Auswertung sind der Öffentlichkeit zugänglich.



## Sicherheit hat oberste Priorität – das Entsorgungskonzept mit dem Standortzwischen- lager Gundremmingen

Nach dem Entsorgungskonzept für Kernkraftwerke sollen radioaktive Abfälle aus kerntechnischen Anlagen in Endlagern unbefristet und sicher eingeschlossen werden. Die Bundesregierung hat sich verpflichtet, Endlager bis spätestens 2030 bereitzustellen. Bis es so weit ist, müssen abgebrannte Brennelemente zwischengelagert werden. Zu diesem Zweck wurde auf dem Gelände des Kraftwerks Gundremmingen ein Standort-Zwischenlager (SZL) errichtet, das die abgebrannten Brennelemente aus dem Kernkraftwerk bis zu ihrem Transport in das Endlager aufnimmt.

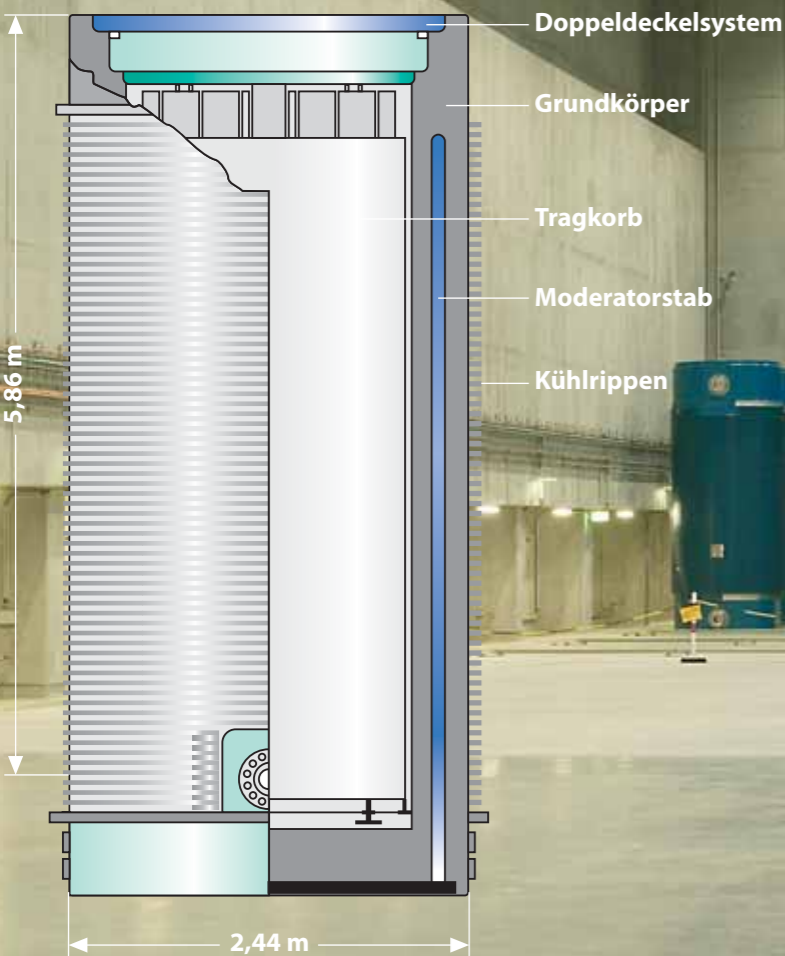
Der Kern des Sicherheitskonzepts des SZL heißt CASTOR. Der CASTOR ist ein Spezialbehälter für Brennelemente. Der für Gundremmingen vorgesehene Typ kann 52 Brennelemente aufnehmen und hat sich in der Vergangenheit bereits bewährt. Er schirmt die Strahlung der abgebrannten Brennelemente so gut ab, dass man sich auch in unmittelbarer Nähe des CASTORs gefahrlos aufhalten kann. Seine Konstruktion und die hervorragenden Eigenschaften des verwendeten Materials haben sich seit Jahren sowohl beim Transport von ausgedienten Brennelementen als auch für deren Zwischenlagerung bestens bewährt. Der CASTOR hat seine Sicherheit in zahlreichen Tests unter Beweis gestellt. Er muss z. B. einen Sturz aus

neun Metern Höhe auf ein unnachgiebiges Fundament aushalten und ein Feuer bei einer Temperatur von mindestens 800 °C unbeschadet überstehen. Darüber hinaus hält der CASTOR einem Erdbeben genauso stand wie einem Flugzeugabsturz.



Schleuse des Standortzwischenlagers für die Aufbewahrung der in CASTOR-Behältern verpackten abgebrannten Brennelemente

**Castor**



Das Lagergebäude befindet sich auf dem Kraftwerksgelände seitlich vom Reaktorgebäude des Blocks C vor den Kühltürmen. Es ist 104 Meter lang, 38 Meter breit und 18 Meter hoch. Das Gebäude ist in eine Verladehalle und zwei Hallen zur Aufbewahrung von CASTOR-Behältern mit abgebrannten Brennelementen aufgeteilt. Von außen gleicht das Gebäude einer gewöhnlichen Industriehalle. Mit seinen 85 Zentimeter starken Außenwänden und dem 55 Zentimeter dicken Betondach ist das Lagergebäude aber eine sehr robuste Konstruktion. Pro Jahr fallen im Kraftwerk Gundremmingen im Mittel etwa fünf bis sechs CASTOR-Behälter mit ausgedienten Brennelementen an.

Das Zwischenlager bietet für maximal 192 CASTOR-Behälter Platz. Damit ist die Hallengröße so geplant, dass sie in jedem Fall ausreicht, um Brennelemente des Kraftwerks Gundremmingen während der gesamten verbleibenden technischen und wirtschaftlichen Betriebsdauer aufzunehmen.

In Gundremmingen werden jährlich etwa 300 Brennelemente verbraucht. Nachdem sie den Reaktor verlassen haben, werden sie in das so genannte Abklingbecken (Brennelementlagerbecken) innerhalb des Reaktorgebäudes gebracht. Dort bleiben sie circa fünf Jahre,

bevor sie in CASTOR-Behälter verpackt und im Standortzwischenlager aufgestellt werden. Die Behälter haben zwei übereinander liegende Deckel, die mit speziellen Dichtungen ausgestattet sind. Eine zusätzliche Schutzplatte verhindert, dass während der Lagerung von außen Staub und Feuchtigkeit an das Deckelsystem gelangen. Die Dichtigkeit des Doppeldeckelsystems wird während der gesamten Lagerzeit durch ein automatisches Überwachungssystem permanent kontrolliert.

Für die Menschen, die in der umliegenden Region des Kraftwerks leben, gibt es keine messbare zusätzliche Strahlenbelastung. Dies gilt auch bei vollständig gefülltem Zwischenlager. Selbst wenn man sich ein ganzes Jahr am nächsten, für jedermann zugänglichen Ort aufhalten würde, wäre die zusätzliche Strahlenbelastung mit nur 0,1 Millisievert sehr klein. Das entspricht etwa einer einfachen Röntgenaufnahme. Die durchschnittliche natürliche Strahlenbelastung in Deutschland, der jeder Mensch ausgesetzt ist, beträgt 2,4 Millisievert pro Jahr. Sogar im Inneren des Gebäudes ist die Belastung so gering, dass die Betriebsmannschaft dort gefahrlos arbeiten kann. Die zulässigen Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung werden dabei weit unterschritten.



**Wichtiger Wirtschaftsfaktor – sichere Arbeitsplätze**

Das Kernkraftwerk Gundremmingen ist ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in der Region. Die Anlage sichert die Arbeitsplätze von rund 780 eigenen Mitarbeitern sowie 360 Fachkräften von ständig vor Ort vertretenen Fremdfirmen. Dazu kommen weitere 1.000 Arbeitsplätze bei zahlreichen Zulieferfirmen und Dienstleistern. Das Auftragsvolumen an Firmen in der Region beläuft sich jährlich auf rund 25 Millionen Euro. Zudem bietet der Standort interessante Ausbildungsplätze für junge Menschen.

## Technische Daten

| <b>Gesamtanlage</b>                          |                       |                 |
|--|-----------------------|-----------------|
| Thermische Leistung des Reaktors             | MW                    | 3.840           |
| Elektrische Bruttoleistung                   | MW                    | 1.344           |
| Elektrische Nettoleistung                    | MW                    | 1.284           |
| Bruttowirkungsgrad                           | %                     | 35              |
| Eigenbedarf Block B                          | MW                    | 60              |
| Block C                                      | MW                    | 56              |
| <b>Nukleares Dampferzeugungssystem</b>       |                       |                 |
| Druck am Druckbehälteraustritt               | bar                   | 69,6            |
| Sattdampftemperatur am Druckbehälteraustritt | °C                    | 286             |
| Durchflussmenge durch den Kern               | kg/s                  | 14.300          |
| Dampfmenge am Druckbehälteraustritt          | kg/s                  | 2.077           |
| Dampfleuchte am Druckbehälteraustritt        | Gew. %                | 0,02            |
| Speisewasserendtemperatur                    | °C                    | 215             |
| <b>Reaktorkern</b>                           |                       |                 |
| Anzahl der Brennelemente                     |                       | 784             |
| Anzahl der Steuerstäbe                       |                       | 193             |
| Brennstoffe                                  | Urandioxid, Mischoxid |                 |
| Gesamtes Brennstoffgewicht                   | t                     | ca. 136         |
| <b>Brennelemente</b>                         |                       |                 |
| Gesamtlänge                                  | mm                    | 4.470           |
| Querschnittsfläche ohne Kasten               | mm                    | 131x131         |
| Anzahl der Brennstäbe je Brennelement        |                       | 80 bis 96       |
| Gesamtgewicht ohne Kasten                    | kg                    | ca. 255         |
| Brennstoffgewicht Uran-Brennelemente (U)     | kg                    | ca. 172         |
| Brennstoffgewicht MOX-Brennelemente (U+Pu)   | kg                    | ca. 173         |
| Spaltbarer Anteil der Uran-Brennelemente     | Gew. %                | 3,13 – 4,6      |
| Spaltbarer Anteil der MOX-Brennelemente      | Gew. %                | 3,27 – 5,47     |
| <b>Reaktordruckbehälter</b>                  |                       |                 |
| Innendurchmesser                             | mm                    | 6.620           |
| Lichte Höhe                                  | mm                    | 22.350          |
| Auslegungsdruck                              | bar <sub>ü</sub>      | 86,3            |
| Auslegungstemperatur                         | °C                    | 300             |
| Zylinderwanddicke und Plattierung            | mm                    | 163 + 8         |
| Deckelwanddicke und Plattierung              | mm                    | 90 + 8          |
| Bodenwanddicke und Plattierung               | mm                    | 228 + 8         |
| Werkstoff                                    |                       | 22 NiMoCr 37    |
| Gesamtgewicht                                | t                     | 785             |
| <b>Hauptkühlmittelpumpen</b>                 |                       |                 |
| Pumpentyp Block B                            |                       | Axialpumpen     |
| Block C                                      |                       | Halbaxialpumpen |
| Anzahl der Pumpen                            |                       | 8               |
| Umwälzmenge je Pumpe                         | m <sup>3</sup> /h     | 8.731           |
| Statische Förderhöhe                         | mFIS                  | 31,1            |
| Nenn Drehzahl                                | min                   | 1.838           |
| Kupplungsleistung, Normalbetrieb             | kW                    | 1.030           |

| <b>Steuerelemente</b>                       |                  |   |
|---|------------------|---|
| Anzahl der Steuerelemente                   |                  | 193                                     |
| Absorberlänge                               | mm               | 3.660                                   |
| Absorbermaterial                            |                  | Bor und Hafnium                         |
| Steuerhub                                   | mm               | 3.660                                   |
| Normale Einfahrtgeschwindigkeit             | cm/s             | 3                                       |
| Normale Einfahrzeit                         | s                | 122                                     |
| Schnellabschaltgeschwindigkeit              | cm/s             | ca. 120                                 |
| Einfahrzeit bei Schnellabschaltung          | s                | 3,2                                     |
| <b>Sicherheitsbehälter</b>                  |                  |   |
| Auslegungsdruck                             | bar <sub>ü</sub> | 3,3                                     |
| Innendurchmesser                            | m                | 29                                      |
| Lichte Höhe                                 | m                | 32,5                                    |
| Werkstoff                                   |                  | vorgespannter Beton mit Stahldichthülle |
| <b>Dampfkraftanlage</b>                     |                  |   |
| Dampfmenge am Turbineneintritt              | kg/s             | 1.944                                   |
| Dampfdruck am Turbineneintritt              | bar <sub>ü</sub> | 66                                      |
| Dampf Temperatur am Turbineneintritt        | °C               | 286                                     |
| Dampfleuchte am Turbineneintritt            | Gew. %           | 0,02                                    |
| <b>Turbine</b>                              |                  |   |
| Typ   |                  | Überdruck-Kondensationsturbine          |
| Anzahl                                      |                  | 1                                       |
| Drehzahl                                    | s <sup>-1</sup>  | 25                                      |
| Nennleistung                                | MW               | 1.344                                   |
| Zahl der Gehäuse HD/ND                      |                  | 1/2                                     |
| Endstufenschaufelllänge                     | mm               | 1.350                                   |
| Zahl der Dampfentnahmen HD/ND               |                  | 2/3                                     |
| Mittlere Kühlwassereintrittstemperatur      | °C               | 24,4                                    |
| Kühlwassermenge für Kondensation            | kg/s             | 43.900                                  |
| Kondensatoranzahl                           |                  | 2                                       |
| Kondensatordruck (absolut)                  | bar              | 0,08                                    |
| <b>Generator</b>                            |                  |   |
| Typ   |                  | vierpoliger Drehstromgenerator          |
| Anzahl                                      |                  | 1                                       |
| Drehzahl                                    | s <sup>-1</sup>  | 25                                      |
| Scheinleistung                              | MVA              | 1.640                                   |
| cos phi                                     |                  | 0,85                                    |
| Spannung                                    | kV               | 27                                      |
| Frequenz                                    | Hz               | 50                                      |
| Kühlung Ständerwicklung                     |                  | H <sub>2</sub> O                        |
| Kühlung Ständerblechpaket                   |                  | H <sub>2</sub>                          |
| Kühlung Läufer                              |                  | H <sub>2</sub> O                        |
| <b>Dampf- und Speisewasserkreislauf</b>     |                  |   |
| Anzahl der Vorwärmerstränge HD/ND           |                  | 2/2                                     |
| Anzahl der Vorwärmerstufen                  |                  | 5                                       |
| Anzahl der Speisewasserpumpen               | %                | 3 × 50                                  |
| Anzahl der Kondensatpumpen                  | %                | 3 × 50                                  |
| Anzahl der Filter der Kondensataufbereitung |                  | 4                                       |
| Anzahl der Hauptkühlwasserpumpen            | %                | 3 × 33 1/3                              |

## Information zum Standort – offen für den Dialog

Als Kraftwerksbetreiber und großer Arbeitgeber sind wir Teil der Region im Landkreis Günzburg. Ein vertrauensvolles und partnerschaftliches Verhältnis zu der Bevölkerung und ein offener Dialog mit allen interessierten Menschen sind uns ein zentrales Anliegen. Das Informationszentrum des Kernkraftwerks Gundremmingen dient dabei als Kommunikationsplattform. Unsere kompetenten und engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stehen hier nicht nur zu technischen Fragen Rede und Antwort. Im Vordergrund der vielschichtigen Diskussionen stehen auch verschiedene Themen der Energiewirtschaft.

### Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

Kernkraftwerk Gundremmingen GmbH  
 Informationszentrum  
 Dr.-August-Weckesser-Straße 1  
 89355 Gundremmingen  
 Telefon +49 8224 78-2231  
 Telefax +49 8224 78-3565  
 info@kkw-gundremmingen.de  
 www.kkw-gundremmingen.de

### Öffnungszeiten des Informationszentrums:

Montag bis Freitag 9.00 bis 16.00 Uhr  
 Samstag und Sonntag 13.00 bis 18.00 Uhr  
 an Feiertagen geschlossen

