Innovatives Reaktorkonzept EPF

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **94 (2003)**

Heft 4

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857530

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Innovatives Reaktorkonzept EPR

Bei der Neuentwicklung von Reaktoren stehen zwei Ziele im Vordergrund: höchste Sicherheit bei grösstmöglicher Wirtschaftlichkeit. Der europäische Druckwasserreaktor (European Pressurized water Reactor, EPR) mit einer Leistung von 1500 bis 1800 MW stellt dabei ein weiterentwickeltes «evolutionäres» Konzept dar. Dieser Reaktortyp ist voll konkurrenzfähig zu modernen fossilbefeuerten Kraftwerken und wird den höchsten Sicherheitsstandard moderner Kernkraftwerke nochmals steigern. Zum einen wird die Störfallvermeidung weiter perfektioniert, zum anderen werden die Anlagen für die Beherrschung schwerster, wenn auch extrem unwahrscheinlicher Unfälle – bis hin zur Kernschmelze – ausgelegt. Die Auswirkungen eines solchen hypothetischen Störfalls bleiben dadurch auf das Kernkraftwerk selbst beschränkt.

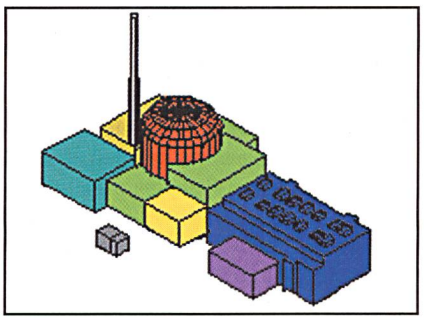

Bild 1 Modellzeichnung des EPR.

Das Projekt EPR

Bei der EPR-Entwicklung führt das deutsch-französische Gemeinschaftsunternehmen Framatome ANP – gemeinsam mit der EDF und deutschen EVU – die Erkenntnisse und Erfahrungen mit deutschen und französischen Druckwasserreaktoren zusammen. Die beim EPR optimierte Kombination von hoher Redundanz mit diversitären Sicherheitsfunktionen bei gleichen Schutzzielen trägt erheblich zur Verminderung der jetzt schon geringen Eintrittswahrscheinlichkeit schwerer Störfälle bei. Für die Beherrschung eines Kernschmelzunfalls werden zusätzliche bauliche Massnahmen ergriffen sowie Systeme zum Wasserstoffabbau und zur Wärmeabfuhr vorgesehen.

Die Wirtschaftlichkeit wird durch die Leistung von 1500 MW in Verbindung mit erhöhter Betriebsflexibilität, verbesserter Brennstoffausnutzung und hoher Verfügbarkeit sichergestellt.

Eine deutsch-französische Kooperation

Bereits im Jahre 1989 sahen Framatome und Siemens eine mittel- bzw. langfristige Renaissance der Kernenergie voraus und gründeten ihre gemeinsame Tochtergesellschaft NPI. Geschäftsauftrag der NPI war es, basierend auf den Erfahrungen von Bau und Betrieb der von den Muttergesellschaften entwickelten Druckwasserreaktoren vom Typ Konvoi (Siemens) und N4 (Framatome), einen neuen Druckwasserreaktor, den EPR, zu entwickeln und zu vermarkten, der den erhöhten Anforderungen des 21. Jahrhunderts in Bezug auf Sicherheit, elektrische Leistung und Wirtschaftlichkeit genügt. Nach der Zusammenlegung der Nuklearaktivitäten von Framatome und Siemens am 1. Januar 2001 wird diese Aufgabe jetzt von Framatome ANP fortgeführt.

Die beteiligten Partner entwickeln den EPR unter Einbeziehung von Sachverständigen, Behörden und Beratergremien beider Länder.

Für die Abstimmung der deutschen und französischen Entwicklungstätigkeiten ist eine genaue Zeitplanung unerlässlich. Die gesamte Entwicklung war von Anfang an zwischen den beteiligten Partnern harmonisch abgestimmt, was auch die erfolgreiche Absolvierung der bisherigen Etappen (Vorphasen und Basic Design) zeigt. Aus Projektsicht könnte der Baubeginn für den ersten EPR im Jahre 2003 erfolgen.

Kontaktadresse
Framatome ANP GmbH
NVAM
Postfach 3220
D-91050 Erlangen

Sicherheitskonzept des EPR

Das neue Sicherheitskonzept des EPR für eine – gegenüber heutigen Druckwasserreaktoren – noch geringere Eintrittswahrscheinlichkeit für Unfälle:

- Optimierte Betriebs- und Sicherheitssysteme
- Diversitäre Ersatzfunktionen für Sicherheitssysteme
- Verbessertes Gebäudekonzept zur räumlichen Trennung von Systemen
- Weiterentwicklung der Schnittstelle Mensch / Maschine durch neues Wartungskonzept
- Erhöhte thermische Trägheit und verlängerte Karenzzeit durch geringe Leistungsdichte und grosse Wasserinventare
- Verbesserte Prozessüberwachung durch digitale Leit- und Regeltechnik

Bei einem zu unterstellenden Kernschmelzunfall sind – durch sicheren Einschluss und Kühlung der Kernschmelze – keine externen Notfallschutzmassnahmen erforderlich.

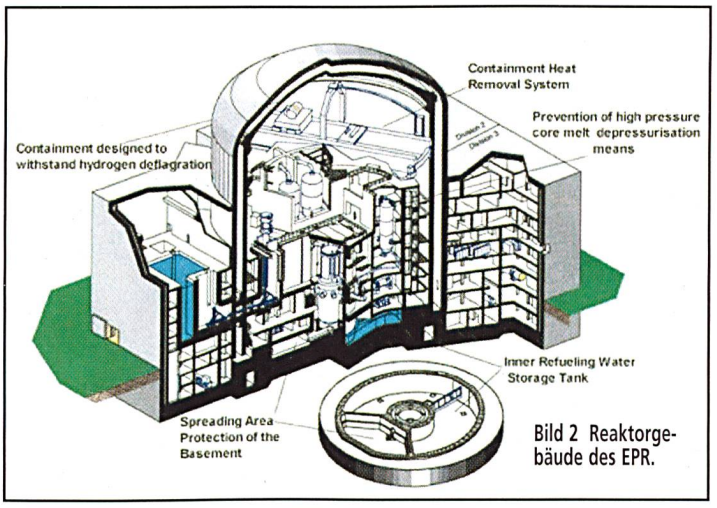

Bild 2 Reaktorgebäude des EPR.

Die Gebäude des EPR

Reaktorgebäude

Das Reaktorgebäude besteht aus dem Reaktorgebäude-Innenraum (Containment) sowie dem Reaktorgebäude-Ringraum. Das innere Containment ist ein zylindrisches, aus Beton bestehendes Gebäude, das auf die aus Störfällen resultierenden Druck- und Temperaturbedingungen ausgelegt ist. Im Wesentlichen beinhaltet es:

- den Primärkreis (Reaktordruckbehälter, Dampferzeuger, Hauptkühlmittelpumpen)
- die Einrichtungen zum Ein- und Ausschleusen der Brennelemente
- die zur Beherrschung von schweren Störfällen («Severe Accidents») notwendigen Anlagenteile.

Das Containment ist aufgrund der speziellen Anlagenanordnung während des Betriebes eingeschränkt begehbar. Dies bietet dem Betreiber des Kraftwerks die Möglichkeit, die Revisionszeit zu verkürzen, da vorbereitende Arbeiten für die Revision während des Betriebes durchgeführt werden können. Der Ringraum dient der Sammlung eventueller Leckagen aus dem Containment. Dadurch wird ein direktes Austreten von radioaktiven Bestandteilen in die umgebenden Gebäude bzw. in die Umgebung zuverlässig verhindert. Zum Schutz gegen äussere Einwirkungen ist das Reaktorgebäude gegen Erdbeben sowie gegen Flugzeugabsturz ausgelegt.

Brennelement-Lagergebäude

Das Brennelement-Lagergebäude dient der Lagerung von Brennelementen. Die neuen Brennelemente werden nach Anlieferung inspiziert und bis zu ihrem Einsatz zwischengelagert. Die abgebrannten Brennelemente aus dem Reaktor werden bis zu ihrem Abtransport im Brennelementebecken (Abklingbecken) unter Wasser aufbewahrt.

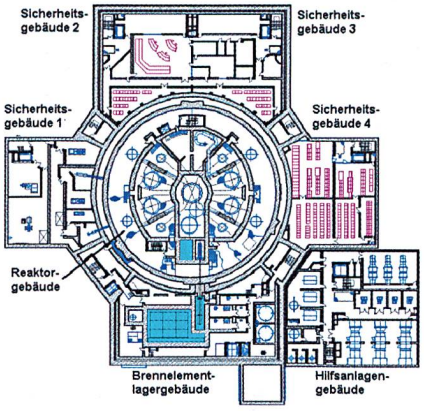

Bild 3 Grundriss des EPR.

Thermische Leistung	4280	MW
Elektrische Leistung	1550	MW
Frischdampfdruck	78	bar abs
Reaktorkühlkreislauf		
* Anzahl der Kreisläufe	4	
* Betriebsdruck	155	bar_{abs}
* Kühlmitteltemperatur (RDB-Eintritt/Austritt)	295 / 326	°C
* Gesamtmassenstrom	22 150	kg/s
Reaktorkern		
* Anzahl der Brennelemente	241	
* Anzahl der Regelstäbe	89	
* Brennstabgitter	17x17-25	
* Aktive Länge	420	cm
* Mittlere lineare Stableistung	155	W/cm
Sicherheitseinspeisesysteme		
Mitteldruckeinspeisung, aktiv	4-strängig, Kalteinspeisung	
Mitteldruckeinspeisung, passiv	4 Druckspeicher, Kalteinspeisung	
Niederdruckeinspeisung	4-strängig, komb. Heiss-/Kalteinspeisung	
Nachwärmeabfuhrsystem	4-strängig, integriert in ND-Einspeisung	
Zusatzboriersystem	2-strängig	
Borwasser-Tank	Innerhalb des Containments	

Tabelle I: Wichtige Anlagendaten des EPR.

Sicherheitsgebäude

Die Sicherheitsgebäude enthalten die sicherheitstechnisch wichtigen Systeme.

Aufgrund der vierfachen Redundanz der Systeme sind vier voneinander unabhängige «Divisions» oder Gebäudeabschnitte vorhanden. Jedes dieser paarweise weitgehend identischen Gebäude umschliesst eine Redundanz der Systeme, inklusive der zu ihrer Funktion benötigten elektrotechnischen, leittechnischen und lüftungstechnischen Versorgung. Durch die strikte strukturelle Trennung in vier «Divisions» wird eine gegenseitige Beschädigung der Redundanzen ausgeschlossen.

Im unteren Teil jedes Gebäudes sind die mechanischen Komponenten untergebracht, im oberen Teil die elektrotechnischen und leittechnischen Aggregate sowie die Lüftungszentrale.

In den «Divisions» 2 und 3 befindet sich weiterhin die Warte des Kraftwerks, von der aus die gesamte Anlage gesteuert wird.

Zum Schutz gegen äussere Einwirkungen sind die Sicherheitsgebäude gegen Erdbeben ausgelegt. Der Flugzeugabsturzschutz erfolgt für die «Divisions» 2 und 3 durch Bunkerung und Ablösung der Innenstrukturen von der Aussenwand, für die «Divisions» 1 und 4 durch räumliche Trennung.

Maschinenhaus

Das Maschinenhaus enthält neben Turbine und Generator im Wesentlichen die Maschinen und Anlagen des Wasser-Dampf-Kreislaufes:

- der Dampf aus den im Reaktorgebäude untergebrachten Dampferzeugern wird über die Frischdampfleitungen zur Hochdruckturbine geführt
- darauf wird der Dampf nach einer Zwischenüberhitzung zu den drei Niederdruckturbinen geleitet
- die Turbine ist direkt mit dem Generator gekoppelt und erzeugt eine Leistung von rund 1550 MW (Netto).

Concept de réacteur innovateur EPR

Le développement de nouveaux réacteurs poursuit deux objectifs principaux: sécurité maximum pour une rentabilité la plus élevée possible. Le réacteur nucléaire européen à eau sous pression (European Pressurized water Reactor, EPR), d'une puissance de l'ordre de 1500 à 1800 MW, représente un concept «évolutionnaire». Ce type de réacteur est totalement concurrentiel par rapport aux centrales modernes à combustibles fossiles et contribuera à augmenter encore le standard de sécurité maximum des centrales nucléaires modernes. D'une part, il permettra de réduire encore la probabilité d'incidents; d'autre part, les installations sont conçues pour maîtriser les plus graves accidents possibles, même s'ils sont quasi improbables.