TU Berlin - Fakultät VI - Planen Bauen Umwelt
Institut für Architektur

genehmigte Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften Dr. Ing.

Baugeschichte der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland

vorgelegt von
Dipl. Ing. Adolf Riester

Promotionsausschuss:

Vorsitz:	Prof. Dr. Rückert
Gutachter:	Prof. Dr. Cramer
Gutachter:	Prof. Dr. Berten

Tag der wissenschaftlichen Aussprache:
05. November 2009

Berlin 2010

D 83

Inhaltsverzeichnis

Vorwort **5**

1. Einleitung **6**

2. Basisinformationen Kernkraftwerke **7**

2.1. Energie aus Kernspaltung 7

2.2. Das Funktionsprinzip von Kernkraftwerken 10

3. Baugeschichte der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland **17**

3.1. Forschungsstand 17

3.2. Chronik der Kernkraftwerke 19

3.3. Planungsgrundlagen 24

3.4. Materialien 27

3.5. Kraftwerksgelände 30

3.5.1. Standortkriterien 30

3.5.2. Sicherungszaunanlage 33

3.5.3. Geländegestaltung 36

3.5.4. Landschaftsintegration 39

3.5.5. Anordnung der Gebäude 43

3.6. Die Architektur 54

3.6.1. Reaktorgebäude der Siede- und Druckwasserreaktoren 54

3.6.2. Anordnung der Baukörper im Kraftwerksblock 58

3.6.3. Planungskonzeption 63

3.6.4. Architektonische Gestaltung 70

3.6.5. Reaktorgebäude und Maschinenhaus 79

3.6.6. Verwaltungs- und Nebengebäude 83

3.6.7. Kühltürme 85

3.6.8. Standortbezogene Besonderheiten 90

3.6.9. Entwicklung der Kernkraftwerksanlagen 100

3.7. Globale Entwicklung 105

4. Zusammenfassung **109**

5. Abkürzungen **113**

6. Literaturverzeichnis **116**

7. Abbildungsverzeichnis **119**

8. Katalog der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke **121**

8.1. KMK Mülheim-Kärlich 121

8.1.1. Geografische Lage 121

8.1.2. Lageplan 121

8.2. KKB Brunsbüttel 124

8.2.1. Geografische Lage 124

8.2.2. Lageplan 125

8.3. KKK Krümmel 127

8.3.1. Geografische Lage 127

8.3.2. Lageplan 129

8.4. KRB Gundremmingen B/C 131

8.4.1. Geografische Lage 131

8.4.2. Lageplan 132

8.5. KWO Obrigheim 135

8.5.1. Geografische Lage 135

8.5.2. Lageplan 136

8.6. KKU Unterweser 138

8.6.1. Geografische Lage 138

8.6.2. Lageplan 140

8.7. KKG Grafenrheinfeld 142

8.7.1. Geografische Lage 142

8.7.2. Lageplan 143

8.8. KWG Grohnde 145

8.8.1. Geografische Lage 145

8.8.2. Lageplan 146

8.9. KBR Brokdorf 148

8.9.1. Geografische Lage 148

8.9.2. Lageplan 150

8.10. KKP Philippsburg 1/2 152

8.10.1. Geografische Lage 152

8.10.2. Lageplan 153

8.11. KWB Biblis A/B 156

8.11.1. Geografische Lage 156
8.11.2. Lageplan 157
8.12. KKE Emsland 160
8.12.1. Geografische Lage 160
8.12.2. Lageplan 161
8.13. GKN Neckar 1/2 163
8.13.1. Geografische Lage 163
8.13.2. Lageplan 165
8.14. KKI Isar 1/2 168
8.14.1. Geografische Lage 168
8.14.2. Lageplan 171

9. Anhang 174

Vorwort

Die Motivation für diese Arbeit beruht in meiner beruflichen Tätigkeit in der ich als Projektleiter, über einen Zeitraum von zwanzig Jahren, bei der Durchführung der Revision und Instandhaltung von Kernkraftwerken mitgewirkt habe.

Zunächst möchte ich allen meinen Dank aussprechen die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben.

Einen besonders herzlichen Dank möchte ich an meinen Doktorvater Herrn Prof. Dr. Johannes Cramer für die vorbehaltlose und profunde Betreuung bei der Ausarbeitung der Dissertation richten.

Für die umfassende Beratung im Bereich der Überprüfung und Revision verschiedener Kernkraftwerkskomponenten möchte ich Herrn Günter Franz, Niederlassungsleiter der Firma Keramchemie GmbH, danken.

Meinen Dank für die detaillierte und fachliche Beratung im Bereich des Kernkraftwerksbau möchte ich Herrn Hermann Siegl, Bauinstandhaltung Abteilung Maschinentechnik Kernkraftwerk Isar 2, aussprechen.

Des Weiteren gilt mein Dank meiner Nichte Frau Sylvia Ganslmayer und Herrn Wolfgang Frohmuth für ihren Support im IT Bereich.

Für die uneingeschränkte Unterstützung und Fürsorge sowie den familiären Rückhalt, den ich durch meine Lebenspartnerin Irmgard Osterburg, meine Schwester Karin Hartmann und insbesondere durch meine Eltern, Katharina und Adolf Riester erfahren durfte, gebührt ihnen mein ganz besonderer Dank.

1. Einleitung

Die Baugeschichte der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland begann mit der nuklearen Inbetriebnahme des ersten deutschen Kernkraftwerkes am 13.11.1960, dem Versuchsatomkraftwerk Kahl am Main.[1]

Die ersten Kernkraftwerke waren von einer rein nutzungsorientierten Planung gekennzeichnet, ohne jeden Anspruch auf architektonische Gestaltung. Ein Beispiel hierfür ist das Kernkraftwerk Brunsbüttel, das von einem riesigen kubistischen und fremdartig wirkenden Baukörper umgeben ist.

In der weiteren Entwicklung der Kernkraftwerke wurden in Deutschland ausschließlich Siede- und Druckwasserreaktoren mit ihren charakteristischen Reaktorsicherheitsbehältern gebaut. Zusammen mit den unterschiedlichen Reaktorkonzepten kam es jetzt zu den ersten Versuchen, im Zusammenspiel von Reaktorgebäude, Kühlturm, Schaltanlagengebäude, Maschinenhaus usw. auch architektonische Akzente in die Planung einzubringen.

Die Kernkraftwerke Emsland, Neckar 2 und Isar 2 aus dem baugleichen „Konvoi-Programm“ sind die letzten in Betrieb gegangenen Kernkraftwerke und stehen am Ende der Entwicklung, die neben den technischen Aspekten auch eine harmonische Gesamtstruktur von Architektur und Technik zu erreichen suchte.

Die vorliegende Arbeit soll in vergleichenden Betrachtungen der achtzehn, im Jahr 2004[2] in Betrieb stehenden Kernkraftwerke in Deutschland, sowie einem Kernkraftwerk, das zwar nur kurzfristig in Betrieb war, jedoch beachtenswerte planerische Aspekte aufweist, einen Beitrag dazu leisten, die baugeschichtliche Entwicklung der Kernkraftwerke von einer ausschließlich nutzungsorientierten Planung zu einer komplexen architektonischen Gesamtgestaltung darzustellen.

[1] Koelzer 2001, S. 227

[2] Wasgindt 2003, S. 77

2. Basisinformationen Kernkraftwerke

2.1. Energie aus Kernspaltung

Atome bestehen aus Atomhülle und Atomkern. In der Hülle bewegen sich mit großer Geschwindigkeit die elektrisch negativ geladenen Elektronen, die für chemische Bindungen zuständig sind; der Kern enthält positiv geladene Protonen und elektrisch neutrale Neutronen. Protonen und Neutronen werden durch starke Kräfte zusammengehalten; die so genannte Kernbindungsenergie (Bild 1).[3]

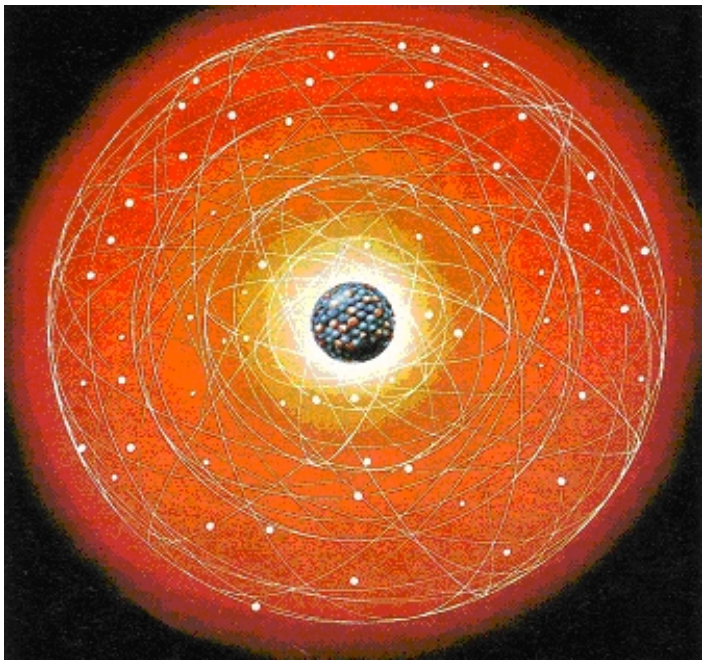


Bild 1: Modell eines Uran-Atoms

Schwere Atomkerne wie zum Beispiel Uran lassen sich unter geeigneten Bedingungen in leichtere Kerne spalten, wobei ein Teil der Kernbindungsenergie freigesetzt wird. Im Vergleich zu fossilen Brennstoffen ist die in Atomkernen gebundene Energie ungeheuer groß. Ein Gramm des Spaltmaterials Uran 235 enthält ca. 3 Millionen mal soviel Energie wie ein Gramm Steinkohle.[4]

[3] Dobrinski 1996, S. 574

[4] Seidel 1994, S. 2

Das für die Spaltung geeignete Uran-Isotop U-235 enthält 92 Protonen und 143 Neutronen, insgesamt also 235 Kernbausteine (Bild 2).

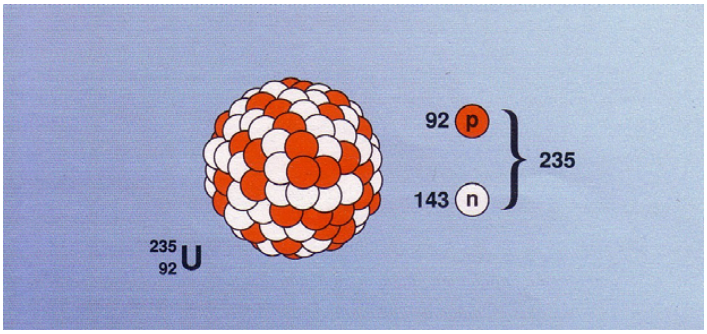


Bild 2: Modell eines Uran-Isotop U-235

Die Spaltung von Uranatomen kann durch freie Neutronen ausgelöst werden, die mit relativ geringer Geschwindigkeit auf die Urankerne treffen. Dringt hierbei ein Neutron in einen Urankern, wird dieser instabil und spaltet sich in zwei Teilstücke. Bei den entstandenen Bruchstücken handelt es sich um Atomkerne neuer Elemente, »zum Beispiel um Krypton (Kr) und Barium (Ba).«[5] Diese Kerne werden voneinander fortgeschleudert und ihre Bewegungsenergie überträgt sich durch Abbremsen als Wärmeenergie in das sie umgebende Material (Bild 3).

In den Kernkraftwerken, die in der Bundesrepublik Deutschland betrieben werden, kommt als Spaltstoff überwiegend das chemische Element Uran zum Einsatz. Auch Plutonium, das im Reaktorbetrieb entsteht und bei Wiederaufarbeitung verbrauchter Brennelemente abgetrennt wird, kann nach Vermischung mit Uran für neue Brennelemente verwendet werden. »Der Begriff „Brennstoff“, der sich in der Reaktortechnik eingebürgert hat, ist unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten nicht korrekt, da es im chemischen Sinn keine Verbrennung gibt.«[6]

Uran findet sich in der Natur in Form verschiedener Mineralien. In der Erdrinde enthält eine Tonne Gestein im Mittel etwa 3 g Uran. Das Element Uran ist somit etwa 100 mal häufiger in der Erdrinde anzutreffen als Silber oder Gold. »Gesteine, die mindestens zwischen 0,1 und

[5] Volkmer 1994, S. 29-33

[6] Seidel 1994, S. 2

0,5 % Uran enthalten, gelten heute als abbauwürdige Uranerze.«[7] Von besonderer Bedeutung ist das Mineral Pechblende, eine Verbindung zwischen Uran und Sauerstoff (Uranoxid).

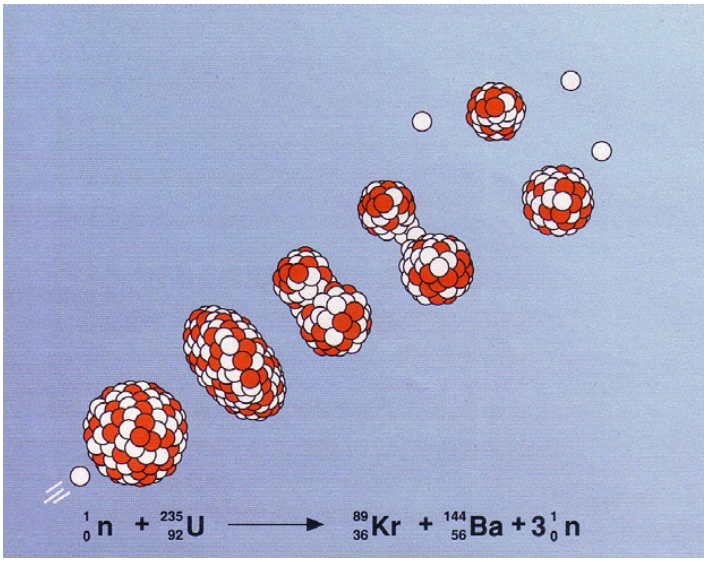


Bild 3: Darstellung einer Kernspaltung

Das Erz wird zunächst fein gemahlen; anschließend erfolgt in einer Reihe aufwendiger physikalisch-chemischer Prozesse die Konzentration des Uranoxids auf etwa 70-90 %. Das gewonnene Konzentrat hat wegen seiner auffallend gelben Farbe den Namen „Yellow Cake“ erhalten und wird in Fässern zur weiteren Verarbeitung transportiert.

Bei der Erzaufbereitung fallen Rückstände an, die ökologisch verträglich entsorgt werden müssen. Der weitaus größte Teil des umgeschlagenen Erzes bleibt als fester oder schlammförmiger Abraum, in dem noch bis zu 85 % des ursprünglich enthaltenden schwach radioaktiven Erzes vorhanden sind.

Das konzentrierte Uranoxid eignet sich noch nicht zur Herstellung von Kernbrennstoff, da der Gehalt an spaltbaren Uranatomen der Sorte U-235 nur etwa 0,7 Prozent beträgt. Über 99 Prozent der enthaltenen Uranatome gehören zu einer Atomsorte, die sich nicht direkt zur Kernspaltung eignet. Um das Uran in den heute üblichen Reaktortypen einsetzen zu können, ist

[7] Volkmer 2002, S. 61

eine wesentlich höhere Reinheit erforderlich, »und der Anteil an spaltbaren Uranatomen muss von 0,7 % auf 3 bis 4 % erhöht werden.«[8] Verunreinigungen würden zu einer erhöhten Neutronenabsorption und zu störenden Reaktionen mit dem Hüllrohrmaterial der Brennstäbe führen. Es ist deshalb erforderlich, das „Yellow Cake“ zur Anreicherung und weiteren Reinigung in aufwendigen Großanlagen entsprechend aufzubereiten und den Anteil des spaltbaren Uranisotops U-235 zu erhöhen.

Am Ende steht ein braun-schwarzes Urandioxid-Pulver (UO_2), das zu bleistiftdicken Tabletten von etwa 10 bis 15 mm Höhe gepresst wird. Die Tabletten werden anschließend bei 1700 º Celsius in Brennöfen gesintert, wobei sich das Urandioxid zu einer keramikähnlichen Masse verfestigt.

Die fertigen Kernbrennstoff Tabletten (Pellets) werden in bis zu 4 m lange Hüllrohre gefüllt, die aus einer besonders festen Metalllegierung (Zirkaloy) bestehen, die aber für Neutronenstrahlung durchlässig ist. Nachdem die Rohre gasdicht verschweißt sind, werden die Brennstäbe in festen Halterungen zu Brennelementen gebündelt, die in dieser Form den Kern eines Reaktors bilden.[9]

2.2. Das Funktionsprinzip von Kernkraftwerken

Die Wärmeenergie, die durch die Kernspaltung in den Brennelementen entsteht, wird an einen Wasserkreislauf abgegeben. Dieses Wasser, das so genannte Kühlmittel, kann direkt zu Dampf umgewandelt werden (Siedewasserreaktor) oder bei hohem Druck über einen Wärmetauscher in einem zweiten Wasserkreislauf Dampf erzeugen (Druckwasserreaktor).

Der Siedewasserreaktor arbeitet im Prinzip wie ein Tauchsieder. In diesem Reaktortyp wird mit Hilfe der bei der Kernspaltung frei werdenden Wärme das Wasser auf Siedetemperatur erhitzt. Die Brennelemente befinden sich in dem zu etwa zwei Drittel mit Wasser gefüllten Reaktordruckbehälter. Das Wasser strömt von unten nach oben durch den Reaktorkern und

[8] Volkmer 1994, S. 75

[9] Vgl. Köelzer 2001 S. 29, 30 u. 150; Brennelement, Brennstab, Brennstoffhülle und Pellet.

der an den Brennelementen entwickelte Dampf wird dann unmittelbar an die Turbine abgegeben (Bild 4).

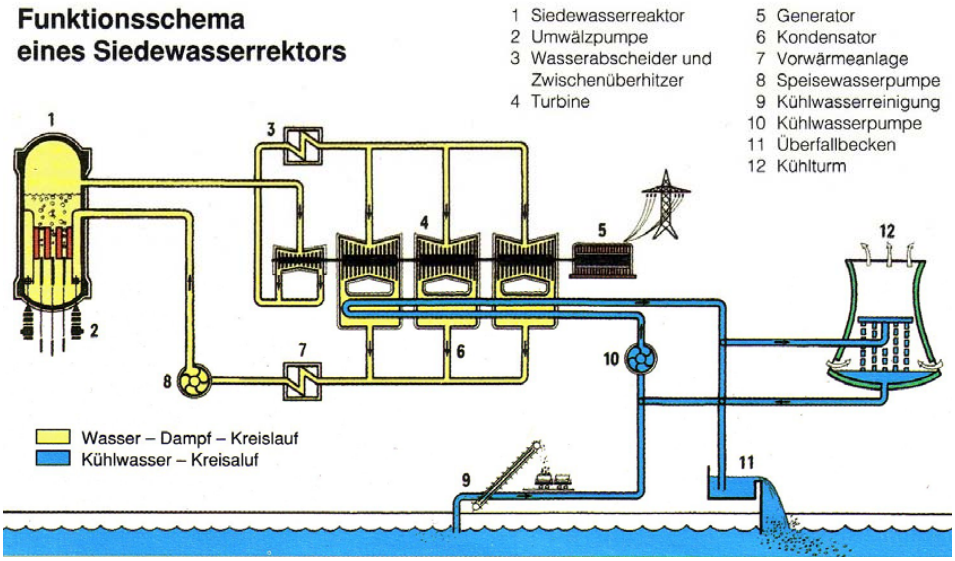


Bild 4: Siedewasserreaktor

Bei den in Deutschland meist verwendeten Druckwasserreaktoren kommt es infolge des hohen Betriebsdrucks im Reaktorbehälter (etwa 160 bar) nicht zum Verdampfen des erhitzten Wassers. Die bei der Kernspaltung frei werdende Wärme wird an das Wasser des Primärkreislaufs abgegeben. Der Primärkreislauf überträgt die Wärme auf die Dampferzeuger, an die der Wasser-Dampf-Kreislauf der Turbine angeschlossen ist. Dieser zweite Kreislauf wird auch als Sekundärkreislauf bezeichnet. Die Dampferzeuger trennen so den Primärkreislauf vom Sekundärkreislauf, der Turbine und Generator antreibt. So wird verhindert, dass radioaktive Stoffe den Primärkreislauf verlassen (Bild 5).[10]

Wie in konventionellen Kraftwerken treibt der Wasserdampf mit einer Temperatur von ca. 285 ºC eine Turbine an, die ihrerseits zum Antrieb eines stromerzeugenden Generators dient. Der aus der Turbine austretende Wasserdampf wird durch Kühlung in einem Kondensator wieder verflüssigt und anschließend durch Vorwärmanlagen auf eine Temperatur von 215 ºC gebracht und als Speisewasser dem Reaktor wieder zugeführt.

[10] Vgl. Volkmer 2002, S. 40

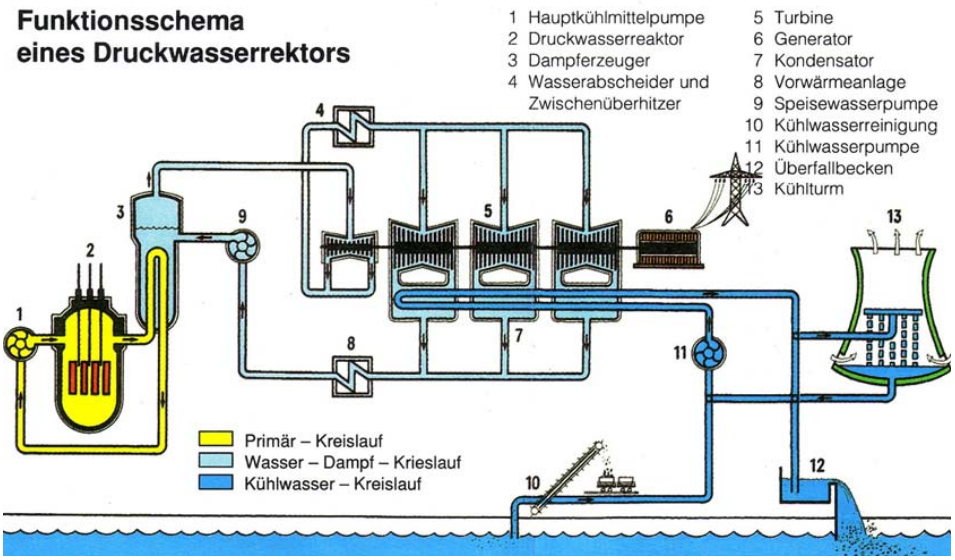


Bild 5: Druckwasserreaktor

Jeder der beiden Reaktortypen ist so ausgelegt, dass die Brennelemente ständig von Wasser umgeben sind. Denn einerseits übernimmt das Wasser die Abfuhr der Wärmeenergie, zum anderen bremst es die Geschwindigkeit der freien Neutronen, die bei der Kernspaltung entstehen.

Langsame Neutronen führen mit sehr viel höherer Wahrscheinlichkeit zu Spaltungen im Uran Atom 235. Die bei Kernspaltungen entstehenden schnellen Neutronen müssen deshalb durch geeignete Substanzen auf niedrigere Geschwindigkeiten abgebremst werden. Diese sogenannte Moderatorfunktion wird in den in Deutschland ausschließlich verwendeten Leichtwasserreaktoren durch die Atomkerne des Moderators Wassers übernommen, an denen die Neutronen durch Stöße ihre Energie verringern und dadurch abgebremst werden.

Darüber hinaus wirkt das Wasser gegenüber der starken radioaktiven Strahlung, die aus den Brennstäben entweicht, in hohem Maße abschirmend. Zur Regelung des Kernreaktors befinden sich in den Brennelementen Steuerstäbe, die mehr oder minder tief zwischen die Brennstäbe eingefahren werden können. Die Steuerstäbe enthalten ein Material, »z.B. Bor, Indium, Silber, Cadmium,«[11]das die Eigenschaft hat, Neutronenstrahlung abzufangen, bevor

[11] Volkmer 2002, S. 35

sie die Brennstäbe erreicht. Je weniger Neutronen für die Auslösung von Spaltvorgängen zur Verfügung stehen, desto geringer ist die Wärmeproduktion des Reaktors. Um den Reaktor abzuschalten, werden alle Steuerstäbe vollständig in die Brennelemente eingefahren.[12]

Die deutschen Kernkraftwerke haben eine Vielzahl von Sicherheitseinrichtungen, die sich grundsätzlich nach passiven und aktiven Maßnahmen unterscheiden.

Zu den passiven Sicherungsmaßnahmen gehört z.B. das Konzept der mehrfachen Barrieren. Der Reaktorkern befindet sich innerhalb eines gestaffelten Systems von Sicherheitsbarrieren (Bild 6), die selbst bei schwersten Störfällen ein Austreten von Radioaktivität verhindern sollen.

Auch die Verwendung von normalem Wasser als Moderator ist ein Sicherheitsfaktor. Steigt die Anzahl der Kernspaltungen und damit auch die Leistung an, entstehen im Kühlmittel Wasserdampfblasen. Da das Wasser aber gleichzeitig Moderator ist, bedeutet ein Ansteigen der Dampfblasen eine Verdünnung des Moderators und es werden weniger Neutronen abgebremst. Ein totaler Kühlmittelverlust würde zugleich einen totalen Verlust des Moderators bedeuten und die Kettenreaktion käme von selbst zum Erliegen. »Bei dieser Art von Selbststabilisierung spricht man deshalb von inhärenter Stabilität.«[13]

Die erste Barriere besteht aus metallischen Hüllrohren, in die der Kernbrennstoff gasdicht eingeschweißt ist. »Diese zylinderförmigen Brennstäbe haben bei den heute üblichen Siedewasserreaktoren eine Länge von 4,17 m und einen äußeren Durchmesser von ca. 11 mm.«[14] Das Material der Brennstäbe soll den Kernbrennstoff von dem Kühlmittel des Primärkreislaufes trennen und außerdem verhindern, dass die bei der Kernspaltung entstehenden Spaltprodukte in das Kühlmittel gelangen.

[12] Vgl. Seidel 1994, S. 4

[13] Volkmer 1994, S. 41

[14] Volkmer 2002, S. 51

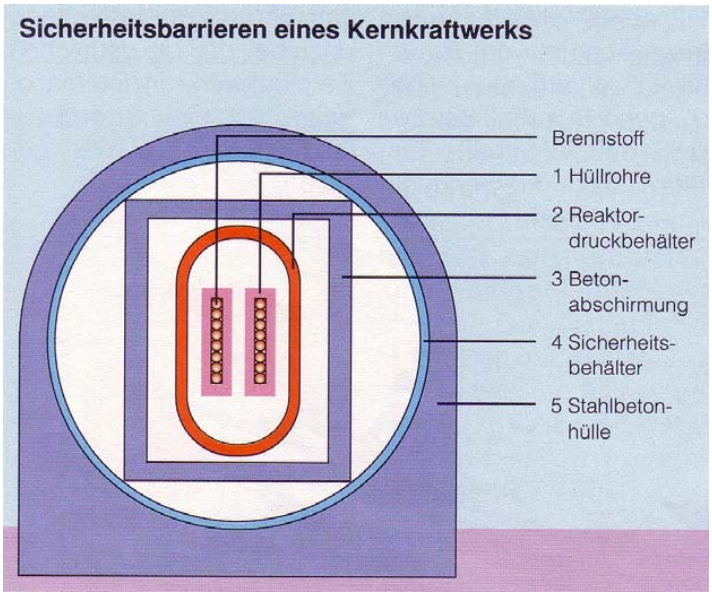


Bild 6: Sicherheitsbarrieren

Aus einer Vielzahl von Brennstäben wird mit Hilfe von Abstandshaltern ein quadratisches Brennelement zusammengestellt. Ein Brennelement eines Siedewasserreaktors enthält rund 190 kg Uran, das eines Druckwasserreaktors rund 530 kg. »Im Siedewasserreaktor des Kernkraftwerkes Krümmel sind 840 und im Druckwasserreaktor des Kernkraftwerkes Emsland sind 193 Brennelemente eingesetzt.«[15] Diese Brennelemente befinden sich insgesamt in einem stählernen Reaktordruckbehälter, der die zweite Barriere bildet und dessen Wandstärke bis zu 25 mm beträgt.

Der Reaktordruckbehälter ist von der dritten Barriere, einer Betonkammer mit besonderer Kühlung umgeben. Die zwei Meter dicken Wände dieser Betonkammer dienen als biologischer Schild und schirmen die Gamma- und Neutronenstrahlung ab.

Die vierte Barriere besteht aus dem Reaktorsicherheitsbehälter, der den so genannten nuklearen Teil des Kernkraftwerkes einschließt. Der kugelförmige Reaktorsicherheitsbehälter des Kernkraftwerkes Isar 2 hat einen Innendurchmesser von 56 Metern und besteht aus 35 mm dicken Stahlplatten. Er ist in seinem Volumen so bemessen, dass er das radioaktive Kühlmittel auch in Dampfform aufnehmen könnte.

[15] Koelzer 2001, S. 29

Als letzte und fünfte Barriere dient eine bis zu zwei Meter dicke Stahlbetonhülle, die das Reaktorgebäude vor äußeren Einflüssen schützen soll.

Dennoch muss gewährleistet sein, dass im Reaktorkern immer genügend Wasser als Kühlmittel verfügbar ist. Auch bei einer regulären Abschaltung des Reaktors entsteht in den Brennstäben weiterhin erhebliche Nachwärme, die ohne Kühlung zur Zerstörung der Brennstäbe führen würde.

Deutsche Kernkraftwerke sind deshalb mit einem aufwendigen Nach- und Notkühlsystem ausgerüstet, das zu den aktiven Sicherheitseinrichtungen zählt. Es verfügt über eine eigenständige Energieversorgung und wird automatisch aktiviert, wenn die normale Reaktorkühlung ausfallen sollte. Bei einem Kühlmittelverlust flutet und kühlt das System rechtzeitig den Reaktorkern.

Des Weiteren sind alle Brennelemente zusammen in einem einzigen Druckgefäß untergebracht, das durch einen zentralen Kühlmittelkreislauf versorgt wird. Dieses Prinzip ermöglicht eine rasche Einflussnahme auf die Kühlung des Reaktorkerns und damit auf die schnelle Abfuhr entstandener Wärmeenergie.

Von besonderer Bedeutung für die Reaktorsicherheit ist das Redundanzprinzip. Dies besagt, dass alle wichtigen Sicherheitseinrichtungen mehrfach vorhanden sind. Wenn ein System durch einen Fehler ausfällt und ein weiteres System infolge von Reparatur oder Wartung nicht zur Verfügung steht, müssen die verbleibenden Systeme die Störfallabdeckung zu 100 % ermöglichen.

»Die Anwendung des Diversitätsprinzips ist ebenso eine bedeutsame Sicherheitseinrichtung. Hierbei werden zur Erhöhung der Ausfallsicherheit die Sicherheitseinrichtungen nicht nur mehrfach, sondern auch nach physikalisch oder technisch verschiedenartigen Prinzipien diversitär ausgelegt.«[16]

[16] Koelzer 2001, S. 43

Auch das „Fail-Safe-Prinzip“ zählt zu den grundlegenden Vorgaben deutscher Reaktortechnik und ist Bestandteil der Sicherheitseinrichtungen. Im Fall eines auftretenden Fehlers soll das System immer so reagieren, dass der fehlerbedingte Ablauf zu einer Stabilisierung der Anlagensicherheit führt (Bild 7).[17]

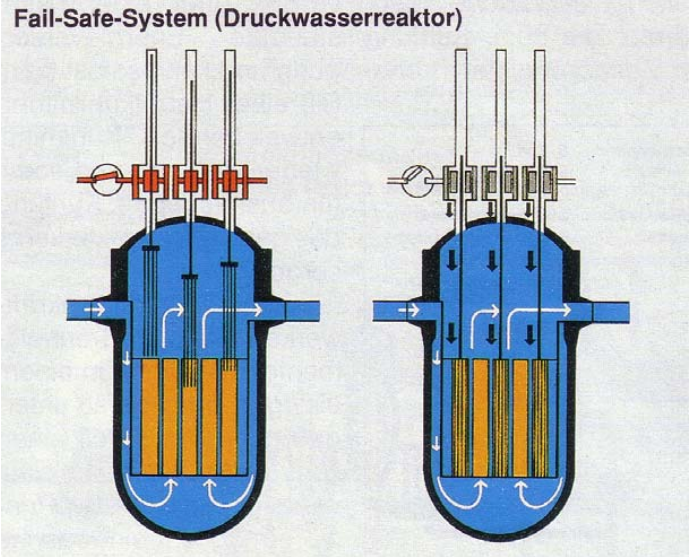


Bild 7: Fail-Safe-System

Im Normalzustand regeln die elektrischen Antriebe, wie tief die Steuerstäbe in die Brennelemente eingefahren werden und steuern so mit dem Kernspaltungsprozess die Leistung des Reaktors.

Bei Stromausfall geben die elektrischen Antriebe die Steuerstäbe frei. Diese fallen durch ihr eigenes Gewicht in die Brennelemente ein, unterbinden den Spaltprozess und schalten so den Reaktor ab.

[17] Vgl. Seidel 1994, S. 6

3. Baugeschichte der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland

3.1. Forschungsstand

Eine Auseinandersetzung mit der Architektur der Kernkraftwerke hat bisher nicht stattgefunden. Es gibt noch keine umfassende Betrachtung der Architektur-Entwicklung der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland. Die vielfältigen Publikationen über Industrie- oder Fabrikarchitektur, wie z. B. Volker Rödel: Industriearchäologie oder Axel Föhl: Industriedenkmale im Ruhrgebiet befassen sich, wenn überhaupt, nur mit einem Hinweis auf die bestehenden Kernkraftwerke ohne auf deren architektonische Gestaltung und Entwicklung einzugehen.

Es gibt nur vereinzelte Veröffentlichungen der Kraftwerke, die sich auf standortbezogene oder technische Besonderheiten beziehen.

In dem Informationsband, »Strom aus Neckarwestheim – die Technik,«[18] wird darauf hingewiesen, dass bei der Planung und Konzeption des Kernkraftwerkes Neckar 2 die Vorgaben der umliegenden Gemeinden berücksichtigt werden müssen (s. 3.6.7).

In der Informationsbroschüre, »Kernkraftwerke Gundremmingen B und C,«[19] sowie in den »Hochtief Nachrichten KRB-Gundremmingen,«[20] wird auf die beiden zylinderförmigen Reaktorgebäude hingewiesen (s. 3.6.8).

Die wissenschaftliche Literatur zu den Veröffentlichungen über Kernkraftwerke befasst sich fast ausschließlich mit der Kerntechnik und der technischen Interpretation der Kraftwerke sowie der Weiterentwicklung einzelner Komponenten. Beschreibungen einzelner Bauteile oder Baukörper beziehen sich hierbei nur auf die technische Ausführung der jeweiligen Konstruktion.

[18] GKN-Neckar 2000, S. 17-19

[19] KRB-Gundremmingen 1999, S. 5 u. 6

[20] Martini 1985, S. 7-9

Weitere Publikationen beschäftigen sich insbesondere mit der Kernforschung und Kerntechnik oder der Entwicklung der Kernenergie und deren Akzeptanz in der Bundesrepublik Deutschland.

Müller behandelt in seinem Buch, »Geschichte der Kernenergie – Anfänge und Weichenstellungen,«[21] die Entwicklungen, die zur Nutzung der Kernenergie in Deutschland führten. Er beschreibt die Zusammenhänge dieser Veränderungen aus einem vielfältigen, durch unterschiedliche Interessen geprägten Geflecht von Handlungen und Entscheidungen in Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Politik.

In seinem Buch, »Auf der Suche nach dem Erfolg – Die Sechziger Jahre,«[22] befasst sich Müller mit den Entwicklungen in Kernforschung und Kerntechnik in den 60er-Jahren und beschreibt dies als eine Zeit des Aufbruchs und der Realisierungen, vor allem aber als eine Zeit der Suche nach dem Erfolg und dem damit verbundenen Durchbruch der zivilen Nutzung der Kernenergie in Deutschland.

Veröffentlichungen des Deutschen Atomforums Berlin, z. B. »Jahresberichte-Kernenergie in Deutschland,«[23] »Kernenergie-Aktuell,«[24] »Kernenergie-Bilanz,«[25] des Informationskreises Kernenergie, Berlin z. B. »Kernenergie Basiswissen,«[26] sowie des Forschungszentrums Karlsruhe z. B »Radioaktivität und Kernenergie,«[27] berichten in regelmäßigen Abständen über den Stand der Kerntechnik.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn und das Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter publizieren Informationsbände wie z. B. »Strahlung und Strahlenschutz.«[28]

---

[21] Müller 1990, S. 1-3

[22] Müller 1996,S. 1-5

[23] Wasgindt 2003

[24] Philipp 2004

[25] Philipp 2003

[26] Volkmer 2002

[27] Hoffmann 2001

[28] Dymke 1999

3.2. Chronik der Kernkraftwerke

Mit der von Otto Hahn und seinem Assistenten Fritz Straßmann im Dezember 1938[29] im Kaiser Wilhelm Institut in Berlin Dahlem entdeckten Spaltung von Urankernen mittels Neutronenbestrahlung (Kernspaltung), die 1939 durch L. Meitner und R. O. Frisch[30] theoretisch interpretiert wurde, begann das Zeitalter der Kernenergie. Nachdem die Möglichkeit einer Kettenreaktion bei der Kernspaltung nachgewiesen wurde, gelang am 02.12.1942 E. Fermi in Chicago die Inbetriebnahme des ersten Versuchs-Kernreaktors.[31]

In der Folgezeit wurde die weitere Entwicklung der Kernenergie wesentlich durch die angestrebte militärische Nutzung bestimmt. Erst in den 50er-Jahren begann weltweit die Forschung zur friedlichen Nutzung der Kernenergie und führte zur Entwicklung unterschiedlicher Reaktortypen. Die Kernreaktoren werden nach ihrer Anwendung in Forschungs-, Leistungs- und Brutreaktoren unterschieden. Des Weiteren erfolgt die Unterscheidung der Reaktoren nach ihrem Moderator- und Kühlmittel in Leichtwasser-, Siedewasser-, Druckwasser- und Schwerwasserreaktoren.

Nach Erlangung der Souveränität durch die Pariser Verträge am 5. Mai 1955 wurde auch in der Bundesrepublik Deutschland mit der Kernforschung und Kerntechnik begonnen und noch im gleichen Jahr wurde das Bundesatomministerium, die Deutsche Atomkommission und einige Kernforschungseinrichtungen gegründet.

»In Paris fand vom 8. bis 20. August 1955 die »1. Internationale Konferenz über die friedliche Verwendung der Atomenergie«[32] statt, an der rund 2000 Wissenschaftler und Ingenieure aus 72 Nationen teilnahmen.

[29] Dobrinski 1996, S. 584

[30] Volkmer 2002, S. 23

[31] Körber 2001, S. 14

[32] Müller 1990, S. 4

Die Inbetriebnahme des ersten Leistungsreaktors erfolgte 1954 in Obninsk bei Moskau und »1956 lieferte als erstes kommerzielles Kernkraftwerk die Anlage Calder Hall in England Strom in das öffentliche Netz.«[33]

In Deutschland wurde »am 31.10.1957 in Garching der erste Versuchsreaktor, das wegen seiner auffälligen Gestaltung sogenannte „Atom-Ei“«[34] und »am 07.03.1961 in Karlsruhe der erste in Deutschland entwickelte Forschungsreaktor«[35] in Betrieb genommen. Die Inbetriebnahme des ersten deutschen Versuchsatomkraftwerkes in Kahl am Main erfolgte »am 13.11.1960«[36] Das erst Jahre später »am 12.11.1966 in Betrieb genommene Kernkraftwerk Gundremmingen Block A«[37] war das erste kommerzielle Kernkraftwerk in Deutschland.

Am 1. Januar 1960 ist das „Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren,“ das sogenannte Atomgesetz, in Deutschland in Kraft getreten und wurde in der Zwischenzeit mehrfach geändert und ergänzt.[38]

Seit den 70er-Jahren ist die Nutzung der Kernenergie umstritten und Grund einer fundamentalen Kontroverse, die aus überschwenglichen Hoffnungen auf der einen und äußerster Besorgnis und Furcht auf der anderen Seite basiert. Die grundsätzliche Ablehnung begründen die Kernkraftwerks-Gegner vor allem mit der Freisetzung von Strahlung im Normalbetrieb, dem Risiko eines Reaktorunfalls und insbesondere mit der bis heute ungelösten Entsorgung der radioaktiven Abfälle.

---

[33] Koelzer 2001, S. 113

[34] Müller 1996, Tab. 3.1

[35] Kuczera 1996, S. 13-23

[36] Koelzer 2001, S. 227

[37] Koelzer 2001, S. 126

[38] Zuletzt wurde das Atomgesetz durch Artikel 1 des Gesetzes vom 12.08.2005 geändert. Zweck dieses Gesetzes ist: 1. die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität geordnet zu beenden und bis zum Zeitpunkt der Beendigung den geordneten Betrieb sicherzustellen, 2. Leben Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen und durch Kernenergie oder ionisierender Strahlen verursachte Schäden auszugleichen, 3. zu verhindern, dass durch Anwendung oder Freiwerden der Kernenergie die innere oder äußere Sicherheit der Bundesrepublik gefährdet wird, 4. die Erfüllung internationaler Verpflichtungen der Bundesrepublik auf dem Gebiet der Kernenergie und des Strahlenschutzes zu gewährleisten.

Weltweit standen 2003 nach Angaben der internationalen Atomenergie Organisation in 31 Ländern 439 Kernkraftwerksblöcke mit einer Gesamt-Bruttoleistung von 380 489 MW in Betrieb. Dies entspricht einem Anteil von »ca. 16 % der Weltstromproduktion.«[39] Im Bau befanden sich 31 Kernkraftwerksblöcke in 12 Ländern. In den Kernkraftwerken werden weltweit überwiegend »Druckwasserreaktoren (ca. 57 %) und Siedewasserreaktoren (ca. 21,5 %)«[40] eingesetzt. Die übrigen Reaktortypen AGR, CANDU und RBMK teilen sich den restlichen Anteil etwa zu gleichen Teilen, werden jedoch in neueren Kernkraftwerken nicht mehr eingesetzt.

In der Europäischen Union (EU-15) standen 2003 insgesamt 136 Kernkraftwerksblöcke mit einer Gesamt-Bruttoleistung von 127 708 MW in Betrieb und stellten hiermit »ca. 33 % des Gesamtstrombedarfs zur Verfügung.«[41] Frankreich nimmt mit einem Anteil von 75 % des Stroms der aus Kernenergie gewonnen wird den ersten Platz in der Europäischen Union ein, gefolgt von Belgien mit 58 % und Schweden mit 47 %. Finnland und Spanien folgen mit jeweils ca. 30 % Stromanteil aus Kernenergie. Im Januar 2004 standen in Deutschland 18 Kernkraftwerke in Betrieb (Bild 8) und der Anteil der Kernenergie an der Stromerzeugung lag bei rund 30 %.

Nach dem Entsorgungskonzept für Kernkraftwerke in Deutschland sollen radioaktive Abfälle in Endlagern, »die von der Bundesregierung spätestens 2030«[42] zur Verfügung gestellt werden, unbefristet und sicher eingeschlossen werden. Im Rahmen der am 14. Juni 2000 zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen beschlossenen Vereinbarung über den Betrieb und die Entsorgung der deutschen Kernkraftwerke haben sich die Kraftwerksbetreiber verpflichtet bis zur Endlagerung die verbrauchten Brennelemente in Castor-Behältern in dezentralen Brennelementbehälterlagern an den Kraftwerksstandorten zwischenzulagern. »Des Weiteren sieht die Vereinbarung eine zeitliche Begrenzung der Betriebszeiten der deutschen Kernkraftwerke bis 2021 vor.«[43]

[39] Philipp 2004

[40] Koelzer 2001, S. 116

[41] Philipp 2004

[42] Wasgindt 2004, S. 7

[43] Hoffmann 2001, S. 5

Die Castor-Behälter bestehen aus einem dickwandigen zylinderförmigen Körper aus Gusseisen und Kugelgrafit und sind für den Transport und die Zwischenlagerung von abgebrannten Brennelementen und verglastem hochaktiven Abfall geeignet. Zur Abschirmung der Neutronenstrahlung, befinden sich in der 450 mm dicken Wandung des Gusskörpers durchgehende axiale Bohrungen, die mit Kunststoffen als Moderatormaterialien gefüllt sind. In den Standortzwischenlagern der Kernkraftwerke werden die Castor-Behälter bis zur Endlagerung zwischengelagert. Die Neutronen- und Gammastrahlung wird vor allem durch die Behälter und der bis zu 80 cm dicken Stahlbetonelemente der Standortzwischenlager so stark abgeschwächt, dass die Strahlendosis an der Sicherungszaunanlage weit unter dem Grenzwert der Strahlenschutzverordnung liegt.

Bereits Mitte der 70er Jahre haben die deutschen Energieversorgungsunternehmen konzeptionelle Studien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen erarbeitet. Die Stilllegung eines Kernkraftwerkes beinhaltet die endgültige Abschaltung des Reaktors und aller weiteren Anlagen sowie den Rückbau, bei dem sämtliche Komponenten zerlegt, dekontaminiert und abtransportiert werden. Der Zeitrahmen für die Stilllegung und den gesamten Rückbauprozess eines Kernkraftwerkes beträgt »10 bis 12 Jahre.«[44] Das Versuchskernkraftwerk Kahl am Main wurde 1985 und das erste deutsche kommerzielle Kernkraftwerk Gundremmingen Block A im Jahr 1980 stillgelegt. Insgesamt sind in Deutschland, Stand August 2004, »12 Kernkraftwerke und Versuchsreaktoren stillgelegt und bei 2 Kernkraftwerken ist der Rückbau abgeschlossen.«[45] In diesem Zusammenhang ist zu bemerken, dass die Kernenergie in der DDR »im Schatten des Sozialismus«[46] eine eher untergeordnete Rolle spielte und die bestehenden 5 Kernkraftwerke 1990, unmittelbar nach der Wende, stillgelegt wurden.

Die Sorge vor Störfällen führte zu ausgefeilten Vorschriften und Sicherheitsstrategien, die Reaktorunfälle möglichst verhindern sollen. Bei Betrachtung der rund 50 jährigen Entwicklungsgeschichte der Kernkraftwerke ist es bemerkenswert, das trotz aller zuvor beschriebenen Bedenken die Kernenergie einen nicht unwesentlichen Anteil an der weltweiten Stromerzeugung beiträgt.

[44] KKS Stade 2002, S. 3

[45] KKS Stade 2002, S. 9]

[46] Müller 2001, S. 1 u. 128

Bild 8: Standorte der 18 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke

Die Standorte der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke im Uhrzeigersinn von oben mit der Angabe der Inbetriebnahme sowie der Reaktortechnik mit der Bezeichnung SW für Siedewasserreaktor und DW für Druckwasserreaktor. 1 KBR Brokdorf 1986/DW. 2 KKK Krümmel 1983/SW. 3 KKG Grafenrheinfeld 1981/DW. 4 KWO Obrigheim 1968/DW. 5 KKI Isar 1 1977/SW - Isar 2 1988/DW. 6 KRB Gundremmingen B/C 1983/84/2 SW. 7 GKN Neckar 1 1976/DW - Neckar 2 1989/DW. 8 KKP Philippsburg 1 1976/SW - Philippsburg 2 1984/DW. 9 KWB Biblis A 1974/DW - Biblis B 1976/DW. 10 KWG Grohnde 1984/DW. 11 KKE Emsland 1988/DW. 12 KKU Unterweser 1978/DW. 13 KKB Brunsbüttel 1976/SW.

3.3. Planungsgrundlagen

Architektur ist in unterschiedlichsten Formen und Gebäudearten unmittelbar mit unserem täglichen Leben verbunden. Einzelne Bauwerke erregen jedoch mehr Aufmerksamkeit, wecken Emotionen, werden bestaunt, geliebt und angenommen oder auch abgelehnt. Architektur wird dann zum gesellschaftlich relevanten Thema.[47]

Zu den in der Öffentlichkeit umstrittensten und äußerst konträr diskutierten technischen Bauwerken des 20. Jahrhunderts gehören zweifellos die Kernkraftwerke. Die Kernkraftwerke haben sich in relativ kurzer Zeit zu einem wichtigen Energielieferanten entwickelt, beinhalten jedoch für viele Mitmenschen ein unkontrollierbares Potenzial an Gefahren und Ängsten.

»Jedes neue Bauwerk ist das Ergebnis von Funktion, Standort und Kosten.«[48] Dieses ebenso kurze wie zutreffende Statement kann durchaus auch auf Kernkraftwerke bezogen werden, wobei alle drei Faktoren vom Planungsbeginn bis zur Inbetriebnahme zu nachhaltigen Diskussionen Anlass geben.

Um einen Einblick in die Planung und Ausführung eines Kernkraftwerkes zu erlangen, wird im Nachfolgenden die bautechnische Verwirklichung des 1981 beschlossenen „Konvoi-Programms“ behandelt, bei dem die gleichzeitige Planung und nahezu zeitgleiche Ausführung der Kernkraftwerke Emsland, Neckar 2 und Isar 2 durchgeführt wurde.

Mit dem „Konvoi-Programm“ sollte der für die Planung und Genehmigung eines einzigen Kernkraftwerkes extrem hohe Ingenieuraufwand von bis zu 4 Millionen Stunden durch eine Vereinheitlichung der Auslegungsanforderungen, der bautechnischen Konstruktion und Berechnung sowie der Ausführungspläne und des Genehmigungsverfahrens deutlich verringert werden.

Die Reduzierung sollte zum einen durch die Vermeidung der Bearbeitung ähnlicher, aber nicht in allen Punkten identischen ingenieurtechnischen Aufgaben in der Planungsphase, so-

[47] Thiel-Siling 1998, S. 9

[48] Jodidio 2001, S. 20-31

wie der Einsparung von Begutachtungen und Genehmigungen gleicher Sachverhalte für verschiedene Genehmigungsverfahren erreicht werden.

Für den Erfolg des „Konvoi-Programms“ war es von besonderer Bedeutung, dass sich die Behörden bereit erklärten, Zulassungen, Genehmigungen, Beurteilungen und Gutachten, die für ein Kernkraftwerk in einem Bundesland erstellt worden waren, auch in einem anderen Bundesland in vollem Umfang anzuerkennen.

Weiterhin war es für die Durchführung des „Konvoi-Programms“ notwendig, dass die für die Ausführung verantwortliche Kraftwerksunion durch ihre Anlagentechnik die Planung von Komponenten, Versorgungsanlagen, Rohrdurchführungen usw. mit dem entsprechenden Raumbedarf und den Gewichtsangaben für alle drei Kernkraftwerke festgelegt hatte, bevor mit der eigentlichen Bauplanung begonnen wurde. Im Anschluss musste durch die zuständigen Genehmigungsbehörden, insbesondere vertreten durch den TÜV, die geplante Anlagentechnik genehmigt werden.

Nachdem so Raumbedarf und Lasteintragungen feststanden, begann die Bautechnik mit der Konstruktion und der Aufstellung der statischen Berechnungen. Dies entspricht zwar nicht der üblichen Verfahrensweise im Industriebau, in der im Hinblick auf Einsparungen und technischen Erneuerungen die Aufträge für Anlagenkomponenten erst sehr spät erteilt werden und zu diesem Zeitpunkt die Baukonstruktion statisch berechnet und meist schon ausgeführt ist.

Die Vorteile der Vorgehensweise im „Konvoi-Programm“ liegen in der klaren Festlegung der notwendigen verfahrenstechnischen Angaben für die Bauplanung und den damit verbundenen Synergieeffekten. Von Nachteil ist, dass »nachträgliche Änderungen, auch aufgrund der Veränderung des Standes von Wissenschaft und Technik, nur schwer möglich sind.«[49]

Grundvoraussetzung für das Gelingen dieses Verfahrens war eine »länderübergreifende Abstimmung der TÜV untereinander.«[50] Im Zuge dieser Vorgehensweise teilten sich die TÜV der mit der Genehmigung der Kernkraftwerke befassten drei Bundesländer die Beurteilung

[49] Erdmann 1986, S. 4

[50] Erdmann 1986, S. 4 u. 5

bestimmter Komponenten untereinander auf und die entsprechenden Gutachten wurden gegenseitig anerkannt.

Die durch das „Konvoi-Programm“ bedingte, in seinen Gestaltungsmöglichkeiten eng begrenzte, einheitliche Planungskonzeption bezieht sich in erster Linie auf die standortunabhängigen Bauten. Diese sogenannten Blockgebäude bilden jedoch bei jeder Kraftwerksanlage die dominanten Bauwerke und haben somit großen Einfluss auf das architektonische Gesamtbild der einzelnen Kernkraftwerke.

Dennoch haben die Kernkraftwerke Emsland, Neckar 2 und Isar 2 durch die unterschiedliche Anordnung und architektonische Gestaltung der Nebengebäude und der Einbeziehung des gesamten Kraftwerksgeländes in die Planungskonzeptionen ein eigenständiges und unverwechselbares Gesamtbild erhalten.

Die hohe Verfügbarkeit in Verbindung mit den umfangreichen Sicherheitsstandards der in Betrieb befindlichen deutschen Kernkraftwerke, führten die Kerntechnik aus dem Experimentierstadium heraus und können heute durchaus als Stand der Kernkraftwerkstechnik bezeichnet werden.

Die insgesamt positiven Erfahrungen aus der im Rahmen des „Konvoi-Programms“ nahezu gleichzeitig erstellten Kernkraftwerke Lingen, Neckar 2 und Isar 2 und dem hierdurch erreichten Stand der Kernkraftwerkstechnik konnte bei neuen Projekten nicht mehr angewendet oder weiterentwickelt werden, weil nach der Inbetriebnahme dieser drei Kernkraftwerke der vorläufige Ausstieg aus der Kernenergie in Deutschland begann.

3.4. Materialien

Die einzelnen Gebäude oder Baukörper eines Kernkraftwerkes werden grundsätzlich aus den gleichen Baumaterialien erstellt, die auch in konventionellen Kraftwerken und anderen Industriegebäuden zur Anwendung kommen.

Die Wand- und Deckenkonstruktionen von Reaktorgebäude, Reaktorhilfsanlagengebäude, Schaltanlagengebäude, Maschinenhaus und Nebengebäude bestehen überwiegend aus Stahlbeton der Güteklasse B 35.

Der kugelförmige Reaktorsicherheitsbehälter besteht bei Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren aus einer bis zu zwei Meter dicken Stahlbetonhülle, die im sichtbaren kugelförmigen Bereich immerhin noch eine Dicke von etwa 60 cm aufweist und das Reaktorgebäude vor äußeren Einflüssen schützen soll. Die hieran anschließende innere Stahlkugel besteht aus 35 mm dicken Stahlplatten.

Bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren besteht die Stahlkugel ebenfalls aus im Mittel etwa 35 mm dicken Stahlplatten und die äußere Schutzhülle wird durch die in Stahlbeton ausgeführte Decken- und Wandkonstruktion des Reaktorgebäudes übernommen.

Die »turmartigen bis zu 160 Meter hohen Kühltürme«[51] der Kernkraftwerke sowie die überwiegend bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren verwendeten Zellenkühlanlagen bestehen ebenfalls aus einer Stahlbetonkonstruktion.

Die Vielzahl der speziell für Kernkraftwerke entwickelten Betontechnologien und Materialien, die im Kernkraftwerksbau verwendet werden, kann in der vorliegenden Untersuchung der baugeschichtlichen Entwicklung der Kernkraftwerke nicht vollständig abgehandelt werden. Ein Beispiel für diese Materialien ist die RSB-Einspannstelle des Kernkraftwerkes Isar 2 in Essenbach bei Landshut.

[51] Koelzer 2001, S. 128

Die schematische Darstellung in Bild 9 zeigt einen horizontalen Schnitt des Reaktorsicherheitsbehälters in Höhe der Fugenkonstruktion sowie einen vertikalen Schnitt der umlaufend 140 Meter langen RSB-Einspannstelle.[52]

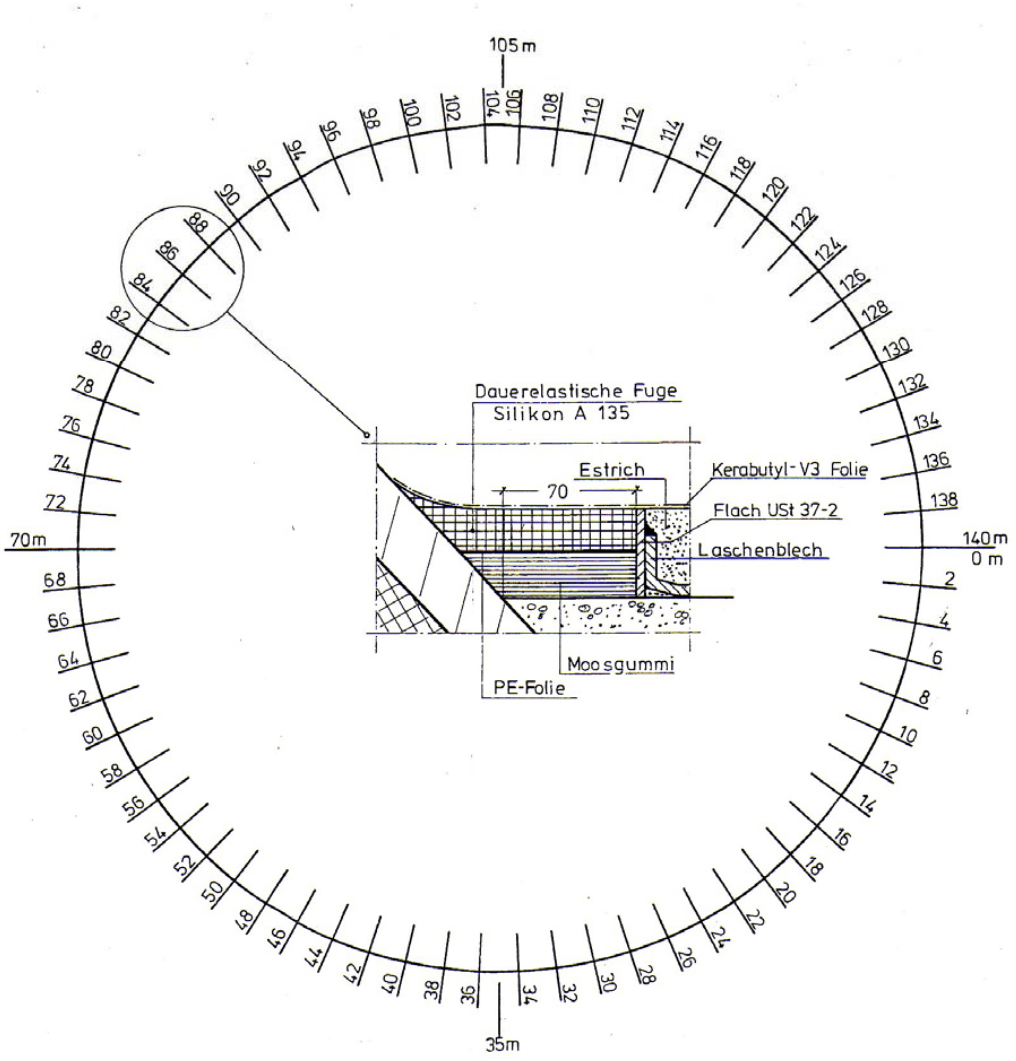


Bild 9: RSB-Einspannstelle

Die RSB-Einspannstelle ist eine elastische Fugenkonstruktion zwischen dem Reaktorsicherheitsbehälter und der als biologisches Schild dienenden Betonabschirmung des Reaktorbehälters.

[52] Die notwendige Sanierung der RSB-Einspannstelle des KKI-2 wurde von 1994 bis 1995 unter Mitwirkung des Autors als Projektleiter durchgeführt.

Im KMV-Störfall muss die Fugenkonstruktion der zu erwartenden enormen Wärmeentwicklung und den hieraus resultierenden hohen Elastizitäts- und Strahlenbelastungen standhalten. Um diesen enormen Anforderungen zu entsprechen, musste ein Material gefunden werden, dass »im Störfall eine Gesamtverformung von 25 %«[53] und die hieraus entstehenden Belastungen, wie Stauchung, Dehnung und Scherung, kompensieren kann.

Speziell für diesen Einsatz wurde ein »Silikon-Kautschuk«[54] entwickelt der durch seine hohe Elastizität und die hervorragende Temperaturbeständigkeit von bis zu + 160º C in Verbindung mit der Strahlen- und Alterungsbeständigkeit den außergewöhnlich hohen Beanspruchungen widerstehen kann.

Von besonderer Bedeutung ist, dass bei der Erstellung eines Kernkraftwerkes, insbesondere des Containments oder Kontrollbereiches, ausschließlich die in der Genehmigung zugelassenen Materialien verwendet werden dürfen.

Um dies zu gewährleisten, werden alle Materialien einer Vorprüfung, die eine Ausgangs- und Eingangskontrolle beinhaltet, unterzogen. Die Ausgangskontrolle der Materialien wird von den Herstellern in Form eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1.B nach EN 10204 erstellt und enthält neben Herstelldatum, Chargen-Nr. und Gebindekennzeichnung die notwendigen technischen Angaben.

Die Eingangskontrolle der Materialien auf der Baustelle wird gemeinsam mit dem TÜV, Kraftwerk und dem auszuführenden Unternehmen durchgeführt. Die Eingangskontrolle beinhaltet neben einer visuellen Kontrolle der Materialien eine 100%-ige Überprüfung der Angaben aus der Ausgangskontrolle.

Zur Vorprüfung der Materialien gehört weiterhin eine Überprüfung der technischen Unterlagen wie Produktmerkblätter, Herstellervorschriften, Verarbeitungsrichtlinien, Sicherheitsdatenblätter und Verarbeitungsvorschriften.

---

[53] Bei einer zulässigen Bewegungsaufnahme von 25 % nach DIN 18540 wird angenommen, dass die Auslegung sicher genug für die Beanspruchung ist, zumal die Dehnung nur einmalig beim max. Störfall auftreten würde.

[54] Schwarz 2002, S. 231-234.

3.5. Kraftwerksgelände

3.5.1. Standortkriterien

Die Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland benötigen nach § 7 des Atomgesetzes eine Genehmigung »für die Errichtung und den Betrieb von Anlagen zur Spaltung von Kernbrennstoffen zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität.«[55] Der Genehmigung gehen intensive Untersuchungen über die Realisierbarkeit der einzelnen Kraftwerkskomponenten und der Erfüllbarkeit der vielfältigen sicherheitstechnischen Anforderungen sowie umfangreiche Überprüfungen der Genehmigungsbehörden der zuständigen Bundesländer hinsichtlich der baurechtlichen Auflagen voraus.

Die Standortkriterien werden durch die Interessen und Anforderungen der Energieversorgungsunternehmen und der Kraftwerksbetreiber sowie den gesetzlichen Bestimmungen der jeweiligen Landesbehörden definiert.

Ende der 60er Jahre bildeten die Landesregierungen Projektgruppen, die geeignete Standorte für die Errichtung von Kernkraftwerksanlagen untersuchten.

Maßgebend für die Standortentscheidung eines Kernkraftwerkes und der notwendigen Versorgungseinrichtungen sind nachfolgende Kriterien.

[55] AtG § 7. Die Genehmigung darf nur erteilt werden, wenn 1. keine Tatsachen vorliegen aus denen sich Bedenken gegen die Zuverlässigkeit des Antragstellers und der für die Errichtung, Leitung und Beaufsichtigung des Betriebs der Anlage verantwortlichen Personen ergeben, und die für die für die Errichtung, Leitung und Beaufsichtigung des Betriebs der Anlage verantwortlichen Personen die hierfür erforderliche Fachkunde besitzen, 2. gewährleistet ist, dass die bei dem Betrieb der Anlage sonst tätigen Personen die notwendigen Kenntnisse über einen sicheren Betrieb der Anlage, die möglichen Gefahren und die anzuwendenden Schutzmaßnahmen besitzen, 3. die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist, 4. die erforderliche Vorsorge für die Erfüllung gesetzlicher Schadenersatzverpflichtungen getroffen ist, 5. der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter gewährleistet ist, 6. überwiegende öffentliche Interessen, insbesondere im Hinblick auf die Umweltauswirkungen, der Wahl des Standortes der Anlage nicht entgegenstehen.

1. Das Standortgelände muss hochwasserfrei, erdbebensicher und aufgrund der vorgeschriebenen Bodensondierung als Baugrund geeignet sein.

2. Der Standort sollte in keinem Ballungsgebiet liegen.

3. Der Standort sollte verkehrsgünstig über das öffentliche Straßenverkehrsnetz, das Schienennetz der Bundesbahn und möglichst auch über den Wasserweg erreichbar sein.

4. Das Standortgelände sollte bereits in die Raumordnungsplanung einbezogen und als Industrie- und Gewerbegebiet vorgesehen sein.

5. Der Standort muss an einem Fluss mit ausreichend Wasserführung liegen, damit das zur Kühlung des Kraftwerks entnommene Wasser den Wärmehaushalt des Flusses nicht negativ beeinflusst.

6. Das Standortgelände sollte in einem Raum mit hohem und möglichst steigendem Energiebedarf liegen sowie den Anschluss an das deutsche Hochspannungsnetz ermöglichen.

Am Standort des Kernkraftwerkes Biblis, der aus mehreren möglichen Standorten ausgewählt wurde, weil hier die maßgebenden Faktoren für eine Standortentscheidung zusammentrafen, werden beispielhaft die vorbeschriebenen Kriterien dargestellt.

Der Standort liegt am rechten Rheinufer unmittelbar hinter dem Hochwasserschutzdamm und ist daher hochwasserfrei sowie aufgrund der Bodensondierung für die vorgesehene Bebauung geeignet.

Im umliegenden Raum des Standortes »hat der Energiebedarf eine stark steigende Tendenz, sodass eine entsprechende Netzstützung zweckmäßig ist und die Einbindung in das in der Nähe verlaufende Hochspannungs-Verbundnetz vom westdeutschen in den süddeutschen Raum ist besonders kurz.«[56]

[56] Dieterich 1974, S. 406

Das Kraftwerksgelände ist günstig über das öffentliche Straßenverkehrsnetz, das Schienennetz der Bundesbahn und über den Wasserweg erreichbar. Von ausschlaggebender Bedeutung ist die Möglichkeit die Schwerkomponenten per Schiffstransport anliefern zu können.

Durch die Lage des Standortes ausreichend Kühlwasser aus dem Rhein entnommen werden, ohne dessen Wärmehaushalt negativ zu beeinflussen.
Die Kommunen standen dem Projekt mit großer Aufgeschlossenheit gegenüber und die Hilfe der Gemeinde Biblis beim Ankauf des zunächst 32 ha großen Kraftwerksgeländes war von entscheidender Bedeutung.

Ein weiterer wohl entscheidender Aspekt ist, dass sich. »die Versorgungsverpflichtigungen der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke mit den wirtschaftlichen Entwicklungswünschen der hessischen Landesregierung decken.«[57]

Auffallend ist, dass bei den ausschlaggebenden Kriterien für die Standortentscheidung des Kernkraftwerkes Biblis die geforderte Erdbebensicherheit nicht aufgeführt wurde. Wie auch bei anderen Kernkraftwerksstandorten, z. B. das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich, ist die Erdbebensicherheit ein kontroverser Diskussionspunkt, weil der Rheingraben als erdbebengefährdet eingestuft wird.

Von besonderer Bedeutung ist weiterhin, dass sich die Interessen der hessischen Landesregierung und der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke in der Standortentscheidung für das Kernkraftwerkes Biblis ergänzten.

Aus den vorbeschriebenen Standortkriterien und der Standortentscheidung des Kernkraftwerkes Biblis ist zu entnehmen, dass zu den vorab festgelegten Kriterien die pragmatischen Interessen der Energieversorgungsunternehmen und der jeweiligen Landesregierungen eine bedeutsame Rolle bei der Standortentscheidung für eine Kernkraftwerksanlage einnehmen.

[57] Dieterich 1974, S. 406

3.5.2. Sicherungszaunanlage

Die Sicherungszaunanlage der deutschen Kernkraftwerke ist Bestandteil der konventionellen sicherheitstechnischen Einrichtungen zu denen auch die Zugangskontrolle gehört.

Hierbei bildet die Sicherungszaunanlage die äußere Schutzeinrichtung des Kraftwerksgeländes gegen den unberechtigten Zugang von Betriebsfremden, Demonstranten und insbesondere von Terroristen.

Die Sicherungszaunanlage des Kernkraftwerkes Isar in Essenbach bei Landshut (Bild 10) soll beispielhaft die Gestaltung und Abmessung dieser Anlagen darstellen.

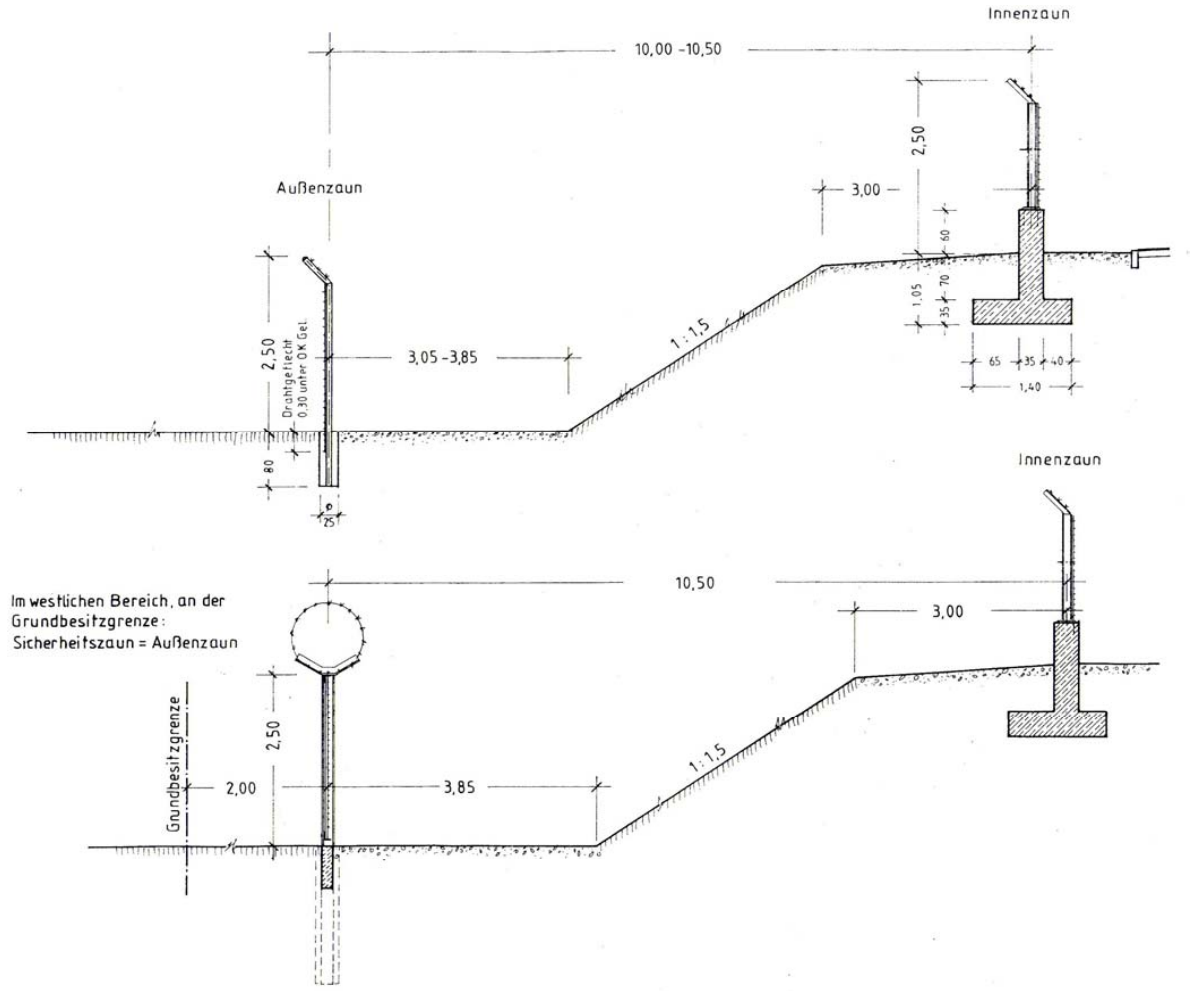


Bild 10: Sicherungszaunanlage

Im Prinzip besteht die Sicherungszaunanlage, auch Kraftwerkszaun genannt, aus einem Innen- und einem Außenzaun. Der Kraftwerkszaun wird aus Maschendraht hergestellt und hat eine Höhe von 2,50 m.

Der Abstand zwischen Innen- und Außenzaun liegt bei mindestens 7,00 m bis maximal 10,50 m. Das Kraftwerksgelände hat im Bereich der beiden Zaunanlagen eine Böschungsneigung im Verhältnis von 1:1,5.

Der Innenzaun verfügt weiterhin über einen so genannten Durchfahrschutz, der aus einer 40 cm dicken und ca. 60 cm hohen Stützmauer besteht, um ein Durchbrechen größerer Fahrzeuge wie LKW oder Unimog zu verhindern.

Der Höhenunterschied zwischen Innen- und Außenzaun beträgt etwa 4 m. Zwischen den beiden Zäunen ist eine Infrarot-Strecke installiert, die geringste Bewegungen wahrnimmt und weiterleitet. Zusätzlich verfügt die Sicherungszaunanlage über Bewegungsmelder und Überwachungskameras.

Die Sicherungszaunanlage des Kernkraftwerkes Isar umschließt das gesamte Kraftwerksgelände einschließlich des, nach »§ 6 des Atomgesetzes«[58] genehmigten und noch im Bau befindlichen »Brennelementbehälterlagers.«[59]

Obwohl Detaillösungen und Abmessungen differieren können, ist die Grundkonzeption der Sicherungszaunanlagen der deutschen Kernkraftwerke mit der dargestellten Sicherungszaunanlage des Kernkraftwerkes Isar weitgehend identisch.

Mit Ausnahme des Höhenunterschiedes zwischen Innen- und Außenzaun sind diese Sicherungszaunanlagen mit den Schutzeinrichtungen konventioneller Kraftwerke oder spezieller Industrieunternehmen wie Raffinerien usw. vergleichbar.

[58] AtG § 7 Genehmigung zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen

[59] KKI-Isar 2001, S. 10 u. 11

Durch die relativ geringe Höhe des Zaunes in Verbindung mit der aus Maschendraht angefertigten und damit durchsichtigen Konstruktion wirkt die Sicherungszaunanlage in er Fernsicht nicht übermäßig störend und passt sich in das Gesamtbild der Kraftwerksanlage ein.

Die Zugangskontrolle regelt den vorschriftsmäßigen Zugang in den inneren, strahlenbelasteten Bereich des Kernkraftwerkes, der auch als Kontrollbereich oder Containment bezeichnet wird.

Alle Personen, wie z. B. Sicherheitsbeauftragte, Ingenieure, Monteure und technische Mitarbeiter sowie TÜV-Beauftragte, die eine Zugangsberechtigung in den Kontrollbereich oder das Containment erlangen möchten, müssen einen gültigen Strahlenpass vorweisen können und sicherheitsüberprüft sein.

Der Strahlenpass nach § 62 der Strahlenschutzverordnung wird von den jeweiligen Landesbehörden wie z. B. vom Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht ausgestellt. Die Sicherheitsüberprüfung wird von den Mitarbeitern der Kernkraftwerke mit den zuständigen Aufsichtsbehörden vorgenommen.

Bei der Zugangskontrolle für den Kontrollbereich eines Kernkraftwerkes werden im Pförtnerhaus die vorbeschriebenen Voraussetzungen überprüft und jeder Zugangsberechtigte erhält einen Dosimeter, »der die Strahlenexposition während des Aufenthaltes im Kontrollbereich aufzeichnet.«[60] Die Strahlenexposition wird vom Strahlenschutzbeauftragten nach § 20 der Strahlenschutzverordnung in den Strahlenpass eingetragen und dokumentiert.

[60] Volkmer 2003, S. 78 u.79

3.5.3. Geländegestaltung

Bei den ersten kommerziellen Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland spielte die Geländegestaltung in der Planungskonzeption der Kernkraftwerksanlagen eine eher untergeordnete Rolle.

Im Vergleich der ersten Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren mit den später in Betrieb gegangenen Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren ist die zunehmende Integration der Geländegestaltung in die Planung der Kraftwerksanlagen zu erkennen.

Das Kernkraftwerk Brunsbüttel (Bild 11) zeigt, dass zu Beginn der Kernkraftwerke die Geländegestaltung nicht den geringsten Stellenwert hatte und auch nicht als notwendig angesehen wurde.

Bild 11: KKB Brunsbüttel

Auch beim Kernkraftwerk Krümmel (Bild 30), das ebenso wie das Kernkraftwerk Brunsbüttel über einen Siedewasserreaktor verfügt, ist keine durchgehende Gestaltung des gesamten Kraftwerksgeländes zu erkennen.

Aus der Betrachtung der beiden Kernkraftwerke Brunsbüttel und Krümmel ist zu entnehmen, dass in der Anfangsphase der Kernkraftwerke die gesamte Planungskonzentration auf die neue Kernkraftwerkstechnik fokussiert war und andere Planungselemente, wie z. B. die Geländegestaltung, kaum beachtet wurden. Die Geländegestaltung beschränkte sich auf die Zufahrtserschließung innerhalb des Kraftwerksgeländes, die Anordnung der Parkplätze und evtl. auf die Aufschüttung des Geländes, um das Kraftwerksgelände auf ein hochwasserfreies Niveau zu bringen.

Die Kernkraftwerke Philippsburg 1 und Isar 1, die ebenfalls über einen Siedewasserreaktor verfügen, gehören jeweils zu einer Kernkraftwerksanlage mit zwei Reaktorblöcken, deren schon ausgeprägtere Geländegestaltung durch die später errichteten Kraftwerksblöcke mit Druckwasserreaktoren beeinflusst wurden.

Im Vergleich zu den Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren ist bei den Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren eine zunehmende Gestaltung des Kraftwerksgeländes festzustellen. »Schon beim Kernkraftwerk Obrigheim (Bild 31), das seit seiner Inbetriebnahme1968,«[61] das längste noch in Betrieb stehende Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor ist, wurde die Geländegestaltung in die Gesamtplanung mit einbezogen. Weiterhin ist zu erkennen, dass auch das unmittelbare Umfeld des Kraftwerksgeländes in die Gestaltung der Kraftwerksanlage mit eingeflossen ist.

Auch bei den Kernkraftwerken Unterweser (Bild 13) und Emsland (Bild 35), die jeweils über einen Druckwasserreaktor verfügen, sind im Gegensatz zu den Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren, die auf das Gesamtbild der Kraftwerksanlagen positiven Einflüsse der Geländegestaltung zu erkennen. Diese beiden Kernkraftwerke zeigen eine insgesamt durchgängige Planung der gesamten Kraftwerksanlage in die auch die Gestaltung des Geländes mit einbezogen wurde.

[61] KWO-Obrigheim 2003, S. 5

Das Kernkraftwerk Isar 1/2 (Bild 12) ist eine Kraftwerksanlage mit zwei unterschiedlichen Reaktorblöcken und verfügt über eine insgesamt harmonische Geländegestaltung in die beide Kernkraftwerke integriert sind.

Bild 12: KKI Isar 1/2

»Wie bei den übrigen Doppelblock Kraftwerksanlagen mit jeweils einem Siedewasserreaktor und einem Druckwasserreaktor geht auch beim Kernkraftwerk Isar 1/2 die Gestaltung des Kraftwerksgeländes insbesondere von dem 1988 in Betrieb gegangenen Druckwasserreaktor aus.«[62] Weiterhin ist ausgewogene Geländegestaltung des Kernkraftwerkes Isar 1/2, die neben den beiden Kraftwerksblöcken auch die Nebengebäude mit einbezieht, besonders hervorzuheben.

Aus den vorbeschriebenen Vergleichen kann entnommen werden, dass die Geländegestaltung mit der Entwicklung der Druckwasserreaktoren einen zunehmenden Stellenwert in der Gesamtplanung der Kernkraftwerksanlagen erlangt hat.

[62] KKI-Isar 1993, S. 3

3.5.4. Landschaftsintegration

Die Landschaftsintegration hatte bei den ersten kommerziellen Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland, analog der Geländegestaltung, in der Planungskonzeption der Kernkraftwerksanlagen einen sehr geringen Stellenwert.

Aus den Abbildungen der Kernkraftwerke Brunsbüttel (Bild 11) und Krümmel (Bild 30), die beide über einen Siedewasserreaktor verfügen, ist zu entnehmen, dass in der Anfangsphase der Kernkraftwerke die Landschaftsintegration von geringer Bedeutung war und in der Gesamtplanung der Kraftwerksanlagen kaum beachtet wurde.

Bei den Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren ist im Vergleich mit den ersten Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren eine zunehmende Einbeziehung der Landschaftsintegration in die Planung der Kernkraftwerksanlagen zu erkennen.

Bild 13: KKU Unterweser

Für das Kernkraftwerk Unterweser, »das 1978 in Betrieb gegangen ist und über einen Druckwasserreaktor verfügt,«[63] (Bild 13) ist deutlich zu erkennen, dass die Landschaftsintegration

[63] KKU-Unterweser 2003, S. 13

und die Geländegestaltung eine, ihrer Bedeutung entsprechende, Stellung in der Planung der Kraftwerksanlage einnehmen, um negative Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaftsbild zu vermeiden.

Das Kernkraftwerk Unterweser zeigt eine insgesamt durchgängige und harmonische Planung der Kraftwerksanlage, in die auch das gesamte Kraftwerksgelände sowie das direkte Umfeld integriert und architektonisch gestaltet wurde. Durch die Einbeziehung des umgebenden Geländes in die Planungskonzeption entsteht ein positives und ansprechendes Gesamtbild des Kernkraftwerkes Unterweser, das sich ausgewogen in das bestehende Landschaftsbild einfügt.

Wie bei der Geländegestaltung übernimmt das Kernkraftwerk Obrigheim (Bild 31), das erste kommerzielle Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor in Deutschland, auch bei der Landschaftsintegration eine Vorreiterrolle und integriert, im Vergleich zu den Kernkraftwerken Brunsbüttel und Krümmel, das direkte Umfeld des Kraftwerksgeländes in die Planung der Kraftwerksanlage.

Die Landschaftsintegration war bei den drei Kernkraftwerken des „Konvoi-Programms“ , Emsland, Neckar 2 und Isar 2 fester Bestandteil der Planungsvorgaben für die Errichtung der Kernkraftwerksanlagen. Diese Kernkraftwerke, die jeweils über einen Druckwasserreaktor verfügen, waren die letzten in Deutschland erstellten Kernkraftwerke und die Planung und Ausführung der Kraftwerksanlagen sollten möglichst geringe Auswirkungen auf die Schutzgüter Biotope, Pflanzen, Tiere und das Landschaftsbild haben.

»Beim Kernkraftwerk Emsland (Bild 35), das 1988 in Betrieb gegangen ist,«[64] ist neben der Landschaftsintegration insbesondere das »Speicherbecken mit einem Fassungsvermögen von ca. 23 Mio. m³ Wasser«[65] hervorzuheben, um die thermische Belastung der Ems möglichst gering zu halten. Um den Kühlwasserbedarf des Kraftwerkes zu gewährleisten wird bei Niedrigwasser der Ems die entsprechende Wassermenge aus dem Speicherbecken zugeleitet. Das in das Landschaftsbild integrierte Speicherbecken kann auch zu Freizeitaktivitäten und Naherholungszwecken genutzt werden.

[64] KKE-Emsland 2006, S. 5

[65] KKE-Emsland 2002, S. 4

Wie das Kernkraftwerk Emsland ist auch das Kernkraftwerk Isar 2 seit 1988 in Betrieb und kann eine ausgewogene Landschaftsintegration vorweisen. Zur Vorsorge der zu schützenden Güter wie Biotope, Pflanzen und Tiere wurde nicht nur das direkte Umfeld, sondern auch das weitere Gelände in die Planung der Kernkraftwerksanlage einbezogen. »Neben anderen Maßnahmen wurden hierzu, zum Ausgleich für den beim Bau der Kraftwerksanlage unvermeidlichen Eingriff in die Natur und Landschaft, auf einer Fläche von 34 ha acht Biotope geschaffen.«[66] Auf einem Teil der Flächen soll der im niederbayerischen Isartal dominierende Landschaftstyp des Niedermoores wieder hergestellt werden.

Beim Kernkraftwerk Isar 2 (Bild 12) ist es gelungen, neben der behutsamen Integration des umliegenden Geländes auch das, »seit 1977 in Betrieb befindliche, Kernkraftwerk Isar 1 übergangslos in die Planungskonzeption der gesamten Kraftwerksanlage einzubeziehen.«[67]

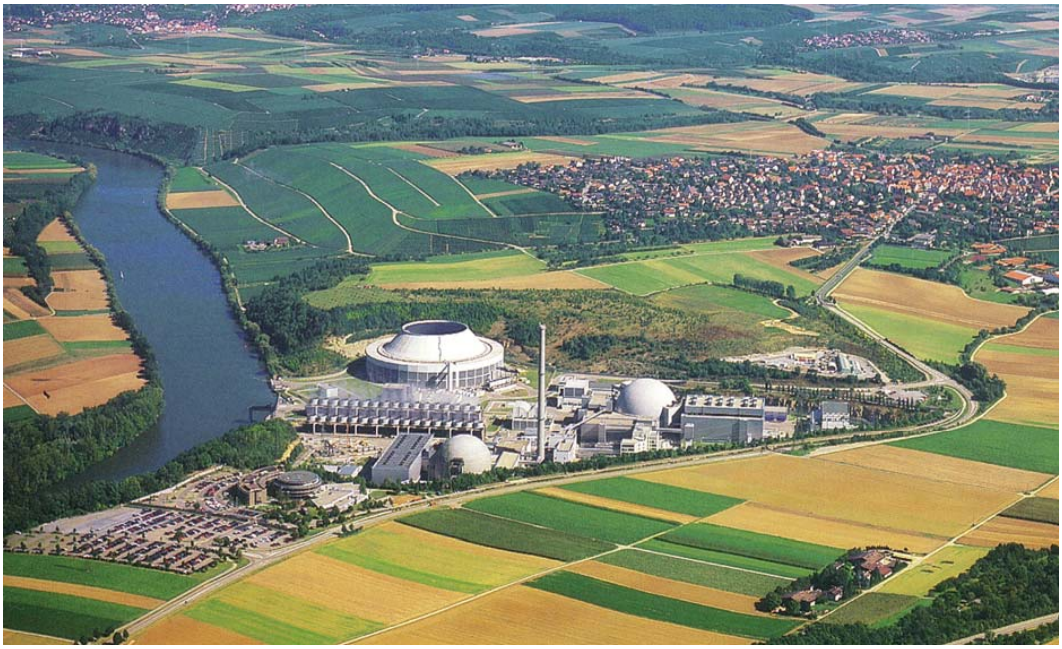


Bild 14: GKN Neckar 1/2

Das wie die Kernkraftwerke Emsland und Isar 2, zum „Konvoi-Programm“ gehörende Kernkraftwerk Neckar 2 verfügt über eine ausgesprochen harmonische Landschaftsintegration.

[66] KKI-Isar 1993, S. 21

[67] Siemens 1996, S. 1

»Die Kernkraftwerksanlage Neckar 2 ist, seit ihrer Inbetriebnahme 1989,«[68] gemäß Artikel 1 des Atomgesetzes, Stand 12.08.2005, das letzte Kernkraftwerk das in der Bundesrepublik Deutschland gebaut wurde.

Bei der Planung und Konzeption des Kernkraftwerkes Neckar 2 mussten zwei Prämissen der umliegenden Gemeinden erfüllt werden. Zum einen sollte der Kühlturm, der auf dem Gelände eines ehemaligen Steinbruchs zu errichtenden Kraftwerksanlage, das umliegende Gelände in seiner Höhe nicht überragen und zum andern der Wasserdampfausstoß den Weinanbau und insbesondere die Reben nicht belasten.

Um diesen Anforderungen zu entsprechen, wurde speziell für das Kernkraftwerk Neckar 2 ein Hybrid Kühlturm entwickelt, der nur ein Drittel der Höhe eines konventionellen Kühlturms aufweist und über einen erheblich geringeren Wasserdampfausstoß verfügt.

Beim Kernkraftwerk Neckar 1/2 ist (Bild 14) die behutsame Integration der umliegenden Landschaft in die umfassende Planungskonzeption der gesamten Kraftwerksanlage gut zu erkennen. Die Landschaftsintegration ist unter Beachtung der Einsehbarkeit in der Landschaft und des geminderten Wasserdampfausstoßes des Kühlturms als insgesamt ausgewogen zu bezeichnen.

Die Integration des Kernkraftwerkes Neckar 1/2 die umgebende Landschaft ist so nachhaltig, dass man sich als Besucher des Kraftwerkes noch in kürzester Entfernung auf der falschen Straße befürchtet, weil keine baulichen Merkmale auf ein Kernkraftwerk schließen lassen.

Neben der harmonischen Landschaftsintegration des Kernkraftwerkes Neckar 2 ist auch die umfassende Einbeziehung des, »seit 1976 in Betrieb befindlichen, Kernkraftwerkes Neckar 1 in die Planungskonzeption der gesamten Kraftwerksanlage hervorzuheben.«[69]

Daraus ergibt sich, dass die Landschaftsintegration spätestens mit der Entwicklung der Druckwasserreaktoren und insbesondere bei den Kraftwerken des „Konvoi-Programms“ zum festen Bestandteil der Planungskonzeption wurde.

[68] GKN-Neckar 2001, S. 4

[69] Siemens 1996, S. 1

3.5.5. Anordnung der Gebäude

Die Anordnung der Gebäude ist in den 18 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland sehr unterschiedlich. Im Vergleich der Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren zu Druckwasserreaktoren können diese Unterschiede deutlich herausgestellt werden.

Während bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren das Reaktorgebäude und das Maschinenhaus generell aus einer Gebäudeeinheit besteht, können bei Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren das Reaktorgebäude und das Maschinenhaus getrennt angeordnet werden.

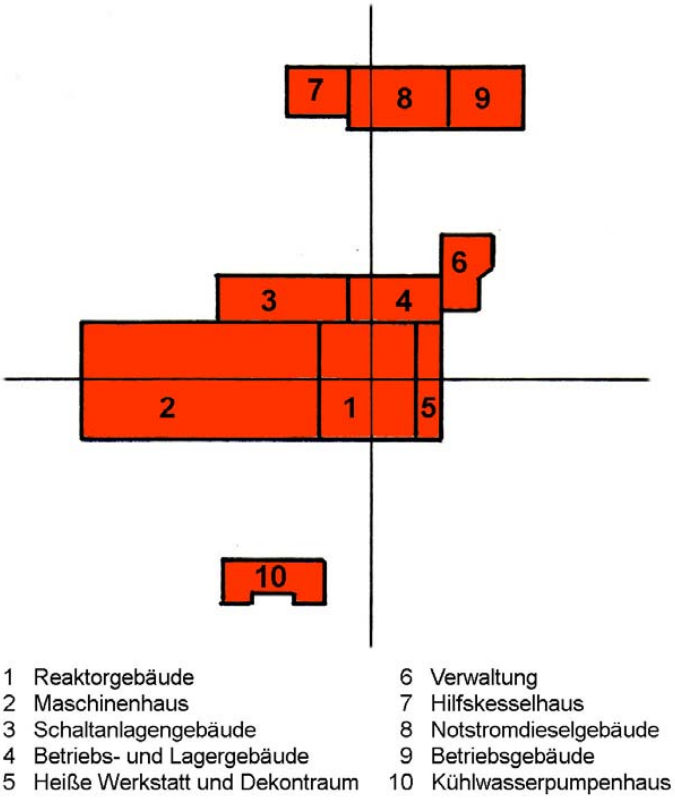


Bild 15: Lageplanskizze KKW mit Siedewasserreaktor

Die Lageplanskizze in Bild 15 zeigt die für Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren typische Gebäudeanordnung. Es ist deutlich zu erkennen, dass Reaktorgebäude und Maschinen-

haus, die sogenannten Kraftwerksblockgebäude, den für Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren dominierenden Gebäudekomplex bilden. Während diese zentrale Gebäudegruppe für alle entsprechenden Kraftwerke weitgehend gleich ist, kann die Anordnung der übrigen Gebäude bei den einzelnen Kernkraftwerken individuell differieren.

»Das Kernkraftwerk Brunsbüttel ist seit seiner Inbetriebnahme 1976 das längste noch in Betrieb stehende Kernkraftwerk mit einem Siedewasserreaktor.«[70] Betrachtet man die Anordnung der Gebäude aus dem Lageplan des Kernkraftwerkes Brunsbüttel (s. 8.2.2), erkennt man deutlich, dass Reaktorgebäude und Maschinenhaus eine dominierende Gebäudeeinheit bilden, wobei das Reaktorgebäude den Reaktorsicherheitsbehälter und den Reaktordruckbehälter vollkommen umhüllt. Unmittelbar an diese zentrale Gebäudeeinheit sind Betriebsgebäude, Schaltanlagengebäude, Aufbereitungsgebäude, Notstromdieselgebäude, Hilfskesselhaus und Verwaltungsgebäude angeschlossen.

Aus dem Lageplan des Kernkraftwerkes Krümmel (s. 8.3.2), welches ebenfalls über einen Siedewasserreaktor verfügt ist zu erkennen, dass auch bei diesem Kraftwerk die zentrale Gebäudeeinheit aus dem Reaktorgebäude und dem Maschinenhaus gebildet wird. An diesen dominierenden Gebäudekomplex sind Dekontraum, Schaltanlagengebäude, Betriebs- und Lagergebäude einschließlich Verwaltung unmittelbar angeschlossen. Wasseraufbereitung mit Deionatspeicher, Hilfskesselhaus, Notstromdiesel- und Teildieselgebäude sowie Betriebsgebäude 2 liegen nordöstlich von Reaktorgebäude und Maschinenhaus. Kühlwasserpumpenhaus und Wachgebäude liegen südwestlich von der zentralen Gebäudeeinheit.

Aus der Lageplanskizze in Bild 16 ist die für Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren typische Gebäudeanordnung zu entnehmen. Hier ist deutlich zu erkennen, dass einerseits auch hier das Reaktorgebäude mit den unmittelbar verbundenen Reaktorhilfsanlagen- und Schaltanlagengebäude sowie dem Maschinenhaus den zentralen Gebäudekomplex bilden, diese jedoch im Gegensatz zu Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren räumlich getrennt sind. Dieser grundsätzliche Unterschied in der Anordnung der Kraftwerksblockgebäude ist in Bild 17 deutlich zu erkennen.

[70] Siemens 1996, S. 1

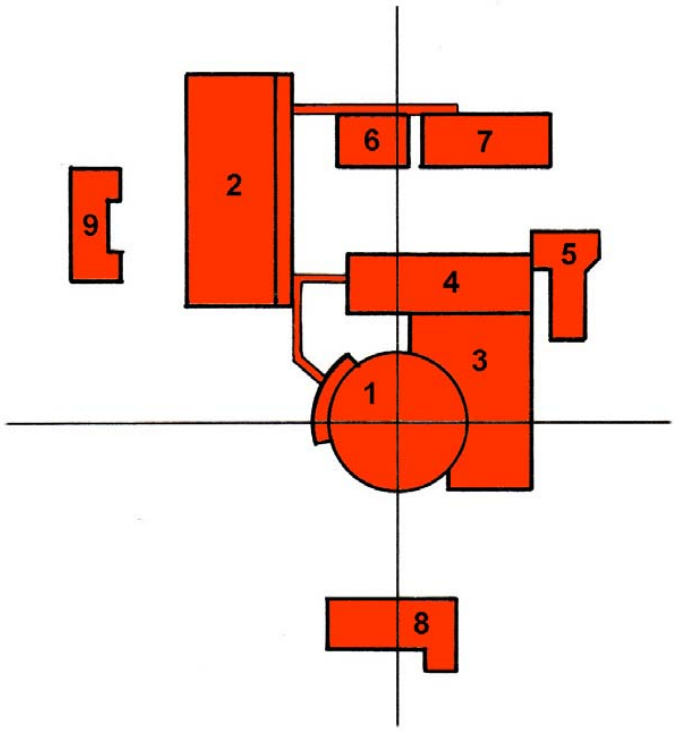


Bild 16: Lageplanskizze KKW mit Druckwasserreaktor

Ein weiterer entscheidender Unterschied zu Kraftwerken mit Siedewasserreaktoren ist die bei Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren typische Form des Reaktorgebäudes. Neben dem dargestellten zentralen Kraftwerksblockbereich kann auch bei Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren die Anordnung der übrigen Gebäude bei den einzelnen Kernkraftwerken variieren.

Im Gegensatz zu den beiden Kernkraftwerken Brunsbüttel und Krümmel, die jeweils über einen Siedewasserreaktor verfügen, »ist das Kernkraftwerk Obrigheim, nach dem im November 2003 stillgelegten Kernkraftwerk Stade, seit seiner Inbetriebnahme 1968 das längste noch in Betrieb befindliche Kraftwerk mit einem Druckwasserreaktor.«[71]

[71] Siemens 1996, S. 1

Aus dem Lageplan des Kernkraftwerkes Obrigheim (s. 8.5.2) ist zu erkennen, dass die Hauptachsen der Kraftwerksblockgebäude in Ost-West- und Nord-Süd- Richtung durch den Mittelpunkt des Reaktorgebäudes geführt wurden. Alle übrigen Gebäude wie z. B. Verwaltungsgebäude, Kraftwerkshilfsanlagengebäude und Kühlwasserpumpenhaus der Kernkraftwerksanlage sind parallel zu diesen beiden Hauptachsen angeordnet.

Beim Kernkraftwerk Obrigheim liegt im Vergleich zu Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren der größte Unterschied in der Anordnung der Kraftwerksblockgebäude. Bei Druckwasserreaktoren entsteht durch die getrennten Kühlkreisläufe, dem sogenannten Primär- und Sekundärkreislauf, die Möglichkeit in der Gebäudeaufteilung eine »Trennung von Reaktorgebäude und Maschinenhaus«[72] vorzunehmen. Diese klare räumliche Gliederung in einen »nuklearen- und einen konventionellen Kraftwerksbereich«[73] wird erstmals in Deutschland im Kernkraftwerk Obrigheim konsequent durchgeführt. Im Kernkraftwerk Obrigheim bilden die Gebäude des nuklearen Kraftwerksbereichs, die auch als Kontrollbereich oder Containment bezeichnet werden, bestehend aus Reaktorgebäude und Reaktorhilfsanlagengebäude und die getrennt angeordneten Gebäude des konventionellen Kraftwerksbereichs bestehend aus Maschinenhaus und Schaltanlagengebäude eine zentrale Gebäudeeinheit. Unmittelbar an der Ostseite des Maschinenhauses schließt sich das Kraftwerkshilfsanlagengebäude an. Das Kühlwasserpumpenhaus befindet sich an der nördlichen Grenze des Kraftwerksbereiches.

Das Kernkraftwerk Brokdorf weist wie die übrigen nach dem Kernkraftwerk Obrigheim in Betrieb gegangenen Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren auf eine Weiterentwicklung in der Anordnung der Gebäude im Kraftwerksblockbereich hin. Zwar ist auch hier im Gegensatz zu Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren die grundsätzliche Trennung in einen nuklearen- und konventionellen Kraftwerksbereich vorgegeben. Aus dem Lageplan des Kernkraftwerkes Brokdorf (s. 8.9.2) ist jedoch im Vergleich zum Kernkraftwerk Obrigheim zu erkennen, dass unmittelbar am Reaktorgebäude das Reaktorhilfsanlagengebäude angeschlossen ist und den nuklearen Kraftwerksbereich bildet. Die direkte Anbindung des Schaltanlagengebäudes an das Reaktorhilfsanlagengebäude ist ebenso ein fester Bestandteil der Weiterentwicklung in der Anordnung der Gebäude im Kraftwerksblockbereich der Kraftwerke mit Druckwasserreaktoren.

[72] KKS Stade 2002, S. 10

[73] Lepie 1968, S. 4

Im Kernkraftwerk Brokdorf bildet das nordwestlich vom Reaktorgebäude angeordnete Maschinenhaus den konventionellen Gebäudeteil des Kraftwerkbereiches. Nordöstlich der zentralen Gebäudeeinheit, die durch das Reaktorgebäude, Reaktorhilfsanlagengebäude, Schaltanlagengebäude und Maschinenhaus dargestellt wird, sind die Büro- und Sozialgebäude und etwas vorgelagert der Eingangsbereich sowie das Informationszentrum angeordnet. Nordwestlich vom Schaltanlagengebäude befindet sich das Notstromdieselgebäude und das Werkstatt- und Lagergebäude. Das Kühlwasserpumpen- Wasserreinigungsbauwerk ist westlich vom Maschinenhaus angeordnet.

Aus den Lageplänen in Punkt 8 der Kernkraftwerke Unterweser, Grafenrheinfeld, Grohnde und Emsland mit jeweils einem Druckwasserreaktor sieht man, dass die Anordnung der zentralen Kraftwerkskomponenten der in Bild 16 dargestellten typischen Gebäudeanordnung entspricht.

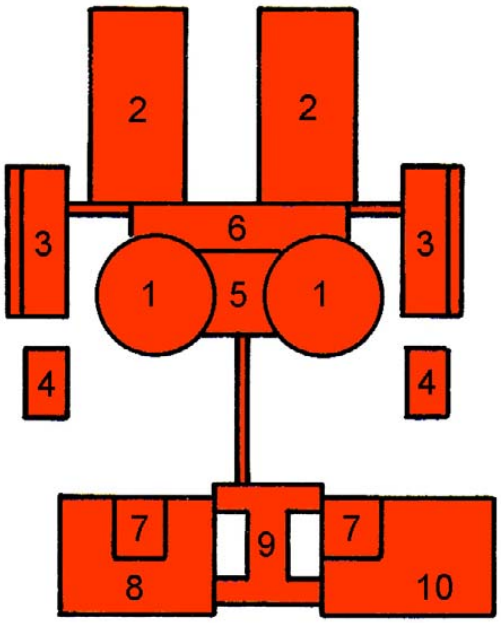
Im Vergleich zu Kernkraftwerken mit einem Kraftwerksblock mit jeweils einem Siede- oder Druckwasserreaktor gibt es die Gruppe von Kernkraftwerken mit zwei Kraftwerksblöcken und unterschiedlicher Gebäudeanordnung.

»Das Kernkraftwerk Gundremmingen gehört zu dieser Gruppe und besteht aus den Kraftwerksblöcken B und C, die 1983 bzw. 1984 in Betrieb gingen und jeweils über einen Siedewasserreaktor verfügen.«[74] Aus der Lageplanskizze in Bild 17 des Kernkraftwerkes Gundremmingen B/C ergibt sich, dass die beiden Siedewasserreaktoren zusammen mit dem Reaktorhilfsanlagengebäude und dem nuklearen Betriebsgebäude in Verbindung mit den beiden Maschinenhäusern die zentrale Gebäudeeinheit bilden. »Die Doppelblockanlage unterscheidet sich von den anderen Kernkraftwerken mit zwei Kraftwerksblöcken insbesondere durch die spiegelbildlich angeordneten Reaktor- und Schaltanlagengebäude die durch ein gemeinsames Reaktorhilfsanlagengebäude und ein nukleares Betriebsgebäude verbunden sind.«[75] Die zeichnungsgleich ausgerichteten Maschinenhäuser der beiden Kraftwerksblöcke ergänzen die annähernd symmetrische Anordnung der Kraftwerkskomponenten.

[74] Siemens 1996, S. 1

[75] KRB-Gundremmingen 1999, S. 4

Des Weiteren unterscheidet sich neben der Anordnung auch die zylindrische Form der beiden Reaktorgebäude des Kernkraftwerkes Gundremmingen von den Reaktorgebäuden der Kernkraftwerke mit Siede- oder Druckwasserreaktoren und wird in den Punkten 3.6.4 und 3.6.8 eingehend behandelt.



1 Reaktorgebäude
2 Maschinenhaus
3 Schaltanlagengebäude
4 Transformatorengebäude
5 Reaktorhilfsanlagenngebäude
6 Nuklearres Betriebsgelände
7 Notstromdieselgebäude
8 Werkstattgebäude
9 Betriebs- und Sozialgebäude
10 Lagergebäude

Bild 17: Lageplanskizze KRB Gundremmingen B/C

Im Reaktorhilfsanlagengebäude, das zwischen den beiden Reaktorblöcken angeordneten ist, sind die für beide Kraftwerksanlagen notwendigen und zur »gemeinsamen Verfügung stehenden Versorgungseinrichtungen, wie z. B. Aufbereitungsanlagen für Abwasser, Konzentrate und Abgase aus den nuklearen Bereichen untergebracht.«[76]
Das nukleare Betriebsgebäude ist direkt an das Reaktorhilfsanlagengebäude angeschlossen und enthält die zentrale Zuluft- und Abluftanlage sowie die Dekontaminationseinrichtungen

[76] KRB Gundremmingen 1999, S. 5

für die Reaktorkomponenten. Die beiden Maschinenhäuser sind unmittelbar stirnseitig an das nukleare Betriebsgebäude angeschlossen.

Unterhalb der Schaltanlagengebäude befinden sich auf der gegenüberliegenden Seite der Maschinenhäuser die beiden Transformatorengebäude. Das Reaktorhilfsanlagengebäude ist über einen direkten Fußgängerzugang mit dem etwas vorgelagerten Betriebs- und Sozialgebäude, Notstromdieselgebäude, Werkstattgebäude und Lagergebäude verbunden.

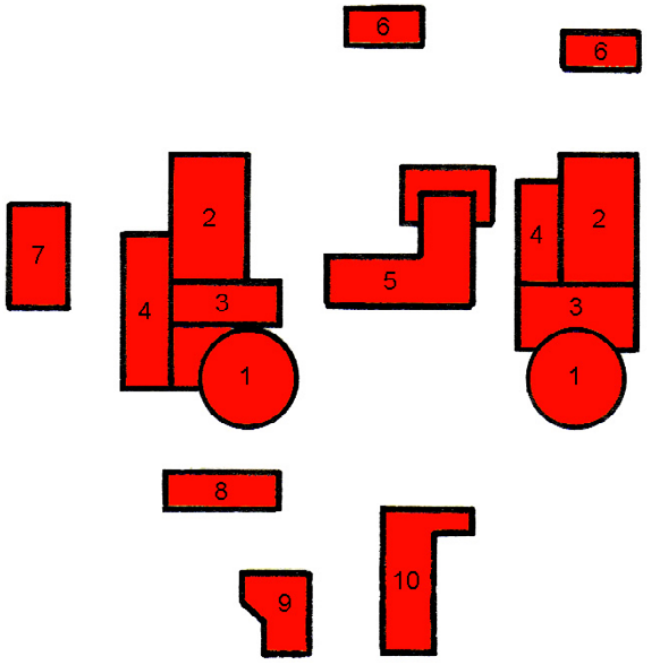
Das Kernkraftwerk Gundremmingen B/C besteht im Grunde aus zwei spiegelbildlich nebeneinander angeordneten Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren und den für beide Kraftwerksblöcke zuständigen Versorgungseinrichtungen in dem zwischen den Reaktorgebäuden platzierten Reaktorhilfsanlagengebäude und dem nuklearen Betriebsgebäude.

Das Kernkraftwerk Biblis gehört zur Gruppe der Kernkraftwerke mit zwei Kraftwerksanlagen und besteht aus den Kraftwerksblöcken A und B die, im Gegensatz zum Kernkraftwerk Gundremmingen B/C, jeweils über einen Druckwasserreaktor verfügen und »1974 bzw. 1976 in Berieb genommen wurden.«[77] Die Anordnung der Gebäude und der einzelnen Kraftwerkskomponenten der beiden Kraftwerksblöcke A und B ergibt sich aus dem Lageplan in Bild 14.

Der Kraftwerksblock A ist auf der östlichen Seite der Kraftwerksanlage angeordnet und die zentrale Gebäudeeinheit wird durch das Reaktorgebäude und das unmittelbar nördlich angeschlossene Reaktorhilfsanlagengebäude, Schaltanlagengebäude und das Maschinenhaus gebildet. Beim Kraftwerksblock B, der auf der westlichen Seite der Kraftwerksanlage angeordnet ist, wird die zentrale Gebäudeeinheit ebenfalls aus den vorbeschriebenen Kraftwerkskomponenten gebildet, wobei hier jedoch das Schaltanlagengebäude westlich vom Reaktorgebäude und Maschinenhaus angeordnet ist.

Zwischen den zentralen Gebäudeeinheiten der beiden Kraftwerksblöcke ist mittig das Nebenanlagengebäude angeordnet, in dem sich die für beide Kraftwerksanlagen notwendigen Versorgungseinrichtungen wie Werkstätten, Wasseraufbereitung, Labor und Sozialeinrichtungen befinden.

[77] Siemens 1996, S. 1



1 Reaktorgebäude
2 Maschinenhaus
3 Reaktorhilfsanlagengebäude
4 Schaltanlagengebäude
5 Nebenanlagengebäude
6 Kühlwasserentnahmebauwerk
7 Zwischenlager
8 Sozialgebäude
9 Kantinengebäude
10 Verwaltungsgebäude

Bild 18: Lageplanskizze KWB Biblis A/B

Nördlich der zentralen Anlagengebäude sind die beiden Kühlwasserentnahmebauwerke für die Kühlwasserversorgung und die in der Lageplanskizze in Bild 18 nicht dargestellten vier Kühltürme angeordnet.

Westlich vom Kraftwerksblock B befindet sich das Zwischenlager für radioaktive Abfälle und das im Bau befindliche Standortzwischenlager. Südlich der beiden Reaktorgebäude sind das Sozialgebäude, Kantinengebäude und das Verwaltungsgebäude angeordnet.

Das Kernkraftwerk Biblis A/B besteht im Gegensatz zum Kernkraftwerk Gundremmingen B/C aus zwei nebeneinander angeordneten Kraftwerksblöcken mit Druckwasserreaktoren deren Gebäudeanordnung der zentralen Kraftwerkskomponenten unterschiedlich ist. Die zwischen den Reaktorgebäuden befindlichen gemeinsam genutzten Versorgungseinrichtungen sind jedoch, vom Grundsatz der möglichen Kostenreduzierung aus betrachtet, bei beiden

Kraftwerken vergleichbar, wobei sich dies beim Kernkraftwerk Biblis lediglich auf das Nebenanlagengebäude beschränkt.

Das Kernkraftwerk Isar besteht im Vergleich zu den vorbehandelten Kernkraftwerken Gundremmingen B/C und Biblis A/B, die jeweils über zwei gleiche Reaktortypen verfügten, aus zwei unterschiedlichen Kraftwerksblöcken. Das Kernkraftwerk Isar 1 besteht aus einem Kraftwerksblock mit einem Siedewasserreaktor und im Gegensatz verfügt das Kernkraftwerk Isar 2 über einen Kraftwerksblock mit einem Druckwasserreaktor. »Die Inbetriebnahme der beiden Kraftwerksblöcke erfolgte 1977 bzw. 1988.«[78]

Aus der Lageplanskizze in Bild 19 ist die, durch die unterschiedlichen Reaktortypen bedingte, verschiedenartige Gebäudeanordnung der beiden Kraftwerksanlagen des Kernkraftwerkes Isar 1/2 zu erkennen.

Die zentrale Gebäudeeinheit wird beim Kernkraftwerk Isar 1 durch das Reaktorgebäude mit einem Siedewasserreaktor und das Werkstattgebäude, Schaltanlagengebäude sowie dem Maschinenhaus gebildet. Nordwestlich dieser zentralen Kraftwerkskomponenten ist das Sozialgebäude und die Bereitstellungshalle angeordnet. Südwestlich befindet sich das Lagergebäude und die Zellenkühleranlage mit dem Kühlwasserentnahmebauwerk ist südöstlich angeordnet.

Beim Kernkraftwerk Isar 2 wird die zentrale Gebäudeeinheit durch das Reaktorgebäude mit einem Druckwasserreaktor, und dem Reaktorhilfsanlagengebäude, Schaltanlagengebäude sowie dem räumlich getrennten Maschinenhaus mit den unmittelbar daran angeschlossenen Werkstattgebäude und Lagergebäude gebildet. Nördlich vom Reaktorgebäude befindet sich das Sozialgebäude. Südöstlich der zentralen Gebäudeeinheit ist das Kühlwasserpumpenbauwerk, das Notspeisegebäude und die Bereitstellungshalle sowie etwas vorgelagert das Kühlwasserpumpenbauwerk und der Kühlturm angeordnet.

[78] Siemens 1996, S. 1

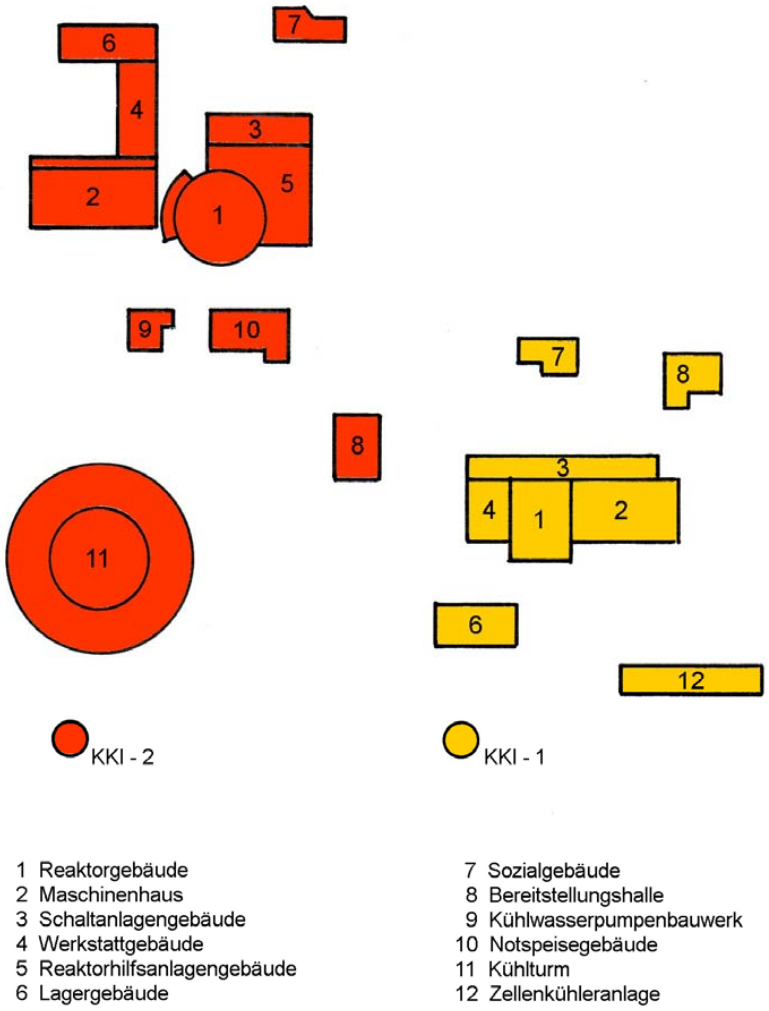


Bild 19: Lageplanskizze KKI Isar 1/2

Aus der Gebäudeanordnung der beiden Kernkraftwerke Isar 1 und Isar 2 ist deutlich zu erkennen, dass die beiden Kraftwerksblöcke auf unterschiedlichen Kernkraftwerks-Konzepten beruhen. Das Kernkraftwerk Isar 1 spiegelt die typische Gebäudegruppierung der zentralen Kraftwerkskomponenten eines Kernkraftwerkes mit einem Siedewasserreaktor wieder. Im Gegensatz hierzu erkennt man beim Kernkraftwerk Isar 2 die typische Gebäudegliederung in einen nuklearen- und konventionellen Kraftwerksbereich der zentralen Kraftwerkskomponenten eines Kernkraftwerkes mit einem Druckwasserreaktor.

Aus der vorbeschriebenen konträren Gebäudeanordnung ist klar zu erkennen, dass es sich beim Kernkraftwerk Isar 1/2 um zwei völlig voneinander unabhängige und getrennte Kern-

kraftwerke handelt. »Dies gilt für ihre unterschiedliche technische Auslegung und Ausstattung ebenso wie für die Versorgungseinrichtungen.«[79]

Beim Vergleich der Kernkraftwerke mit jeweils zwei Kraftwerksblöcken sind drei grundsätzlich verschiedenartige Planungs- und Auslegungsvarianten zu erkennen. Die erste Variante wird durch das Kernkraftwerk Gundremmingen B/C mit seinen zwei Kraftwerksblöcken mit Siedewasserreaktoren und den gemeinsamen Versorgungseinrichtungen dargestellt. Das Kernkraftwerk Biblis A/B stellt mit seinen zwei Kraftwerksblöcken mit Druckwasserreaktoren und einigen gemeinsamen Versorgungseinrichtungen die zweite Variante dar. Die dritte Variante wird durch das Kernkraftwerk Isar 1/2 mit seinen zwei voneinander unabhängigen Kraftwerksblöcken die, im Kernkraftwerk Isar 1 über einen Siedewasserreaktor und zum andern im Kernkraftwerk Isar 2 über einen Druckwasserreaktor verfügen, dargestellt.

Die Gebäudeanordnung der übrigen Kernkraftwerke mit zwei Kraftwerksblöcken kann diesen Planungsvarianten zugeordnet werden. So entspricht die Gebäudeanordnung des Kernkraftwerkes Neckarwestheim 1/2 im Prinzip der Variante 2 und die Gebäudeanordnung des Kernkraftwerkes Philippsburg 1/2 der Variante 3.

Aus der vergleichenden Betrachtung der Gebäudeanordnung der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke kristallisiert sich die grundsätzliche Differenzierung der zentralen Gebäudeeinheit zwischen Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren und Druckwasserreaktoren heraus. Diese, durch die unterschiedlichen Reaktortypen bedingte, konträre und unverwechselbare Gebäudeanordnung ist sowohl bei Kernkraftwerken mit einem als auch mit zwei Kraftwerksblöcken deutlich zu erkennen.

Um die unterschiedliche Gebäudeanordnung bei den jeweiligen Reaktortypen und Kraftwerkskonzepten klar herauszustellen wurde in den Lageplanskizzen in Bild 15 bis Bild 19 zum Teil auf die Darstellung von Nebengebäuden und bei den Kernkraftwerken Gundremmingen und Biblis, wegen der zu großen Entfernung von den zentralen Kraftwerkskomponenten, auf die Darstellung der Kühltürme verzichtet.

[79] KKI Isar 1993, S. 3

3.6. Die Architektur

3.6.1. Reaktorgebäude der Siede- und Druckwasserreaktoren

Die Reaktorgebäude sind die dominierenden Baukörper der Kernkraftwerke und zeigen dem Kenner schon von weitem unmissverständlich, welche Reaktortechnik im jeweiligen Kraftwerk angewandt wurde.

Das vor allem die Reaktorgebäude das Erscheinungsbild der Kernkraftwerke bestimmen sollten, ergibt sich auch daraus, dass einige Kernkraftwerke keine Kühltürme, sondern eine sogenannte Kondensatorkühlung oder Zellenkühltürme haben und zum andern, dass die Kühltürme von Kernkraftwerken, bis auf eine Ausnahme die in Punkt 3.6.7 näher behandelt wird, sich in ihrer Form nicht von den Kühltürmen konventioneller Kraftwerke unterscheiden.

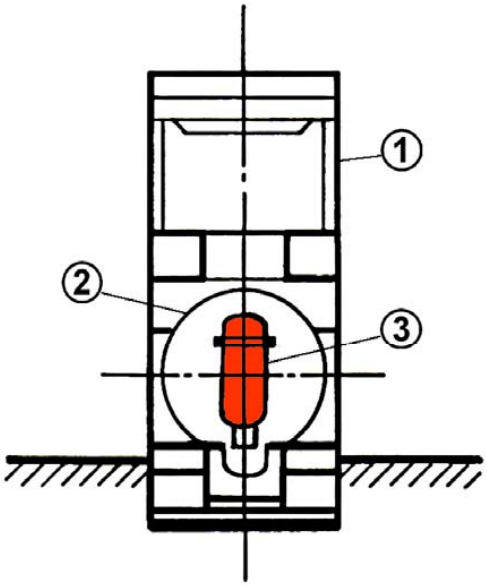


Bild 20: Reaktorgebäude eines Siedewasserreaktors

Bild 20 zeigt das typisches Reaktorgebäude eines Siedewasserreaktors, mit seinem charakteristischen, kubischen und turmartigen Baukörper.

Der Reaktordruckbehälter wird von einem kugelförmigen Reaktorsicherheitsbehälter umschlossen. Das Reaktorgebäude wiederum umschließt den Reaktorsicherheitsbehälter und das darüber angeordnete Brennelementelagerbecken, die Brennelementewechselmaschine und den Reaktorgebäudekran.

Die Stahlbetonkonstruktion des in seiner Grundform rechteckigen und etwa 60 m hohen Reaktorgebäudes eines Siedewasserreaktors ist so ausgelegt, dass sie den Einwirkungen von außen, wie z. B. Blitzeinschlag, Hochwasser oder Erdbeben aber auch Explosionsdruckwellen und einem Flugzeugabsturz standhält und der Strahlenabschirmung dient. Die Höhe des Reaktorgebäudes eines Siedewasserreaktors wird durch den »Reaktorsicherheitsbehälter und die für die Brennelementhandhabung erforderlichen Bedienungseinrichtungen bestimmt.«[80]

Bei allen in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland mit einem Siedewasserreaktor hat das Reaktorgebäude diese dominante Rechteckform. Eine Ausnahme bildet einzig das Kernkraftwerk Gundremmingen mit seinen zwei Reaktoren (s. 3.6.8.). Dort haben beide Reaktorgebäude eine zylindrische Form, die aber danach in dieser Form, in keinem anderen Kernkraftwerk mehr eingesetzt wurde.

Nur das Versuchsatomkraftwerk Kahl, »das 1961 in Betrieb gegangen ist und 1985 stillgelegt wurde,«[81] bildet hier noch eine Ausnahme. Das Reaktorgebäude des Siedewasserreaktors hat eine zylindrische Form und wird oben, im Gegensatz zu den gleichfalls zylindrischen, aber flach endenden Reaktorgebäuden des Kernkraftwerkes Gundremmingen durch eine kuppelförmige Stahlbetonabdeckung geschlossen.

[80] KKK-Krümmel 1981, S. 15

[81] Koelzer 2001, S. 112

Mit der Entwicklung von Druckwasserreaktoren entstand eine völlig neue und andersartige Form der Reaktorgebäude. Die Architektur der neuen Reaktorgeneration wurde nun maßgeblich von den Notwendigkeiten und Möglichkeiten die durch die Entwicklung der Druckwasserreaktoren entstanden bestimmt.

Bild 21 zeigt ein typisches Reaktorgebäude mit einem Druckwasserreaktor und der kuppelartigen Stahlbetonabdeckung der oberen Hälfte des kugelförmigen Reaktorsicherheitsbehälters.

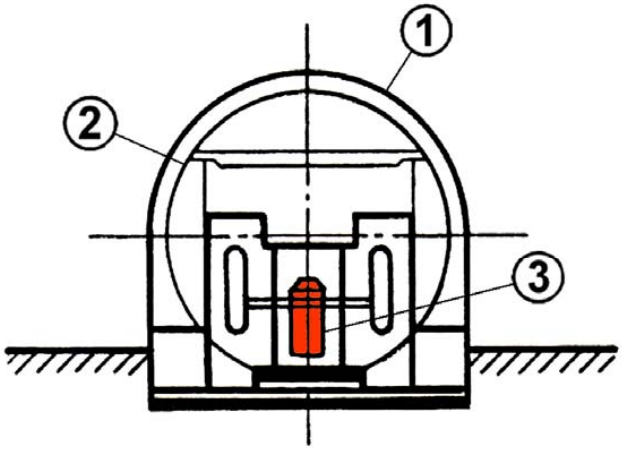


Bild 21: Reaktorgebäude eines Druckwasserreaktors

Bei einem Druckwasserreaktor wird der Reaktordruckbehälter mit seinen beiden seitlichen Dampferzeugern und, im Gegensatz zu einem Siedewasserreaktor, auch das Brennelementelagerbecken und der Reaktorgebäudekran von einem kugelförmigen Reaktorsicherheitsbehälter, »mit einem Durchmesser von bis zu 56 m,«[82] umschlossen.

[82] KKI-Isar 2003, S. 7

Das Reaktorgebäude ist in seiner unteren Hälfte zylindrisch, und passt sich in der oberen Hälfte der Kugelform des Reaktorsicherheitsbehälters an. Dabei ist die obere kuppelartige Stahlbetonabdeckung so ausgelegt, dass sie, analog der äußeren Stahlbetonkonstruktion eines Siedewasserreaktors, den Einwirkungen von außen, wie z. B. Blitzeinschlag, Hochwasser oder Erdbeben und auch Explosionsdruckwellen und einem Flugzeugabsturz standhält und zudem der Strahlenabschirmung dient.

Das Reaktorgebäude des Druckwasserreaktors ist nicht ganz so hoch wie beim Siedewasserreaktor, und unterscheidet sich mit seiner prägnanten kuppelartigen Formgebung deutlich von den Reaktorgebäuden der Siedewasserreaktoren. Im Gegensatz zu diesen eher kastenförmigen Bauten wird die technische Funktion beim Druckwasserreaktor schon am Außenbau unverwechselbar erkennbar.

Diese neuartige Form des Reaktorgebäudes wurde möglich, weil bei der Entwicklung der Druckwasserreaktoren versucht wurde, den strahlenbelasteten Bereich (Containment) auf das Reaktorgebäude zu beschränken und deshalb die für den Brennelementewechsel notwendigen Einrichtungen, wie z. B. Brennelementelagerbecken und der Reaktorgebäudekran, im entsprechend groß dimensionierten Reaktorsicherheitsbehälter untergebracht werden mussten.

Mit der Einführung der Druckwasserreaktoren wurde außerdem der aus Stahlbeton bestehende Abluftkamin, der bei fast allen Siedewasserreaktoren im Bereich des Reaktorgebäudes integriert wurde, bei den Druckwasserreaktoren generell außerhalb des Reaktorgebäudes angeordnet.

Im Vergleich der Reaktorgebäude ist die unverkennbare Weiterentwicklung der Reaktortechnik, von der herkömmlichen kubischen Form des Reaktorgebäudes eines Siedewasserreaktors, zu der ungewohnt und neu wirkenden kuppelartigen Form des Reaktorgebäudes eines Druckwasserreaktors, deutlich aus den grundsätzlich unterschiedlichen Bauformen zu erkennen.

3.6.2. Anordnung der Baukörper im Kraftwerksblock

Die Anordnung der einzelnen Funktionsbereiche eines Kernkraftwerks hängt unmittelbar mit dem Kraftwerkstyp zusammen.

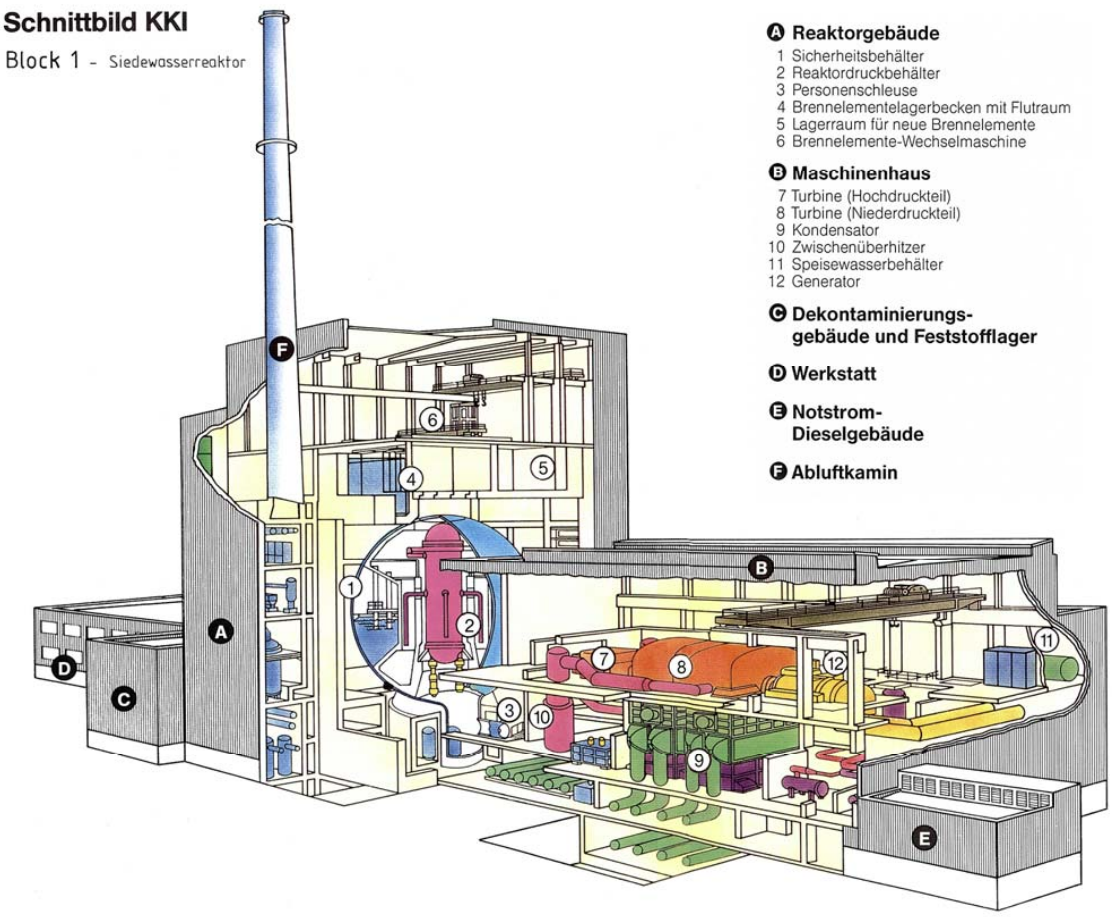


Bild 22: Kernkraftwerk mit einem Siedewasserreaktor

In Kernkraftwerken mit einem Siedewasserreaktor wird das Wasser durch die bei der Kernspaltung frei werdende Wärme im Reaktordruckbehälter auf Siedetemperatur erhitzt und der an den Brennelementen entwickelte Dampf dann unmittelbar an die Turbine und den hiermit verbundenen Generator abgegeben. Der Restdampf wird über den Kondensator und der Vorwärmeanlage dem Reaktordruckbehälter als Speisewasser wieder zugeführt und damit der Kreislauf geschlossen.

Bauartbedingt ist bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren das Reaktorgebäude immer direkt mit dem Maschinenhaus verbunden und bildet mit diesem eine Gebäudeeinheit, wobei einerseits das Reaktorgebäude den Reaktorsicherheitsbehälter sowie die Einrichtungen für den Brennelementewechsel und andererseits das Maschinenhaus die Turbinen und den Generator sowie die übrige Anlagentechnik vollkommen umschließt (Bild 22).

Durch den direkten Kühlkreislauf zwischen Reaktordruckbehälter im Reaktorgebäude und den Turbinen im Maschinenhaus und den hieraus resultierenden möglichen Gefahren durch Freisetzung ionisierter Strahlen umfasst der Kontrollbereich den gesamten Kraftwerksblock, mit Reaktorgebäude und Maschinenhaus.

Im Gegensatz dazu haben Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren zwei voneinander getrennte Kühlkreisläufe. Wie bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren wird bei einem Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor im Reaktordruckbehälter durch Kernspaltung Wärme erzeugt und an das als Kühlmittel fungierende gereinigte und vollentsalzte Wasser abgegeben. »Durch den hohen Betriebsdruck von etwa 158 bar im Reaktordruckbehälter kommt es nicht zum Verdampfen des bis auf 326º C erhitzten Wassers,«[83] dass über den geschlossenen Primärkreislauf die Energie auf die Dampferzeuger überträgt und in den Reaktordruckbehälter zurückgepumpt wird.

Der hierbei erzeugte Dampf wird über den Sekundärkreislauf an die Turbine abgegeben und der Restdampf über den Kondensator und die Vorwärmeanlage in den Dampferzeuger zurückgeführt.

Durch die voneinander druckdicht getrennten Kühlkreisläufe wird verhindert, dass radioaktive Stoffe aus dem geschlossenen Primärkreislauf in den Sekundärkreislauf gelangen können.

[83] KKI-Isar 1993, S. 8 u. 9

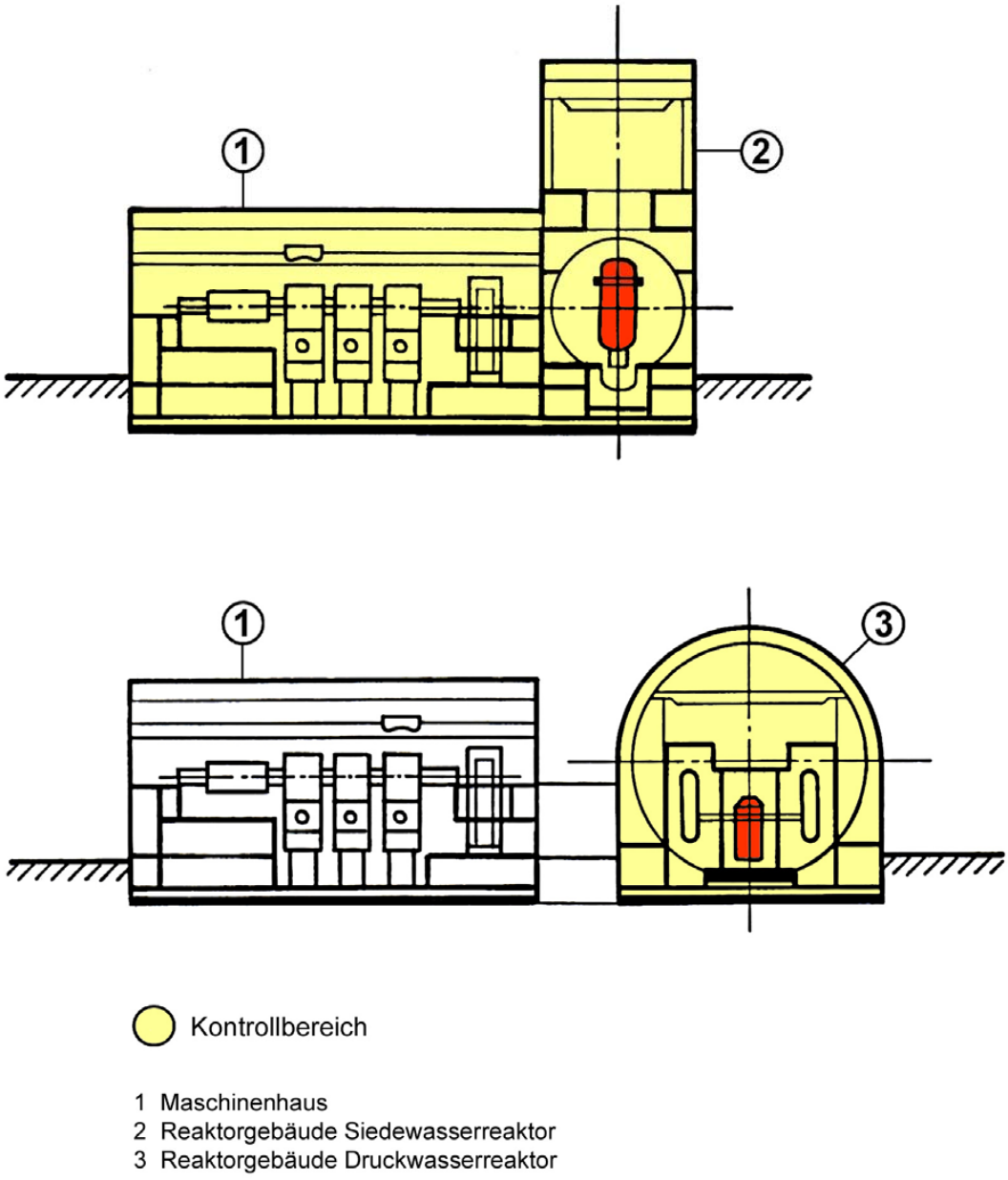


Bild 23: Kontrollbereiche Siede- und Druckwasserreaktor

Die Trennung der beiden Kühlkreisläufe ermöglicht somit die Aufteilung der Gebäude des Kraftwerksblock in einen radioaktiv belasteten und in einen unbelasteten Teil. Auf Grund dieser Entwicklung beschränkt sich bei Kernkraftwerken mit einem Druckwasserreaktor der

Kontrollbereich nur auf das Reaktorgebäude.[84] Das Maschinenhaus kann demzufolge räumlich getrennt vom Reaktorgebäude angeordnet werden (Bild 23).

Mit der Entwicklung des Druckwasserreaktors und der hiermit verbundenen Reduzierung des Kontrollbereichs auf das Reaktorgebäude ergibt sich folglich ein vollkommen anderes Bild der Kernkraftwerksanlage.

Während bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren der Kraftwerksblock aus einem zusammenhängenden kubischen Baukörper, bestehend aus Reaktorgebäude und Maschinenhaus, besteht, wirkt der Kraftwerksblock bei Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren durch die mögliche Gebäudeaufteilung, bestehend aus dem Reaktorgebäude mit seiner unverwechselbaren Rundkuppel und dem hiervon getrennt angeordneten Maschinenhaus in der Form der Baukörper weniger massiv und plastisch gestaltet.

Durch diese Entwicklung der Gebäudeaufteilung und der neuartigen Form des Reaktorgebäudes ergaben sich auch vielfältige architektonische Gestaltungsmöglichkeiten die sich in der Anordnung der Gebäude und in der Gebäudestruktur wiederfinden.

Die strukturelle Entwicklung der Kernkraftwerke wurde durch die Einführung der Druckwasserreaktoren und den hiermit verbundenen technischen Änderungen sowie den, im Gegensatz zu den Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren, vielfältigen Planungs- und Gestaltungsmöglichkeiten grundlegend verändert.

Die vorbeschriebenen gravierenden Veränderungen in der Planungsstruktur sind aus der Perspektive in Bild 24 des Kernkraftwerkes Isar 2, welches ein typisches Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor darstellt, deutlich zu erkennen.

[84] Bei Kernkraftwerken mit einem Druckwasserreaktor beschränkt sich der Kontrollbereich im wesentlichen auf das Reaktorgebäude und Teile des Reaktorhilfsanlagengebäudes. Bei der grundsätzlichen Unterscheidung des Kontrollbereiches bei Kernkraftwerken mit Siedewasser- und Druckwasserreaktoren spricht man bei Druckwasserreaktoren von der Reduzierung des Kontrollbereichs auf das Reaktorgebäude

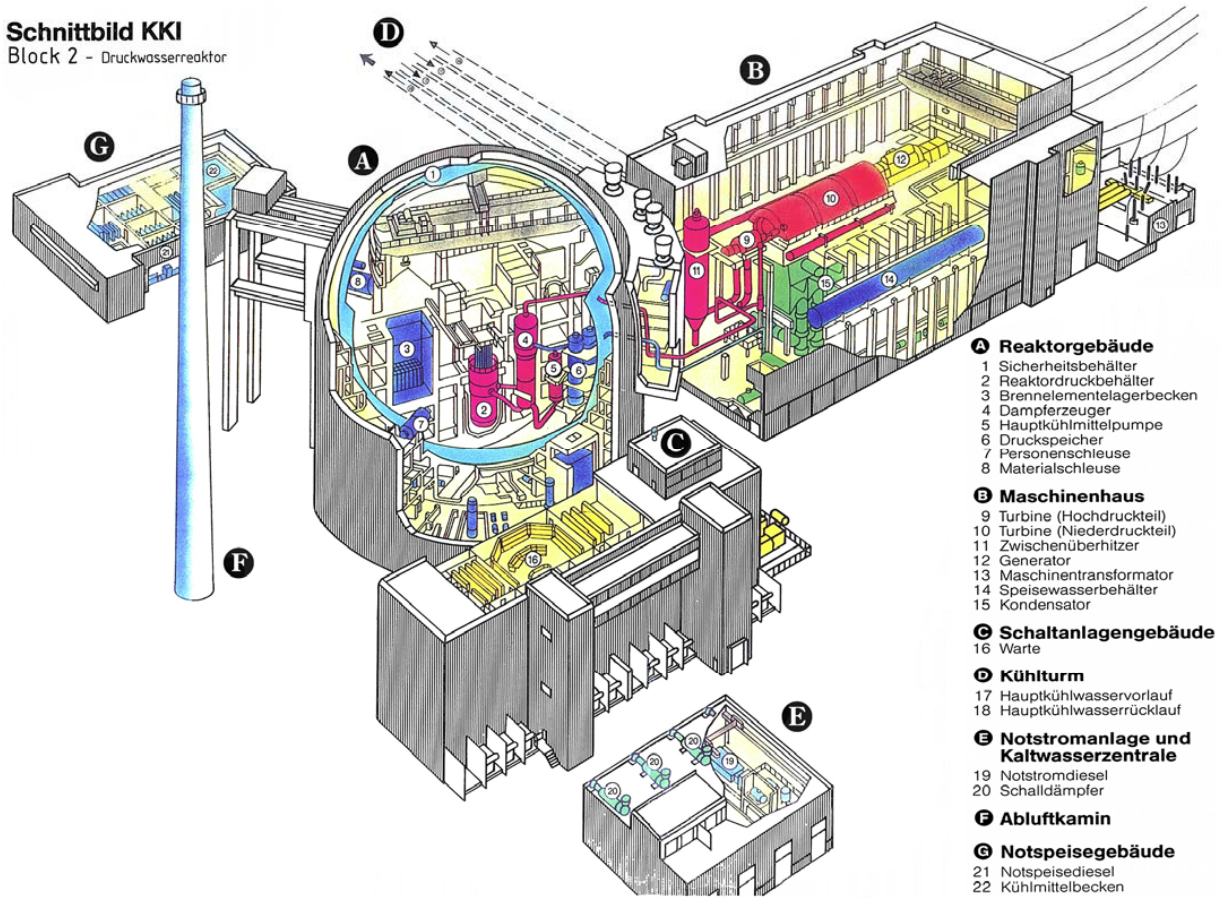


Bild 24: Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor

Mit der Entwicklung und Einführung der sich allgemein durchsetzenden Technik der Druckwasserreaktoren und den hieraus resultierenden entscheidenden Veränderungen entstanden im Kernkraftwerksbau zwei in Technik und vor allem in der Gestaltung der Baukörper völlig unterschiedliche Bautypen.

3.6.3. Planungskonzeption

Bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren ist die Planungskonzeption auf die technisch bedingte Zusammenlegung von Reaktorgebäude und Maschinenhaus zu einer zentralen Gebäudeeinheit ausgelegt.

Aus der Perspektive in Bild 25 ist die Planungsstruktur des Kraftwerksblock, bestehend aus dem Reaktorgebäude und dem unmittelbar damit verbundenen Maschinenhaus, des Kernkraftwerkes Krümmel zu erkennen.

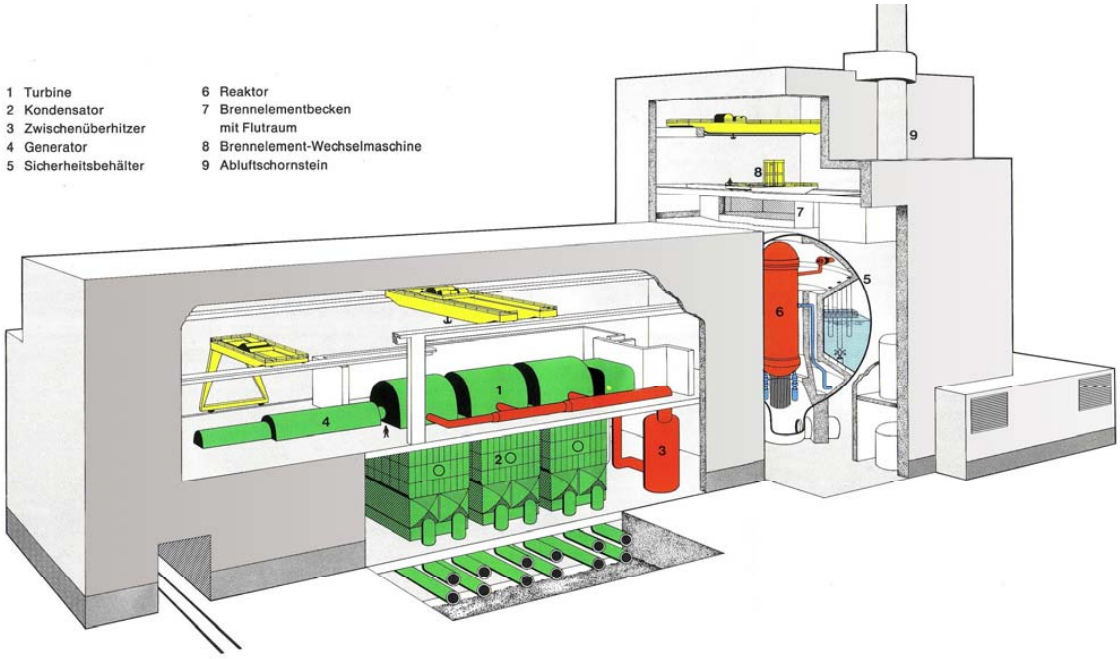


Bild 25: Perspektive KKK Krümmel

Aus der Perspektive ist zu entnehmen, dass die dominierende Gebäudeeinheit des »1983 in Betrieb gegangenen Kraftwerkes Krümmel«[85] den kompletten Siedewasserreaktor sowie die technischen Einrichtungen des Maschinenhauses vollkommen umschließt und die Anlagentechnik des Kraftwerksblock nur durch das Schnittbild sichtbar wird.

[85] Siemens 1996, S. 1

Wie bei allen Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren bilden das etwa 60 m hohe Reaktorgebäude und das an der östlichen Stirnseite angeordnete ca. 100 m lange und etwa 35 m hohe Maschinenhaus des Kernkraftwerkes Krümmel den zentralen und durch seine Ausmaße beherrschenden Gebäudekomplex der Kraftwerksanlage.

Die Planungskonzeption des Kernkraftwerkes Krümmel beschränkt sich im wesentlichen auf den aus Reaktorgebäude und Maschinenhaus bestehenden Kraftwerksblock und die Verwaltungs- und Nebengebäude wurden den Notwendigkeiten entsprechend auf dem Kraftwerksgelände angeordnet.

Die Geländegestaltung und die Landschaftsintegration spielten in der Gesamtplanung des Kernkraftwerkes Krümmel, analog dem Kernkraftwerk Brunsbüttel, welches ebenfalls über einen Siedewasserreaktor verfügt, eine untergeordnete Rolle.

Bei Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren wird die Planungskonzeption im wesentlichen von der Entwicklung der neuen Reaktortechnik bestimmt, durch die zum einen der Kontrollbereich auf das Reaktorgebäude reduziert wird und hierdurch die Gebäudeaufteilung des zentralen Kraftwerksblock in ein Reaktorgebäude und ein räumlich getrenntes Maschinenhaus ermöglicht wird.

Im Vergleich des Kraftwerkes Krümmel mit einem Siedewasserreaktor zum Kraftwerk Obrigheim mit einem Druckwasserreaktor sind die unterschiedlichen Planungskonzeptionen in der Anordnung der Gebäude und die daraus sich ergebenden Auswirkungen auf die Architektur besonders deutlich zu erkennen.

Das Kernkraftwerk Obrigheim stellt den Beginn der Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland dar und verkörpert erstmalig die entscheidenden Veränderungen im Kernkraftwerksbau die durch die Entwicklung der Druckwasserreaktoren entstanden sind.

Im Gegensatz zum Kraftwerk Krümmel besteht die zentrale Gebäudeeinheit im Kraftwerk Obrigheim aus mehreren axial ausgerichteten Gebäuden (Bild 26).

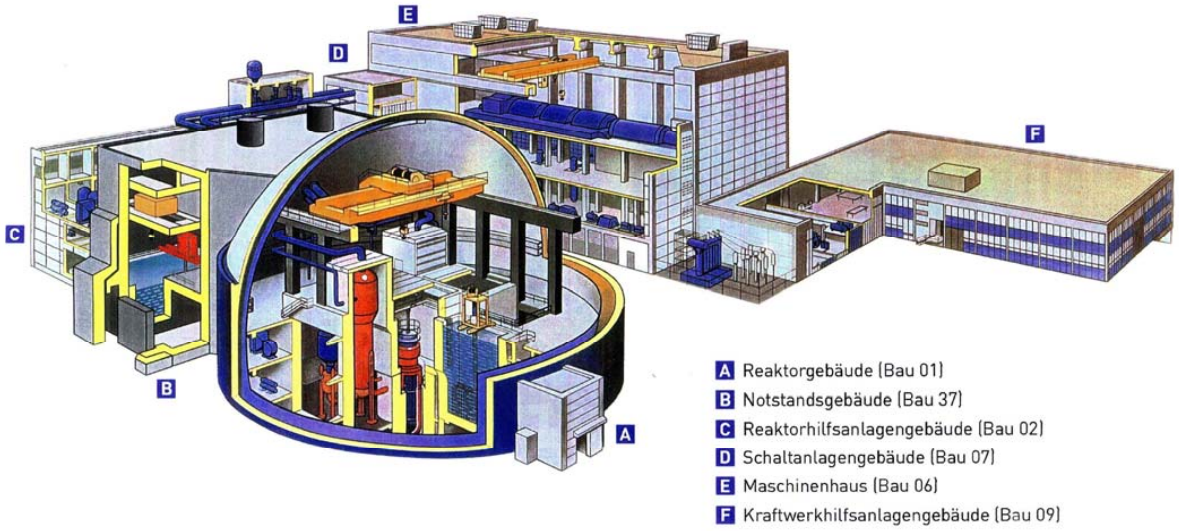


Bild 26: Perspektive KWO Obrigheim

Die Planungskonzeption des Kernkraftwerkes Obrigheim entspricht den Möglichkeiten die durch die Entwicklung der Druckwasserreaktoren entstanden sind und teilt die Gebäude des zentralen Kraftwerksblock in einen »radiologisch möglicherweise belasteten und einen unbelasteten konventionellen Kraftwerksbereich auf.«[86]

Hierdurch wirken die Baukörper des Kraftwerkes Obrigheim, die insbesondere durch das Reaktorgebäude und das Maschinenhaus dargestellt werden, im Gegensatz zu der aus einem einzigen großen Baukörper bestehenden zentralen Gebäudeeinheit des Kraftwerkes Krümmel, nicht so dominant.

Durch das kuppelartige Reaktorgebäude des Kraftwerks Obrigheim ist die grundsätzliche Veränderung der Blockgebäude, im Vergleich zu den Kraftwerken mit Siedewasserreaktoren, deutlich zu erkennen.

[86] KKS-Stade 2002, S. 10

Der Lageplan von Obrigheim (8.5.2) zeigt auch, dass dem, in seiner Architektur, neuartigen Reaktorgebäude eine weitere dominierende Rolle zu Teil wurde. Es ist so konzipiert, dass die Hauptachsen der Gebäude des Kraftwerksblockbereiches in Ost-West- und in Nord-Süd-Richtung durch den Mittelpunkt des Reaktorgebäudes und alle übrigen Gebäude der Kernkraftwerksanlage parallel zu diesen beiden Hauptachsen ausgerichtet sind. Außerdem wurde neben der Geländegestaltung auch das direkte Umfeld des Kraftwerksgeländes in die Planungskonzeption der Kraftwerksanlage einbezogen (Bild 31).

Die weitere Entwicklung der Kraftwerke die über einen Druckwasserreaktor verfügen ist aus dem Vergleich, des »1968 in Betrieb gegangenen Kernkraftwerkes Obrigheim«[87] mit dem »1986 in Betrieb gegangenen Kernkraftwerk Brokdorf,«[88] zu erkennen.

Die Planungskonzeption von Brokdorf (Bild 27) zeigt, trotz der beengten Platzverhältnisse der Kraftwerksanlage, dass die klare räumliche Trennung der Baukörper des Kraftwerksblock in einen nuklearen- und einen konventionellen Kraftwerksbereich konsequent umgesetzt wurde.

Durch das auffallend kleine Kraftwerksgelände und die dadurch notwendige, sehr kompakte Anordnung der Gebäude blieb allerdings nur wenig Spielraum für die Gestaltung und Gliederung der einzelnen Bauwerke (Bild 28).

Das optisch kugelförmige Reaktorgebäude dominiert die Gesamtanlage der geschlossenen und komprimierten Bauweise des Kraftwerksblocks und den unmittelbar hieran angeschlossenen Gebäudekomplex der übrigen Kraftwerkskomponenten sowie den Gebäuden der Versorgungs-und Verwaltungseinrichtungen.

[87] KWO-Obrigheim 2003, S. 5

[88] Siemens 1996, S.1

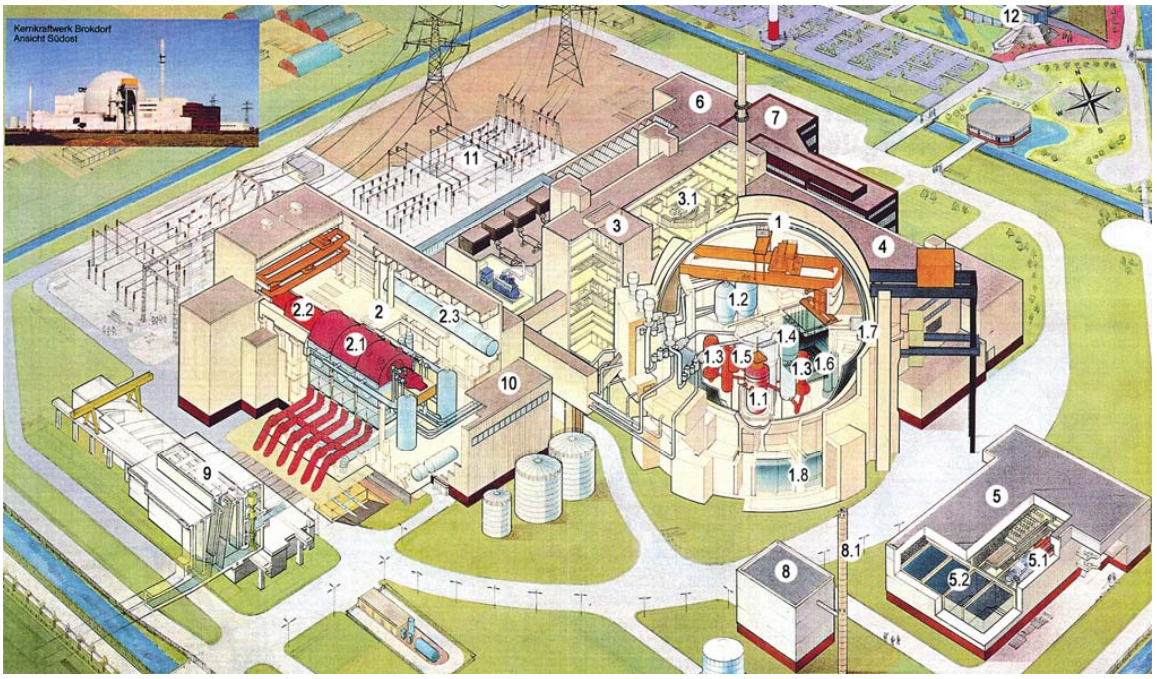


Bild 27: Perspektive KBR Brokdorf

Aus dem Lageplan Brokdorf (8.9.2) ist zu erkennen, dass die zentrale nukleare Gebäudeeinheit durch das Reaktorgebäude und das Reaktorhilfsanlagengebäude gebildet wird, an das sich unmittelbar nordwestlich das Schaltanlagengebäude sowie das Büro- und Sozialgebäude anschließt.

Ebenfalls nordwestlich ist, in geringem Abstand zum Reaktorgebäude, die konventionelle Gebäudeeinheit, bestehend aus Maschinenhaus, Notstromdieselgebäude sowie Werkstatt- und Lagergebäude auf engstem Raum angeordnet.

Bild 28: KBR Brokdorf

Das Kernkraftwerk Isar 1/2 zeigt mit seinen beiden Kraftwerken die unterschiedliche Entwicklung der Reaktorkonzepte auf einem Kraftwerksgelände. Das 1977 in Betrieb gegangenen Kraftwerkes Isar 1 (Bild 22) entspricht der typischen Gebäudestruktur der Kraftwerke mit Siedewasserreaktoren und ist mit dem Kraftwerk Krümmel vergleichbar.

Das seit 1988 in Betrieb befindliche Kraftwerk Isar 2 (Bild 24) verkörpert die typische Gebäudestruktur der Kraftwerke mit Druckwasserreaktoren. Gemäß dem „Konvoi-Programm“ sind beim Kraftwerk Isar 2 »die Abmessungen der Baukörper mit den Kraftwerksblockgebäuden der Kraftwerke Emsland und Neckar 2 identisch.«[89]

Durch die Anordnung und Gestaltung der Kraftwerksblock- und Nebengebäude sowie der Einbeziehung des gesamten Kraftwerksgeländes verfügt das Kraftwerk Isar 2, im Vergleich zu den beiden anderen Kraftwerken Emsland und Neckar 2, über ein verändertes und eigenständiges Erscheinungsbild.

[89] Erdmann 1986, S. 3 u. 4

In Bild 29 ist auf der linken Seite das Kraftwerk Isar 2 und auf der rechten Seite das Kraftwerk Isar 1 sowie die gravierenden Unterschiede in der Struktur und Gestaltung der Baukörper, die sich aus den unterschiedlichen Reaktorkonzepten ergeben, deutlich zu erkennen.

Bild 29: KKI Isar 1/2

Die beiden eigenständigen Kraftwerke Isar 1 und Isar 2, ergeben durch Ihre Gestaltung der Kraftwerksblock- und Nebengebäude ein insgesamt ausgewogenes Gesamtbild der Kraftwerksanlage.

Im Vergleich der einzelnen Kernkraftwerke ist festzustellen, dass sich bei den ersten Kernkraftwerken die Planungskonzeptionen überwiegend auf die Kraftwerksblockgebäude beschränkten und bei den nachfolgenden Kraftwerken, insbesondere bei den Kraftwerken des „Konvoi Programms“, die gesamte Kraftwerksanlage und das umliegende Gelände in die Planung integriert wurde.

3.6.4. Architektonische Gestaltung

Die Architektur der ersten Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren war von einer rein nutzungsorientierten Planung gekennzeichnet, die keinen Raum für architektonische Gestaltung oder eine übergreifende Integration der einzelnen Gebäude in die Kraftwerksanlage zuließ.

Ein charakteristisches Beispiel hierfür ist das Kernkraftwerk Brunsbüttel, welches durch einen riesigen, kubisch geformten und abweisend wirkenden Baukörper umgeben ist. Hierbei bildet das Reaktorgebäude und das Maschinenhaus eine zentrale Gebäudeeinheit von der die technischen Hauptkomponenten vollkommen umschlossen werden. Das etwas höhere Reaktorgebäude umhüllt den kugelförmigen Reaktorsicherheitsbehälter vollständig.

Der voluminöse und massige Baukörper erweckt den Eindruck, als wollte man in dieser frühen Phase der Kernkraftwerksplanung durch die vollkommene Ummantelung der technischen Komponenten (Reaktorsicherheitsbehälter, Turbinen sowie den Generator des Maschinenhauses), die Kernkraftwerkstechnik für die Öffentlichkeit unsichtbar gestalten wollte (Bild 11).

Der alles dominierende dunkelbraune Baukörper, der das etwas höhere Reaktorgebäude und das Maschinenhaus umschließt, wirkt erdrückend und fast bedrohlich. Die Gebäudeflächen sind kahl und ungegliedert; kein einziges bauliches oder gestalterisches Merkmal verweist auf die Funktion als Kernkraftwerk. Vielmehr könnte man davon ausgehen, dass in diesem kolossalen Bauwerk alle möglichen, von der Größe in Betracht kommenden, industriellen Produktionsanlagen untergebracht sein könnten.

Die Nebengebäude, wie z. B. das Verwaltungsgebäude, Betriebsgebäude und das Kühlwasserpumpenhaus sind irgendwie, ohne erkennbare planerische Anbindung an die zentrale Gebäudeeinheit, auf dem Kraftwerksgelände angeordnet. Das nordöstlich erkennbare Gebäude mit den beiden Ablufttürmen ist ein Gasturbinenlager und gehört nicht zum Kernkraftwerk.

Auch beim Kernkraftwerk Krümmel (Bild 30) dominiert die rein nutzungsorientierte Planung, die fast jeden Anspruch auf planerische Integration der einzelnen Gebäude sowie des angrenzenden Geländes in die Kernkraftwerksanlage und eine architektonische Gestaltung vermissen lässt.

Bild 30: KKK Krümmel

Es verfügt wie das Kraftwerk Brunsbüttel über einen Siedewasserreaktor und ist auch in der Grundstruktur der Hauptgebäude mit dem Kraftwerk Brunsbüttel vergleichbar. »Allerdings sind beim Kraftwerk Krümmel die Hauptkomponenten wie Reaktor, Turbinen und Generator so ausgelegt, dass die elektrische Bruttoleistung um ca. 60% über der des Kraftwerkes Brunsbüttel liegt.«[90]

Auch beim Kraftwerk Krümmel bilden das ca. 100 m lange und etwa 35 m hohe Maschinenhaus und das ca. 60 m hohe Reaktorgebäude eine dominierende Gebäudeeinheit und umhüllt vollkommen die technischen Einrichtungen wie Reaktorsicherheitsbehälter, Turbinen und Generator.

Ähnlich wie in Brunsbüttel ist auch beim Kraftwerk Krümmel die Dimension des kolossalen und erdrückend wirkenden Baukörpers sowie die mangelnde Integration in die umgebende

[90] Wasgindt 2003, S. 7

Landschaft zu erkennen. Auch beim Kernkraftwerk Krümmel gibt es kein einziges bauliches oder gestalterisches Merkmal, dass den Betrachter auf ein Kernkraftwerk schließen lassen könnte.

Im Vergleich zum Kraftwerk Brunsbüttel vermittelt das Kraftwerk Krümmel insgesamt einen ansprechenden Eindruck. Die vorherrschende Gebäudeeinheit wirkt durch die gegliederte Fassade in Verbindung mit der hellen Farbgebung nicht mehr so erdrückend und abweisend.

Mit der Entwicklung und Einführung der Druckwasserreaktoren hat die architektonische Gestaltung und Formgebung vielfältige Strukturmöglichkeiten und einen höheren Stellenwert in der Planung der Kernkraftwerksanlagen erhalten. Dieser Veränderungsprozess in der architektonischen Gestaltung der Gebäude ist im Vergleich des Kraftwerkes Krümmel, mit einen Siedewasserreaktor, zum Kraftwerk Obrigheim, mit einem Druckwasserreaktor, deutlich zu erkennen.

Die dominierenden Baukörper werden beim Kraftwerk Obrigheim (Bild 31) durch das im oberen Bereich kugelförmige Reaktorgebäude und das räumlich getrennt angeordnete Maschinenhaus dargestellt und bilden in ihrer Gestaltung den entscheidenden Unterschied zu der kubischen Gebäudeeinheit von Reaktorgebäude und Maschinenhaus des Kraftwerkes Krümmel. Beim Kraftwerk Obrigheim wurde auch das Kraftwerksgelände und das angrenzende Umfeld in die Gestaltung der Kraftwerksanlage integriert.

Das Reaktorgebäude des Kraftwerkes Obrigheim mit seiner prägnanten kuppelartigen Formgebung symbolisiert als Bauwerk unverwechselbar die Technik der neu entwickelten Druckwasserreaktoren und zeigt dem Betrachter erstmals, dass bei diesem Kraftwerkstyp die Stromerzeugung mittels Kernenergie erfolgt

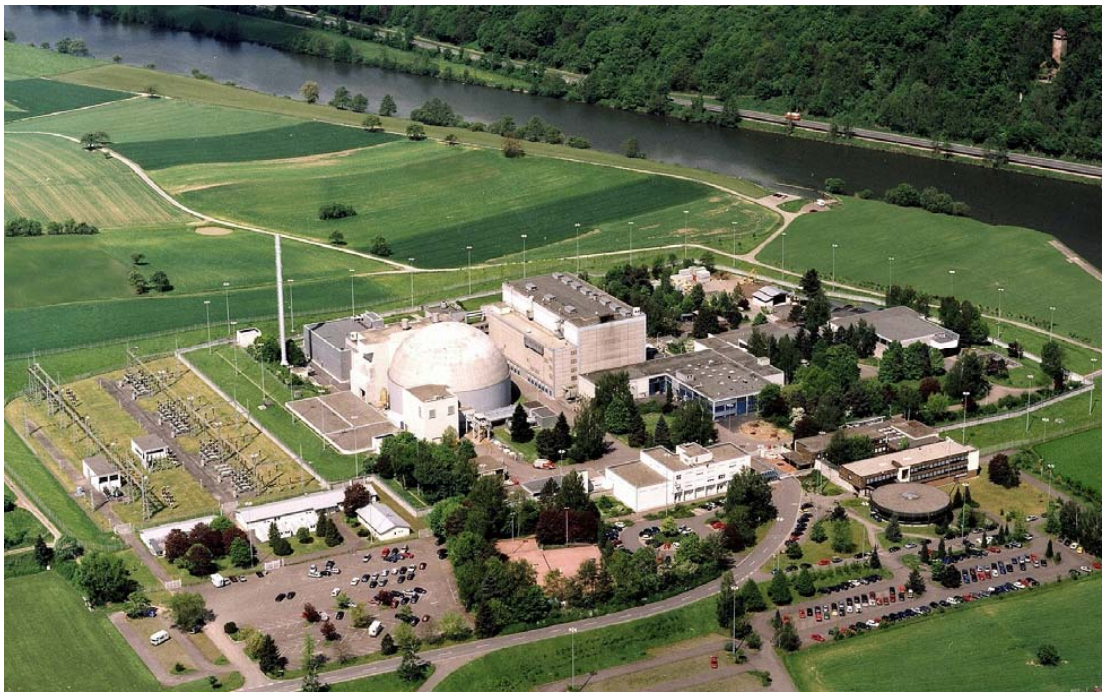


Bild 31: KWO Obrigheim

Durch die Trennung der Gebäude in einen nuklearen- und einen konventionellen Kraftwerksbereich und der Möglichkeit nur das Reaktorgebäude nukleartechnisch planen und ausstatten zu müssen sowie der beginnenden architektonischen Gestaltung der Baukörper begann sich das Gesamtbild der Kernkraftwerksanlagen zu ändern.

Das Kernkraftwerk Unterweser (Bild 18) steht stellvertretend für die nächste Entwicklungsstufe der Kernkraftwerke mit einem Druckwasserreaktor. Die Gestaltung und Formgebung der zentralen Baukörper ist vergleichbar mit der Gebäudestruktur des Kraftwerkes Obrigheim und besteht aus mehreren axial ausgerichteten Gebäuden.

»Durch die Weiterentwicklung der Kernkraftwerkstechnik hat das Kraftwerk Unterweser im Vergleich zum Kraftwerk Obrigheim eine vierfach höhere elektrische Bruttoleistung«[91]

Das Kernkraftwerk Grohnde (Bild 32) ist in der Gestaltung der Baukörper sowie der Integration der Nebengebäude, wie z. B. Büro- und Sozialgebäude und des Kraftwerksgeländes in

[91] Wasgindt 2003, S. 7

die Gesamtplanung der Kraftwerksanlage, eine Weiterentwicklung der Kraftwerke Obrigheim und Unterweser.

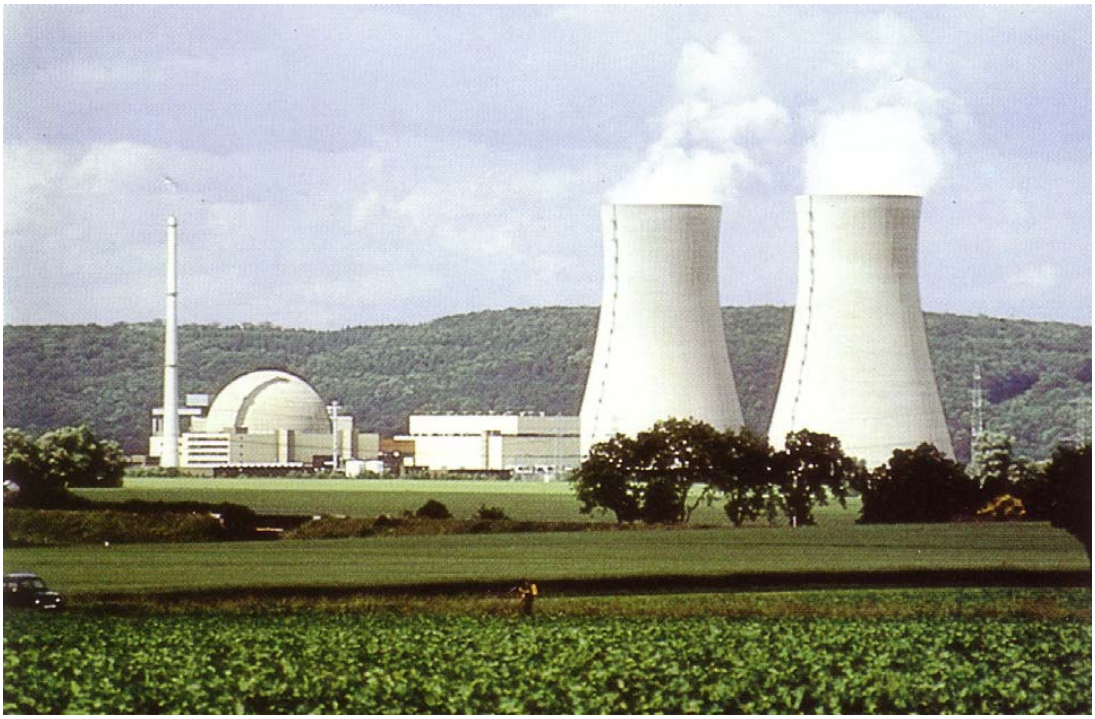


Bild 32: KWG Grohnde

Auffallend ist beim Kraftwerk Grohnde der große Abstand zwischen dem kuppelartigen Reaktorgebäude und dem rechts davon befindlichen Maschinenhaus. Die Gestaltung der einzelnen Baukörper und die zentrale Gebäudeeinheit in Verbindung mit dem Abluftkamin und den beiden Kühltürmen ergibt ein ausgewogenes Gesamtbild der Kraftwerksanlage.

Im Vergleich zu den Kernkraftwerken die über einen Kraftwerksblock verfügen, wie das Kraftwerk Krümmel mit einem Siedewasserreaktor oder das Kraftwerk Unterweser mit einem Druckwasserreaktor, verfügt das Kernkraftwerk Biblis A/B über zwei Kraftwerksblöcke und zeigt damit die architektonischen Gestaltung einer Kraftwerksanlage mit zwei Druckwasserreaktoren .

Die Perspektive des Kernkraftwerkes Biblis A/B (Bild 33) zeigt den, auf der linken Seite des Kraftwerksgeländes befindlichen Kraftwerksblock B mit dem kugelförmigen Reaktorgebäude und dem davor angeordneten Maschinenhaus. Weiterhin ist etwas vorgelagert ein Teil der ins-

gesamt vier Kühltürme und auf der rechten Bildseite das beide Kraftwerksblöcke verbindende Nebenanlagengebäude zu erkennen.

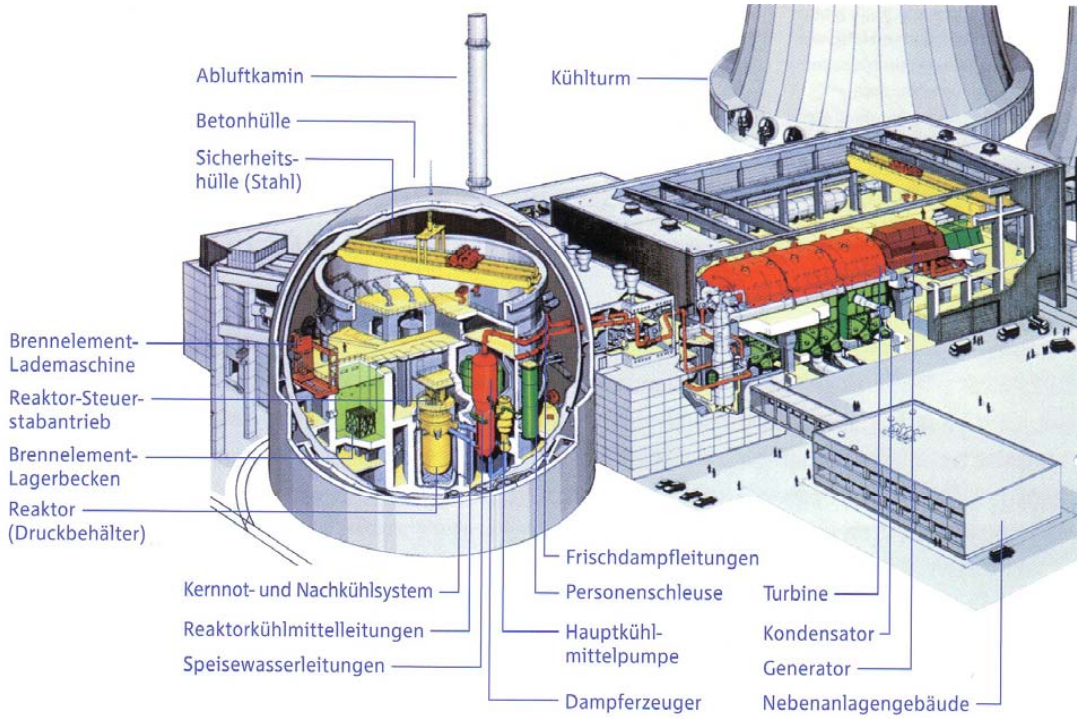


Bild 33: Perspektive KWB Biblis A/B

Das Kraftwerk Biblis A/B verkörpert auf einem Kraftwerksgelände die sich ergänzende Gestaltung von zwei Kraftwerken mit Druckwasserreaktoren, während die Kraftwerke Philippsburg 1/2, Neckar 1/2 und Isar 1/2 auf einem Kraftwerksgelände die, auf unterschiedlichen Reaktor Konzepten basierende, Planungsstruktur eines Kraftwerkes mit Siedewasserreaktor und eines Kraftwerkes mit Druckwasserreaktor darstellen.

Aus Bild 34 ist zu erkennen, dass die beiden Kraftwerksanlagen des Kraftwerkes Biblis A/B jeweils in Nord-Süd-Richtung parallel zueinander angeordnet sind und die gesamte Kraftwerksanlage einer klaren Gestaltungsstruktur unterliegt und ein in sich stimmiges Gesamtbild ergeben.

Nördlich der beiden Kraftwerksblöcke, zur Flussseite des Kraftwerksgeländes hin ausgerichtet, befinden sich die Gebäude für die Kühlwasserversorgung. Diese bestehen aus den Kühlwasserentnahmebauwerken und dem Überlaufwehr, sowie den vier Kühltürmen die in ihrer

Konstruktionshöhe von nur 80 m, gegenüber den üblich doppelt so hohen Kühltürmen, so in ihrer Anordnung und Gestaltung in keinem anderen Kraftwerk konzipiert wurden.

Bild 34: KWB Bibis A/B

Das mittig zwischen den Kraftwerksblöcken angeordnete und für beide zuständige Nebenanlagengebäude verbindet optisch die beiden Kraftwerksanlagen. Außerdem zeigt das Kraftwerk Biblis A/B eine insgesamt durchgängige Planung der Kraftwerksanlage, in die auch die Verwaltungs- und Nebengebäude sowie das gesamte Kraftwerksgelände integriert und architektonisch gestaltet wurde.

Beim Kraftwerk Biblis A/B sind die beiden Kraftwerksblöcke mit ihren unverwechselbaren kuppelförmigen Reaktorgebäuden die dominierenden Bauwerke der gesamten Kraftwerksanlage.Weil beim Kraftwerk Biblis A/B die beiden Reaktorgebäude parallel nebeneinander angeordnet sind, ist ihre optische Dominanz noch ausgeprägter.

In der vergleichenden Betrachtung der unterschiedlichen Gestaltung der Kernkraftwerke zeigt das zum „Konvoi-Programm“ gehörende Kraftwerk Emsland die weitere Entwicklung der Kernkraftwerksanlagen.

Im „Konvoi-Programm“ sollen die bisherigen Erfahrungen im Kernkraftwerksbau mit Druckwasserreaktoren gebündelt werden und wegen den zu erwartenden Synergieeffekten in die baugleichen Kernkraftwerke Emsland, Neckar 2 und Isar 2 einfließen.

In die Planungskonzeption, die sich jedoch nur auf die standortunabhängigen Gebäude der Kraftwerksblöcke bezieht, wurden auch die Gestaltungselemente übernommen, die sich seit der Entwicklung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren herausgebildet haben.

Bild 35: KKE Emsland

Aus der, für alle Kernkraftwerke des „Konvoi-Programms“ identischen, Perspektive in Bild 24 ist zu erkennen, dass das dominierende Reaktorgebäude axial von den Baukörpern des Maschinenhauses und des Schaltanlagengebäudes umgeben ist. Das Reaktorhilfsanlagengebäude wird in der Perspektive durch das Schaltanlagengebäude verdeckt.

Diese Anordnung und Gestaltung der Haupt- oder Blockgebäude, zu denen das Reaktorgebäude, Maschinenhaus, Reaktorhilfsanlagengebäude und das Schaltanlagengebäude gehören, sind bei den drei Kernkraftwerken des „Konvoi-Programms“ identisch.
Aus Bild 35 ist zu erkennen, dass beim Kernkraftwerk Emsland die Planungsstruktur axial ausgerichtet ist und die architektonische Gestaltung der einzelnen Baukörper, wie der zentrale

Gebäudekomplex, in Verbindung mit dem Kühlturm und dem Abluftkamin ein ausgewogenes Gesamtbild der Kraftwerksanlage ergeben.

Trotz des „Konvoi-Programms“ haben die Kernkraftwerke Emsland, Neckar 2 und Isar 2 durch die unterschiedliche Gestaltung der Verwaltungs- und Nebengebäude sowie der gesamten Kraftwerksanlage ihr eigenständiges und unverwechselbares Profil erhalten.

In diesem Zusammenhang ist es bemerkenswert, dass beim Kernkraftwerk Emsland das Verwaltungsgebäude und das Kasinogebäude außerhalb des eigentlichen Kraftwerksgeländes angeordnet sind. Um den Kühlwasserkreislauf auch bei Niedrigwasser der Ems zu gewährleisten verfügt das Kraftwerk Emsland über ein Speicherbecken aus dem bei Bedarf die entsprechende Wassermenge in die Ems geleitet werden kann.

Im Vergleich zu den vorbeschriebenen Kraftwerken stellt das Kraftwerk Emsland zusammen mit den übrigen Kraftwerken des „Konvoi-Programms“ den höchsten Stand in der Entwicklung und Gestaltung der Kernkraftwerksanlagen dar.

Mit der Weiterentwicklung der Kernkraftwerkstechnik und der Einführung der Druckwasserreaktoren entwickelte sich die architektonische Gestaltung der einzelnen Baukörper und des Kraftwerksgeländes sowie die behutsame Integration der näheren Umgebung, um negative Auswirkungen auf das »Schutzgut Landschaftsbild«[92] zu verhindern. Diese technischen und gestalterischen Weiterentwicklungen führten zum heutigen durchaus ansprechenden Gesamtbild der Kernkraftwerksanlagen.

[92] vgl. Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung; Änderungsrichtlinie 97/11/EG

3.6.5. Reaktorgebäude und Maschinenhaus

Die Entwicklung und Gestaltung der Reaktorgebäude und der Maschinenhäuser ist exemplarisch am Beispiel des Kernkraftwerkes Philippsburg 1/2, mit seinen beiden, auf unterschiedlichen Reaktorkonzepten beruhenden Kraftwerksblöcken, auf einem Kraftwerksgelände darzustellen.

Bild 36: KKP Philippsburg 1/2

»Das Kraftwerk Philippsburg 1 entspricht der Planungsstruktur der Kraftwerke die über einen Siedewasserreaktor verfügen und ist seit 1979 in Betrieb.«[93]

[93] KKP-Philippsburg 2001, S. 2

»Das Kraftwerk Philippsburg 2 entspricht der Planungsstruktur der Kraftwerke die über einen Druckwasserreaktor verfügen und die Inbetriebnahme erfolgte 1984.«[94]

In Bild 36 ist die Planung und Gestaltung des aus zwei Kraftwerksanlagen bestehenden Kraftwerkes Philippsburg 1/2 gut zu erkennen. Hierbei ist bemerkenswert, dass die beiden Kraftwerksblöcke nahezu symmetrisch nebeneinander angeordnet sind.

Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei der Planung des Kraftwerkes Philippsburg 1/2 von zwei symmetrisch angeordneten Kraftwerksblöcken mit unterschiedlichen Reaktortypen ausgegangen wurde und in der ersten Ausbaustufe der Kraftwerksblock 1 mit einem Siedewasserreaktor und in der zweiten Ausbaustufe der Kraftwerksblock 2 mit einem Druckwasserreaktor erstellt wurde.

Weiterhin ist aus Bild 36 zu erkennen, dass die beiden unterschiedlichen Kraftwerksblöcke der Gebäudestruktur eines Kernkraftwerkes mit Siede- oder Druckwasserreaktor entsprechen, zwar nebeneinander angeordnet sind aber nicht den Eindruck einer gemeinsam geplanten und gestalteten Kraftwerksanlage erwecken.

Das auf der linken Seite des Kraftwerksgeländes angeordnete Kraftwerk Philippsburg 1 zeigt in der Gestaltung der zentralen Gebäudeeinheit des Kraftwerksblockes die typische Gebäudestruktur des Reaktorgebäudes und des Maschinenhauses der Kraftwerke mit Siedewasserreaktoren.

Die Planungskonzeption des auf der rechten Seite des Kraftwerksgeländes angeordneten Kraftwerkes Philippsburg 2 verkörpert mit der Gebäudeaufteilung des Kraftwerkblockes die typische, in ihrer Form vollkommen unterschiedliche, Gebäudestruktur und Gestaltung des Reaktorgebäudes und des Maschinenhauses der Kraftwerke die über einen Druckwasserreaktor verfügen.

Der Längsschnitt in Bild 37 zeigt das Reaktorgebäude und das Maschinenhaus, den sogenannten Kraftwerksblock mit einem Siedewasserreaktor, des Kraftwerkes Philippsburg 1.

[94] KKP-Philippsburg 2001, S. 2

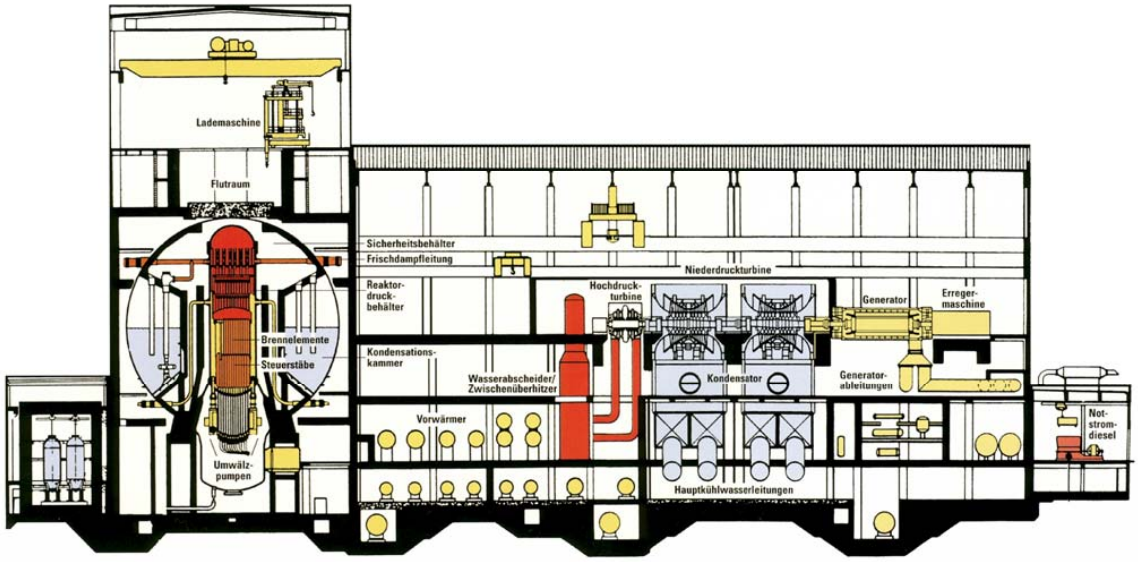


Bild 37: Längsschnitt KKP Philippsburg 1

Das in seiner Grundform rechteckige und etwa 60 m hohe Reaktorgebäude des Kraftwerkes Philippsburg 1 umschließt vollkommen den Reaktorsicherheitsbehälter und die darüber angeordneten technischen Einrichtungen, wie das Brennelementelagerbecken, die Brennelementewechselmaschine und den Reaktorgebäudekran.

Der ebenfalls in seiner Grundform kubische und etwa 35 m hohe und ca. 100 m lange Baukörper des Maschinenhauses umschließt die zur Stromerzeugung notwendigen Einrichtungen, wie die Turbinen und den Generator sowie die übrige Anlagentechnik.

Weiterhin ist aus Bild 37 zu erkennen, dass beim Kraftwerk Philippsburg 1, wie bei allen Kraftwerken mit Siedewasserreaktoren, das Reaktorgebäude bauartbedingt mit dem Maschinenhaus verbunden ist und eine dominierende kubische Gebäudeeinheit darstellt.

Der Längsschnitt in Bild 38 zeigt den Kraftwerksblock mit einem Druckwasserreaktor, bestehend aus Reaktorgebäude und Maschinenhaus, des Kraftwerkes Philippsburg 2.

Im Gegensatz zum kubischen Reaktorgebäude des Kraftwerkes Philippsburg1 besteht das Reaktorgebäude des Kraftwerkes Philippsburg 2 aus einem kugelförmigen Baukörper mit einem Durchmesser von ca. 56 m, in dessen entsprechend groß dimensionierten Reaktorsicherheitsbehälter die notwendigen Einrichtungen für den Brennelementewechsel, wie z. B. Brennelementelagerbecken und Reaktorgebäudekran untergebracht sind.

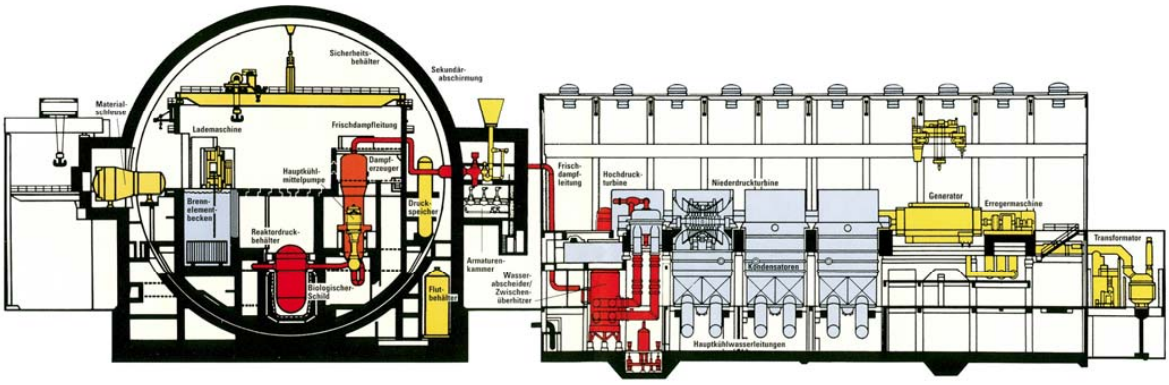


Bild 38: Längsschnitt KKP Philippsburg 2

Die Einführung der Druckwasserreaktoren ermöglichte es den Kraftwerksblock in einen radioaktiv belasteten und in einen unbelasteten Teil aufzuteilen. Auf Grund dieser Entwicklung beschränkt sich beim Kraftwerk Philippsburg 2 der Kontrollbereich nur auf das Reaktorgebäude und das Maschinenhaus konnte getrennt vom Reaktorgebäude angeordnet werden. Die Maschinenhäuser beider Kraftwerke sind, abgesehen von der Anordnung, vergleichbar.

Die Entwicklung der Reaktorgebäude und der Maschinenhäuser ist maßgeblich auf den, durch die Einführung der Druckwasserreaktoren verursachten, Veränderungsprozess und die hieraus resultierende räumliche Trennung von Reaktorgebäude und Maschinenhaus sowie auf die hiermit verbundene Gestaltung und Formgebung der Reaktorgebäude zurückzuführen.

3.6.6. Verwaltungs- und Nebengebäude

Die Verwaltungs- und Nebengebäude spielten in der Planungskonzeption bei den ersten kommerziellen Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland, vergleichbar mit der nur in Teilbereichen erfolgten Integration der Geländegestaltung und der Landschaftsintegration, eine eher untergeordnete Rolle.

Die ersten Kraftwerke mit Siedewasserreaktoren waren in ihrer Planungskonzeption in erster Linie auf die Gebäude des Kraftwerksblock, bestehend aus Reaktorgebäude und Maschinenhaus, ausgerichtet und hatten nur wenig Raum für die Gestaltung und Integration der Verwaltungs- und Nebengebäude in die Kernkraftwerksanlage.

Am Beispiel des Kraftwerkes Brunsbüttel (Bild 16) ist zu erkennen, dass die Verwaltungs- und Betriebsgebäude sowie die übrigen Nebengebäude keine architektonische Gestaltungsstruktur vorweisen und ohne erkennbare planerische Anbindung an die Kraftwerksblockgebäude angeordnet sind.

Durch die Einführung der Druckwasserreaktoren und den hiermit verbundenen vielfältigen Gestaltungs- und differenzierten Strukturmöglichkeiten haben auch die Verwaltungs- und Nebengebäude einen höheren Stellenwert in der Planungskonzeption der Kraftwerksanlagen erhalten.

Das Kraftwerk Obrigheim (Bild 31) zeigt diesen Veränderungsprozess in der Planungsstruktur beispielhaft für die Kraftwerke mit Druckwasserreaktoren und integriert die Verwaltungs- und Nebengebäude in die Gestaltung der Gebäude sowie in die Planungskonzeption der gesamten Kraftwerksanlage.

Als standortbedingte Besonderheit ist in diesem Zusammenhang festzustellen, dass durch die kompakte Anordnung der Gebäude im Kraftwerk Brokdorf die Büro- und Sozialgebäude unmittelbar an die nukleare Gebäudeeinheit angeschlossen und in die Gestaltungsstruktur der gesamten Kraftwerksanlage einbezogen wurden.

Auch bei den Kernkraftwerken des „Konvoi-Programms“ wurden die Verwaltungs- und Nebengebäude in die Planungskonzeptionen der Kraftwerksanlagen integriert. Hierbei ist bemerkenswert, dass beim Kraftwerk Emsland das Verwaltungsgebäude sowie das Kasinogebäude, im Gegensatz zu den übrigen Nebengebäuden wie z. B. das Sozialgebäude, außerhalb des eigentlichen Kraftwerksgeländes angeordnet wurden.

Bild 39: KKI Isar 2

In Bild 39 ist die Integration der Verwaltungs- und Nebengebäude in die Gestaltungs- und Planungskonzeption des Kraftwerkes Isar 2 zu erkennen. Im Vordergrund, dem Reaktorgebäude etwas vorgelagert, ist das Pförtnergebäude und die Kantine, auf der linken Seite ist das Büro- und Sozialgebäude und auf der rechten Seite ist das Lagergebäude sowie die Einbeziehung dieser Gebäude in das Gesamtbild der Kraftwerksanlage erkennbar.

Die Gestaltung und Integration der Verwaltungs- und Nebengebäude in die Planungskonzeption erlangte bei den Kraftwerken mit Druckwasserreaktoren und insbesondere bei den Kraftwerken des „Konvoi-Programms“ einen höheren und angemessenen Stellenwert.

3.6.7. Kühltürme

In der Bundesrepublik Deutschland haben die Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren überwiegend Kondensatorkühlungen oder eine Zellenkühlanlage und die Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren haben bis auf die Kraftwerke Unterweser und Brokdorf eine Kühlanlage mit einem Naturzug-Nasskühlturm oder wie das Kraftwerk Neckar 2 einen Hybridkühlturm.

Für die Kondensatorkühlungen wird gereinigtes Flusswasser in einem getrennten Kreislauf verwendet, sodass Fluss- und Reaktorwasser nicht miteinander in Berührung kommen können.

Bild 40: Zellenkühler GKN Neckar 1

Die Zellenkühlanlage am Beispiel des Kraftwerkes Neckar 1 (Bild 40) besteht aus einem Zellenkühler der sich aus zwei nebeneinander angeordneten Kühlturmreihen mit jeweils

17 Zellen zusammensetzt. Die Zellenkühltürme sind 18 m hoch und oben ca. 23 m und unten ca. 17 m breit.

»Auf jeder Zelle erzeugt ein Ventilator einen Luftstrom durch das herabrieselnde, fein verteilte Wasser. Dabei verdunstet ca. 1% des Wassers und entzieht die dafür notwendige Verdampfungswärme dem restlichen Kühlwasser, das sich daher abkühlt.«[95] Die Zellenkühler werden mit gereinigtem Neckarwasser betrieben und die Kondensationswärme des entspannten Dampfes in den Neckar abgegeben. Hierbei darf das in den Neckar eingeleitete Kühlwasser bei Durchlauf- und Ablaufkühlung höchstens 10 Grad wärmer als das aus dem Neckar entnommene Wasser sein und die Temperaturzunahme des Neckarwassers 3 Grad nicht übersteigen.

Die Kraftwerke mit Druckwasserreaktoren sind, wie vorerwähnt, bis auf zwei Ausnahmen mit bis zu 165 m hohen Kühltürmen ausgestattet.

»Das Kraftwerk Isar 2 verfügt über einen Naturzug-Nasskühlturm (Bild 41) mit einer Höhe von 165 m und einem Basisdurchmesser von 145 m.«[96] Das zu kühlende Wasser wird im Kühlturm auf eine Höhe von ca. 18 m gepumpt, dort auf die gesamte Fläche gleichmäßig verteilt und rieselt über Faserzementplatten nach unten in die Kühlturmtasse.

Die erwärmte und mit Wasser gesättigte Luft im Kühlturm ist leichter als die Umgebungsluft und erfährt deshalb einen natürlichen Auftrieb. Beim Aufsteigen kühlt sich der Dampf ab, so dass ein Kondensschwaden, die so genannte Kühlturmfahne, über dem Kühlturm sichtbar wird, bevor er verdunstet. Das gekühlte Wasser wird über das Sammelbecken dem Kühlsystem wieder zugeführt.

Durch diesen Schwaden wird die direkte Sonneneinstrahlung in der Umgebung nur geringfügig beeinträchtigt. »Die durchschnittliche Dauer der zusätzlichen Beschattung durch den Kondensschwaden beträgt in einem Umkreis von drei Kilometer des Kraftwerkes Isar 2 nur wenige Minuten am Tag.«[97]

---

[95] GKN-Neckar 2000, S. 17

[96] KKI-Isar 2003, S. 7

[97] KKI-Isar 1993, S. 15

Die Naturzug Nass- oder Trockenkühltürme der Kraftwerke mit Druckwasserreaktoren haben die Zellenkühlanlagen der Kraftwerke mit Siedewasserreaktoren abgelöst.

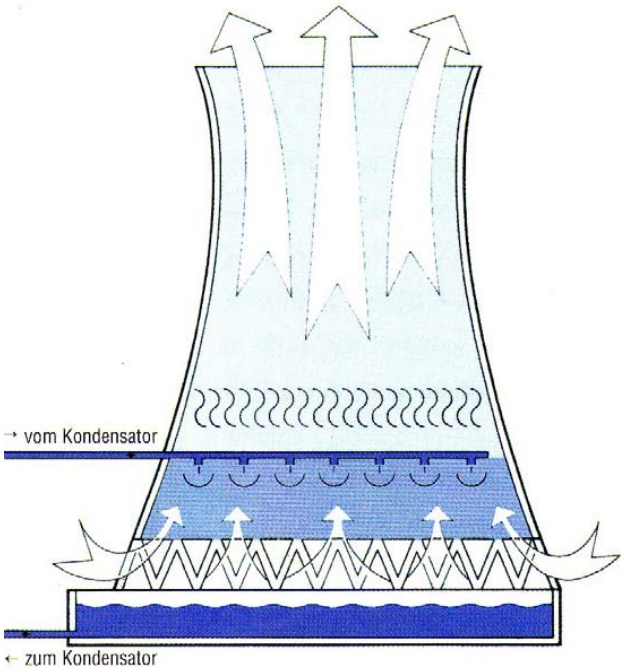


Bild 41: Schnitt Naturzug Nasskühlturm

Beim Kraftwerk Neckar 2 mussten, wie in Punkt 3.5.5 beschrieben, bei der Planung und Konzeption der Kraftwerksanlage zwei Prämissen der umliegenden Gemeinden erfüllt werden. Zum einen sollte der Kühlturm, des auf dem Gelände eines ehemaligen Steinbruchs zu errichtenden Kernkraftwerks, das umliegende Gelände in seiner Höhe nicht überragen und zum anderen der Wasserdampfausstoß den Weinanbau und insbesondere die Reben nicht belasten.

Um diesen Anforderungen zu entsprechen wurde speziell für das Kraftwerk Neckar 2 ein Kühlturm entwickelt, der so wohl als reiner Nasskühlturm oder auch als Nass- Trocken-Kühlturm betrieben werden kann. Dieser sogenannte Hybrid-Kühlturm weist weniger als ein Drittel der Höhe eines konventionellen Naturzug-Nasskühlturm auf und verfügt über einen erheblich geringeren Wasserdampfausstoß.

Das Kraftwerk Neckar 2 hat einen geschlossenen Hauptkühlkreislauf bei dem die Abwärme ganzjährig ausschließlich über den zwangsbelüfteten Hybridkühlturm abgeführt wird. »Hierdurch wird eine thermische Belastung des Neckars, abgesehen von einer vernachlässigbaren Wärmeableitung durch die Abschlämmung, vermieden.«[98]

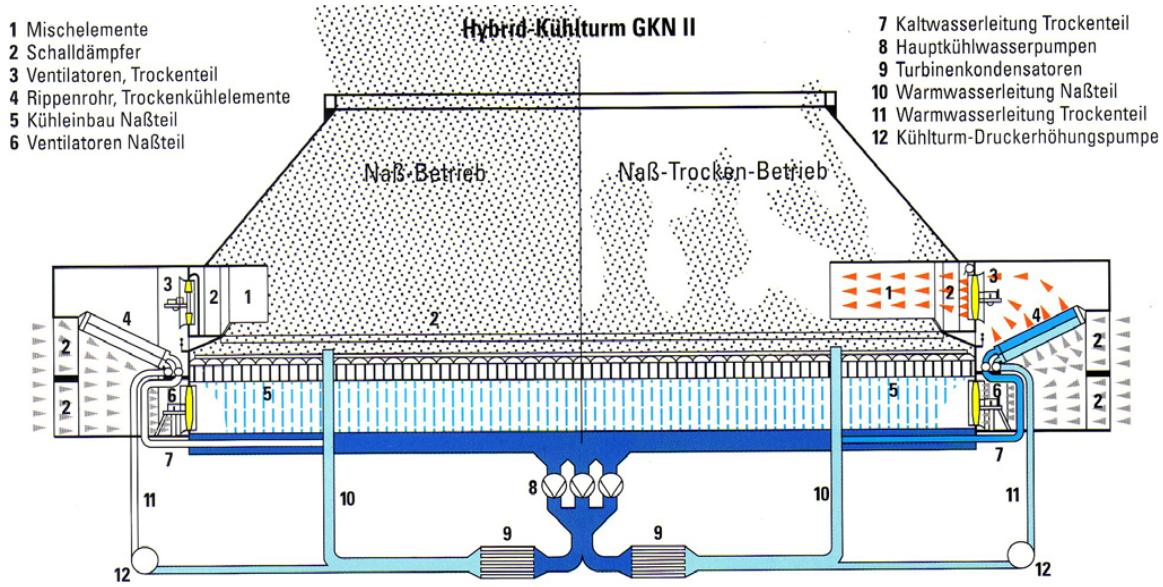


Bild 42: Schnitt Hybrid-Kühlturm GKN Neckar 2

Beim Hybrid-Kühlturm (Bild 42) wird die Abwärme über Nass- und Trockenkühlflächen an die Umgebung abgegeben. Hierbei durchströmt ein Teil des Kühlwassers zuerst die Wärmetauscher des Trockenteils und gibt einen Teil seiner Wärme an die durch die Wärmetauscher geleitete Luft ab.

Im Anschluss gelangt das gesamte Kühlwasser in den Nassteil des Kühlturms und wird dort vor Eintritt in die Kühleinbauten fein versprüht. Die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf hängt von der Temperatur und der relativen Feuchte der angesaugten Luft ab.

»Durch Mischung der wasserdampfgesättigten Luft aus dem Nassteil und der erwärmten Luft aus dem Trockenteil wird die relative Feuchte des aus dem Hybrid-Kühlturm austretenden

[98] GKN-Neckar 2000, S. 17

Gesamtluftstroms herabgesetzt «[99]und die Schwadenbildung im Gegensatz zu einem Naturzug-Nasskühlturm deutlich geringer.

»Der Hybrid-Kühlturm des Kraftwerkes Neckar 2 hat im Gegensatz zu den Naturzug-Nasskühltürmen nur eine Höhe von 51.22 m und einen Basisdurchmesser von 160 m sowie einen Mündungsdurchmesser von 73,6 m.«[100]

Bild 43: Hybrid Kühlturm GKN Neckar 2

Bedingt durch die Planungsvorgabe hat der Hybrid-Kühlturm (Bild 43) durch seine ungewöhnliche Formgebung und einzigartigen Gestaltung eine besondere Ausstrahlung und lässt hinter seiner Fassade eher eine Sportarena als einen Kühlturm vermuten.

Die Kühltürme der Kernkraftwerke sind bis auf den in seiner Konzeption und Gestaltung zukunftweisenden Hybrid-Kühlturm mit den Kühltürmen großer Kraftwerke vergleichbar.

[99] GKN-Neckar 2000, S. 17

[100] GKN-Neckar 2000, S. 19

3.6.8. Standortbezogene Besonderheiten

Das Kernkraftwerk Gundremmingen B/C muss wegen der Planungskonzeption und der zylindrischen Form der beiden Reaktorgebäude bei den standortbezogenen Besonderheiten erwähnt werden.

»Das Kraftwerk Gundremmingen besteht aus den Kraftwerksblöcken B und C die 1983 bzw. 1984 in Betrieb gingen«[101] und jeweils über einen Siedewasserreaktor verfügen. »Der bereits 1966 in Betrieb genommene und 1980 stillgelegte Block A des Kraftwerkes Gundremmingen«[102] war nach mehreren Versuchsreaktoren, wie z. B. das Versuchsatomkraftwerk Kahl, das erste kommerzielle Kernkraftwerk in Deutschland.

Von besonderer Bedeutung für die konstruktive und planerische Konzeption des Kraftwerkes Gundremmingen B/C gehören in erster Linie die Reaktorgebäude. Bei den bisherigen Kraftwerken mit Siedewasserreaktoren bestanden die Sicherheitsbehälter aus einem kugelförmigen Stahlbehälter.

Beim Kraftwerk Gundremmingen B/C wurde die übliche Form des Reaktorsicherheitsbehälters durch ein neu entwickeltes System abgelöst, bei dem der Sicherheitsbehälter durch eine zylindrische Sicherheitsumschließung aus Stahl- und Spannbeton ersetzt wurde, die zentrisch innerhalb des Reaktorgebäudes angeordnet und vom übrigen Bauwerk durch eine Fuge getrennt ist. Hierdurch entstanden zwei, nur über die Fundamentplatte verbundene, Gebäudeteile. Der innere Gebäudebereich bildet die Sicherheitsumschließung die in zwei konzentrische Gehäuse aufgeteilt ist. Der innere Teil mit dem Reaktordruckbehälter ist die Druckkammer und der ringförmige äußere Teil ist die Kondensationskammer.

»Diese neue Konzeption für das Reaktorgebäude, die sogenannte Baulinie SWR 72,«[103] wurde von der KWU und Hochtief entwickelt und in ihrem ganzen Umfang erstmals im Kraftwerk Gundremmingen B/C verwirklicht.

---

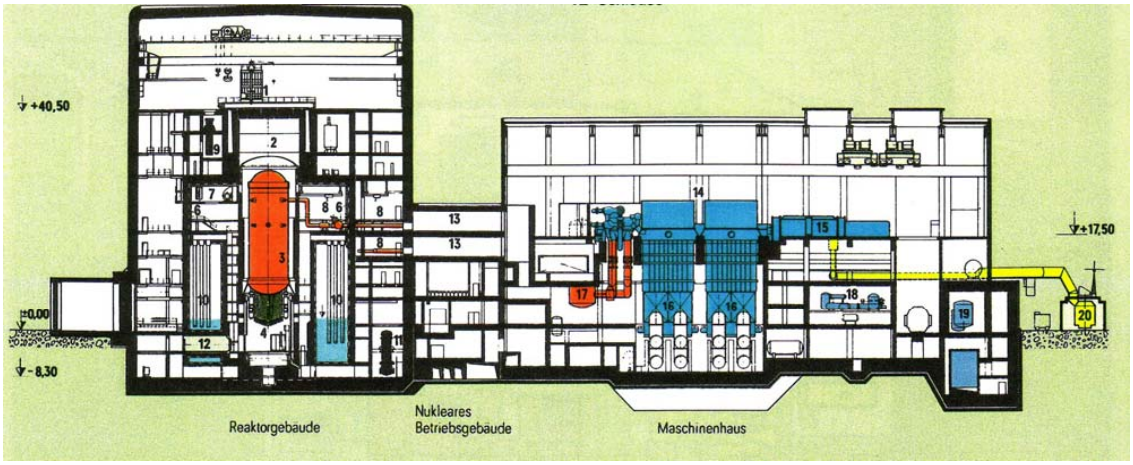
[101] KRB-Gundremmingen 1999, S. 2

[102] Siemens 1996, S. 1

[103] Martini 1985, S. 7

»Die wesentlichen Merkmale dieser Baulinie sind der zylindrische Sicherheitsbehälter aus Stahlbeton mit innen liegender Stahldichthaut in einem zylindrischen Reaktorgebäude und drei völlig voneinander unabhängige Vollbereich-Nachkühlsysteme.«[104]

Aus dem Längsschnitt in Bild 44 und dem Grundriss in Bild 45 des Kernkraftwerkes Gundremmingen B/C ist die architektonische Umsetzung der Baulinie SWR 72, mit den hieraus resultierenden neuen Gebäudeformen, im Gegensatz zu den übrigen Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland, zu erkennen.



1 Lademaschine
2 Flutraum
3 Reaktordruckbehälter
4 Steuerelementantriebe
5 Hauptkühlmittelpumpen
6 Sicherheitsumschließung
7 Umluftanlage
8 Rohrböden
9 Brennelementbeckenkühler
10 Kondensationskammer
11 Nachkühler
12 Schleuse
13 Frischdampf- und Speisewassertunnel
14 Turbine
15 Generator
16 Kondensatoren
17 Zwischenüberhitzer
18 Abgasanlage
19 Kondensatreinigungsanlage
20 Maschinentransformator
21 Speisewasserbehälter
22 HD-Vorwärmer
23 ND-Vorwärmer

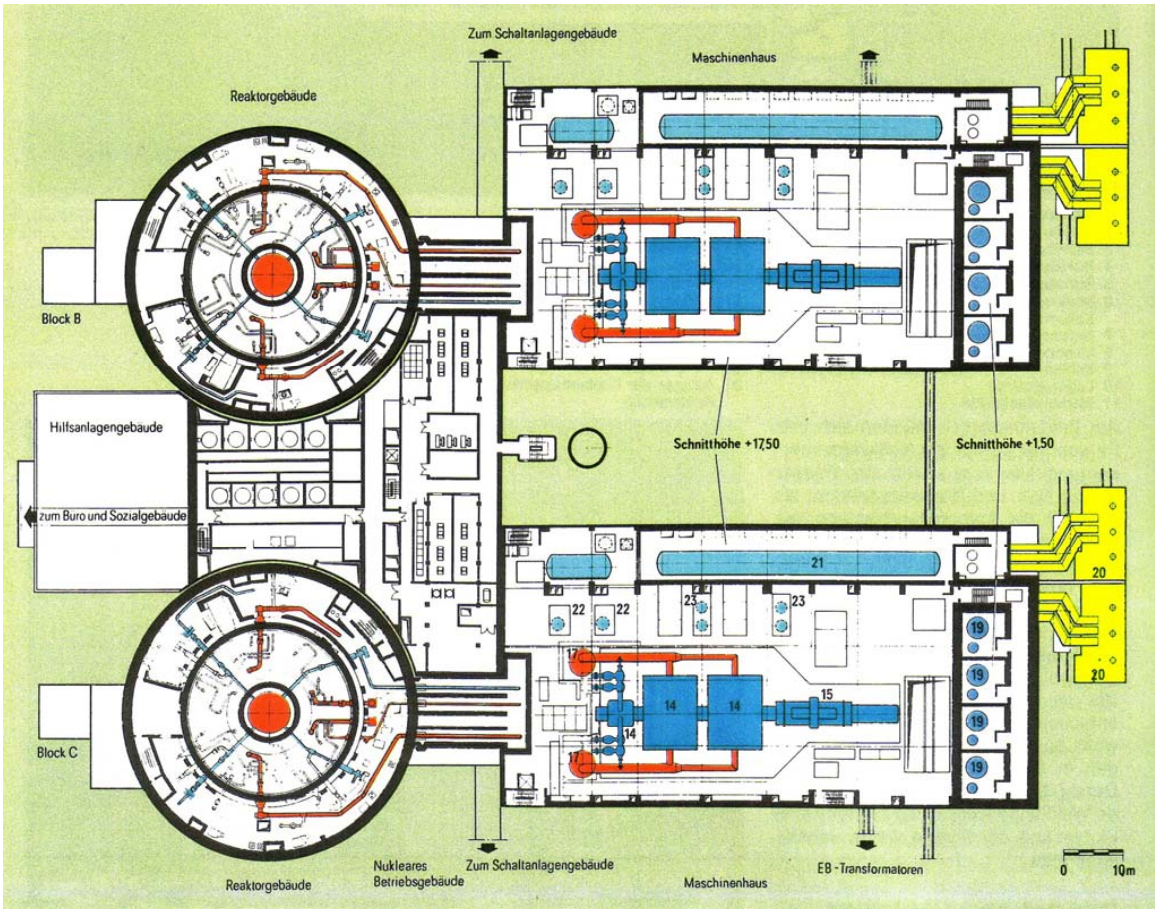
Bild 44: Längsschnitt KRB Gundremmingen B/C

Der Längsschnitt und der Grundriss des Kraftwerkes Gundremmingen B/C zeigt deutlich, dass entsprechend der Formänderung des Sicherheitsbehälters auch das Reaktorgebäude eine zylindrische Grundform erhalten hat.

Weiterhin ist zu erkennen, dass die Doppelblockanlage aus zwei spiegelbildlich angeordneten Reaktor- und Schaltanlagengebäuden sowie zwei zeichnungsgleich ausgerichteten Maschi-

[104] KRB-Gundremmingen 1999, S. 6

nenhäusern besteht. Die Reaktorgebäude und Maschinenhäuser sind durch ein Verbindungsbauwerk, bestehend aus einem gemeinsamen Reaktorhilfsanlagen- und Betriebsgebäude, verbunden und bilden die zentrale Gebäudeeinheit.



1 Lademaschine
2 Flutraum
3 Reaktordruckbehälter
4 Steuerelementantriebe
5 Hauptkühlmittelpumpen
6 Sicherheitsumschließung
7 Umluftanlage
8 Rohrböden
9 Brennelementbeckenkühler
10 Kondensationskammer
11 Nachkühler
12 Schleuse
13 Frischdampf- und Speisewassertunnel
14 Turbine
15 Generator
16 Kondensatoren
17 Zwischenüberhitzer
18 Abgasanlage
19 Kondensatreinigungsanlage
20 Maschinentransformator
21 Speisewasserbehälter
22 HD-Vorwärmer
23 ND-Vorwärmer

Bild 45: Grundriss KRB Gundremmingen B/C

Ungeachtet des ungewöhnlichen Reaktor-Konzeptes und der damit verbundenen völlig veränderten Grundform des Reaktorgebäudes ist das Kraftwerk Gundremmingen B/C nach den Kraftwerken Brunsbüttel und Krümmel, die ebenfalls über einen Siedewasserreaktor verfügen, das erste Kernkraftwerk bei dem erkennbar konstruktive Vorgaben und architektonische

Gestaltung und Formgebung zu einem entsprechenden Gesamtbild miteinander verbunden wurden.

Die beim Kraftwerk Gundremmingen B/C charakteristische und einmalige Formgebung der beiden zylindrischen Reaktorgebäude in Verbindung mit den symmetrisch vorgelagerten Maschinenhäusern sowie den beiden Naturzug-Nasskühltürmen ist in Bild 46 gut zu erkennen.

Bild 46: KRB Gundremmingen B/C

Im Gegensatz zu den Kraftwerken Brunsbüttel, Krümmel, Obrigheim, Unterweser und Brokdorf verfügt das Kraftwerk Gundremmingen B/C neben dem Abluftkamin noch über zwei Kühltürme. Mit wenigen Ausnahmen gehören die Naturzug Nass- oder Trockenkühltürme zum allgemeinen Bild von Kernraftwerken mit Druckwasserreaktoren.

Die beiden zylindrischen Reaktorgebäude des Kraftwerkes Gundremmingen B/C sind ein absolutes Novum in der baugeschichtlichen Entwicklung der Kernkraftwerke und wurden danach in keinem anderen Kraftwerk in dieser Form und zudem noch als Doppelblockanlage eingesetzt.

Das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich befindet sich zwar nicht mehr in Betrieb, wird jedoch wegen seiner besonderen planerischen Aspekte bei den standortbezogenen Besonderheiten beschrieben.

»Nach langwierigen Verhandlungen kam es am 14. Juni 2000 zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen zu einer Vereinbarung über den Betrieb und die Entsorgung der deutschen Kernkraftwerke.«[105] »Bei diesem vereinbarten Kompromiss zum Ausstieg aus der Kernenergie bis 2021«[106] wurde auch über die Zukunft des Kraftwerks Mülheim-Kärlich eine Einigung erzielt. »Der Betreiber, das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk, verzichtet auf die Wiederinbetriebnahme der seit 1988 im Konservierungsbetrieb befindlichen Anlage und erhält dafür ein Kontingent von etwas mehr als 107 Milliarden Kilowattstunden, das auf andere Anlagen zu übertragen ist.«[107]

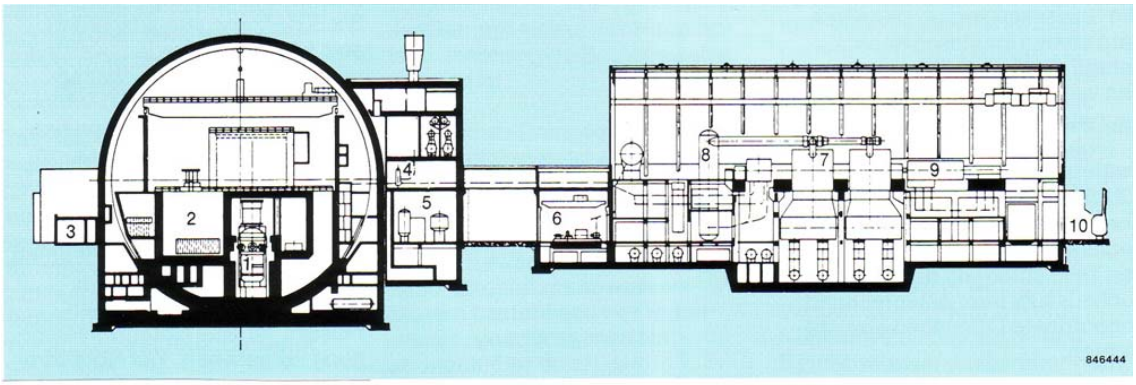


Bild 47: Längsschnitt KMK Mülheim-Kärlich

Damit kommt die wechselhafte Geschichte des Kraftwerks Mülheim-Kärlich zu einem Ende und der Prozess der Stilllegung und des Abbaus hat im Juli 2004 begonnen. »Es sollte erwähnt werden, dass der Stillstand des Kraftwerks nicht etwa wegen sicherheitstechnischer Probleme hervorgerufen wurde, sondern aufgrund einer baurechtlich nicht abgesicherten

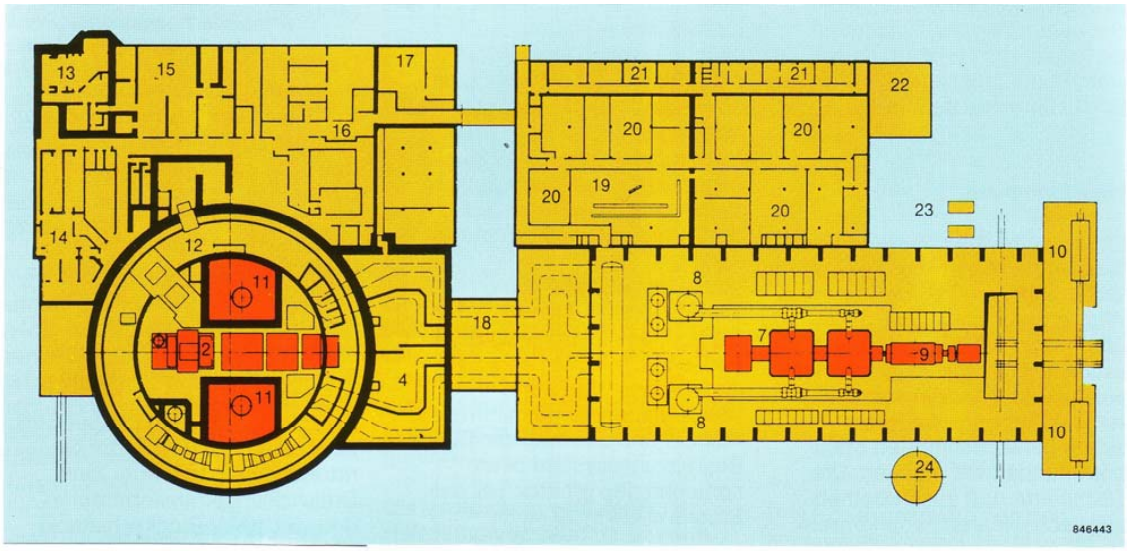
[105] Wasgindt 2004, S. 7

[106] Hoffmann 2001, S. 5

[107] KMK-Mülheim-Kärlich 2001, S. 2

Standortverlegung des Reaktorgebäudes um 70 Meter,«[108] die 1. Teilerrichtungsgenehmigung durch ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes Berlin aufgehoben wurde.

Aus dem Längsschnitt in Bild 47 und dem in Bild 48 dargestellten Grundriss des Kernkraftwerkes Mülheim-Kärlich ist die kompakte und geschlossene Kraftwerks-Blockbauweise zu erkennen.



Mülheim-Kärlich

1 Reaktordruckbehälter
2 Brennelementlagerbecken
3 Einfahrt
4 Dampferzeuger-Armaturen

5 Kondensatreinigungsanlage
6 Speisewasserpumpe
7 Turbine

8 Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer
9 Generator
10 Maschinentransformator
11 Dampferzeuger
12 Personenschleuse
13 Zuluftanlage
14 Abluftanlage
15 Labor
16 Kontrollbereichseingang
17 Konventionelle Hilfs- und Nebenanlagen

18 Rohrbrücke
19 Warte
20 Elektronikräume
21 Betriebsbüros
22 Notstromdieselgebäude
23 Eigenbedarfstransformatoren
24 Kondensatspeicher

Bild 48: Grundriss KMK Mülheim-Kärlich

»Die für die Konzeption des Kraftwerksblockes wesentlichen Vorgaben, wie Schutz gegen Einwirkungen von außen, z. B. Erdbeben, Flugzeugabsturz, klare Trennung des nuklearen vom konventionellen Bereich, kurze Verbindungswege für Rohrleitungen und Kabel, einfache Montagemöglichkeiten für schwere Komponenten«[109] wurden bei der Planung des Kraftwerks Mülheim-Kärlich in komprimierter Form umgesetzt.

[108] KMK-Mülheim-Kärlich 2001, S. 2

[109] ABB 1990, S. 6

»Aus dem Grundriss des Kraftwerkes Mülheim-Kärlich ist deutlich zu erkennen, dass durch ein Verbindungsbauwerk zwischen Reaktorgebäude und Hilfsanlagengebäude einerseits und Maschinenhaus und Schaltanlagengebäude andererseits«[110] die klar gegliederte Kraftwerks-Blockbauweise in ihrer konsequenten Rechteckform ermöglicht wurde.

Bild 49: KMK Mülheim-Kärlich

Ergänzend zum Grundriss ist aus dem Lageplan des Kraftwerkes Mülheim-Kärlich in Punkt 8.1.2 zu erkennen, dass bei der räumlichen Zuordnung des Kraftwerksblockes im Wesentlichen die vorgegebene Richtung der Energieableitung sowie die Einbindung in die öffentlichen Verkehrswege maßgebend war.

Die Anordnung, der am Rhein gelegenen beiden Nebenkühlerwasserbauwerke, erfolgte unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer Erfordernisse. Alle übrigen Bauwerke wie Verwaltungsgebäude, Kantinen- und Pförtnergebäude, Lager- und Werkstattgebäude, sind ihrer Nutzung entsprechend gestaltet und in die Gesamtanlage integriert.

Die Grundstruktur der geschlossenen Kraftwerks-Blockbauweise des Kraftwerkes Mülheim-Kärlich ist in Bild 49 in ihrer extremen Ausrichtung des Reaktorgebäudes zum Maschinenhaus sowie des Reaktorhilfsanlagengebäudes zum Schaltanlagengebäude in seiner Rechteck-

[110] ABB 1990, S. 6

form und dem hieraus entstandenen kubischen Baukörper mit dem integrierten kuppelförmigen Reaktorgebäude zu erkennen.

In seiner Planungskonzeption unterscheidet sich das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich sowohl von den Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren als auch, auf Grund der geschlossenen Kraftwerks-Blockbauweise, von den Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren und ist, auch wegen der kurzen Betriebszeit sowie seiner Kraftwerkshistorie Bestandteil der baugeschichtlichen Entwicklung der Kernkraftwerke.

Bild 50: Kraftwerksblock und Kühlturm KMK Mülheim-Kärlich

Die für das Kraftwerk Mülheim-Kärlich charakteristische Planungsstruktur mit der kubischen Gebäudeeinheit von Maschinenhaus und Schaltanlagengebäude auf der linken Seite und dem hiermit verbundenen kuppelförmigen Reaktorgebäude auf der rechten Seite sowie dem mittig platzierten Kühlturm ist Bild 50 zu erkennen.

Das Kernkraftwerk Emsland gehört neben den Kernkraftwerken Neckar 2 und Isar 2 zum „Konvoi-Programm“ und hat im Kraftwerksbau keine außergewöhnlichen Aspekte vorzuweisen, verfügt jedoch mit einem riesigen Speicherbecken zur Aufrechterhaltung des Kühlwasserkreislaufes über eine standortbezogene Besonderheit.

Kernkraftwerke benötigen wie alle Wärmekraftwerke große Kühlwassermengen, um den Dampf, nachdem er die Turbine durchströmt hat, in den Turbinenkondensatoren durch Abkühlung zu kondensieren, in Wasser umzuwandeln und dem Reaktor wieder zuzuführen. Die hierbei erzeugte Kondensationswärme wird über den Kühlturm abgeführt, wobei ca. 1,0 bis 1,5 m³ Wasser pro Sekunde verdunstet. Beim Kraftwerk Emsland erfolgt die Abkühlung und Kondensation des Dampfes durch Wasserentnahme aus der Ems.

Um die thermische Belastung der Ems möglichst gering zu halten wurde, 12 km nördlich vom Kraftwerk Emsland, in Geeste ein Speicherbecken angelegt damit der Wasserstand der Ems bei Bedarf ausgeglichen und die benötigte Kühlwassermenge immer zur Verfügung gestellt werden konnte.

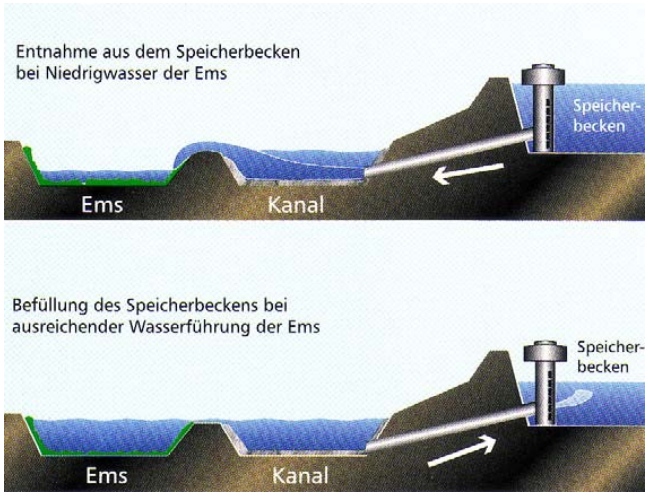


Bild 51: Entnahme und Befüllung des Speicherbeckens

»Die Entnahme und Befüllung des Speicherbeckens mit einem Fassungsvermögen von 23 Mio. m³ Wasser ist aus der schematischen Darstellung in Bild 51 zu erkennen.«[111]

[111] KKE-Emsland 2002, S. 4

Das Speicherbecken Geeste wird bei ausreichender Wasserführung der Ems vom Dortmund-Ems-Kanal aus über ein Pumpwerk gefüllt und um den Kühlwasserbedarf des Kraftwerkes Emsland zu gewährleisten kann bei Niedrigwasser der Ems die entsprechende Wassermenge über den gleichen Weg wieder zurückgeleitet werden.

Die Gesamtkapazität des Speicherbeckens ist so ausgelegt, dass auch bei anhaltender Trockenheit das Kraftwerk Emsland über Monate weiter betrieben werden kann und der Dortmund-Ems-Kanal ohne weitere Eingriffe in die Natur als große Fernwasserleitung zwischen Speicherbecken, Ems und Kraftwerk fungiert.

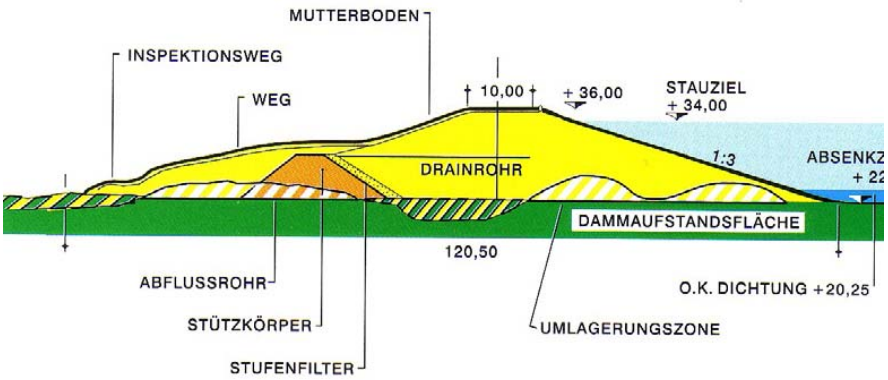


Bild 52: Speicherbecken Geeste

Aus Bild 52 ist der aufwendige Aufbau des Speicherbeckens Geeste mit den Ausmaßen eines Binnensees zu erkennen. »Um die enorme Wassermenge des Speicherbeckens mit einer Wasseroberfläche von ca. 1.8 Mio. m² sicher einzuschließen wurde ein Damm konstruiert, der am Fuß 120,5 m und in der Dammkrone 10 m breit ist.«[112]

Das Speicherbecken Geeste, an dessen Nordseite noch ein Feuchtbiotop errichtet wurde, ist so konzipiert, dass es auch zu vielfältigen Freizeitaktivitäten und Naherholungszwecken genutzt werden kann.

[112] KKE-Emsland 2002, S. 4

3.6.9. Entwicklung der Kernkraftwerksanlagen

»Das Kernkraftwerk Brunsbüttel ist nach dem stillgelegten Versuchsatomkraftwerk Kahl, sowie den ebenfalls stillgelegten Kernkraftwerken Gundremmingen A, Lingen und Würgassen, seit seiner Inbetriebnahme 1976«[113] das längste noch in Produktion stehende Kraftwerk mit einem Siedewasserreaktor und steht deshalb am Anfang der baugeschichtlichen Entwicklung der insgesamt noch 18 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke.

Beim Kraftwerk Brunsbüttel (Bild 11) ist festzustellen, dass in der Anfangsphase der kommerziellen Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland die Planungskonzeption ausschließlich auf die neue Kernkraftwerkstechnik fokussiert war und noch kein Raum für Geländegestaltung und Landschaftsintegration sowie für die architektonische Gestaltung der Gebäude zur Verfügung stand.

»Nach dem Kraftwerk Brunsbüttel ist das Kraftwerk Krümmel seit seiner Inbetriebnahme 1983«[114] das zweitlängste noch in Betrieb befindliche Kernkraftwerk mit einem Siedewasserreaktor, wenn man von den Kraftwerken Isar 1 und Philippsburg 1 absieht, »die 1977 bzw. 1979 in Betrieb gingen«[115] und jeweils zu einer Kraftwerksanlage mit einen zweiten Kraftwerksblock mit einem Druckwasserreaktor gehören.

Im Vergleich zum Kraftwerk Brunsbüttel wurde beim Kraftwerk Krümmel (Bild 30) erstmals versucht architektonische Akzente in die Planung einzubringen. Obwohl sich dies ausschließlich auf die äußere Gestaltung der dominierenden Gebäudeeinheit von Reaktorgebäude und Maschinenhaus in Form der hellen Farbgebung und der gegliederten Fassade bezieht, erkennt man die hieraus resultierende ansprechende Wahrnehmung dieses kolossalen Baukörpers.

Mit der Entwicklung und Einführung der Druckwasserreaktoren und den hieraus resultierenden entscheidenden Veränderungen im Kernkraftwerksbau wurde die Entwicklung der Kernkraftwerksanlagen grundlegend verändert.

---

[113] Siemens 1996, S. 1

[114] Koelzer 2001, S. 120

[115] Siemens 1996, S. 1

»Nach dem im November 2003 stillgelegten Kernkraftwerk Stade,«[116] ist das »Kernkraftwerk Obrigheim seit seiner Inbetriebnahme 1968,«[117] das längste noch in Betrieb befindliche Kraftwerk mit einem Druckwasserreaktor und steht somit am Beginn der Entwicklung der Kernkraftwerke, die über einen Druckwasserreaktor verfügen.

Im Vergleich zu den Kraftwerken Brunsbüttel und Krümmel, die jeweils über einen Siedewasserreaktor verfügen, zeigt das Kraftwerk Obrigheim (Bild 31) das neue Reaktorkonzept der Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren und verfügt mit dem kuppelförmigen Reaktorgebäude über ein Bauwerk, dass auch das Erscheinungsbild der nachfolgenden Kernkraftwerksanlagen mit Druckwasserreaktoren nachhaltig beeinflussen wird.

Durch die mögliche Trennung der zentralen Gebäudeeinheit in einen nuklearen- und einen konventionellen Kraftwerksbereich kann die Kernkraftwerksanlage Obrigheim als eine bedeutende Entwicklung in der Baugeschichte der Kernkraftwerke bezeichnet werden.

Bild 53: KKG Grafenrheinfeld

[116] Wasgindt 2003, S. 7

[117] KWO-Obrigheim 2003, S. 5

»Die Kernkraftwerke Unterweser (Bild 18) und Grafenrheinfeld (Bild 53), die 1978 bzw. 1981 in Betrieb gegangen sind,«[118] führen diese grundsätzlichen Veränderungen in der Planung der Kraftwerke fort und sind in Ihrer architektonischen Gestaltung sowie der Integration des angrenzenden Geländes eine Weiterentwicklung der Kernkraftwerksanlagen.

»Das Kernkraftwerk Biblis A/B verfügt über zwei Kraftwerksblöcke, die 1974 bzw. 1976 in Betrieb gingen«[119] und stellt die Entwicklung und Gestaltung von zwei Kraftwerken mit Druckwasserreaktoren auf einer Kraftwerksanlage dar (Bild 34).

Bei der Betrachtung der Entwicklung der Kernkraftwerksanlagen müssen auch die zum „Konvoi-Programm“ gehörende Kernkraftwerke Emsland, Neckar 2 und Isar 2 beschrieben werden.

»Das Kernkraftwerk Emsland (Bild 35) zählt seit seiner Inbetriebnahme 1988«[120] zu den letzten in Betrieb gegangenen Kraftwerken mit einem Druckwasserreaktor und zeigt die grundsätzlichen Veränderungen, die mit der Entwicklung und Inbetriebnahme der ersten Kraftwerke mit Druckwasserreaktoren eintraten.

Durch die architektonische Gestaltung der einzelnen Baukörper sowie die Integration der gesamten Kraftwerksanlage in die Planungskonzeption kann das Kraftwerk Emsland als Weiterentwicklung in der Baugeschichte der Kernkraftwerksanlagen bezeichnet werden.

Das Kernkraftwerk Neckar 1/2 besteht wie das vorbeschriebenen Kernkraftwerk Biblis A/B aus zwei Kraftwerksblöcken mit Druckwasserreaktoren. »Mit seiner Inbetriebnahme 1976 zählt das Kernkraftwerk Neckar 1 zu den am längsten in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken «[121].

[118] Siemens 1996, S. 1

[119] Siemens 1996, S. 1

[120] KKE-Emsland 2006, S. 5

[121] Koelzer 2001, S. 82

»Das Kernkraftwerk Neckar 2 gehört neben den Kraftwerken Emsland und Isar 2 zum „Konvoi-Programm“ und ist mit seiner Inbetriebnahme 1989 das letzte in Betrieb gegangene Kraftwerk mit einem Druckwasserreaktor.«[122]

Bei der Planung und Konzeption des Kraftwerkes Neckar 2 mussten die Vorgaben der umliegenden Gemeinden (3.6.7), berücksichtigt und das Kraftwerk Neckar 1 in die Gesamtplanung einbezogen werden.

Bild 54: GKN Neckar 1/2

Durch die, dem „Konvoi-Programm“ entsprechende architektonische Gestaltung der gesamten Kraftwerksanlage und der erstmaligen Errichtung eines Hybrid-Kühlturms, mit der damit verbundenen außergewöhnlichen Integration der umliegenden Landschaft, verkörpert das Kernkraftwerk Neckar 2 (Bild 54 u. 19) den heutigen Stand in der Entwicklung der Kernkraftwerksanlagen.

[122] Koelzer 2001, S. 82

»Das Kernkraftwerk Isar 1/2 besteht wie das Kernkraftwerk Philippsburg 1/2 aus zwei unterschiedlichen Kraftwerksblöcken mit jeweils einem Siede- und Druckwasserreaktor und die Inbetriebnahmen erfolgte 1977 bzw. 1988.«[123]

Bild 55: KKI Isar 1/2

Beim Kernkraftwerk Isar 1/2 ist hervorzuheben, das die beiden eigenständigen Kraftwerke Isar 1 und 2 durch die Planung und Gestaltung der Kraftwerksblock- und Nebengebäude ein ausgewogenes Gesamtbild der Kraftwerksanlage ergeben.

Das Kraftwerk Isar 2 (Bild 55 u. 17) entspricht den grundsätzlichen Veränderungen die mit der Entwicklung und Inbetriebnahme der ersten Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren eintraten. Durch die architektonische Gestaltung der einzelnen Gebäude und der gesamten Kraftwerksanlage sowie der Integration der näheren Umgebung, kann das Kraftwerk Isar 2 zusammen mit den Kraftwerken Emsland und Neckar 2, als vorläufiger Endstand in der Baugeschichte der Kernkraftwerksanlagen betrachtet werden.

[123] KKI-Isar 1993, S. 3

3.7. Globale Entwicklung

Bei der Entwicklung der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland spricht man bei den Versuchs- und Forschungsreaktoren wie dem Forschungsreaktor FR 2 im Forschungszentrum Karlsruhe und dem Versuchsreaktor in Garching sowie dem Versuchsatomkraftwerk Kahl am Main von den Kernkraftwerken der ersten Generation.

Die Mitte der sechziger Jahre errichteten, ersten kommerziellen Kernkraftwerke mit Siede- oder Druckwasserreaktoren, wie das Kernkraftwerk Brunsbüttel mit einem Siedewasserreaktor oder das Kernkraftwerk Obrigheim mit einem Druckwasserreaktor bis zu den Kernkraftwerken Emsland, Neckar 2 und Isar 2 des „Konvoi-Programms“ bilden die Kernkraftwerke der zweiten Generation.

Der zur Zeit in Finnland im Bau befindliche European Pressurized Reaktor wurde von einem Konsortium von deutschen und französischen Unternehmen, »zu denen Siemens, Framatome, EDF und eine Gruppe von deutschen EVU gehört, entwickelt und stellt die Dritte Generation der Kernkraftwerke dar.«[124] Der EPR Reaktor begründet eine neue Reaktorlinie mit der Zielsetzung die von Deutschland und Frankreich gemeinsam festgelegten erhöhten Sicherheitsanforderungen, die auch Bestandteil des Atomgesetzes sind, zu erfüllen.

Im Gegensatz zu den bestehenden Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren in beiden Ländern ist der EPR so ausgelegt, selbst bei extrem unwahrscheinlichen schwersten Unfällen so beherrschbar zu sein, dass die Auswirkungen eines solchen Unfalls möglichst auf die Anlage selbst beschränkt bleiben und »die radiologischen Auswirkungen in der Umgebung der Anlage so begrenzt bleiben, dass eine Evakuierung der Bevölkerung nicht erforderlich ist.«[125]

Der EPR ist so konzipiert, dass bei schweren Störfällen ein vorzeitiges Versagen des Sicherheitsbehälters verhindert wird, die mögliche Kernschmelze abgekühlt und der Druck im Sicherheitsbehälter beherrscht werden kann.

[124] Körber 2001, S. 37

[125] Koelzer 2001, S. 62

Um diesen Anforderungen zu entsprechen verfügt der EPR über einen zylinderförmigen Doppel-Sicherheitsbehälter mit einer sehr hohen Druckfestigkeit um im Unglücksfall die freigesetzte Energie aufnehmen zu können.

»Der Doppel-Sicherheitsbehälter ist so ausgelegt, dass der Innenbehälter aus Spannbeton Wasserstoff-Verpuffungen und der äußere Behälter aus Stahlbeton extremen äußeren Einwirkungen widerstehen kann.«[126]

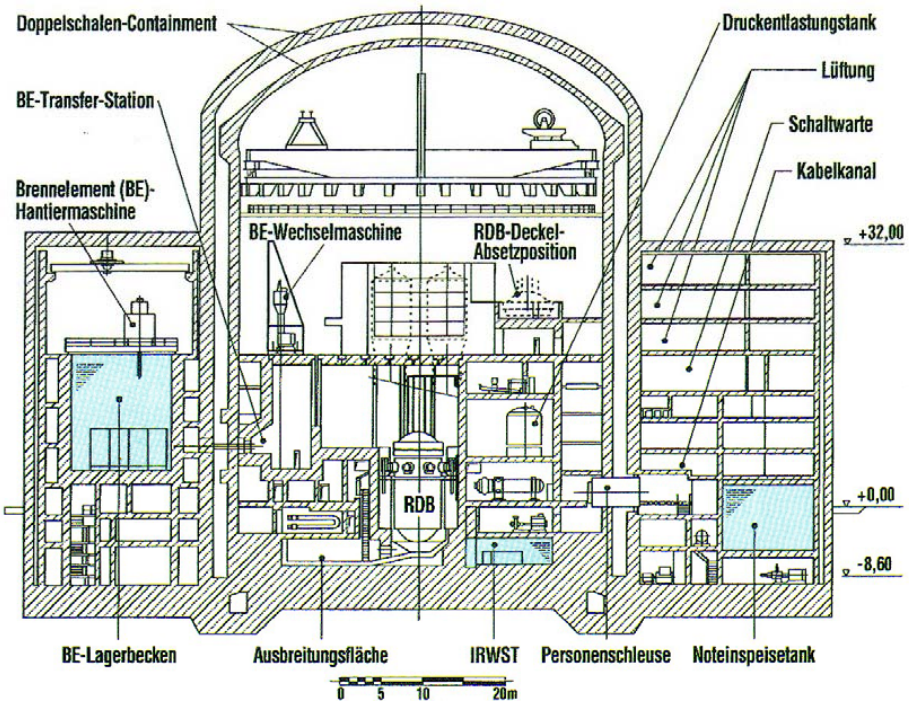


Bild 56: EPR Reaktor

Das Reaktorgebäude eines EPR Reaktors (Bild 56) hat eine Gesamthöhe von über 60 m und eine Gesamtbreite, einschließlich der beiderseitigen Gebäude für das Brennelementelagerbecken einerseits und dem Noteinspeisetank sowie der Schaltwarte andererseits, von fast 90 m. Der EPR Reaktor wird die Entwicklung der neuen Reaktorlinie der Kernkraftwerke der dritten Generation weiterführen und künftig, zumindest im europäischen Raum, einen entsprechenden Anteil zur Stromerzeugung beitragen.

[126] Körber 2001, S. 37

In der Kernforschung ist neben der üblichen Kernspaltung in den Reaktoren der heutigen Kernkraftwerke die Kernfusion eine der wichtigsten Optionen für die zukünftige Energieversorgung. Bei der Kernfusion, der Bildung eines schwereren Atomkerns aus leichteren Atomkernen werden die Bindungskräfte der Atomkerne als Energieträger genutzt.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten für einen Kernfusionsreaktor erfordern einen sehr hohen Einsatz an Personal und finanziellen Mitteln und wird in weltweiter Kooperation durchgeführt.

»Der Bau einer Forschungsanlage eines Kernfusionsreaktors ist im Rahmen des ITER Projekts von der Europäischen Union, Japan und der russischen Föderation geplant.«[127] Die Entwicklung des Kernfusionsreaktors benötigt einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten und kann mittelfristig nicht als Alternative zur Energieversorgung herangezogen werden.

Nach Angaben der Internationalen Atomenergie Organisation waren 1999 weltweit 291 Forschungsreaktoren in Betrieb und 30 im Bau oder in Planung. »In Deutschland waren im Januar 2001 vier Forschungsreaktoren sowie neun Schulungsreaktoren in Betrieb und der Forschungsreaktor FRM 2 im Bau.«[128]

»Im Jahr 2003 standen weltweit 439 Kernkraftwerksblöcke in Betrieb und 31 befanden sich im Bau, in Europa standen 217 Kernkraftwerksblöcke, davon 137 in der Europäischen Union (EU 15), in Betrieb und 13 befanden sich im Bau.«[129]

Bei der Betrachtung der Anzahl der in Betrieb stehenden und noch im Bau befindlichen Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren kann davon ausgegangen werden, dass die Kernenergie auf unbestimmte Zeit einen beachtlichen Anteil zur weltweiten Stromerzeugung beitragen wird.

[127] Körber 2001, S. 38

[128] Koelzer 2001, S. 69

[129] Philipp 2004

Die Baugeschichte der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland wurde unmittelbar durch die Entwicklung der Druckwasserreaktoren beeinflusst und dokumentiert den grundsätzlichen Veränderungsprozess in der Planungskonzeption und der architektonischen Gestaltung von den Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren zu den Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren.

Auf unbestimmte Zeit werden die Kernkraftwerksanlagen einen Bestandteil der Industrielandschaft bilden und insbesondere bei den neueren Kraftwerken, wie z. B. den Kraftwerken Neckar 2 und Isar 2 durch die Integration der näheren Umgebung in die Planung und Gestaltung der Gesamtanlage das Landschaftsbild nicht negativ beeinträchtigen.

Die weitere Entwicklung der Kernkraftwerke wird, zumindest in Europa, durch den European Pressurized Reaktor beeinflusst werden und langfristig wird die Kernforschung versuchen den Kernfusionsreaktor für die künftige Energieversorgung bereitstellen zu können.

Die Bundesrepublik Deutschland wird auch nach dem vereinbarten Ausstieg aus der Kernenergie bis zum Jahr 2021 vor allem durch die 59 Kernkraftwerke in Frankreich und den übrigen Kernkraftwerken in Europa nicht zur Kernkraftwerk freien Zone und wird sich auch danach mit der Problematik der Kernenergie auseinander setzen müssen.

4. Zusammenfassung

Die Baugeschichte der Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland begann mit der nuklearen Inbetriebnahme des ersten deutschen Kernkraftwerkes am 13.11.1960, dem Versuchsatomkraftwerk Kahl am Main.

Die ersten Kernkraftwerke waren von einer ausschließlich funktionsorientierten Planung gekennzeichnet, die jeden Anspruch auf eine architektonische Gestaltung vermissen ließen. In der weiteren Entwicklung wurde, bedingt durch die unterschiedlichen Reaktorkonzepte, die architektonische Gestaltung der Baukörper und des gesamten Kraftwerksgeländes in eine ganzheitliche Planungskonzeption integriert.

Die Reaktorgebäude sind, abgesehen von den um ein Vielfaches höheren Kühltürmen, die dominierenden Baukörper. Ihre spezifische Form zeigt unmissverständlich welche Reaktortechnik im jeweiligen Kernkraftwerk verwendet wurde.

Das Reaktorgebäude des Siedewasserreaktors (Bild 20) wirkt turmartig. Der Reaktordruckbehälter wird von einem kugelförmigen Reaktorsicherheitsbehälter umschlossen. Das Reaktorgebäude wiederum umschließt den Reaktorsicherheitsbehälter und das darüber angeordnete Brennelementelagerbecken, die Brennelementewechselmaschine und den Reaktorgebäudekran.

Die Stahlbetonkonstruktion des in seiner Grundform rechteckigen und etwa 60 m hohen Reaktorgebäudes eines Siedewasserreaktors ist so ausgelegt, dass sie den Einwirkungen von außen, wie z. B. Blitzeinschlag, Hochwasser oder Erdbeben aber auch Explosionsdruckwellen und einem Flugzeugabsturz standhält und der Strahlenabschirmung dient. Die Höhe des Reaktorgebäudes eines Siedewasserreaktors wird durch den Reaktorsicherheitsbehälter und die für die Brennelementhandhabung erforderlichen Bedienungseinrichtungen bestimmt.

Das für einen Siedewasserreaktor typische Reaktorgebäude umschließt vollkommen die notwendigen technischen Einrichtungen und wirkt auf den Betrachter wie ein großer kubischer Industriebaukörper.

Mit der Entwicklung von Druckwasserreaktoren entstand eine völlig neue und andersartige Form der Reaktorgebäude. Die Architektur der neuen Reaktorgeneration wurde nun maßgeblich von den Notwendigkeiten und Möglichkeiten die durch die Entwicklung der Druckwasserreaktoren entstanden bestimmt.

Bild 21 zeigt ein typisches Reaktorgebäude mit einem Druckwasserreaktor und der kuppelartigen Stahlbetonabdeckung der oberen Hälfte des kugelförmigen Reaktorsicherheitsbehälters. Bei einem Druckwasserreaktor wird der Reaktordruckbehälter mit seinen beiden seitlichen Dampferzeugern und, im Gegensatz zu einem Siedewasserreaktor, auch das Brennelementelagerbecken und der Reaktorgebäudekran von einem kugelförmigen Reaktorsicherheitsbehälter, mit einem Durchmesser von bis zu 56 m, umschlossen.

Das Reaktorgebäude ist in seiner unteren Hälfte zylindrisch, und passt sich in der oberen Hälfte der Kugelform des Reaktorsicherheitsbehälters an. Dabei ist die obere kuppelartige Stahlbetonabdeckung so ausgelegt, dass sie, analog der äußeren Stahlbetonkonstruktion eines Siedewasserreaktors, den Einwirkungen von außen, wie z. B. Blitzeinschlag, Hochwasser oder Erdbeben und auch Explosionsdruckwellen und einem Flugzeugabsturz standhält und zudem der Strahlenabschirmung dient.

Das Reaktorgebäude des Druckwasserreaktors ist nicht ganz so hoch wie beim Siedewasserreaktor, und unterscheidet sich mit seiner prägnanten kuppelartigen Formgebung deutlich von den Reaktorgebäuden der Siedewasserreaktoren. Im Gegensatz zu diesen eher kastenförmigen Bauten wird die technische Funktion beim Druckwasserreaktor schon am Außenbau unverwechselbar erkennbar.

Diese neuartige Form des Reaktorgebäudes wurde möglich, weil bei der Entwicklung der Druckwasserreaktoren versucht wurde, den strahlenbelasteten Bereich (Containment) auf das Reaktorgebäude zu beschränken und deshalb die für den Brennelementewechsel notwendigen Einrichtungen, wie z. B. Brennelementelagerbecken und der Reaktorgebäudekran, im entsprechend groß dimensionierten Reaktorsicherheitsbehälter untergebracht werden mussten.

Im Vergleich der Reaktorgebäude ist die unverkennbare Weiterentwicklung der Reaktortechnik, von der herkömmlichen kubischen Form des Reaktorgebäudes eines Siedewasserreaktors, zu der ungewohnt und neu wirkenden kuppelartigen Form des Reaktorgebäudes eines Druckwasserreaktors, deutlich aus den grundsätzlich unterschiedlichen Bauformen zu erkennen.

Die Anordnung der einzelnen Funktionsbereiche eines Kernkraftwerks hängt unmittelbar mit dem Kraftwerkstyp zusammen. Bauartbedingt ist bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren das Reaktorgebäude immer direkt mit dem Maschinenhaus verbunden und bildet mit diesem eine Gebäudeeinheit (Bild 22).

Im Gegensatz dazu haben Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren zwei voneinander getrennte Kühlkreisläufe. Wie bei Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktoren wird bei einem Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor im Reaktordruckbehälter durch Kernspaltung Wärme erzeugt und an das als Kühlmittel fungierende gereinigte und vollentsalzte Wasser abgegeben. Der hierbei erzeugte Dampf wird über den Sekundärkreislauf an die Turbine abgegeben und der Restdampf über den Kondensator und die Vorwärmeanlage in den Dampferzeuger zurückgeführt.

Die Trennung der beiden Kühlkreisläufe ermöglicht somit die Aufteilung der Gebäude des Kraftwerksblock in einen radioaktiv belasteten und in einen unbelasteten Teil. Auf Grund dieser Entwicklung beschränkt sich bei Kernkraftwerken mit einem Druckwasserreaktor der Kontrollbereich nur auf das Reaktorgebäude. Das Maschinenhaus kann demzufolge räumlich getrennt vom Reaktorgebäude angeordnet werden (Bild 23).

Mit der Entwicklung des Druckwasserreaktors und der hiermit verbundenen Reduzierung des Kontrollbereichs auf das Reaktorgebäude ergibt sich folglich ein vollkommen anderes Bild der Kernkraftwerksanlage.

Die vorbeschriebenen gravierenden Veränderungen in der Planungsstruktur sind aus der Perspektive in Bild 24 des Kernkraftwerkes Isar 2, welches ein typisches Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor darstellt, deutlich zu erkennen.

Mit der Entwicklung und Einführung der sich allgemein durchsetzenden Technik der Druckwasserreaktoren und den hieraus resultierenden entscheidenden Veränderungen entstanden im Kernkraftwerksbau zwei in Technik und vor allem in der Gestaltung der Baukörper völlig unterschiedliche Bautypen.

Im Vergleich der einzelnen Kernkraftwerke ist festzustellen, dass sich bei den ersten Kernkraftwerken die Planungskonzeptionen überwiegend auf die Kraftwerksblockgebäude beschränkten und bei den nachfolgenden Kraftwerken, insbesondere bei den Kraftwerken des „Konvoi Programms“, die gesamte Kraftwerksanlage und das umliegende Gelände in die Planung integriert wurde.

Die Architektur der ersten Kernkraftwerke mit Siedewasserreaktoren war von einer rein nutzungsorientierten Planung gekennzeichnet, die keinen Raum für architektonische Gestaltung oder eine übergreifende Integration der einzelnen Gebäude in die Kraftwerksanlage zuließ.

Ein charakteristisches Beispiel hierfür ist das Kernkraftwerk Brunsbüttel, welches durch einen riesigen, kubisch geformten und abweisend wirkenden Baukörper umgeben ist. Der alles dominierende braune Baukörper wirkt erdrückend und fast bedrohlich.

Mit der Entwicklung und Einführung der Druckwasserreaktoren hat die architektonische Gestaltung und Formgebung vielfältige Strukturmöglichkeiten und einen höheren Stellenwert in der Planung der Kernkraftwerksanlagen erhalten.

Durch diesen Veränderungsprozess entwickelte sich die architektonische Gestaltung der einzelnen Baukörper und des Kraftwerksgeländes sowie die behutsame Integration der näheren Umgebung, um negative Auswirkungen auf das Schutzgut Landschaftsbild zu verhindern. Diese technischen und gestalterischen Weiterentwicklungen führten zum heutigen durchaus ansprechenden Gesamtbild der Kernkraftwerksanlagen.

Die Kernkraftwerke Emsland, Neckar 2 und Isar 2 des „Konvoi-Programms“ verkörpern den höchsten Stand in der Entwicklung und Gestaltung der Kernkraftwerke mit Druckwasserreaktoren und werden in Verbindung mit ihren Sicherheitsstandards weltweit als vorbildlich erachtet.

5. Abkürzungen

GKN	Kernkraftwerk Neckar 1/2
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKE	Kernkraftwerk Emsland
KKG	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
KKI	Kernkraftwerk Isar 1/2
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg 1/2
KKU	Kernkraftwerk Unterweser
KMK	Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich
KRB	Kernkraftwerk Gundremmingen B/C
KWB	Kernkraftwerk Biblis A/B
KWG	Kernkraftwerk Grohnde
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim

AGR	Advanced Gas-Cooled Reaktor
AtG	Atomgesetz
AtW	Atomwirtschaft
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BWR	Boiling Water Reactor
CANDU	Kanadischer, schwerwassermoderierter Druckröhren-Natururanreaktor
CASTOR	Cask for storage and transport of radioaktive material
CEA	Commissariat a I´Energie Atomique
Core	Spaltzone eines Kernreaktors
DAtF	Deutsches Atomforum
DWR	Druckwasserreaktor
ECCS	Emergency Core Cooling System
ENS	European Nuclear Society
EPR	European Pressurized Reactor
ERAM	Endlager für radioaktive Abfälle Morsleben

FBR	Fast Breeder Reactor
FMBR	Forschungs- und Messreaktor Braunschweig
FR2	Forschungsreaktor Karlsruhe
FRG-1	Forschungsreaktor Geesthacht
FRH	Forschungsreaktor Hannover
FRJ-2	Forschungsreaktor Jülich
FRM	Forschungsreaktor
FRM	Forschungsreaktor München
FRMZ	Forschungsreaktor Mainz
FS	Fachverband für Strahlenschutz
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwaltung in Schiffbau und Schifffahrt
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit
GSI	Gesellschaft für Schwerionenforschung
HAW	High Active Waste
HDR	Heißdampfreaktor
HFR	Hochflussreaktor
HTR	Hochtemperaturreaktor
IAEA	International Atomic Agency, Wien
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation
ICRP	International Commission on Radiological Protection
ICRU	International Commission on Radiological Units and Measurements
IK	Informationskreis Kernenergie
INES	International Nuclear Event Scale
INIS	International Nuclear Information System der IAEO
IRPA	International Radiaton Protection Association
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor
JET	Joint European Torus
KFÜ	Kernrektor-Fernüberwachungssystem
KHG	Kerntechnische Hilfsdienst
KKW	Kernkraftwerk
KMV	Kühlmittelverlust
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
KTG	Kerntechnische Gesellschaft
LET	Linear Energie Transfer
LOW	Low Active Waste
LWR	Leichtwasserreaktor

MAW	Medium Active Waste
MTR	Materials Testing Reactor
MZFR	Mehrzweckforschungsreaktor
NEA	Nuclear Energie Agency
NPT	Non-Proliveration Treaty
NRC	Nuclear Regulatory Commission, Rockville, Maryland
NSSS	Nuclear Steam Supply System
NV	Nichtverbreitungsvertrag
PHWR	Pressurized Heavy Water Reaktor
PWR	Pressurized Water Reaktor
RBMK	Russischer, grafitmoderierter Siedewasser-Druckröhrenreaktor
RDB	Reaktordruckbehälter
RSB	Reaktorsicherheitsbehälter
SSK	Strahlenschutzkommission
SVA	Schweizerische Vereinigung für Atomenergie
SWR	Siedewasserreaktor
VAK	Versuchsatomkraftwerk
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
WAA	Wiederaufbereitungsanlage
WAK	Wiederaufbereitungsanlage Karlsruhe

6. Literaturverzeichnis

Breitwieser, W.; Martin, A.; Wegmann, A.: Das Inbetriebnahmeprogramm des KWO. In: Das Kernkraftwerk Obrigheim. Sonderdruck aus Atomwirtschaft. Jhrg. 13, Nr. 12. Dezember 1968, S. 20.

Brockmeier, U: Die Entwicklung des deutschen Kraftwerksparks im liberalisierten Markt. In: atw. International Journal for Nuclear Power 2004, S. 308, 309 u. 310.

Deublein, O.: Entstehung und Bedeutung des Kernkraftwerkes Lingen. In: Atomwirtschaft Jhrg. 13, 1968, S. 138.

Dieterich, L.: Der Bauentscheid für das Kernkraftwerk Biblis. In: Atomwirtschaft, August/September 1974, S. 406.

Dilcher, H.; Goepel, R.: Projektierung des Kernkraftwerkes Obrigheim. In: Siemens DWR im KWO Obrigheim. Sonderdruck aus Atom und Strom. Jhrg. 13, Nr. 12 Dez. 1967, S. 67 bis 73.

Dobrinski, Paul; Krakau, Gunter; Vogel, Anselm: Physik für Ingenieure. 9. Auflage. Teubner, Stuttgart 1996, S. 574 u. 584.

Domke, Wilhelm: Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung. 10. Auflage. Cornelsen, Berlin 1994, S. 280-281.

Dorner, H.; Schabert, H. P.: Die Hauptkomponenten des Kernkraftwerkes Obrigheim. In: Siemens DWR im KWO Obrigheim. Sonderdruck aus Atom und Strom. Jhrg. 13, Nr. 12, Dez. 1967 S. 18.

Dymke, Norbert; Junkert, Arthur; Vlcek, Gabriele: Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Strahlung und Strahlenschutz. 2. Auflage. Salzgitter 1999.

Erdmann, Wolfgang: Die bautechnische Verwirklichung des Konvoi Programms. In: VEW (Hrsg.): VGB Kraftwerkstechnik. Dortmund 1986, Heft 11, S. 3, 4 u. 5.

Frühauf, H.; Lepie, G.: Aufbau der Gesamtanlage des Kernkraftwerkes Biblis. In: Atomwirtschaft, August/September 1974, S. 408, 409 u. 410.

GKN-Neckar: Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar (Hrsg.): Strom aus Neckarwestheim-die Technik. Neckarwestheim 2000, S. 9-19 u. 94-102.

GKN-Neckar: Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar (Hrsg.): Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente. Neckarwestheim 2001, S. 4-10 u. 29- 31.

GKN-Neckar: Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar (Hrsg.): Strom aus Neckarwestheim. Neckarwestheim 2002, S. 4, 5 u. 10.

GKN-Neckar: Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar (Hrsg.): Sicherheit für uns alle. Neckarwestheim 2003, S. 3-8.

Haußmann, H.; Gaßner, K. H.; Frisch, J.; Kuhne, H.: Das Kernkraftwerk Gundremmingen B/C. Anlagenbeschreibung und Bauerfahrung. In: Atomwirtschaft, Dezember 1984, S. 617-626.

Hoffmann, Joachim; Kuczera, Bernhard: Forschungszentrum Karlsruhe (Hrsg.): Radioaktivität und Kernenergie. Karlsruhe 2001, S. 5 u. 192.

Hoffmann, Joachim: Forschungszentrum Karlsruhe (Hrsg.): Nachrichten. Nukleare Sicherheitsforschung. Karlsruhe 2004, S. 59 u. 60.

Jodidio, Philip: Einleitung, Architektur im Dialog mit Ökologie, Mode, Politik und Kunst. In: Architecture Now. Taschen, Köln 2001, S. 20-31.

KBR-Brokdorf: Kernkraftwerk Brokdorf (Hrsg.): Kernkraftwerk Brokdorf. Kurzbeschreibung Standort und Kraftwerksanlage. Brockdorf 1985, S. 4, 8, 9 u. 10.

KBR-Brokdorf: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Kurzbeschreibung Zwischenlager Kernkraftwerk Brokdorf. Hannover 2000, S. 7, 8 u. 9.

KBR-Brokdorf: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Kernkraftwerk Brokdorf. Kompromisslose Sicherheit. Hannover 2001, S. 4.

Keller, W.: Neue Wege bei Planung und Begutachtung von Kernkraftwerken. In: VEW (Hrsg): VGB Kraftwerkstechnik. Dortmund 1980, Heft 6, S. 417-422.

KKB-Brunsbüttel: Kernkraftwerk Brunsbüttel (Hrsg.): Kernkraftwerk Brunsbüttel. Strom für unsere Zivilisation. Brunsbüttel 1998, S. 4 u. 5.

KKB-Brunsbüttel: Kernkraftwerk Brunsbüttel (Hrsg.): Kurzbeschreibung des Standortzwischenlagers Brunsbüttel. Brunsbüttel 2001, S. 6, 7 u. 8.

KKE-Emsland: Kernkraftwerk Emsland (Hrsg.): Speicherbecken Geeste. Nicht nur ein Wasserreservoir. Sondern auch ein Wasser- und Naturschutzrevier. Lingen 2002, S. 4.
KKE-Emsland: Kernkraftwerk Emsland (Hrsg.): Technische Auslegungsdaten Kernkraftwerk Emsland. Lingen 2003, S. 1.
KKE-Emsland: Kernkraftwerk Emsland (Hrsg.): Merkheft Kernkraftwerk Emsland. Lingen 2004, S. 4, 5, 60 u. 61.
KKE-Emsland: Kernkraftwerk Emsland (Hrsg.): Ein Kurzporträt. Kraftwerke Lingen. RWE Power. Lingen 2006, S. 5.
KKG-Grafenrheinfeld: Kraftwerk Union (Hrsg.): Grafenrheinfeld Nuclear Power Plant. Mülheim an der Ruhr 1986, S. 2-4.
KKG-Grafenrheinfeld: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Kernkraftwerk Grafenrheinfeld. Kompromisslose Sicherheit. Hannover 2000, S. 4.
KKG-Grafenrheinfeld: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Kurzbeschreibung Brennelementbehälterlager Grafenrheinfeld. Hannover 2001, S. 5, 7 u. 8.
KKI-Isar: Kernkraftwerke Isar (Hrsg.): Kernkraftwerke Isar. Kernenergie ist Zukunftsenergie. München 1993, S. 3, 14, 15, 20, 21 u. 24.
KKI-Isar: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Kurzbeschreibung Brennelementbehälterlager Isar. Hannover 2001, S. 7, 8, 9, 10 u. 11.
KKI-Isar: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Kernkraftwerk Isar. Kompromisslose Sicherheit. Hannover 2003, S. 2, 6 u. 7.
KKK-Krümmel: Kraftwerk Union (Hrsg.): Kurzbeschreibung Kernkraftwerk Krümmel. Erlangen 1981, S. 15.
KKK-Krümmel: Kernkraftwerk Krümmel (Hrsg.): Kernkraftwerk Krümmel. Strom für unsere Zivilisation. Krümmel 1998, S. 4 u. 5.
KKP-Philippsburg: EnBW Kraftwerke (Hrsg.): Kernkraftwerk Philippsburg. Standort bis Energieträger im Vergleich. Philippsburg 2001, S. 2
KKP-Philippsburg: EnBW Kraftwerke (Hrsg.): Standortzwischenlager Kernkraftwerk Philippsburg. Philippsburg 2004, S. 2 u. 3.
KKS-Stade: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Vom Kernkraftwerk zur grünen Wiese / Stilllegung und Rückbau des Kernkraftwerkes Stade. Hannover 2002, S. 3, 9 und 10.
KKU-Unterweser: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Kernkraftwerk Unterweser. Kompromisslose Sicherheit. Hannover 2000, S. 4.
KKU-Unterweser: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Kurzbeschreibung Zwischenlager Kernkraftwerk Unterweser. Hannover 2001, S. 5, 7, 8 u. 9.
KKU-Unterweser: E.ON Kernkraft (Hrsg.): 25 Jahre Kernkraftwerk Unterweser. Die Kraft an der Weser. Hannover 2003, S. 3, 14 u. 15.
KMK-Mülheim-Kärlich: ABB Kraftwerke (Hrsg.): Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich. Mannheim 1990, S.6, 30 u. 31.
KMK-Mülheim-Kärlich: RWE Power (Hrsg.): Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerkes Mülheim-Kärlich. Essen 2001, S. 2.
KMK-Mülheim-Kärlich: RWE Power (Hrsg.): Stilllegung und Abbau. Rückbauarbeiten im KKW Mülheim-Kärlich haben begonnen. Essen 2004, S. 2 u. 3.
Koch, Wilfried: Baustilkunde. Das Standardwerk zur europäischen Baukunst. 21. Auflage. Bertelsmann, Gütersloh 1998, S. 463.
Koelzer, Winfried: Forschungszentrum Karlsruhe (Hrsg.): Lexikon zur Kernenergie. Karlsruhe 2001, S. 29, 30, 43, 62, 69, 82, 112, 113, 116, 120, 128, 150 u. 227.
Körber, Helmut; Koelzer, Winfried; Viehl, Eckart: Informationskreis Kernenergie (Hrsg.): Kernenergie – Der Nutzen der Kernkraft. 5. Auflage, Bonn 2001, S. 37 u. 38.
KRB-Gundremmingen: Siemens (Hrsg.): Kernkraftwerke Gundremmingen B und C. Power for Generations. Erlangen 1999, S. 2, 4, 5, 6 u. 22.
KRB-Gundremmingen: Kernkraftwerk Gundremmingen (Hrsg.): Kernkraftwerke Gundremmingen. Strom Lebensader unserer Zivilisation bis Zufahrtswege. Gundremmingen 2001, S. 14, 20 u. 21.
Krieger, P.: Das Konvoi-Konzept für Kernkraftwerke. In: VEW (Hrsg.): VGB Konferenz: Bautechnik in Wärmekraftwerken. Dortmund 1982.

Kuczera, Bernhard; Schnitzer, Tassilo: Forschungszentrum Karlsruhe (Hrsg.): Sichere und umweltverträgliche Nutzung der Kernenergie. Karlsruhe 1996, S. 6-15.
KWB-Biblis: RWE Power (Hrsg.): Ein neues Standortzwischenlager auf dem Gelände des Kraftwerks Biblis. Essen 2002, S. 2-4.
KWB-Biblis: RWE Power (Hrsg.): Kraftwerk Biblis. Ein Kurzporträt. Von RWE Power bis Technische Daten. Essen 2004, S. 4-9 u. 14.
KWG-Grohnde: Kernkraftwerk Grohnde (Hrsg.): Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde. Standort und Kurzchronik. Grohnde 1995, S. 2 u. 3.
KWG-Grohnde: E.ON Kernkraft (Hrsg.): Grohnde. Profil des Gemeinschaftskernkraftwerkes. Hannover 2004, S. 10.
KWO-Obrigheim: Kernkraftwerk Obrigheim (Hrsg.): Kernkraftwerk Obrigheim. Obrigheim 1969, S. 4 bis 8, 68, 98 u. 99.
KWO-Obrigheim: Kernkraftwerk Obrigheim (Hrsg.): Dreißig Jahre sichere, saubere und zuverlässige Stromerzeugung im Kernkraftwerk Obrigheim. Obrigheim 1999, S. 19.
KWO-Obrigheim: Kernkraftwerk Obrigheim (Hrsg.): Wir über uns. Wie alles begann bis die Unternehmensziele nach dem politischen Stilllegungsbeschluss. Obrigheim 2003, S. 5 u. 21.
Lepie, G.; Martin, A.: Aufbau der Gesamtanlage KWO. In: Das Kernkraftwerk Obrigheim. Sonderdruck aus Atomwirtschaft. Jhrg. 13, Nr. 12. Dezember 1968, S. 4.
Martini, Karl-Heinz; Haselwander, Bernhard; Karle, Manfred: KRB-Gundremmingen. In: Hochtief Nachrichten 1/85. Essen 1985, S.4, 7, 8, 9, 17 u. 18.
Müller, Wolfgang: Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland. Anfänge und Weichenstellungen. Band 1. Schäffer, Stuttgart 1990, S. 1-3 u. Tab. 3.1.
Müller, Wolfgang: Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland. Auf der Suche nach dem Erfolg – Die Sechziger Jahre. Band 2. Schäffer, Stuttgart 1996 S. 1-5.
Müller, Wolfgang: Geschichte der Kernenergie in der DDR. Kernforschung und Kerntechnik im Schatten des Sozialismus. Band 3. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2001, S. 1, 128 u. Tab. 2
Philipp, Liane; Wilson, Christian: Deutsches Atomforum (Hrsg.): Kernenergie-Bilanz 2003. Inforum, Berlin 2003.
Philipp, Liane; Wilson, Christian: Deutsches Atomforum (Hrsg.): Kernenergie-Aktuell 2004. Inforum, Berlin 2004.
Schwarz, Otto; Ebeling, Friedrich-Wolfhard (Hrsg.): Kunststoffkunde. Aufbau Eigenschaften Verarbeitung Anwendungen. 7. Auflage. Vogel, Würzburg 2002, S. 231-234.
Seidel, Jürgen: Strom aus Kernkraft. In: Informationszentrale der Elektrizitätswirtschaft (Hrsg.): Strombasiswissen. Frankfurt am Main 1994, S. 2-6.
Shepherd, John: Review. World Nuclear Year 2003. The World's nuclear news agency. Bern 2003, S. 19 u. 35.
Siemens. Bereich Energieerzeugung (Hrsg.): Kernkraftwerke. Referenzen. Stand 01.06.1996. Erlangen 1996, S. 1.
Thiel-Siling, Sabine (Hrsg.): Vorwort, in: Architektur. Das 20. Jahrhundert in chronologischer Folge. Prestel, München 1998, S. 9.
Volkmer, Martin; Krause, Norbert; Toth, Holger: Informationskreis Kernenergie (Hrsg.): Kernenergie Basiswissen. Bonn 1994, S. 29-33, 41 u. 75.
Volkmer, Martin; Koelzer, Winfried, Wasgindt, Volker: Informationskreis Kernenergie (Hrsg.): Kernenergie Basiswissen. Berlin 2002, S. 23, 35, 40, 51 u. 61.
Volkmer, Martin; Koelzer, Winfried; Wasgindt, Volker: Informationskreis Kernenergie (Hrsg.): Radioaktivität und Strahlenschutz. Berlin 2003, S. 78 u. 79.
Wasgindt, Volker; Weßelmann, Christopher: Deutsches Atomforum (Hrsg.): Kernenergie in Deutschland. Jahresbericht 2003. Berlin 2003, S. 7, 54, 58, 62 u. 77.
Wasgindt, Volker; Viehl, Eckart: Informationskreis Kernenergie (Hrsg.): Die Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland. Berlin 2004, S. 7.

7. Abbildungsverzeichnis

Bild Nr: Titel *Quelle*

Bild 1: Modell eines Uran Atoms - *Siemens/KWU* 7
Bild 2: Modell eines Uran Isotop U-235 - *Siemens/KWU* 8
Bild 3: Darstellung einer Kernspaltung - *Siemens/KWU* 9
Bild 4: Siedewasserreaktor - *E.ON Kernkraft* 11
Bild 5: Druckwasserreaktor - *E.ON Kernkraft* 12
Bild 6: Sicherheitsbarrieren - *E.ON Kernkraft* 14
Bild 7: Fail-Safe-System - *E.ON Kernkraft* 16
Bild 8: Standorte der 18 in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke - *Deutsches Atomforum* 23
Bild 9: RSB-Einspannstelle - *Zeichnung: Dipl. Ing. A. Riester* 28
Bild 10: Sicherungszaunanlage - *KKI Isar* 33
Bild 11: KKB Brunsbüttel - *KKB Brunsbüttel* 36
Bild 12: KKI Isar 1/2 - *E.ON Kernkraft* 38
Bild 13: KKU Unterweser - *E.ON Kernkraft* 39
Bild 14: GKN Neckar 1/2 - *GKN Neckar* 41
Bild 15: Lageplanskizze KKW mit Siedewasserreaktor - *Skizze: Dipl. Ing. A. Riester* 43
Bild 16: Lageplanskizze KKW mit Druckwasserreaktor - *Skizze: Dipl. Ing. A. Riester* 45
Bild 17: Lageplanskizze KRB Gundremmingen B/C - *Skizze: Dipl. Ing. A. Riester* 48
Bild 18: Lageplanskizze KWB Biblis A/B - *Skizze: Dipl. Ing. A. Riester* 50
Bild 19: Lageplanskizze KKI Isar - *Skizze: Dipl. Ing. A. Riester* 52
Bild 20: Reaktorgebäude eines Siedewasserreaktors - *Skizze: Dipl. Ing. A. Riester* 54
Bild 21: Reaktorgebäude eines Druckwasserreaktors - *Skizze: Dipl. Ing. A. Riester* 56
Bild 22: Kernkraftwerk mit einem Siedewasserreaktor - *KKI Isar* 58
Bild 23: Kontrollbereiche Siede- und Druckwasserreaktor - *Skizze: Dipl. Ing. A. Riester* 60
Bild 24: Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor - *KKI Isar* 62
Bild 25: Perspektive KKK Krümmel - *KKK Krümmel* 63
Bild 26: Perspektive KWO Obrigheim - *Siemens* 65
Bild 27: Perspektive KBR Brokdorf - *KBR Brokdorf* 67
Bild 28: KBR Brokdorf - *E.ON Kernkraft* 68
Bild 29: KKI Isar 1/2 - *E.ON Kernkraft* 69
Bild 30: KKK Krümmel - *KKK Krümmel* 71
Bild 31: KWO Obrigheim - *KWO Obrigheim* 72
Bild 32: KWG Grohnde - *E.ON Kernkraft* 74
Bild 33: Perspektive KWB Biblis A/B - *RWE Power* 75
Bild 34: KWB Bibis A/B - *KWB Biblis* 76
Bild 35: KKE Emsland - *KKE Emsland* 77
Bild 36: KKP Philippsburg 1/2 - *EnBW Kraftwerke* 79
Bild 37: Längsschnitt KKP Philippsburg 1 - *EnBW Kraftwerke* 81
Bild 38: Längsschnitt KKP Philippsburg 2 - *EnBW Kraftwerke* 82
Bild 39: KKI Isar 2 - *E.ON Kernkraft* 84
Bild 40: Zellenkühler GKN Neckar 1 - *GKN Neckar* 85
Bild 41: Schnitt Naturzug Nasskühlturm - *KRB Gundremmingen* 87
Bild 42: Schnitt Hybrid-Kühlturm GKN Neckar 2 - *GKN Neckar* 88
Bild 43: Hybrid Kühlturm GKN Neckar 2 - *GKN Neckar* 89
Bild 44: Längsschnitt KRB Gundremmingen B/C - *KRB Gundremmingen* 91
Bild 45: Grundriss KRB Gundremmingen B/C - *KRB Gundremmingen* 92
Bild 46: KRB Gundremmingen B/C - *KRB Gundremmingen* 93

Bild 47: Längsschnitt KMK Mülheim-Kärlich - *ABB Kraftwerke* 94
Bild 48: Grundriss KMK Mülheim-Kärlich - *ABB Kraftwerke* 95
Bild 49: KMK Mülheim-Kärlich - *RWE Power* 96
Bild 50: Kraftwerksblock und Kühlturm KMK Mülheim-Kärlich - *RWE Power* 97
Bild 51: Entnahme und Befüllung des Speicherbeckens - *KKE Emsland* 98
Bild 52: Speicherbecken Geeste - *KKE Emsland* 99
Bild 53: KKG Grafenrheinfeld - *KKG Grafenrheinfeld* 101
Bild 54: GKN Neckar 1/2 - *GKN Neckar* 103
Bild 55: KKI Isar 1/2 - *E.ON Kernkraft* 104
Bild 56: EPR Reaktor - *Forschungszentrum Karlsruhe* 106
Bild 57: Lageplan KMK Mülheim-Kärlich - *ABB Kraftwerke* 122
Bild 58: Lageplan KKB Brunsbüttel - *KKB Brunsbüttel* 125
Bild 59: Lageplan KKK Krümmel - *KKK Krümmel* 129
Bild 60: Lageplan KRB Gundremmingen B/C - *Siemens* 133
Bild 61: Lageplan KWO Obrigheim - *Siemens* 136
Bild 62: Lageplan KKU Unterweser - *E.ON Kernkraft* 140
Bild 63: Lageplan KKG Grafenrheinfeld - *KKG Grafenrheinfeld* 143
Bild 64: Lageplan KWG Grohnde - *KWG Grohnde* 146
Bild 65: Lageplan KBR Brokdorf - *E.ON Kernkraft* 150
Bild 66: Lageplan KKP Philippsburg 1/2 - *EnBW Kraftwerke* 153
Bild 67: Lageplan KWB Biblis - *RWE Power* 157
Bild 68: Lageplan KKE Emsland - *KKE Emsland* 161
Bild 69: Lageplan GKN Neckar 1/2 - *GKN Neckar* 166
Bild 70: Lageplan KKI Isar 1/2 - *KKI Isar* 171

8. Katalog der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke

8.1. KMK Mülheim-Kärlich

8.1.1. Geografische Lage

»Das Kernkraftwerk liegt in der Gemarkung Mülheim-Kärlich am linken Rheinufer bei Stromkilometer 605 im Landkreis Mayen-Koblenz in Rheinland-Pfalz.«[130]

Die Umgebung des Standortes, das Neuwieder Becken, ist in einem Umkreis von ca. 6 km eben. Im Westen schließen sich die Ausläufer der Eifel an und im Norden und Osten beginnen die ersten Höhen des Westerwaldes in einer Entfernung von 5-10 km. Im Süden wird das Neuwieder Becken von den Ausläufern des Hunsrück begrenzt.

»Das Kraftwerk ist an das öffentliche Straßennetz und an das Schienennetz der Bundesbahn angeschlossen. Die Schwerkomponenten konnten mittels Schiffstransport angeliefert werden, da eine in der Nähe des Kraftwerkes vorhandene Laderampe am Ufer des Rheins die Entladung dieser Komponenten erlaubte.«[131]

8.1.2. Lageplan (Bild 57)

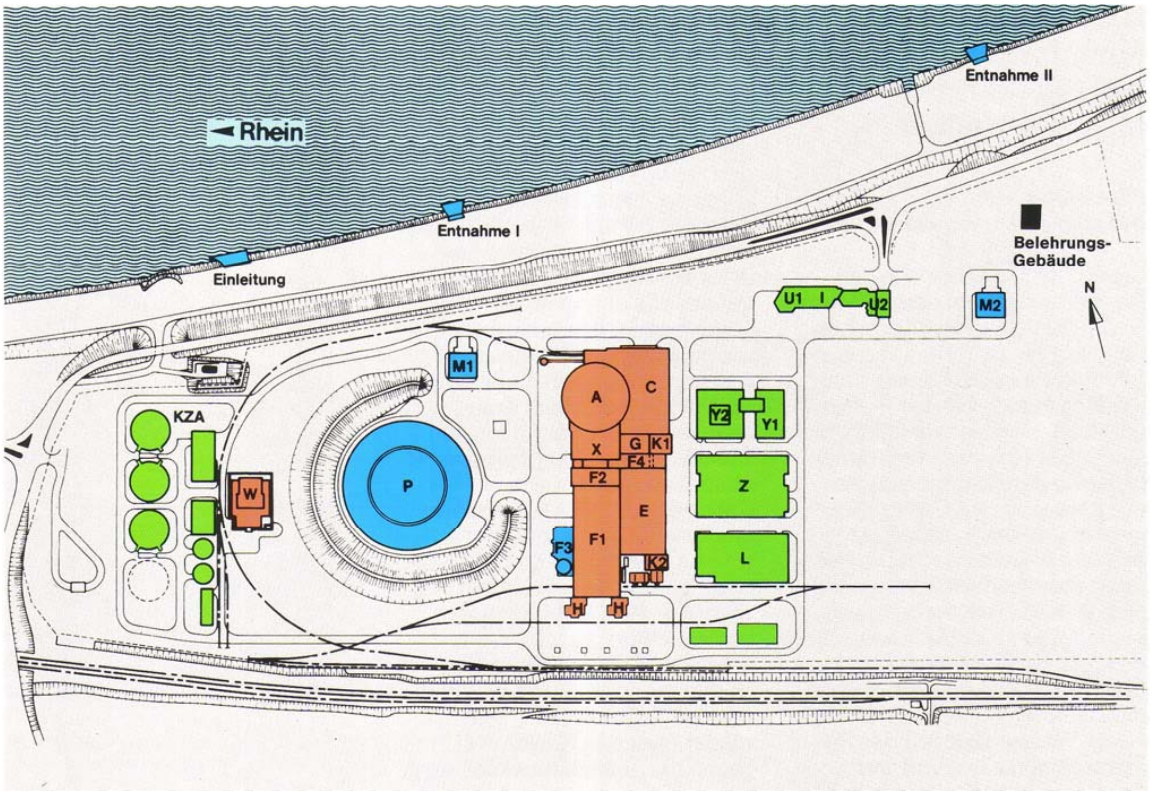
Das Reaktorgebäude bildet den Schwerpunkt des eigentlichen Kraftwerksblockes, um den Reaktorhilfsanlagengebäude, Zwischengebäude, Wasseraufbereitungsgebäude und Notstromdieselgebäude angeordnet sind. Durch ein Verbindungsbauwerk zwischen Reaktorgebäude und Hilfsanlagengebäude einerseits sowie Maschinenhaus und Schaltanlagengebäude andererseits wird die geschlossene Kraftwerks-Blockbauweise sichergestellt.

Bei der Planung und Konzeption des Kraftwerksblockes wurde insbesondere auf die klare Trennung des Nuklearen vom konventionellen Bereich geachtet, um eine eindeutige Überwachungsmöglichkeit der inneren und äußeren Sicherheitsbereiche zu ermöglichen. Auch die Vorgabe möglichst kurzer Verbindungswege für Rohrleitungen und Kabel unter Berücksich-

[130] KMK-Mülheim-Kärlich 1990, S. 6

[131] KMK-Mülheim-Kärlich 1990, S. 6

tigung der sicherheitstechnischen Aspekte wurde durch die vorbeschriebene Kraftwerks-Blockbauweise erreicht.



Kühlwasserbauwerke | Blockgebäude | Nebengebäude

Legende

A	Reaktorgebäude	M1	Nebenkühlwasserpumpenhaus 1	Z	Werkstatt- und Sozialgebäude
C	Reaktorhilfsanlagengebäude	M2	Nebenkühlwasserpumpenhaus 2	I	Informationszentrum
E	Schaltanlagengebäude	P	Naturzugkühlturm	KZA	Kläranlage, Kühlturm-Zusatzwasseraufbereitungs-anlage
F1+F2	Maschinenhaus + Maschinenhausanbau	U1	Garagengebäude		
F3	Hauptkühlwasserpumpenhaus	U2	Pförtnergebäude		
F4	Verbindungsbauwerk	W	Notstandsgebäude		
G	Wasseraufbereitungsgebäude	Y1	Kantinengebäude		
H	Maschinen-Transformatoren-anlage	Y2	Verwaltungsgebäude		
K1+K2	Notstromdieselgebäude	X	Zwischengebäude		
L	Lagergebäude				

Bild 57: Lageplan KMK Mülheim-Kärlich

Für die Anordnung des Kraftwerksblockes waren im Wesentlichen die vorgegebene Richtung der Energieableitung zur Schaltanlage Kettig sowie die Einbindung in die öffentlichen Verkehrswege maßgebend. Das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich befindet sich zwar nicht mehr in Betrieb, hat jedoch besondere planerische Aspekte, die in Punkt 3.6.8 näher beschrieben werden.

Technische Daten

Das Kraftwerk Mülheim-Kärlich verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1302 MW.[132]

»Die Kernkraftwerksanlage Mülheim-Kärlich wurde am 01.03.1986 in Betrieb genommen und am 09.10.1986 wegen fehlender Genehmigung zur Errichtung des Kühlturms nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz wieder abgestellt. Am 18.08.1987 wurde das Kernkraftwerk wieder in Betrieb genommen und am 09.09.1988 wegen der Aufhebung der 1. Teilerrichtungsgenehmigung durch ein Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes Berlin wieder abgefahren.«[133] Gemäß Vereinbarung zwischen Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen über den Betrieb und die Entsorgung der deutschen Kernkraftwerke »vom 14. 06. 2000 verzichtet die RWE auf die Wiederinbetriebnahme der im Konservierungsbetrieb befindlichen Kernkraftwerksanlage.«[134]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 29 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 5.7 bar und die Auslegungstemperatur beträgt 140ºC.[135]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 4,622 m und eine Höhe von 13,055 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 173,6 bar.[136]

Der Kühlturm hat eine Höhe von 162 m und einen Basisdurchmesser von 120 m.[137]

[132] Wasgindt 2003, S. 7

[133] KMK-Mülheim-Kärlich 1990, S. 3

[134] KMK-Mülheim-Kärlich 2001, S. 2

[135] KMK-Mülheim-Kärlich 1990, S. 31

[136] KMK-Mülheim-Kärlich 1990, S. 31

[137] KMK-Mülheim-Kärlich 1990, S. 30

8.2. KKB Brunsbüttel

8.2.1. Geografische Lage

»Das Kernkraftwerk liegt in der Gemarkung Brunsbüttel im Kreis Dithmarschen. Unmittelbar in östlicher und südlicher Richtung angrenzend befindet sich das Gebiet der Gemeinde Büttel im Kreis Steinburg in Schleswig-Holstein.«[138]

»Der Standort grenzt im Süden bei Stromkilometer 692 an die Elbe und in ca. 3 km in westlicher Richtung mündet der Nord-Ostsee-Kanal mittels der Schleusenanlagen Brunsbüttel in die Elbe. Das Standortgelände hat eine Höhenlage von ca. 2,50 m über NN.«[139]

»In einem Umkreis von 10 km um den Standort leben ca. 25.000 Einwohner. Im 50 km-Umkreis um den Standort befindet sich keine Stadt mit mehr als 100.000 Einwohnern. Die nächstgelegene deutsche Großstadt ist Hamburg in ca. 80 km Entfernung.«[140]

Im 10-km-Umkreis (Dithmarscher Marsch, Holsteinische Elbmarsch) dominiert der Obst- und Gemüseanbau. Nennenswerte Waldflächen sind nicht vorhanden. Flüsse und andere offene Gewässer werden in diesem Bereich nicht für die Trinkwassergewinnung benutzt.

»Der Standort befindet sich in dem ca. 700 km² großen „Wirtschaftsraum Brunsbüttel/Unterelbe“, der in den 70er Jahren eingerichtet und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt wurde.«[141] Durch die Entwicklung des Wirtschaftsraumes Brunsbüttel ist es zur Ansiedlung von großen, international tätigen Industriebetrieben gekommen. Dabei handelt es sich überwiegend um Betriebe der chemischen Industrie, die von den guten Möglichkeiten der Rohstoffversorgung (Öl, Gas) durch die Häfen der Region profitieren.

Das Standortgelände ist über die Kreisstraße K 75 von Brunsbüttel, sowie über die Kreisstraße K 63 von Büttel erreichbar. Die Bundesstraße B 5 verläuft 5 km nördlich des Standortes in

[138] KKB-Brunsbüttel 2001, S. 6

[139] KKB-Brunsbüttel 2001, S. 6

[140] KKB-Brunsbüttel 2001, S. 7

[141] KKB-Brunsbüttel 2001, S. 8

Ost-West-Richtung. Die Bundesstraße B 431 durchläuft 4 km östlich den Ort Margarethen in nordsüdlicher Richtung.

Die Autobahn A 23 verläuft ca. 20 km nördlich des Standortes und wird mittels einer Hochbrücke bei Schafstedt über den Nord-Ostsee-Kanal geführt. Die Bahnstrecke Hamburg-Westerland (Sylt) verläuft 12 km nordöstlich des Standortes.

8.2.2. Lageplan (Bild 58)

Bild 58: Lageplan KKB Brunsbüttel

Der Standort liegt in unmittelbarer Nähe von 2 bedeutenden Seeschifffahrtstraßen. »Den westlich des Standortes in die Elbe mündenden Nord-Ostsee-Kanal befuhren 1998 insgesamt 37.589 Schiffe. Auf der südlich direkt angrenzenden Elbe passierten 1998 genau 31.564 Schiffe den Standort.«[142]

Aus dem Lageplan ist deutlich zu erkennen, dass Reaktorgebäude und Maschinenhaus eine Einheit bilden, wobei das Reaktorgebäude den Reaktorsicherheitsbehälter und somit auch den Reaktordruckbehälter vollkommen umhüllt. Unmittelbar an Reaktorgebäude und Maschinenhaus sind Betriebsgebäude, Schaltanlagengebäude, Aufbereitungsgebäude, Notstromdieselgebäude, Hilfskesselhaus und Verwaltungsgebäude angeschlossen.

Technische Daten

Das Kraftwerk Brunsbüttel verfügt über einen Siedewasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 806 MW.[143]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Brunsbüttel erfolgte 1976.[144]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 27 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 18-30 mm. Der Auslegungsdruck liegt bei 4,25 bar.[145]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5,58 m und eine Höhe von 20,7 m. Der Betriebsdruck liegt bei 68,7 bar.[146]

Das Kraftwerk Brunsbüttel hat bauartbedingt keinen Kühlturm, sondern eine sogenannte Kondensatorkühlung, die mit gereinigtem Elbwasser betrieben wird.

[142] KKB-Brunsbüttel 2001, S. 10

[143] Wasgindt 2003, S. 7

[144] Siemens 1996, S. 1

[145] KKB-Brunsbüttel 1998, S. 4

[146] KKB-Brunsbüttel 1998, S. 4

8.3. KKK Krümmel

8.3.1. Geografische Lage

»Der Standort des Kernkraftwerkes liegt etwa 34 km südöstlich vom Stadtzentrum Hamburgs am nördlichen Ufer der Elbe bei Flusskilometer 580,5 auf dem Gebiet des Geesthachter Ortsteils Krümmel im Landkreis Herzogtum Lauenburg in Schleswig-Holstein.«[147]

Das Flussbett der Elbe verläuft im Bereich des Standortes von Südosten nach Nordwesten in einer mindestens 20 Kilometer breiten Talebene. Südlich der Elbe liegt eine ausgedehnte Marschlandschaft, die von zahlreichen Gräben durchzogen wird. Nördlich der Elbe weist die Umgebung Standortes den Charakter einer stark gegliederten Hügellandschaft auf.

Das Kraftwerksgelände wird nach Süden durch die parallel zum Fluss verlaufende Elbuferstraße begrenzt. In nordwestlicher Richtung verläuft die Krümmelstraße. »Die östliche Begrenzung bildet das Gelände der Gesellschaft für Kernenergieverwaltung in Schiffbau und Schifffahrt (GKSS).«[148]

»Das Kraftwerksgelände wurde bis auf die Höhe der Elbuferstraße eingeebnet und liegt auf einer Höhe von 8,5 m über NN.«[149]

Der Geesthachter Ortsteil Krümmel ist die dem Kraftwerksgelände nächstgelegene Ansiedlung. »Der Abstand zum Reaktorgebäude beträgt ca. 1 km. Etwa ebenso weit entfernt, getrennt durch das Gelände der GKSS; liegt der Ortsteil Grünhof mit Testerhude.«[150]

»Der Stadtkern von Geesthacht ist ca. 4 km, Bergedorf, der nächstgelegene Ortsteil von Hamburg, etwa 17 km vom Standort entfernt.«[151]

[147] KKK-Krümmel 1981, S. 6

[148] KKK-Krümmel 1981, S. 6

[149] KKK-Krümmel 1981, S. 9

[150] KKK:Krümmel 1981, S. 7

[151] KKK-Krümmel 1981, S. 7

Das umliegende Gelände ist hügelig mit vom Fluss herauf einschneidenden kleinen Schluchten. Es ist mit Wald und Büschen sowie zum Teil auch mit starkem Unterholz bedeckt. In der nächsten und weiteren Umgebung des Kernkraftwerkes wird das Gelände auf beiden Seiten der Elbe vorwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt.

Wesentliche, bereits bestehende Entnahmestellen der Elbe im näheren Bereich des Standortes sind das Pumpspeicherwerk der HEW, die Schleuse in Geesthacht sowie der Elbe-Seitenkanal bei Artlenburg.

Das Kernkraftwerk Krümmel benötigt Elbwasser zur Versorgung seiner Kühlwassersysteme. Die erforderliche Menge steht aufgrund der sich bietenden Flusskonstellation in ausreichender Menge zur Verfügung. »Insgesamt werden der Elbe etwa 63 m³/s Wasser entnommen und nach Durchleitung durch das Kraftwerk über einen Betonkanal der Elbe flussabwärts wieder zugeleitet.«[152]

Alle Trinkwasserversorgungsanlagen von Geesthacht fördern Grundwasser. »Das Wasserwerk Krümmel befindet sich ca. 1 km vom Kraftwerksstandort entfernt am Elbhang. Eine der öffentlichen Wasserversorgung von Geesthacht dienende Tiefbrunnenanlage liegt etwa 4 km nordwestlich des Kraftwerks.«[153]

Die Anbindung des Standortgeländes an das öffentliche Straßenverkehrsnetz erfolgt über die zweispurige Elbuferstaße. »Von dieser führen mehrere, ebenfalls zweispurige Straßen zur Bundesstraße 5, die in 1,5 km Abstand vom Kraftwerksgelände verläut. Auf dem südlichen Elbufer liegt in etwa 750 m Entfernung die Verbindungsstraße zwischen Marschacht und Artlenburg.«[154]

Am Kraftwerksgelände führt das Gütergleis der Eisenbahngesellschaft Altona-Kaltenkirchen-Neumünster vorbei. »Dieses Gleis endet östlich vom Kraftwerk und ist ca. 17 km westlich an

[152] KKK-Krümmel 1981, S. 11

[153] KKK-Krümmel 1981, S. 11

[154] KKK-Krümmel 1981, S. 8

das Bundesbahnnetz angeschlossen. Die nächste Bahnlinie mit Personenverkehr ist 11 km entfernt und verläuft zwischen Lübeck und Lüneburg.«[155]

Die südwestlich des Standortgeländes vorbeifliessende Elbe ist ein stark benutzter Schiffahrtsweg. »Der gesamte Schiffsverkehr auf der Elbe von und nach Hamburg beträgt zur Zeit im Bereich des Standortes 23.500 Wasserfahrzeuge pro Jahr.«[156]

»Nordwestlich des Standortes liegt in etwa 35 km Entfernung der internationale Flughafen Hamburg.«[157]

8.3.2. Lageplan (Bild 59)

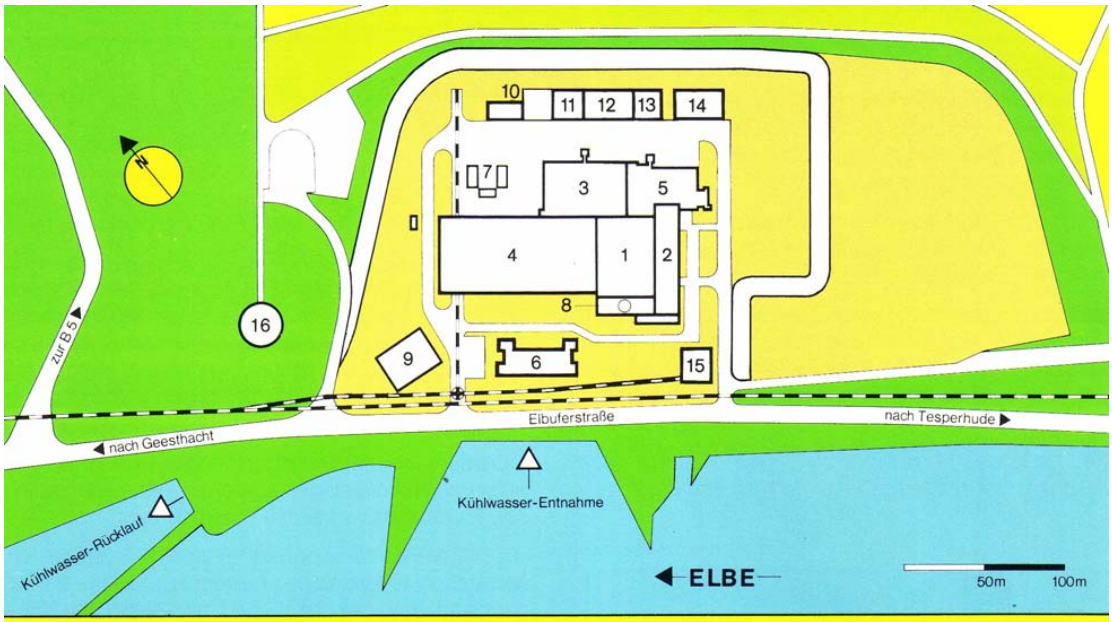


Bild 59: Lageplan KKK Krümmel

[155] KKK-Krümmel 1981, S. 8

[156] KKK-Krümmel 1981, S. 8

[157] KKK-Krümmel 1981, S. 8

Aus dem Lageplan ist zu erkennen, dass vergleichbar mit dem Kraftwerk Brunsbüttel, dass Reaktorgebäude und Maschinenhaus eine Einheit bilden, wobei das Reaktorgebäude den Reaktorsicherheitsbehälter und somit auch den Reaktordruckbehälter vollkommen umhüllt. Unmittelbar an Reaktorgebäude und Maschinenhaus sind Dekontraum, Schaltanlagengebäude, Betriebs- und Lagergebäude mit Verwaltung angeschlossen.

Wasseraufbereitung mit Deionatspeicher, Hilfskesselhaus, Notstromdiesel- und Teildieselgebäude sowie Betriebsgebäude 2 liegen nordöstlich von Reaktorgebäude und Maschinenhaus. Kühlwasserpumpenhaus und Wachgebäude liegen südwestlich von der Einheit Reaktorgebäude und Maschinenhaus.

Technische Daten

Das Kraftwerk Krümmel hat einen Siedewasserreaktor und verfügt über eine elektrische Bruttoleistung von 1.316 MW.[158]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Krümmel erfolgte 1983.[159]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 29,6 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 25-70 mm. Der Auslegungsdruck liegt bei 3,5 bar.[160]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 6,78 m und eine Höhe von 22.4 m. Der Betriebsdruck liegt bei 70, 6 bar.[161]

Das Kraftwerk Krümmel hat bauartbedingt keinen Kühlturm, sondern eine sogenannte Kondensatorkühlung, die mit gereinigtem Elbwasser betrieben wird.

[158] Wasgindt 2003, S. 7

[159] Siemens 1996, S. 1

[160] KKK-Krümmel 1998, S. 4

[161] KKK-Krümmel 1998, S. 4

8.4. KRB Gundremmingen B/C

8.4.1. Geografische Lage

»Der Standort des Kernkraftwerkes liegt im bayerischen Regierungsbezirk Schwaben, Landkreis Günzburg in Bayern, rund 1 km vom rechten Donauufer entfernt in unmittelbarer Nähe der stillgelegten Anlage des Kernkraftwerkes KRB Block A.«[162]

Das Zentrum des nächstgelegenen Ortes Gundremmingen liegt südlich in einer Entfernung von ca. 1,6 km. »Die unmittelbare Umgebung des Standortes ist eben und liegt im Mittel auf 431,5 m über NN und wird im weiteren Bereich durch niedere Erhebungen begrenzt. Die an den Standort angrenzenden Flächen werden land- und forstwirtschaftlich genutzt, wobei der Anteil der Waldflächen in einem Umkreis von 5 km etwa 30 % beträgt.«[163]

»Die nächstgelegene Stadt ist Lauingen mit 9.000 Einwohnern. Das ca. 44 ha große Kraftwerksgelände ist über Straße und Schiene an das öffentliche Verkehrsnetz angeschlossen.«[164]

So weit Zusatzwasser für die Kühlwasserversorgung benötigt wird, erfolgt die Entnahme aus der Staustufenkette der Donau. Um die Wärmebelastung der Donau gering zu halten, wird für jeden der beiden Kraftwerksblöcke ein Nasskühlturm im geschlossenen Kühlkreis eingesetzt.

»Der in der Donau eingebrachte Anteil der Abwärme wird so auf weniger als 2% reduziert und 98% der Abwärme wird über die Kühltürme an die Atmosphäre abgegeben. Die Aufwärmung der Donau bleibt dabei unterhalb von 1 K. Die Verdunstungsverluste liegen im Jahresmittel bei 1,4 m³/s.«[165] Das Kühlturmzusatzwasser wird der Donau über einen Einlaufkanal entnommen, mechanisch gereinigt und chemisch aufbereitet.

Das konventionelle Betriebswasser sowie ein Teil des Regenwassers werden gemeinsam mit dem Donauwasser zu Kühlturmzusatzwasser aufbereitet. Dadurch verringert sich die Donauwasserentnahme und die Einleitung von konventionellem Abwasser in die Donau entfällt.

---

[162] Hausmann 1984, S. 616

[163] KRB-Gundremmingen 1999, S. 5

[164] Martini 1985, S. 4

[165] Hausmann 1984, S. 626

»Durch den Einbau von Schallschutzeinrichtungen und Tröpfchenabscheidern wurde an den Kühltürmen Vorsorge getroffen, um Beeinträchtigungen durch Lärm, Tröpfchenauswurf und dadurch den Austrag von Salzen und Keimen auf ein für die Umwelt unbedenkliches Maß zu reduzieren.«[166]

»Das Standortgelände wurde hochwasserfrei aufgeschüttet, trotzdem wurden die Gebäude gegen ein Hochwasser von 1,5 m über Kraftwerksgelände geschützt.«[167]

8.4.2. Lageplan (Bild 60)

Die Doppelblockanlage hat spiegelbildlich errichtete Reaktor- und Schaltanlagengebäude und zeichnungsgleich ausgerichtete Maschinenhäuser, die durch ein gemeinsames Reaktorhilfsanlagengebäude und ein nukleares Betriebsgebäude verbunden sind. »Jedem Reaktorblock ist ein 160 m hoher Kühlturm zugeordnet. Die Abluft wird von einem 170 m hohen Kamin übernommen.«[168]

Die Planung der Gebäude und deren gegenseitige Zuordnung erfolgten unter den Gesichtspunkten kurzer Rohrleitungs- und Kabelwege, guter Zugänglichkeit für Montage und Demontage von Anlagenteilen sowie den Anforderungen nach räumlicher Trennung zum Schutz der Anlagenteile gegen Einwirkungen von außen.

Unmittelbar zwischen den Reaktorgebäuden befindet sich das Reaktorhilfsanlagengebäude, in dem die gemeinsam genutzten Aufbereitungsanlagen für Abwasser, Konzentrate und Abgase aus den nuklearen Bereichen untergebracht sind. Angrenzend an das Reaktorhilfsanlagengebäude liegt das nukleare Betriebsgebäude, das die zentrale Zuluft- und Abluftanlage für den gesamten Kontrollbereich, Werkstatt, Laboratorien und die Dekontaminationseinrichtungen für Reaktorkomponenten enthält

[166] Hausmann 1984, S. 626

[167] Hausmann 1984, S. 616

[168] Martini 1985, S. 17 u. 18

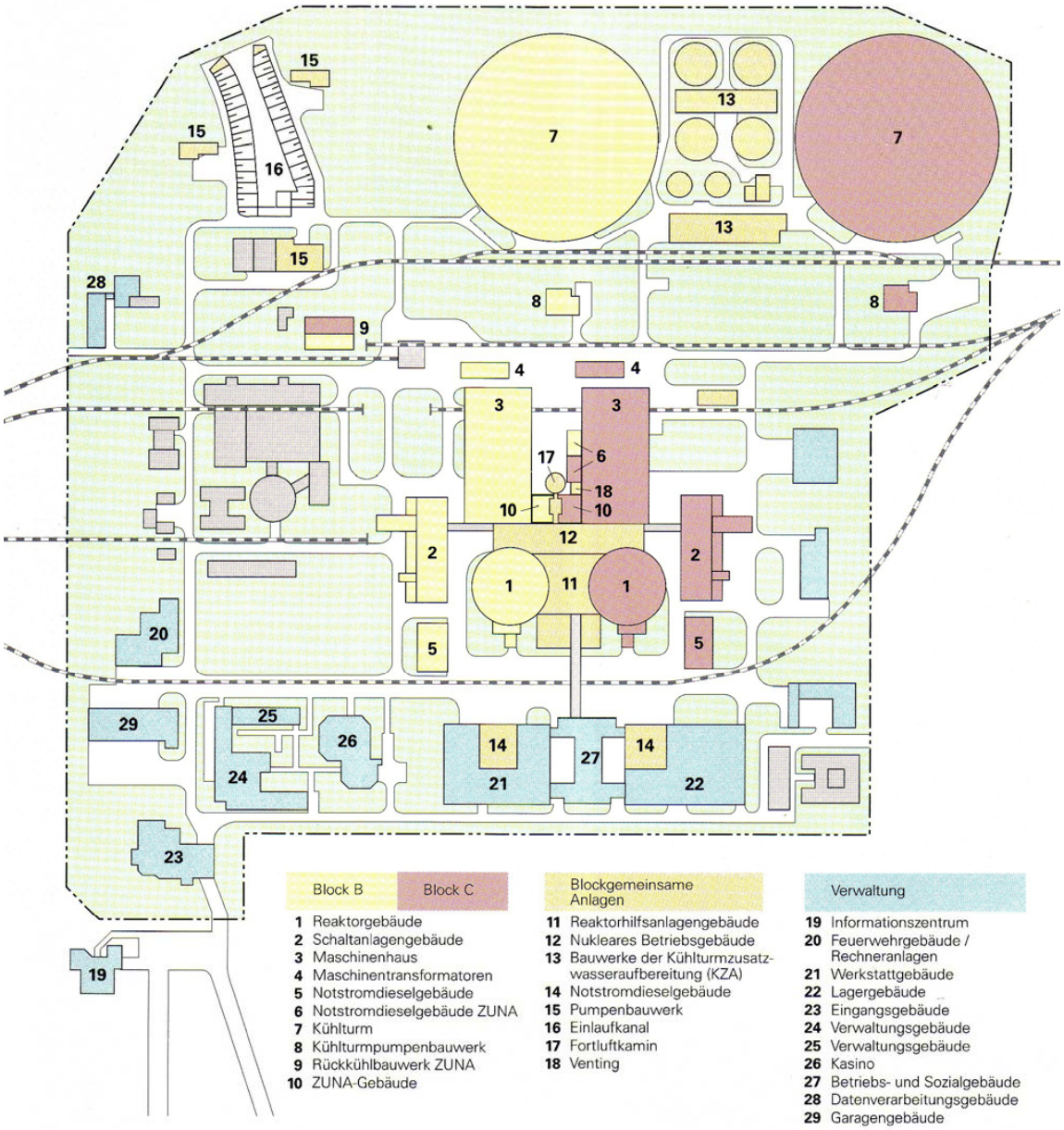


Bild 60: Lageplan KRB Gundremmingen B/C

Auf der dem Hilfsanlagengebäude gegenüberliegenden Seite des nuklearen Betriebsgebäudes schließen stirnseitig die beiden Maschinenhäuser an. »Die in jedem Reaktorblock erzeugte elektrische Energie wird an den generatorseitigen Enden der Maschinenhäuser über zwei Maschinentransformatoren ins Netz gespeist.«[169]

[169] KRB-Gundremmingen 1999, S. 5

Außerhalb der hier beschriebenen zentralen Kraftwerksblöcke, die von einer Ringstraße umschlossen werden, befindet sich das Verwaltungsgebäude, die Notstromdieselgebäude, Werkstätten, das Lager, die Vollentsalzungsanlage und die Kühlwasserversorgung.

»Im Kernkraftwerk Gundremmingen Block B und C wurde die von der KWU entwickelte sogenannte Baulinie SWR 72«[170] in ihrem ganzen Umfang erstmals verwirklicht. »Ihre wesentlichen Merkmale sind der zylindrische Betonsicherheitsbehälter mit innen liegender Stahldichthaut in einem zylindrischen Reaktorgebäude und drei gleichartige, völlig voneinander unabhängige Vollbereich-Nachkühlsysteme.«[171]

Technische Daten

Der Doppelblock des Kraftwerkes Gundremmingen verfügt über zwei Siedewasserreaktoren und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1344 MW pro Reaktorblock.[172]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Gundremmingen B/C erfolgte 1983 bzw. 1984.[173]

Der zylindrische Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 29 m, eine lichte Höhe von 32,5m.. Der Auslegungsdruck liegt bei 3,3 bar.[174]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 6,620 m und eine Höhe von 22,350 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 86,3 bar.[175]

Die beiden Kühltürme haben jeweils eine Höhe von 160 m, einen Basisdurchmesser von 130 m und einen Austrittsdurchmesser von 91 m.[176]

[170] Martini 1985, S. 7

[171] KRB-Gundremmingen 1999, S. 6

[172] Wasgindt 2003, S. 7

[173] Siemens 1996, S. 1

[174] KRB-Gundremmingen 1999, S. 22

[175] KRB-Gundremmingen 1999, S. 22

[176] Martini 1985, S. 18

8.5. KWO Obrigheim

8.5.1. Geografische Lage

»Der Standort des Kernkraftwerkes liegt etwa 30 km nördlich von Heilbronn am linken Neckarufer und ca. 1,5 km von der Ortschaft Obrigheim im Landkreis Mosbach in Baden-Württemberg.«[177]

»Das Kraftwerksgelände umfasst insgesamt ca. 54 ha«[178] und befindet sich auf der Innenseite eines weiten Neckarbogens oberhalb der Hochwassergrenze »auf einer Höhe von 144 m über NN.«[179]

Die nächstgelegenen Ortschaften Obrigheim und Binau sind etwa 1,5 km vom Reaktorgebäude entfernt. Auf der rechten Neckarseite entstand ein Wohngebiet im Abstand von ca. 600 m vom Standort. In gleicher Entfernung liegen östlich des Kraftwerksgeländes drei Aussiedlerhöfe. »Die Bevölkerungsdichte beträgt im Umkreis von 10 km 177 Einwohner/km² und im Umkreis von 50 km 266 Einwohner/km².«[180]

Das umliegende Gelände ist in Flussnähe eben, steigt im Gebiet des Kraftwerkes langsam an und geht in südlicher Richtung in eine Hügelkette über, deren höchste Punkte im Entfernungsbereich von 1 bis 2 km zwischen 200 und 250 m über NN liegen. »Auf der rechten Neckarseite im Norden der Kraftwerksanlage steigt das Gelände zu einer Hügelkette mit Erhebungen zwischen 250 und 320 m stark an.«[181] Das Gelände in nächster Umgebung wird vorwiegend landwirtschaftlich genutzt.

Der Straßenverkehr im Bereich des Standortes läuft im wesentlichen über die Bundesstraßen B 292 und B 37. Außerdem wurde am Neckar bei Flusskilometer 77,200 eine Schiffsanlegestelle ausgebaut, die durch eine Schwertransportstraße mit dem Kraftwerksstraßennetz verbunden ist.

[177] Dilcher 1967, S. 67

[178] KWO-Obrigheim 1969, S. 6

[179] Dilcher 1967, S. 73

[180] Dilcher 1967, S. 73

[181] Dilcher 1967, S. 67 u. 73

Die Kühlwasserentnahme liegt zwischen den beiden Neckarstaustufen Gundelsheim und Gutenbach. »Der Normalwasserstand des Neckars beträgt 133 m über NN.«[182]

8.5.2. Lageplan (Bild 61)

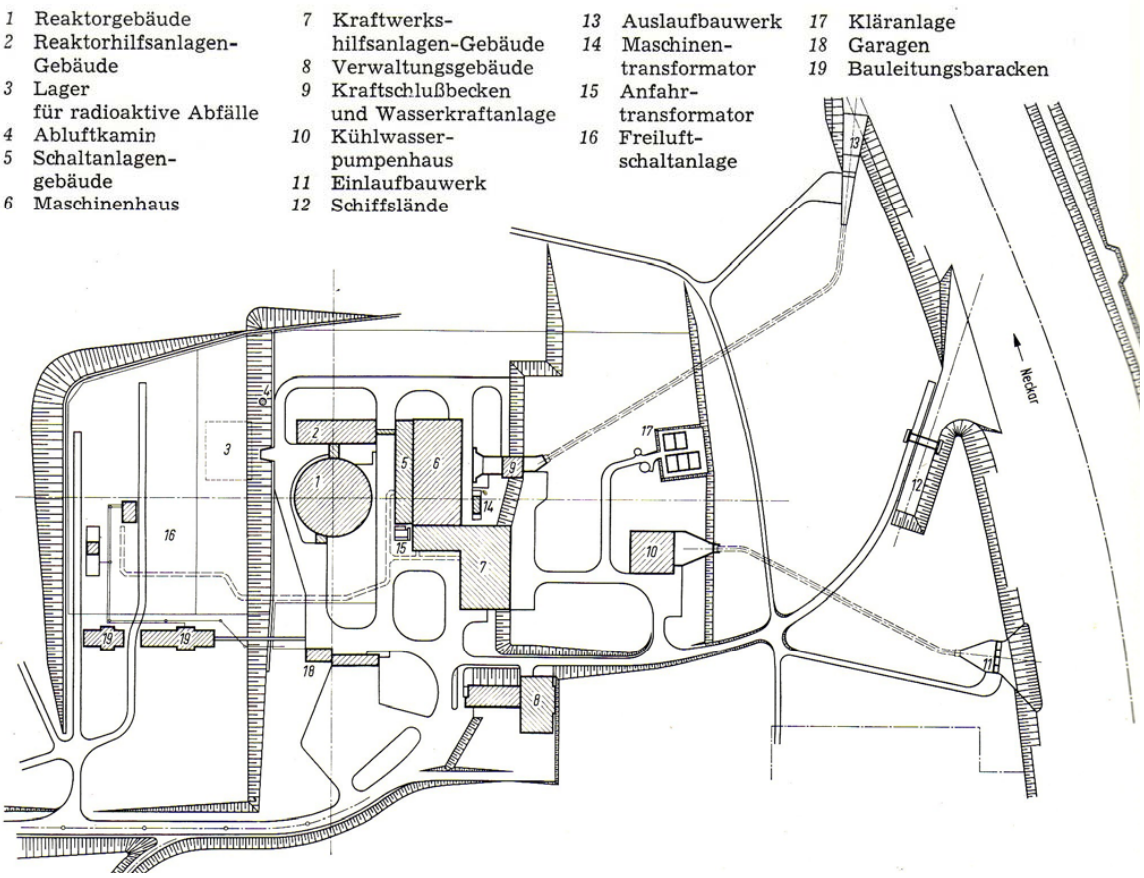


Bild 61: Lageplan KWO Obrigheim

Die Hauptachsen des Kraftwerksbereiches Ost-West und Nord-Süd sind durch den Mittelpunkt des Reaktorgebäudes geführt. Alle übrigen Gebäude der Kernkraftwerksanlage sind parallel zu diesen beiden Hauptachsen angeordnet. Der nukleare Bereich des Kraftwerkes, der auch als Kontrollbereich oder Containment bezeichnet wird, bilden das Reaktorgebäude, das Reaktorhilfsanlagengebäude und das Lager für radioaktive Abfälle

[182] Dilcher 1967, S. 68

Die Bauten des konventionellen Kraftwerksbereiches schließen sich, abgesehen von der Freiluft-Schaltanlage, nördlich an den Kontrollbereich an. Hierbei bilden Schaltanlagengebäude und Maschinenhaus mit Ihrer Längsachse in Ost-West-Richtung einen Gebäudetrakt.

An der Ostseite des Maschinenhauses schließt sich das Kraftwerkshilfsanlagen-Gebäude an. Das Kühlwasserpumpenhaus befindet sich an der nördlichen Grenze des Kraftwerksbereiches.

Der abgebildete Lageplan beinhaltet nicht die später errichteten Gebäude wie Lagerhalle und PR-Zentrum zeigt dafür aber deutlich die Grundstruktur der Planungskonzeption.

Technische Daten

Das Kraftwerk Obrigheim verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 357 MW.[183]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Obrigheim erfolgte 1968.[184]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 44 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 18 bis 30 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck von 3 bar.[185]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 3,27 m und eine Höhe von 9,83 m.[186]

Das Kraftwerk Obrigheim hat bauartbedingt keinen Kühlturm und das Kühlwassersystem wird mit gereinigtem Neckarwasser betrieben.

[183] Wasgindt 2003, S. 7

[184] Siemens 1996, S. 1

[185] KWO-Obrigheim 2003, S. 21

[186] KWO-Obrigheim 2003, S. 21

8.6. KKU Unterweser

8.6.1. Geografische Lage

»Der Kernkraftwerksstandort gehört zur Gemarkung Rodenkirchen der Gemeinde Stadland im Landkreis Wesermarsch, Verwaltungsbezirk Oldenburg in Niedersachsen.«[187]

»Das Kraftwerksgelände liegt am linken Weserufer bei Stromkilometer 51,8 etwa 6 km südlich von Nordenham und rund 11 km nördlich von Brake. Der Standort besitzt die geografischen Koordinaten 8° 28′ 41″ östlicher Länge und 53° 25′ 50″ nördlicher Breite.«[188] Die Entfernung zu den Niederlanden beträgt etwa 88 km Luftlinie und die Entfernung zum nächsten Punkt der deutsch-dänischen Grenze rund 160 km.

»Das Kraftwerksgelände liegt auf 2,5 über NN und das umliegende vollständig ebene Gelände auf 1,8 m über NN. Der angrenzende Landesschutzdeich der Weser erreicht eine Höhe von 7,1 m.«[189] Die Wesermarschen beiderseits der Weser in der Umgebung des Standortes werden vorwiegend als Weideland genutzt und sind schwach besiedelt. Die erste Ansiedlung befindet sich in etwa 1 km Entfernung in nördlicher Richtung bei Kleinensiel. Nordöstlich liegt der Ort Dedesdorf am östlichen Weserufer etwa 2,5 km entfernt. Südlich des Standortgeländes in einer Entfernung von ca. 3,5 km liegt der Ortskern von Rodenkirchen.

Das Kraftwerksgelände wird nach Osten und Süden durch den Landesschutzdeich begrenzt. An der westlichen Geländegrenze verläuft die Landesstraße L 893, die nördlich den Deich kreuzt. Die nächstgelegenen Höhen des Geestrandes der Weser befinden sich östlich des Standorts in einem Abstand von etwa 6 km und verlaufen in Nord-Süd-Richtung.

»Im 10-km-Umkreis des Standorts befinden sich die Stadt Nordenham, die Kreisstadt Brake sowie die Gemeinden Stadland Ovelgönne, Loxsted und Hagen. In diesem Umkreis leben etwa 44.550 Einwohner. Die mittlere Bevölkerungsdichte beträgt hier rund 142 Einwohner

[187] KKU-Unterweser 2001, S. 7

[188] KKU-Unterweser 2001, S. 7

[189] KKU-Unterweser 2001, S. 7

pro km². Die nächstgelegenen Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern im Umkreis von 50 km um den Standort sind Bremerhaven, Oldenburg und Bremen.«[190]

Im Umkreis von 10 km wird vorrangig Landwirtschaft betrieben. Großgewerbe und Industrie sind dagegen schwerpunktmäßig in speziell ausgewiesenen Gebieten in nördlicher Richtung in Nordenham und in südlicher Richtung in Brake angesiedelt. Aufgrund des in Bau befindlichen Wesertunnels nördlich des Standortes werden in unmittelbarer Nähe durch den Landkreis Wesermarsch drei neue Gewerbegebiete ausgewiesen.

Das Standortgelände verfügt über gute Anschlussmöglichkeiten an das öffentliche Verkehrsnetz und ist über eine von der Landstraße L 893 abzweigende Zufahrtsstraße direkt zu erreichen. »Als wichtigster Verkehrsweg der Wesermarsch verläuft in einem Abstand von ca. 2 km westlich des Kraftwerksgeländes die Bundesstraße B 212 und verbindet die beiden Städte Brake und Nordenham. Die Autobahn A 27 verläuft östlich in etwa 10 km Entfernung vom Standort in Nord-Süd-Richtung von Bremerhaven nach Bremen.«[191]

Das Kraftwerk ist über die Bahnanschlüsse der Orte Kleinensiel und Rodenkirchen an die Bahnstrecke Nordenham Brake angeschlossen. Eine direkte Einbindung des Kraftwerksgeländes an das Schienennetz der Bundesbahn ist nicht vorhanden.

»Die Weser hat am Standort eine Tiefe der Fahrrinne von 12,4 m bei Normalniedrigwasser. Durchschnittlich passieren jährlich rund 13.500 Schiffe auf der Weser den Standort.«[192] Durch die direkte Uferlage des Anlagengeländes können Schwerkomponenten mittels Schiffstransport angeliefert werden.

Die nach Prüfung der Standortkriterien getroffene Entscheidung für das Gelände in der bis dahin strukturschwachen Wesermarsch war für die Region als Impulsgeber von besonderer Bedeutung.

[190] KKU-Unterweser 2001, S. 7

[191] KKU-Unterweser 2001, S. 8

[192] KKU-Unterweser 2001, S. 8

Der positive Einfluss des Kernkraftwerkes für die mittelständige Industrie in den Bereichen Überwachung und Service sowie im handwerklichen Sektor und die Beschäftigten im Kraftwerk selbst bilden für das Umland einen entscheidenden Wirtschaftsfaktor.

8.6.2. Lageplan (Bild 62)

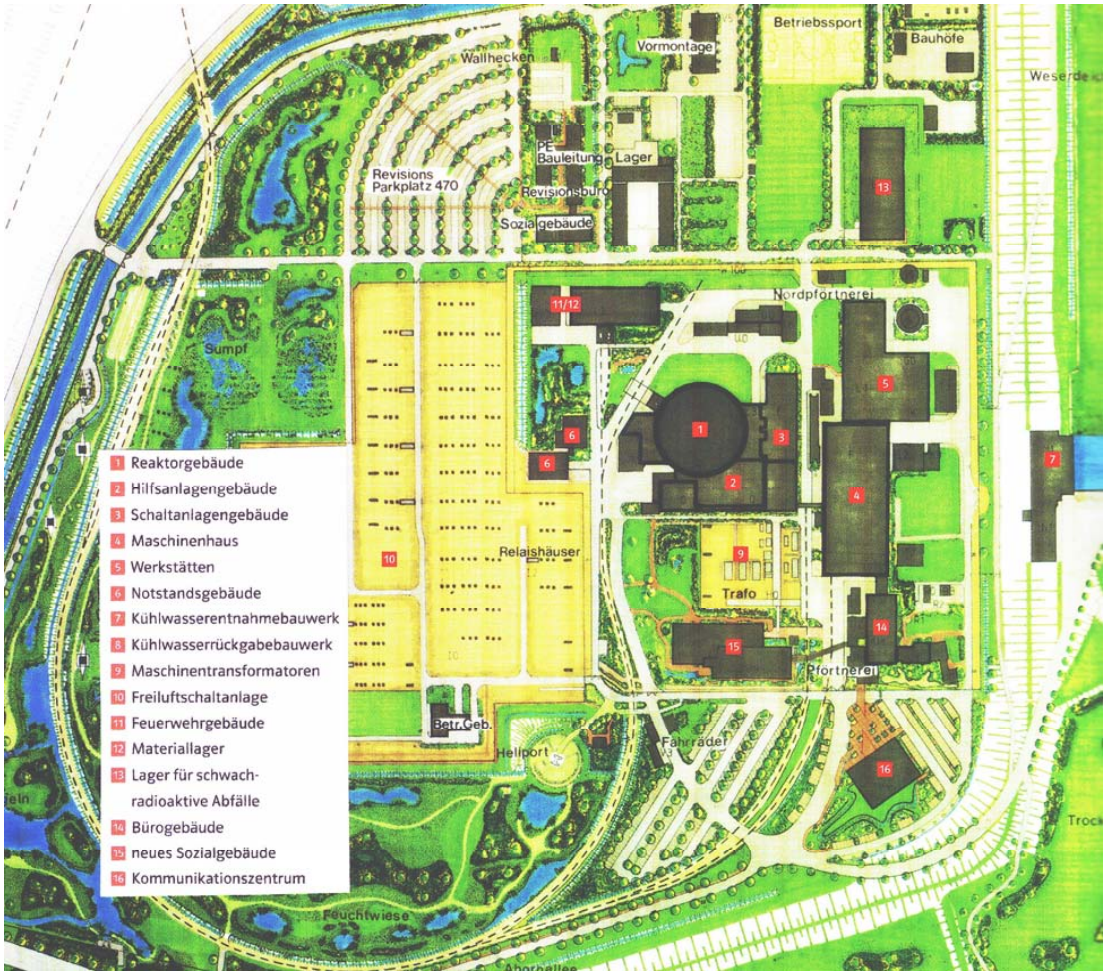


Bild 62: Lageplan KKU Unterweser

Aus dem Lageplan ist deutlich die axiale Ausrichtung der einzelnen Gebäudekomplexe zu erkennen. Das Reaktorgebäude, Hilfsanlagengebäude und Schaltanlagengebäude bilden eine zentrale Gebäudeeinheit.

Das Maschinenhaus, die Werkstätten und die Bürogebäude schließen sich westlich an. Südlich angeordnet befinden sich das Sozialgebäude und das Kommunikationszentrum. Das Not-

standsgebäude liegt östlich von der Einheit Reaktorgebäude, Hilfsanlagengebäude und Schaltanlagengebäude. Nördlich von dieser Einheit befinden sich Feuerwehrgebäude, Materiallager und Lager für schwach radioaktive Abfälle. Das Kühlwasserentnahmebauwerk und das Kühlwasserrückgabebauwerk sind westlich am Rand des Kraftwerksgeländes vorgelagert.

Technische Daten

Seit der ersten Stromeinspeisung des Kraftwerkes ins Netz am 29.09 1978 wurden bis 2003 insgesamt mehr als 226 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugt, was bis heute noch kein einzelner Kraftwerksblock weltweit erreicht hat.[193]

Das Kraftwerk Unterweser verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1.410 MW.[194]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Unterweser erfolgte 1978.[195]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 29-42 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 4,7 bar.[196]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 13,247 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 172 bar.[197]

Das Kraftwerk Unterweser hat bauartbedingt keinen Kühlturm, sondern eine sogenannte Kondensatorkühlung, die mit gereinigtem Weserwasser betrieben wird.

[193] KKU-Unterweser 2003, S. 3

[194] Wasgindt 2003, S. 7

[195] Siemens 1996, S. 1

[196] KKU-Unterweser 2000, S. 4

[197] KKU-Unterweser 2000, S. 4

8.7. KKG Grafenrheinfeld

8.7.1. Geografische Lage

»Das Kernkraftwerk liegt in der Gemarkung Grafenrheinfeld im Landkreis Schweinfurt, Regierungsbezirk Unterfranken in Bayern. In nördlicher Richtung in etwa 7.5 m Entfernung liegt die Stadt Schweinfurt und 25 km südlich die Stadt Würzburg.«[198]

Der Standort liegt im Schweinfurter Becken und ist von Mittelgebirgsketten wie dem Gramschatzer Wald und dem Steigerwald in jeweils 20 km Entfernung sowie Ausläufern des Spessarts in 30 bis 40 km Entfernung umgeben. Vom Standortgelände ca. 500 m entfernt verläuft der Main von Norden kommend in südlicher Richtung.

»In den Gemeinden im Umkreis von 10 km um den Standort leben etwa 126.000 Menschen, davon ca. 55.000 in der Stadt Schweinfurt. In den übrigen 15 Gemeinden leben zwischen 1.000 und 10.000 Einwohner. In 25 km Entfernung liegt die Stadt Würzburg mit 129.000 Einwohnern.«[199]

»Der Boden der Gemeinden im 10-km-Umkreis wird größtenteils land- und forstwirtschaftlich genutzt. Zwei Drittel sind Landwirtschaftsflächen, die zu 92 % fast ausschließlich für den Ackerbau genutzt werden.«[200] Die restlichen Flächen in der Umgebung des Standortgeländes sind Waldflächen sowie zahlreiche kleinere Landschafts- und Naturschutzgebiete.

»In den Gemeinden im Umkreis von 10 km gibt es etwa 1.000 Betriebsunternehmen, davon sind ca. 80 % Handwerksbetriebe.«[201] Die meisten größeren Gewerbe- und Industriebetriebe befinden sich auf dem Gebiet der Stadt Schweinfurt.

Das öffentliche Verkehrsnetz im 10-km-Umkreis des Standortgeländes besteht aus verschiedenen Kreis- und Bundesstraßen sowie den Autobahnen A 7 und A 70.
In der näheren Umgebung verlaufen 4 Eisenbahnstrecken, wovon 2 ausschließlich dem Güter-

[198] KKG-Grafenrheinfeld 2001, S. 7

[199] KKG-Grafenrheinfeld 2001, S. 7

[200] KKG-Grafenrheinfeld 2001, S. 7

[201] KKG-Grafenrheinfeld 2001, S. 8

verkehr dienen. » Derzeit verkehren täglich 184 Personenzüge und 186 Güterzüge auf diesen Strecken. Die Bahnhöfe in Schweinfurt und Waigolshausen sind 6 bzw. 5 km entfernt.«[202]

Der Main ist in diesem Bereich schiffbar und wird für den Gütertransport genutzt. Der nächstgelegene Hafen befindet sich in 6 km Entfernung in Schweinfurt.

»Im 10-km-Bereich des Standortgeländes liegen der zivile Flugplatz Schweinfurt und der Militärflugplatz Schweinfurt.«[203]

8.7.2. Lageplan (Bild 63)

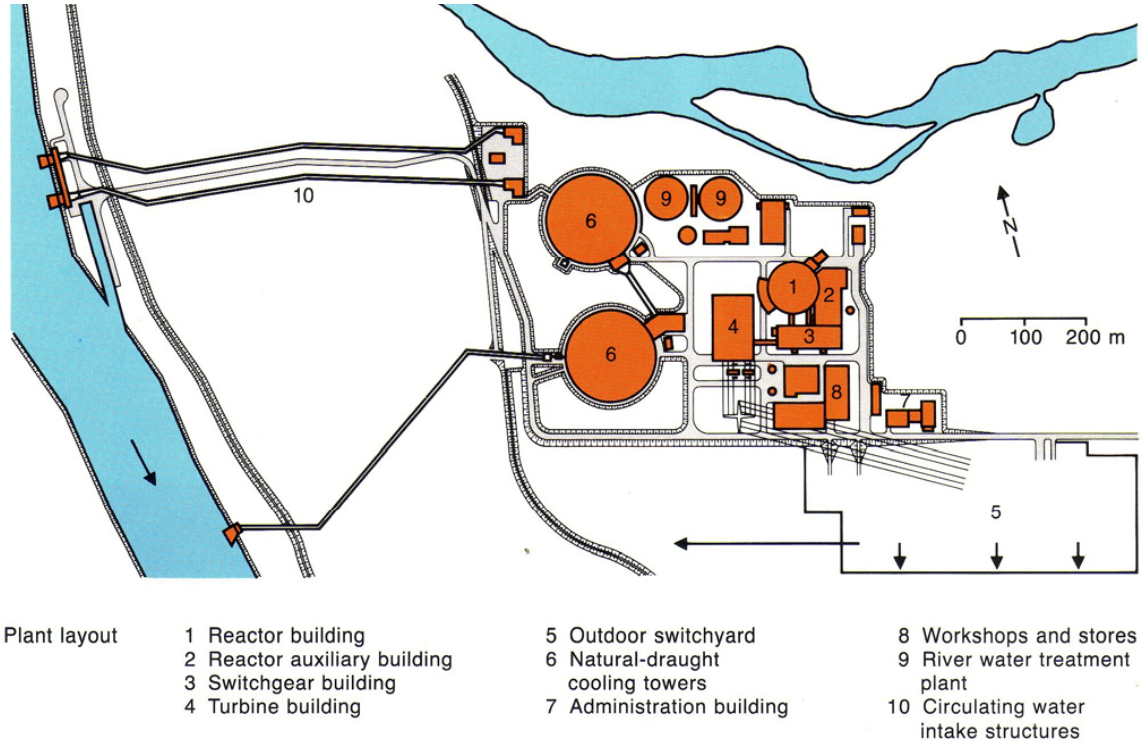


Bild 63: Lageplan KKG Grafenrheinfeld

[202] KKG-Grafenrheinfeld 2001, S. 8

[203] KKG-Grafenrheinfeld 2001, S. 8

Aus dem Lageplan ist zu erkennen, dass Reaktorgebäude, Schaltanlagengebäude und Reaktorhilfsanlagengebäude eine Einheit bilden und das Schaltanlagengebäude unmittelbar mit dem Maschinenhaus verbunden ist.

Nördlich von dieser Einheit ist das Aufbereitungsgebäude für das Kühlturmzusatzwasser, Abwassersammelbecken und das Notspeisebecken angeordnet. Südlich befinden sich Notstromdieselgebäude, Lager- und Werkstattgebäude sowie das Verwaltungsgebäude. Westlich vorgelagert in Richtung Main befinden sich die beiden Kühltürme.

Technische Daten

Das Kraftwerk Grafenrheinfeld verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1345 MW.[204]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Grafenrheinfeld erfolgte 1981.[205]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 30 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 5,3 bar.[206]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 12,800 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 158 bar.[207]

Die beiden Kühltürme haben jeweils eine Höhe von 143 m, einen Basisdurchmesser von 104 m und einen Austrittsdurchmesser von 64 m.[208]

[204] Wasgindt 2003, S. 7

[205] Siemens 1996, S. 1

[206] KKG-Grafenrheinfeld 2000, S. 4

[207] KKG-Grafenrheinfeld 2000, S. 4

[208] KKG-Grafenrheinfeld 2000, S. 4

8.8. KWG Grohnde

8.8.1. Geografische Lage

»Das Kraftwerksgelände liegt am linken Flussufer der Weser zwischen den Flusskilometern 124,5 und 124,9 auf der Gemarkung des Ortsteils Grohnde der Gemeinde Emmerthal, Kreis Hameln Pyrmont im Regierungsbezirk Hannover in Niedersachsen.«[209]

Der Standort des Kraftwerkes befindet sich am nördlichen Mittelgebirgsrand im Wesertal, etwa 10 km südlich von Hameln.

»Die geografischen Koordinaten des Standortes liegen bei 52° 2′ 10″ nördlicher Breite und 9° 24′ 40″ östlicher Länge. Das Kraftwerksgelände hat eine Fläche von 35 ha und liegt auf 72,2 m über NN.«[210]

Das Flusstal ist am Standort etwa 3-4 km breit und verläuft von südöstlicher in nordwestlicher Richtung. Das Tal ist von flachen Hängen umgeben. »In der weiteren Umgebung wird es durch die bis auf 350 m ansteigenden Höhen des Weserberglandes und auf der rechten Uferseite durch die Ausläufer des Süntel und des Ith begrenzt.«[211] Beiderseits der Weser ist das Gelände durch kleine Flussläufe mehrfach gegliedert.

Das Standortgelände liegt in einem weiten offenen Tal mit günstigen meteorologischen Verhältnissen und ist hochwasserfrei und erdbebensicher.

Der Standort ist über Straße, Schiene und Wasserweg verkehrsgünstig zu erreichen. »Im Zuge der Ortsumgehung des Ortsteils Kirchohsen, der Gemeinde Emmerthal, führt unmittelbar südwestlich des Kraftwerksgeländes die Bundesstraße B 83 vorbei. Die Zufahrt zum Kraftwerk erfolgt von der B 83 durch den Ortsteil Kirchohsen.«[212]

[209] KWG-Grohnde 1995, S. 2

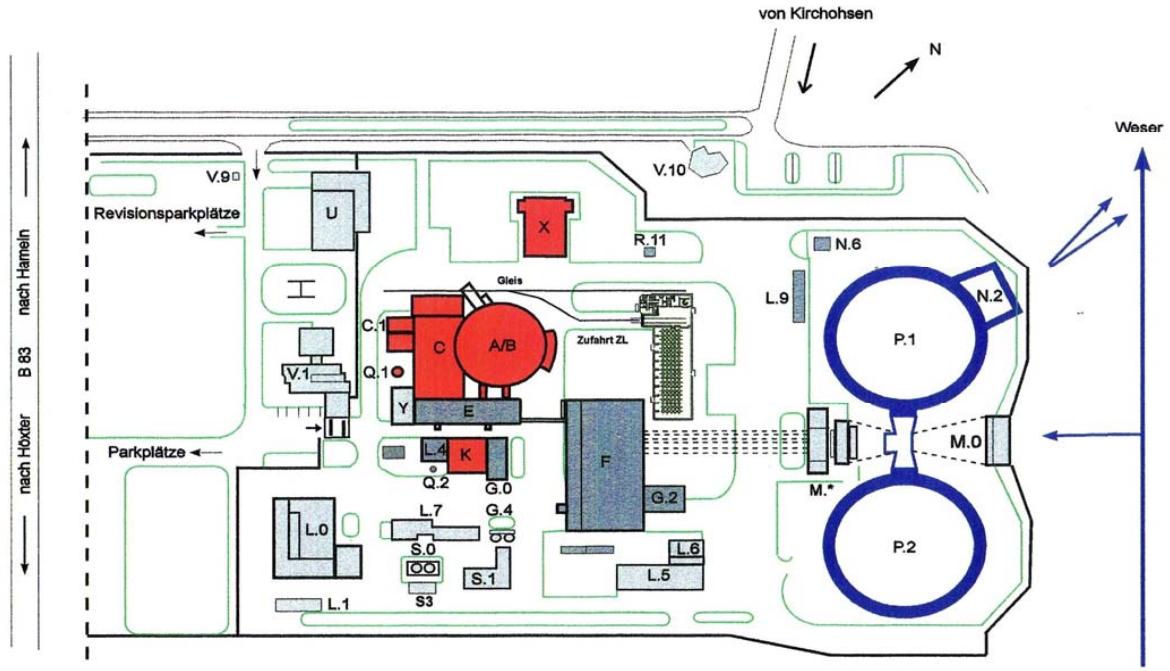
[210] KWG-Grohnde 1995, S. 2

[211] KWG-Grohnde 1995, S. 2

[212] KWG-Grohnde 1995, S. 3

»Das Kraftwerk verfügt über einen Bahnanschluss, zu der in etwa 600 m entfernten, parallel zur südwestlichen Anlagenbegrenzung vorbeiführenden Eisenbahnstrecke.«[213] Die eingleisige Linie stößt im Norden am Bahnhof Emmerthal auf die Strecke Hannover-Hameln-Bad Pyrmont-Altenbecken der Deutschen Bahn. Schwere Bauteile, die weder auf der Straße, noch auf der Bahn zu transportieren sind, können auf dem Wasserweg zur Schiffsentladestelle des Kraftwerks gebracht werden.

8.8.2. Lageplan (Bild 64)



A/B Reaktorgebäude C Hilfsanlagengebäude C.1 Abfallkonditionierung E Schaltanlagengebäude F Maschinenhaus G.0 Vollentsalzung G.4 Deionatbehälter G.2 Kondensatreinigung K Notstromdieselgebäude L.0 Lager- und Werkstattgebäude L.1 Lagerhalle L.4 Hilfsdampf-Heizwasser- u. Druckluftvers. L.5 +L.6 Schwerteillager L.7 Garagengebäude L.9 Gasversorgungszentrale M.0 Entnahmebauwerk M.* Rechen- und Kühlwasserpumpenbauwerke N.2 Absturzbauwerk N.6 Nebenkühlwasserbauwerk P.1/P.2 Kühltürme Q.1 Fortluftkamin Q.2 Rauchgaskamin R.11 Schmutzwasserpumpenbauwerk S.1 Nebenwerkstättengebäude S.0 Heizölbehälter U Revisionsgebäude V.1 Verwaltung V.9 Pförtner V.10 Informationszentrum X Notspeisegebäude Y Büro- und Sozialgebäude

Bild 64: Lageplan KWG Grohnde

Es ist zu erkennen, dass Reaktorgebäude, Hilfsanlagengebäude und Schaltanlagengebäude die zentrale Einheit bilden. Südöstlich hiervon sind das Notstromdieselgebäude und das Maschinenhaus angeordnet.

[213] KWG-Grohnde 1995, S. 3

Nordwestlich von dieser Einheit befindet sich das Revisionsgebäude, Notspeisegebäude und das Informationszentrum. Südwestlich von der zentralen Einheit ist das Lager- und Werkstattgebäude und die Verwaltung angeordnet.

Nordöstlich befindet sich die Gasversorgungszentrale, das Entnahmebauwerk und das Kühlwasserpumpenbauwerk sowie etwas vorgelagert in Richtung Weser die beiden Kühltürme.

Technische Daten

Das Kraftwerk Grohnde verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1.430 MW.[214]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Grohnde erfolgte 1984.[215]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 30 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 5.3 bar.[216]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 12,300 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 175 bar.[217]

Die beiden Kühltürme haben jeweils eine Höhe von 146,5 m, einen Basisdurchmesser von 105 m und einen Austrittsdurchmesser von 63 m.[218]

[214] Wasgindt 2003, S. 7

[215] Siemens 1996, S. 1

[216] KWG-Grohnde 2004, S. 10

[217] KWG-Grohnde 2004, S. 10

[218] KWG-Grohnde 2004, S. 10

8.9. KBR Brokdorf

8.9.1. Geografische Lage

»Das Kernkraftwerk liegt am rechten Ufer der Unterelbe auf der Höhe des Stromkilometers 682,5 in der Gemarkung Brokdorf in der Wilstermarsch im Kreis Steinburg, etwa 10 km nordwestlich von Glückstadt in Schleswig-Holstein.«[219]

»Die geografischen Koordinaten des Standortes liegen bei 9° 20′ 40″ östlicher Länge und 53° 51′ 12″ nördlicher Breite.«[220] Die Landesgrenze zwischen Schleswig-Holstein und Niedersachsen verläuft an dieser Stelle in der Mitte der Elbe, die hier eine Breite von rund 2,5 km hat.

Der nächstgelegene Siedlungsschwerpunkt auf schleswig-holsteinischer Seite ist mit der Gemeinde Brokdorf ca. 1,2 km vom Standort entfernt. Itzehoe ist in nordöstlicher Richtung ca. 14 km vom Kraftwerk entfernt. Einzelne freistehende Häuser liegen in einer Entfernung von etwa 300 m.

Der Standort liegt im ebenen Gelände der Wilstermarsch. »Das natürliche Gelände liegt auf 0,5 m über NN und das Kraftwerksgelände auf 1,5 m über NN. Der angrenzende Schutzdeich der Elbe erreicht eine Höhe von 8,4 m.«[221]

»Stromaufwärts mündet in etwa 4,5 km Entfernung bei Stromkilometer 678 die mit einem Sperrwerk versehene Stör in die Elbe. Stromabwärts beginnt in ca. 14 km Entfernung bei Stromkilometer 696 der Nord-Ostsee-Kanal.«[222]

Die nächstgelegenen Höhen des Geestrandes befinden sich rund 10 km entfernt bei Kremperheide nordöstlich des Standortes.

[219] KBR-Brokdorf 2000, S. 7

[220] KBR-Brokdorf 2000, S. 7

[221] KBR-Brokdorf 2000, S. 7

[222] KBR-Brokdorf 1985, S. 4

»Im 10-km-Radius des Kraftwerks Brokdorf leben etwa 35.300 Einwohner, dies entspricht einer mittleren Bevölkerungsdichte von 112 Einwohnern/km² und liegt damit unter dem Landesdurchschnitt Schleswig-Holsteins mit im Mittel 173 Einwohnern/km². Die nächstgelegene Großstadt ist Hamburg mit 1,64 Millionen Einwohnern. Sie liegt in ca. 55 km Entfernung in südöstlicher Richtung.«[223]

Das Gelände in der näheren und weiteren Umgebung des Standortes wird auf beiden Seiten der Elbe vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. Großgewerbe und Industrie sind schwerpunktmäßig in speziell ausgewiesenen Gewerbe- und Industriegebieten in nördlicher Richtung in Brunsbüttel und in südlicher Richtung in Glückstadt angesiedelt. In der Umgebung finden sich zahlreiche Möglichkeiten zur Naherholung.

»Nördlich vom Standort verläuft die Bundesstraße B 431 von Brunsbüttel über Brokdorf nach Glückstadt. Südlich vom Standort liegt die Kreisstraße 41, die direkt am Elbdeich von Brokdorf nach Wewelsfleth führt. Von dieser Straße gibt es vom Kraftwerk eine direkte Verbindung zur B 431, über die auch die Anbindung an das Bundesstraßennetz erfolgt.«[224]

»Ein Gleisanschluss ist nicht vorhanden. Im Norden verläuft in 7 km Entfernung die Bahnstrecke Brunsbüttel über Wilster nach Itzehoe. Etwa 10 km östlich des Standortes befindet sich die Bahnlinie Glückstadt-Itzehoe.«[225] Der Bahnanschluss für den Güterverkehr erfolgt über das Kernkraftwerk Brunsbüttel. Die nächstgelegenen Bahnhöfe befinden sich in Glückstadt und in Wilster.

»Die Entfernung vom Reaktorgebäude zur Mitte des Fahrwassers beträgt ca. 1500 m und zum Deich ca. 250 m. Die Fahrrinne für die Großschifffahrt auf der Elbe hat eine Sohlenbreite von ca. 400 m und besitzt hier eine Tiefe von etwa 13,5 m unter Kartennull. Durchschnittlich 60 seegehende Schiffe passieren den Standort täglich.«[226]

[223] KBR-Brokdorf 2000, S. 7

[224] KBR-Brokdorf 2000, S. 8

[225] KBR-Brokdorf 2000, S. 8

[226] KBR-Brokdorf 2000, S. 8

Der Standort liegt weder in einer Kontrollzone noch im Nahverkehrsbereich eines größeren zivilen oder militärischen Flughafens und somit nicht in einem Gebiet hoher Luftverkehrsdichte. Der nächstgelegene internationale Flughafen befindet sich in Hamburg.

8.9.2. Lageplan (Bild 65)

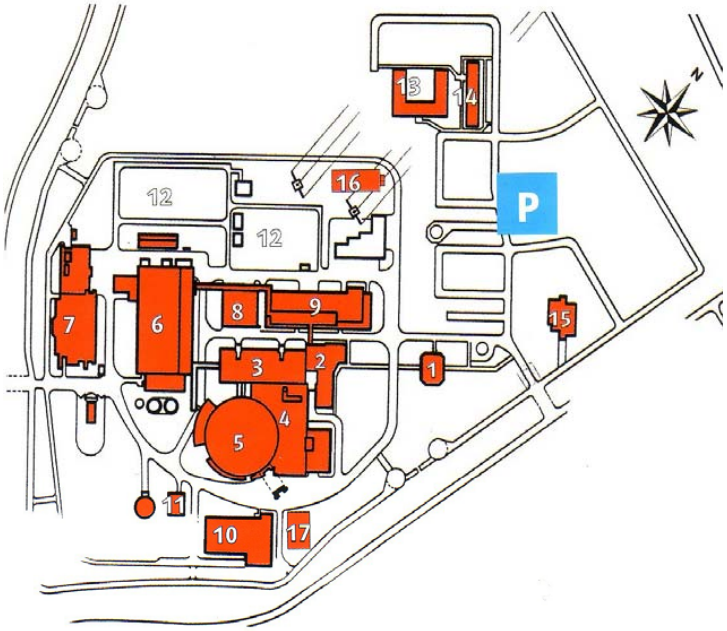


Bild 65: Lageplan KBR Brokdorf

Aus dem Lageplan ist zu erkennen, dass Reaktorgebäude, Reaktorhilfsanlagengebäude und das Schaltanlagengebäude einen zentralen Gebäudekomplex bilden.

Südöstlich hiervon sind das Versorgungsanlagengebäude, Notspeisegebäude und das Lager für kontaminierte Teile angeschlossen.

Unmittelbar an den zentralen Gebäudekomplex sind nordöstlich die Büro- und Sozialgebäude angeschlossen und etwas vorgelagert der Eingangsbereich mit der Hauptpförtnerei und das Informationszentrum. Nordwestlich vom Schaltanlagengebäude befindet sich das Notstromdieselgebäude, Werkstatt- und Lagergebäude und etwas außerhalb das Revisions- und Schulungsgebäude.

In westlicher Richtung vom Reaktorgebäude sind das Maschinenhaus und das Kühlwasserpumpen- und das Wasserreinigungsbauwerk angeordnet.

Technische Daten

Das Kraftwerk Brokdorf verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1.440 MW.[227]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Brokdorf erfolgte 1986.[228]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 30 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 6.3 bar.[229]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 12,670 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 175 bar.[230]

Das Kraftwerk Brokdorf hat bauartbedingt keinen Kühlturm, sondern eine sogenannte Kondensatorkühlung, die mit gereinigtem Elbwasser betrieben wird.

[227] Wasgindt 2003, S. 7

[228] Siemens 1996, S. 1

[229] KBR-Brokdorf 2001, S. 4

[230] KBR-Brokdorf 2001, S. 4

8.10. KKP Philippsburg 1/2

8.10.1. Geografische Lage

»Das Kernkraftwerk liegt in der Gemarkung der Stadt Philippsburg am rechten Rheinufer in Baden-Württemberg. Der Standort liegt etwa 30 km nördlich von Karlsruhe und 10 km westlich der Autobahn A 5 Frankfurt-Basel.«[231]

»Das Standortgelände hat eine Fläche von ca. 60 ha und liegt auf der rechtsrheinischen Rheinschanzinsel zwischen den Stromkilometern 389,2 und 389,7 m.«[232] Die Rheinschanzinsel selbst entstand durch die Rheinbegradigung und ist demzufolge von Rhein und Altrhein umflossen. »Die Krone des Hochwasserdamms liegt auf 100,5 m über NN. Das Kraftwerksgelände wurde auf 100,3 m über NN aufgefüllt und ist damit hochwasserfrei.«[233]

Das Kernkraftwerk verfügt über gute Anschlussmöglichkeiten an das öffentliche Verkehrsnetz. Von der ca. 2 km südwestlich verlaufenden Landstraße Rheinsheim-Philippsburg-Oberhausen ist das Standortgelände über zwei Anschlussstraßen direkt zu erreichen. Etwa 4 km westlich verläuft die Bundesstraße B 36 von Hockenheim nach Karlsruhe und 4 km südlich die Bundesstraße B 35 von Germersheim nach Bruchsal.

Der Kraftwerksstandort ist östlich von der Autobahn A 65, nördlich von der Autobahn A 61/A 6 und westlich von der Autobahn A 5 umgeben.

Eine direkte Anbindung an das Schienennetz der Bundesbahn erleichtert den An- und Abtransport von Schwerlasten. Durch die Standortlage unmittelbar am Rhein können Schwerkomponenten auch mittels Schiffstransport angeliefert werden.

Um die Wärmeeinleitung in den Rhein durch das notwendige Kühlwasser in Zeiten hoher Flusswassertemperatur oder geringer Wasserführung zu reduzieren, verfügt das Kernkraft-

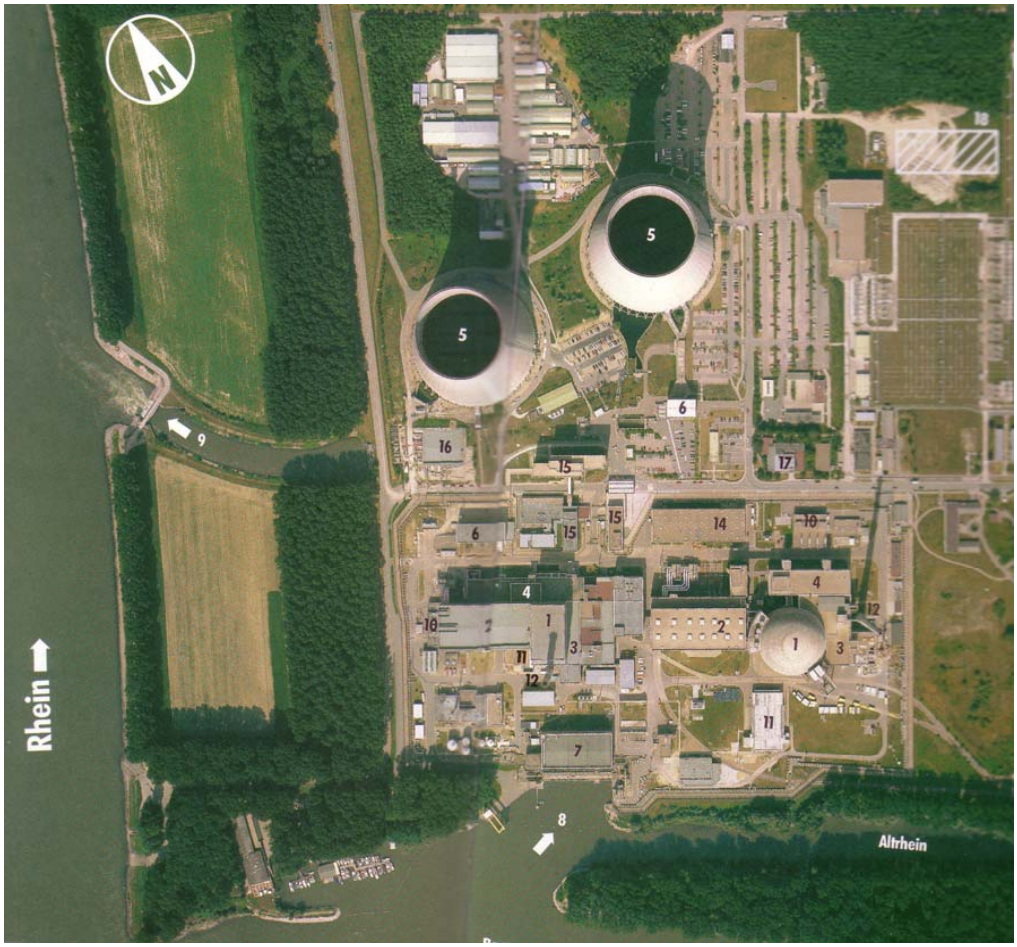
[231] KKP-Philippsburg 2001, S. 2

[232] KKP-Philippsburg 2001, S. 2

[233] KKP-Philippsburg 2001, S. 2

werk Philippsburg neben den Kondensatorkühlungen bei jedem Kraftwerksblock zusätzlich über einen Naturzug-Nasskühlturm.

8.10.2. Lageplan (Bild 66)



1 Reaktorgebäude
2 Maschinenhaus
3 Reaktorhilfsanlagengebäude
4 Betriebs-, Warten- und Schaltanlagengebäude
5 Kühlturm
6 Kühlturmpumpenhaus
7 Kühlwasserpumpenhaus
8 Kühlwassereinlauf
9 Kühlwasserauslauf
10 Dieselgebäude
11 Notspeisegebäude
12 Abluftkamin
13 380-kV-Schaltanlage
14 Lager
15 Verwaltungsgebäude
16 InfoCenter
17 Ausbildungszentrum
18 geplantes Zwischenlager

Bild 66: Lageplan KKP Philippsburg 1/2

Aus dem Lageplan ist zu erkennen, dass die beiden nebeneinander angeordneten Reaktorgebäude jeweils an ihrer nordwestlichen Seite direkt mit dem Maschinenhaus und an ihrer südöstlichen Seite mit dem Reaktorhilfsanlagengebäude verbunden sind und eine zentrale Einheit bilden.

Nordöstlich hiervon liegen jeweils das Betriebs-, Warten- und Schaltanlagengebäude, etwas vorgelagert die Verwaltungsgebäude, das Kühlturmpumpenhaus, Lager- und Dieselgebäude, Ausbildungszentrum, der Kühlwasserauslauf, das Info-Center und etwas versetzt die beiden Kühltürme.

Der Abluftkamin befindet sich bei der Kraftwerksanlage 1 südlich vom Reaktorgebäude und bei der Kraftwerksanlage 2 östlich vom Reaktorgebäude. Südwestlich der Reaktorgebäude befinden sich die beiden Notspeisegebäude und das Kühlwasserpumpenhaus und der Kühlwassereinlauf.

Es ist besonders darauf hinzuweisen, dass die Kernkraftwerke Philippsburg 1 und 2 aus zwei unterschiedlichen Reaktorblöcken bestehen. Die Kraftwerksanlage 1 verfügt über einen Siedewasserreaktor und die Kraftwerksanlage 2 über einen Druckwasserreaktor.

Technische Daten des Kraftwerks Philippsburg 1

Das Kraftwerk Philippsburg 1 hat einen Siedewasserreaktor und verfügt über eine elektrische Bruttoleistung von 926 MW.[234]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Philippsburg 1 erfolgte 1979.[235]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 27 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 16-30 mm. Der Auslegungsdruck liegt bei 3,8 bar.[236]

[234] Wasgindt 2003, S. 7

[235] Siemens 1996, S. 1

[236] KKP-Philippsburg 2001, S. 13

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5,850 m und eine Höhe von 21 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 87,3 bar.[237]

Der Kühlturm hat eine Höhe von 152 m, einen Basisdurchmesser von 124 m und einen Austrittsdurchmesser von 78 m.[238]

Technische Daten des Kraftwerks Philippsburg 2

Das Kraftwerk Philippsburg 2 verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1.458 MW.[239]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Philippsburg 2 erfolgte 1984.[240]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 38-80 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 5.3 bar.[241]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 11,628 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 175 bar.[242]

Der Kühlturm hat eine Höhe von 152 m, einen Basisdurchmesser von 124 m und einen Austrittsdurchmesser von 78 m und ist baugleich mit dem Kühlturm der Kraftwerksanlage 1.[243]

[237] KKP-Philippsburg 2001, S. 12

[238] KKP-Philippsburg 2001, S. 13

[239] Wasgindt 2003, S. 7

[240] Siemens 1996, S. 1

[241] KKP-Philippsburg 2001, S. 15

[242] KKP-Philippsburg 2001, S. 14

[243] KKP-Philippsburg 2001, S.

8.11. KWB Biblis A/B

8.11.1. Geografische Lage

»Das Kernkraftwerk liegt am rechten Rheinufer unmittelbar hinter dem Hochwasserschutzdamm des Rheins, etwa 4 km nordwestlich der Gemeinde Biblis im Landkreis Bergheim in Hessen.«[244]

»Das Standortgelände liegt bei Stromkilometer 454,5 und ca. 13 km nördlich der Stadt Worms.«[245] »Die Krone des Hochwasserdamms liegt auf 91,3 m über NN. Das Kraftwerksgelände wurde von ursprünglich 87,5 m über NN auf 91,0 m über NN aufgefüllt,«[246] sodass auch bei dem unwahrscheinlichen Fall eines Dammbruches des Rheins bei Hochwasser ein Überfluten des Kraftwerksgeländes vermieden wird

Das Kraftwerk verfügt über gute Anschlussmöglichkeiten an das öffentliche Verkehrsnetz. Von der ca. 2 km südlich verlaufenden Landstraße Biblis-Wattenheim ist das Standortgelände über eine abzweigende Anschlussstraße, die auch für Schwerlasttransporte geeignet ist, direkt zu erreichen. Etwa 5 km westlich verläuft die Bundesstraße B 44 in Nord-Süd-Richtung von Groß-Gerau nach Mannheim. Die Autobahnen A 67 und A 5 verlaufen ca. 10 km bzw. 15 km westlich vom Standort. In etwa 4 km Entfernung auf der linken Rheinseite verläuft Bundesstraße B 9 in Nord-Süd-Richtung von Mainz nach Worms und in ca. 10 km Entfernung die Bundesautobahn A 61.

Vom Standortgelände führt ein Anschlussgleis über den Bahnhof Biblis an die Bahnstrecke Frankfurt-Mannheim und an das Schienennetz der Bundesbahn. Schwerkomponenten können durch die Standortlage unmittelbar am Rhein auch mittels Schiffstransport über eine sogenannte Schiffslände angeliefert werden.

Die beiden Blöcke des Kernkraftwerkes Biblis werden im Normalbetrieb mit Frischwasserkühlung gefahren. Das Kühlwasser wird vom Rhein über Entnahmekanäle und mechanische

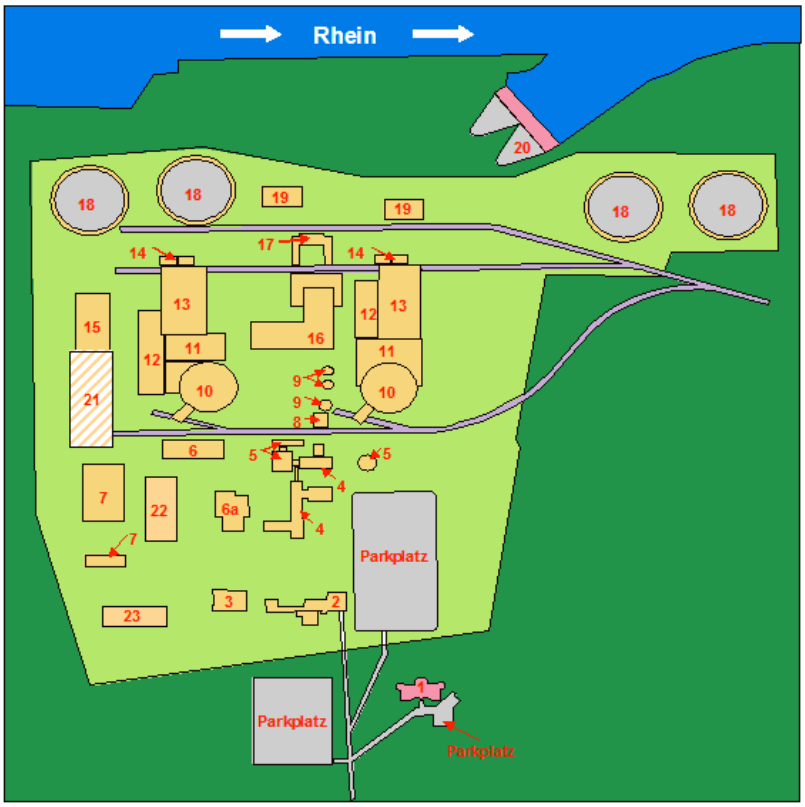
[244] Frühauf 1974, S. 409

[245] KWB-Biblis 2004, S. 4

[246] Frühauf 1974, S. 410

Reinigungsanlagen den Pumpen zugeleitet und von diesen durch die Kondensatoren gefördert. Um die Wärmebelastung des Rheins in Zeiten hoher Flusswassertemperaturen oder geringer Wasserführung zu reduzieren, wurden zusätzlich beide Blöcke des Kraftwerks mit jeweils zwei Kühltürmen ausgerüstet.

8.11.2. Lageplan (Bild 67)



1 Informationszentrum
2 Kraftwerkspforte und neues Garagengebäude
3 Feuerwache
4 Verwaltungsgebäude
5 Schulungsgebäude
6 Sozialgebäude
6a Kantinengebäude
7 Lager
8 Zusätzliche Noteinspeisesystem für die Sekundärkreisläufe
9 Deionatvorratsbehälter
10 Reaktorgebäude
11 Reaktorhilfsanlagengebäude
12 Schaltanlagengebäude
13 Maschinenhaus
14 Transformatorenanlage
15 Zwischenlager für radioaktive Abfälle
16 Nebenanlagengebäude
17 Garagengebäude
18 Kühltürme
19 Kühlwasserentnahmebauwerk
20 Überlaufwehr
21 Zwischenlager (im Bau)
22 Interimslager
23 Bürogebäude

Bild 67: Lageplan KWB Biblis

Der Lageplan zeigt die unterschiedliche Anordnung der Hauptgebäude der beiden Blöcke des Kernkraftwerkes Biblis A und B. Zwischen den beiden Gleisanlagen, die zum einen die Reaktorgebäude und zum andern die Transformatorenanlagen verbinden, sind jeweils in Nord-Süd-Richtung die beiden Kraftwerksanlagen parallel zueinander angeordnet. Der Block A befindet sich östlich und der Block B westlich auf der Kraftwerksanlage. Bei Block A bilden Reaktorgebäude und das nördlich unmittelbar angeschlossene Reaktorhilfsanlagengebäude, Maschinenhaus sowie das Schaltanlagengebäude die zentrale Einheit. Bei Block B bildet ebenfalls Reaktorgebäude, Reaktorhilfsanlagengebäude, Maschinenhaus und das Schaltanlagengebäude den zentralen Gebäudekomplex, wobei hier jedoch das Schaltanlagengebäude westlich vom Reaktorgebäude und Maschinenhaus angeordnet ist.

Mittig zwischen den beiden Kraftwerksblöcken befindet sich das Nebenanlagengebäude, dass die für beide Blöcke notwendigen Anlagen wie Werkstätten, Lager, Wasseraufbereitung, Labor, Sozialräume sowie die Notstromdieselanlagen für Block A enthält. Des Weiteren befinden sich hier das zusätzliche Noteinspeisesystem und die Deionatvorratsbehälter.

Südlich der beiden Reaktorgebäude sind das Verwaltungsgebäude, Schulungsgebäude, Sozialgebäude, Kantinengebäude, Lager, Feuerwache, Bürogebäude, Kraftwerkspforte und das Informationszentrum angeordnet. Westlich von Block B befindet sich das Zwischenlager für radioaktive Abfälle und das im Bau befindliche Standortzwischenlager. Nördlich der zentralen Anlagengebäude auf der Flussseite des Standortgeländes sind die Transformatorenanlage und die Anlagen zur Kühlwasserversorgung bestehend aus den Kühlwasserentnahmebauwerken und dem Überlaufwehr sowie die vier Kühltürme angeordnet.

Technische Daten des Kraftwerks Biblis Block A

Das Kraftwerk Biblis Block A verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1.225 MW.[247]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Biblis Block A erfolgte 1974.[248]

[247] Wasgindt 2003, S. 7

[248] Siemens 1996, S. 1

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 30 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 4,7 bar.[249]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 13,250 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 154 bar.[250]

Die beiden Kühltürme von Block A haben eine Höhe von 80 m und einen Basisdurchmesser von 68 m.[251]

Technische Daten des Kraftwerks Biblis Block B

Das Kraftwerk Biblis Block B hat ebenfalls einen Druckwasserreaktor und verfügt über eine elektrische Bruttoleistung von 1.300 MW.[252]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Biblis Block B erfolgte 1976.[253]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 30 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 4,7 bar.[254]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 13,250 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 154 bar.[255]

Die beiden Kühltürme von Block B haben eine Höhe von 80 m und einen Basisdurchmesser von 69 m.[256]

[249] KWB-Biblis 2004, S. 14

[250] KWB-Biblis 2004, S. 14

[251] KWB-Biblis 2004, S. 14

[252] Wasgindt 2003, S. 7

[253] Siemens 1996, S. 1

[254] KWB-Biblis 2004, S.14

[255] KWB-Biblis 2004, S. 14

[256] KWB-Biblis 2004, S. 14

8.12. KKE Emsland

8.12.1. Geografische Lage

»Das Kernkraftwerk liegt etwa 500 m nördlich der Ems in der Gemarkung des Ortsteils Bramsche der Stadt Lingen (Ems), im Industriepark Süd im Kreis Emsland in Niedersachsen.«[257]

»Der Standort des Kraftwerkes befindet sich etwa 8 km südlich der Stadt Lingen (Ems) mit ca. 55.000 Einwohnern und etwa 26 km südlich von Meppen.«[258] Das Kraftwerksgelände ist eben, liegt auf 31,15 m über NN und ist hochwasserfrei. In der weiteren Umgebung gibt es größere Waldgebiete und das flache Gelände wird überwiegend forst- und landwirtschaftlich genutzt.

Das Kraftwerk verfügt über gute Anschlussmöglichkeiten an das straßen- und schienengebundene öffentliche Verkehrsnetz. Von der ca. 3 km nördlich verlaufenden Bundesstraße B 70, die in Nord-Süd-Richtung von Meppen über Lingen nach Rheine verläuft, ist das Standortgelände über eine Anschlussstraße direkt zu erreichen. Die Bundesstraße B 213 verläuft etwa 5 km nördlich von Nordhorn nach Lingen. Westlich in ca. 10 km Entfernung vom Standort verläuft die Autobahn A 31 in Nord-Süd-Richtung von Meppen nach Gronau.

Vom Kraftwerksgelände führt ein Anschlussgleis über die Bahnstation Lingen (Ems) an die Bahnstrecke Rheine-Emden und an das Schienennetz der Bundesbahn.

»Das Kernkraftwerk Emsland verfügt über ein Speicherbecken mit einen Fassungsvermögen von ca. 23 Mio. m³ Wasser«[259] um die thermische Belastung der Ems bei Niedrigwasser möglichst gering zu halten und den Kühlwasserbedarf des Kraftwerks zu gewährleisten. Das Speicherbecken wird bei ausreichender Wasserführung der Ems vom Dortmund-Ems-Kanal aus über ein Pumpwerk gefüllt und bei Niedrigwasser der Ems kann die entsprechende Wassermenge über den gleichen Weg wieder zurückgeleitet werden

[257] KKE-Emsland 2004, S. 5

[258] KKE-Emsland 2004, S. 5

[259] KKE-Emsland 2002, S. 4

Das Kraftwerk Emsland gehört mit den Kraftwerken Neckar 2 und Isar 2 zu dem sogenannten „Konvoi-Programm“.

8.12.2. Lageplan (Bild 68)

Bild 68: Lageplan KKE Emsland

Aus dem Lageplan ist zu erkennen, dass Reaktorgebäude, Reaktorhilfsanlagengebäude und das Schaltanlagengebäude die zentrale Einheit bilden. Unmittelbar nordwestlich angeschlossen befindet sich das Maschinenhaus.

Nordöstlich von der zentralen Gebäudeeinheit befindet sich das Notstromgebäude, Werkstatt- und Lagergebäude, Büro- und Sozialgebäude, Feuerwehrgebäude und etwas vorgelagert das

Pförtnergebäude sowie außerhalb des eigentlichen Kraftwerksgeländes das Verwaltungsgebäude und das Kasinogebäude.

Südwestlich vom Reaktorgebäude ist das Notspeisegebäude angeordnet. Südwestlich vom Reaktorhilfsanlagengebäude befindet sich der Fortluftkamin und das Standortzwischenlager. Der Kühlturm liegt etwas außerhalb nordwestlich vom Reaktorgebäude.

Technische Daten

Das Kraftwerk Emsland verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1.400 MW.[260]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Emsland erfolgte 1988.[261]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 38 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 6,3 bar.[262]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 12,312 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 157 bar.[263]

Der Naturzug-Nasskühlturm hat eine Höhe von 152 m und einen Basisdurchmesser von 138 m.[264]

[260] Wasgindt 2003, S. 7

[261] Siemens 1996, S. 1

[262] KKE-Emsland 2003, S. 1

[263] KKE-Emsland 2003, S. 1

[264] KKE-Emsland 2003, S. 1

8.13. GKN Neckar 1/2

8.13.1. Geografische Lage

»Das Gemeinschaftskernkraftwerk Neckar Block 1 und 2 liegt etwa 25 km nördlich von Stuttgart auf den Gemarkungen der Gemeinden von Gemmrigheim und Neckarwestheim am rechten Neckarufer bei Flusskilometer 129 in Baden-Württemberg.«[265]

»Das in einem ehemaligen Steinbruch gelegene Standortgelände wird im Westen, Süden und Südosten von bis zu 35 m hohen Steilwänden begrenzt.«[266] Im Norden bildet der Neckarberg, im Nordosten der Liebensteiner Bach die Begrenzung des Anlagengeländes. Der Standort befindet sich im Verbreitungsgebiet des Oberen Muschelkalks, der in diesem Bereich noch von jüngeren, eiszeitlichen Deckschichten wie Löss und Neckarschotter überlagert wird. »Das Kraftwerk liegt im Steinbruch auf einer Höhe von 172,5 m über NN. Der natürliche Grundwasserspiegel liegt im Standortbereich bei 169,5 m und der Normalwasserstand des Neckars vor der Staustufe bei Lauffen liegt bei 169,7 m über NN.«[267] »Bei einem unterstellten 100-jährlichen Hochwasserstand von 171,37 m über NN kann man davon ausgehen das der Standort hochwasserfrei ist.«[268]

In der näheren Umgebung des Standorts werden vorwiegend Landwirtschaft und Weinbau betrieben. »Dieses Gebiet wird in etwa jeweils 10 km Entfernung im Osten durch die Löwensteiner Berge, im Nordwesten von dem Heuchelberg und im Westen in einer Entfernung von ca. 8 km vom Stromberg begrenzt. Zwischen dem Heuchelberg und Stromberg erstreckt sich das etwa 30 km lange Zabergäutal.«[269]

»Dem Standortgelände am nächsten liegt die Ortschaft Neckarwestheim, deren Ortsmitte ca. 1,5 km vom Standort in Nord-Ost-Richtung entfernt ist.«[270] Die ersten Häuser der Ortschaften Kirchheim/Neckar im Westen und Gemmrigheim im Südwesten stehen in einer Entfernung

[265] GKN-Neckar 2001, S. 6

[266] GKN-Neckar 2001, S. 6

[267] GKN-Neckar 2000, S. 13

[268] GKN-Neckar 2001, S. 10

[269] GKN-Neckar 2001, S. 6

[270] GKN-Neckar 2001, S. 7

von 1,7 km. »In den Gemeinden und Städten im 10-km-Umkreis leben ca. 170.000 Einwohner, davon ca. 20.000 in Heilbronn. Die Einwohnerzahlen in den übrigen 26 Gemeinden liegen in etwa zwischen 2.000 und 15.000.«[271]

»Etwa 25 km südlich liegt Stuttgart mit ca. 582.000 Einwohnern. Weitere Bevölkerungsschwerpunkte im 50 km-Umkreis sind die Städte Esslingen, Ludwigsburg, Leonberg, Sindelfingen und Böblingen im Süden, Pforzheim in südwestlicher Richtung sowie Heilbronn im Norden.«[272] Der mittlere Neckarraum ist aufgrund seiner günstigen Lage relativ stark industrialisiert. »Im Umkreis von 10 km gibt es etwa 1600 Industrie- und Gewerbebetriebe.«[273]

Das Standortgelände ist über zwei Anschlussstraßen, die in die Kreisstraße K 1624 / K 2081 münden, an das öffentliche Straßenverkehrsnetz angebunden. Die Bundesstraße B 27 verläuft westlich in etwa. 3 km Entfernung von Heilbronn über Lauffen nach Bietigheim. Östlich in etwa. 8 km Entfernung verläuft die Autobahn A 81 in Nord-Süd-Richtung von Heilbronn nach Stuttgart.

Eine direkte Einbindung des Kraftwerksgeländes an das Schienennetz der Bundesbahn ist nicht vorhanden. Der Standort liegt bei Flusskilometer 129 direkt am Neckar. In diesem Bereich ist der Neckar schiffbar und wird von Lastschiffen und von April bis Oktober auch von Personenschiffen befahren. »Der internationale Verkehrsflughafen Stuttgart ist etwa 50 km Kraftwerksstandort entfernt.«[274]

»Das dem Standortgelände nächstgelegene Naturschutzgebiet „Kirchheimer Wasen“ liegt westlich in einer Entfernung von ca. 300 m auf der gegenüberliegenden Seite des Neckars. Ein weiteres nahe gelegenes Naturschutzgebiet „Lauffener Neckarschleife“ liegt nordwestlich in etwa 2 km Entfernung vom Standort.«[275]

[271] GKN-Neckar 2001, S. 7

[272] GKN-Neckar 2001, S. 7

[273] GKN-Neckar 2001, S. 8

[274] GKN-Neckar 2001, S. 8

[275] GKN-Neckar 2001, S. 7

Das Kernkraftwerk Neckar besteht aus zwei getrennten Kraftwerksblöcken mit Druckwasserreaktoren und das Kernkraftwerk Neckar 2 gehört zum „Konvoi-Programm“.

Von besonderer Bedeutung sind die unterschiedlichen Kühlwassersysteme. Beim Kernkraftwerk Neckar 1 besteht das Hauptkühlsystem aus einer Zellenkühlanlage, die sich aus zwei nebeneinander angeordneten Kühlturmreihen mit jeweils 17 Zellen zusammensetzt. Hierbei erzeugt ein Ventilator auf jeder Zelle einen Luftstrom durch das herabrieselnde, fein verteilte Wasser. »Dabei verdunstet ca. 1% des Wassers und entzieht die dafür notwendige Verdampfungswärme dem restlichen Kühlwasser, das sich daher abkühlt.«[276]

Das Kernkraftwerk Neckar 2 hat einen geschlossenen Kühlkreislauf bei dem die Abwärme ausschließlich über einen Kühlturm abgeführt wird. Um die Vorgaben der umliegenden Gemeinden zu erfüllen, wurde speziell für das Kraftwerk Neckar 2 ein sogenannter Hybrid-Kühlturm entwickelt der im Gegensatz zu einem konventionellen Naturzug-Nasskühlturm nur »eine Höhe von ca. 52 m und einen erheblich geringeren Wasserdampfausstoß aufweist.«[277]

8.13.2. Lageplan (Bild 69)

In beiden Kraftwerksblöcken bilden das Reaktorgebäude, die Reaktorhilfsanlagengebäude und das Schaltanlagengebäude die zentrale Einheit.

Das Maschinenhaus von Block 1 ist südwestlich vom Reaktorgebäude und bei Block 2 nordöstlich vom Reaktorgebäude angeordnet. Die Zellenkühltürme für Block 1 befinden sich westlich der zentralen Gebäudeeinheit von Block 1 und der Hybridkühlturm für Block 2 befindet sich westlich am Rand des Standortgeländes ungefähr mittig zwischen den beiden Kraftwerksanlagen.

Der Eingangsbereich mit Verwaltungsgebäude und Informationszentrum befindet sich etwas vorgelagert am südlichen Ende des Kraftwerksgeländes.

[276] GKN-Neckar 2000, S. 17

[277] GKN-Neckar 2000, S. 19

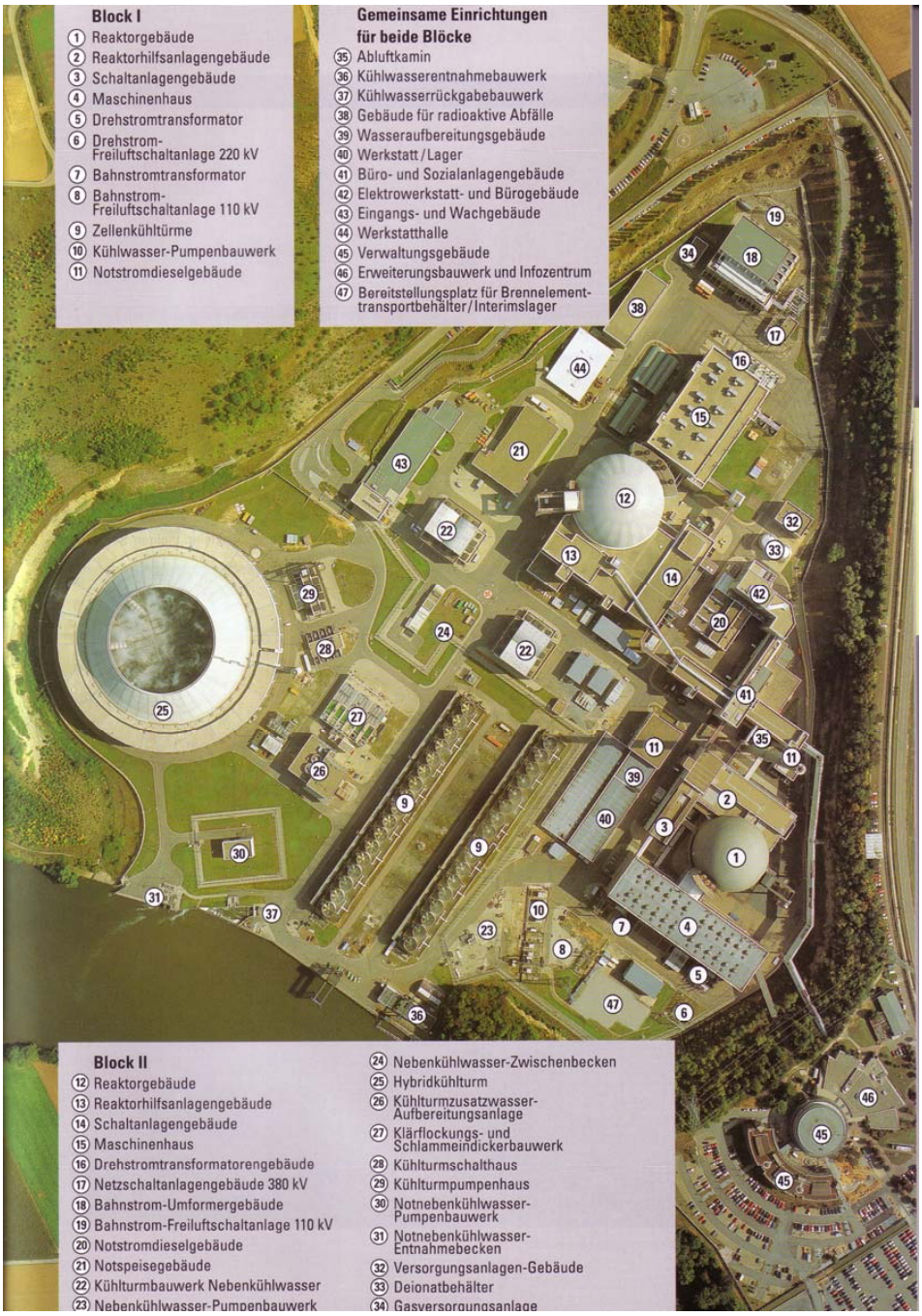


Bild 69: Lageplan GKN Neckar 1/2

Technische Daten des Kraftwerks Neckar 1

Das Kraftwerk Neckar Block 1 verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 840 MW.[278]

[278] Wasgindt 2003, S. 7

Die Inbetriebnahme des Kraftwerks Neckar 1 erfolgte 1976.[279]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 50 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 26 mm. Der Auslegungsdruck liegt bei 4,7 bar.[280]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 4,358 m und eine Höhe von 12 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 175 bar.[281]

Die insgesamt 34 Zellenkühltürme des Hauptkühlwassersystems haben eine Höhe von 18 m.[282]

Technische Daten des Kraftwerks Neckar 2

Das Kraftwerk Neckar Block 2 hat ebenfalls einen Druckwasserreaktor und verfügt über eine elektrische Bruttoleistung von 1.365 MW.[283] Die Inbetriebnahme des Kraftwerks Neckar 2 erfolgte 1989.[284]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 38 mm sowie, analog Block 1, eine bis zu 1,5m dicke Stahlbeton-hülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 5,3 bar.[285]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von ca. 12 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 175 bar.[286]

Der Kühlturm hat eine Höhe von 51,22 m und einen Basisdurchmesser von 160 m.[287]

---

[279] Siemens 1996, S. 1

[280] GKN-Neckar 2000, S. 96

[281] GKN-Neckar 2000, S. 95

[282] GKN-Neckar 2000, S. 17

[283] Wasgindt 2003, S. 7

[284] Siemens 1996, S. 1

[285] GKN-Neckar 2000, S. 96

[286] GKN-Neckar 2000, S 95

[287] GKN-Neckar 2000, S. 19

8.14. KKI Isar 1/2

8.14.1. Geografische Lage

»Das Kernkraftwerk Isar 1 und Isar 2 liegt auf den Gemarkungen der Gemeinden Essenbach und Niederaichbach unmittelbar am linken Isarufer im Landkreis Landshut, Regierungsbezirk Niederbayern in Bayern.«[288]

»Die Stadt Landshut liegt etwa 13 km südwestlich und die städtischen Randgebiete sind ca. 10 km vom Kraftwerksgelände entfernt. Der Standort liegt im unteren Isartal, das in diesem Bereich etwa 4 km breit ist.«[289] Die Isar verläuft von Südwesten kommend in Richtung Nordosten. »Etwa 1,5 km flussaufwärts beginnen bewaldete Höhenzüge, die sich bis ca. 4 km flussabwärts erstrecken. Die Höhenzüge reichen dicht an das rechte Isarufer heran, sodass sich auf dieser Uferseite ein bis zu 100 m hohes Steilufer erhebt. Links der Isar in einer Entfernung von 4 km vom Standort beginnen die Höhenzüge in nordwestlicher Richtung.«[290]

»In den Gemeinden im Umkreis von 10 km um den Standort leben etwa 108.000 Menschen, davon ca. 58.000 in Landshut. In den übrigen 12 Gemeinden liegen die Einwohnerzahlen in etwa zwischen 1.000 und 10.000.«[291]

»In den Gemeinden im 10-km-Umkreis gibt es ca. 1.100 Betriebe und hiervon sind etwa 73% Handwerksbetriebe.«[292] Die meisten Gewerbe- und Industriebetriebe befinden sich auf dem Gebiet der Stadt Landshut. Etwa 1 km nördlich vom Kraftwerksgelände verläuft eine Erdgasfernleitung von Ost nach West.

Der Boden der Gemeinden im Umkreis von 10 km wird größtenteils land- und forstwirtschaftlich genutzt. »Knapp zwei Drittel sind Landwirtschaftsflächen, die zu 89% fast ausschließlich

[288] KKI-Isar 2003, S. 2

[289] KKI-Isar 2001, S. 7

[290] KKI-Isar 2001, S. 7

[291] KKI-Isar 2001, S. 7

[292] KKI-Isar 2001, S. 8

für den Ackerbau genutzt werden. Die restlichen Flächen in der Umgebung sind überwiegend Waldflächen sowie kleinere Landschaftsgebiete und ein Naturschutzgebiet.«[293]

Das Standortgelände verfügt über gute Anschlussmöglichkeiten an das öffentliche Verkehrsnetz. Von der etwa 0,5 km nordwestlich verlaufenden Bundesstraße B 11 Landshut-Dingolfing ist das Kraftwerk über eine Zufahrtsstraße, die auch für Schwertransporte geeignet ist, direkt zu erreichen. Westlich in ca. 8 km Entfernung verläuft die Bundesstraße B 15 in Nord-Süd-Richtung von Regensburg nach Landshut. Nordwestlich in einer Entfernung von etwa 1 km vom Standort verläuft die Autobahn A92 Freising nach Deggendorf.

Vom Kraftwerksgelände führt ein Anschlussgleis an die Bahnstrecke Landshut-Bayrisch Eisenstein und an das Schienennetz der Bundesbahn. Die Bahnstrecke München-Landshut-Regensburg ist ca. 8 km vom Standort entfernt. »Derzeit verkehren täglich 102 Personenzüge und 87 Güterzüge auf diesen Strecken. Die Bahnhöfe Wörth a. d. Isar und Ahrain sind 3 bzw. 2,5 km entfernt.«[294]

»Im Umkreis von 10 km des Standorts gibt es weder schiffbare Wasserstraßen noch zivile oder militärische Flugplätze. Für den militärischen Flugbetrieb besteht in einem Umkreis von 1,5 km um die Kernkraftwerke Isar ein Überflugverbot. Eine Nachttiefflugstrecke verläuft 4 km östlich in Nord-Süd-Richtung.«[295]

Das Kraftwerk liegt auf dem linken Isarufer im Bereich der Staustufe Niederaichbach. Die Isar ist als Gebirgsfluss durch Hochwasser im Sommer und Niedrigwasser im Herbst und Winter gekennzeichnet. In 15 km Entfernung verläuft die Vils parallel zur Isar. Das Standortgelände liegt so hoch, dass es auch beim höchsten anzunehmenden Hochwasser nicht überflutet wird.

Die Kraftwerksanlagen Isar 1 und Isar 2 sind zwei völlig voneinander getrennte Kernkraftwerke. Dies gilt für ihre technische Auslegung und Ausstattung ebenso wie für die Betriebsmannschaften und Gesellschaftsformen. »Die Sicherheitseinrichtungen arbeiten unabhängig

[293] KKI-Isar 2001, S. 8

[294] KKI-Isar 2001, S. 8

[295] KKI-Isar 2001, S. 8

voneinander und es ist gewährleistet, dass auch beim Betrieb beider Blöcke die gesetzlich festgelegten Werte bezüglich der Strahlenbelastung, des Lärmschutzes sowie der Reinhaltung von Luft und Wasser nicht überschritten werden.«[296]

Auch die Kühlwassersysteme der beiden Kraftwerksanlagen sind unterschiedlich. Das Kernkraftwerk Isar 1 ist für Frischwasserkühlung ausgelegt. »Die mittlere Aufwärmung der Isar beträgt rund 2,5° C.«[297] Damit die Isar bei wenig Wasser oder bei Sauerstoffmangel, z. B. an heißen Tagen, nicht zu stark belastet wird, steht zusätzlich eine Zellenkühlanlage zur Verfügung.

»Diese besteht aus zwölf Zellen und das Wasser wird auf ca. 17 m Höhe in die Zellenkühltürme gepumpt und fällt über den Verteilerboden und die Tropfplatten in das Sammelbecken«[298]. Der von den Ventilatoren erzeugte Luftstrom bewirkt, vergleichbar mit dem Kühlsystem des Kraftwerkes Neckar 1, die Kühlung des Wassers. Die Zellenkühler sind nach den bisherigen Erfahrungen im Kernkraftwerk Isar 1 nur an wenigen Tage im Jahr in Betrieb.

Das Hauptkühlsystem des Kraftwerkes Isar 2 verfügt über einen Naturzug-Nasskühlturm. »Das zu kühlende Wasser wird im Kühlturm auf ca. 18 m Höhe gepumpt. Dort wird es auf die gesamte Fläche gleichmäßig verteilt und rieselt dann in die Kühlturmtasse.«[299] Die erwärmte und mit Wasser gesättigte Luft im Kühlturm ist leichter als die Umgebungsluft und erfährt deshalb einen natürlichen Auftrieb.

Beim Aufsteigen kühlt sich der Dampf ab, sodass ein Kondensschwaden über dem Kühlturm sichtbar wird, bevor er verdunstet. Wie bei vergleichbaren Kraftwerken, die ihre Abwärme über einen Kühlturm abführen, wird die direkte Sonneneinstrahlung in der Umgebung nur geringfügig beeinflusst. Das gekühlte Wasser wird über das Sammelbecken dem Kühlsystem wieder zugeführt.

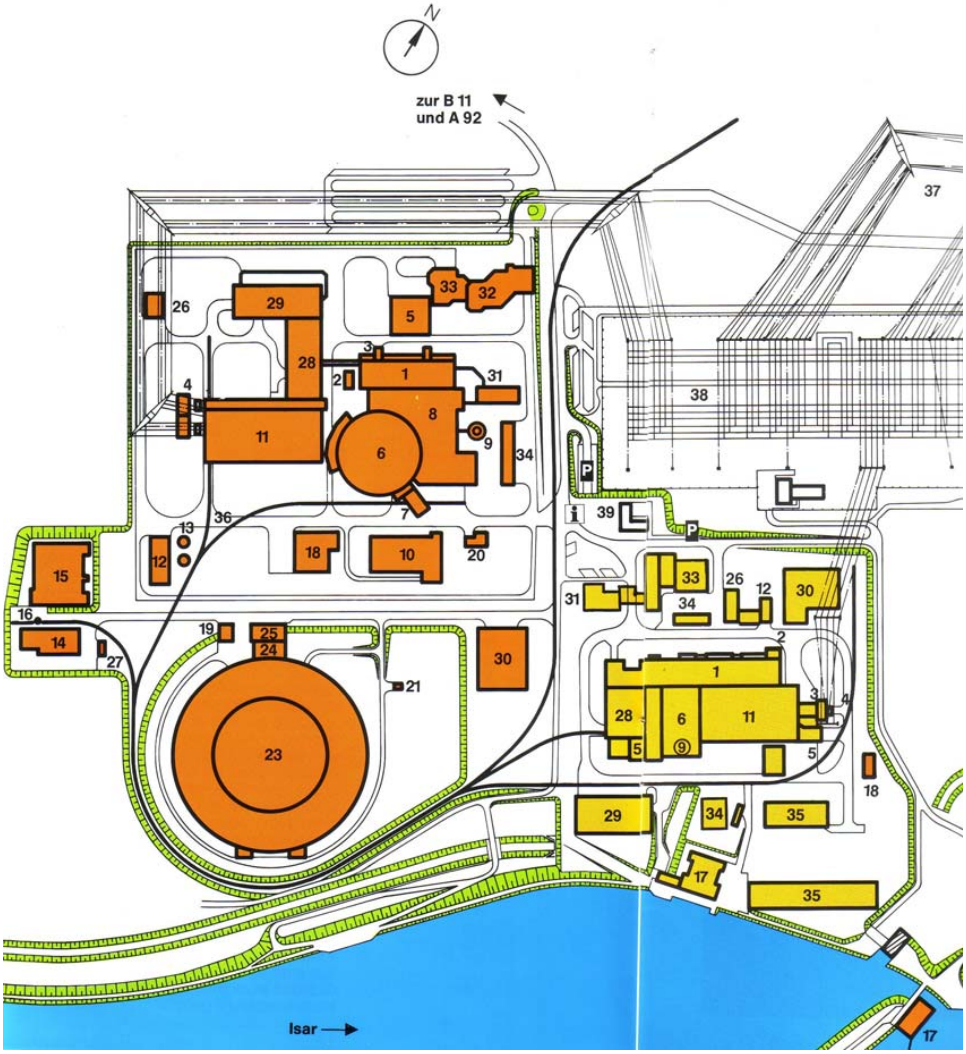
[296] KKI-Isar 1993, S. 3

[297] KKI-Isar 1993, S. 15

[298] KKI-Isar 1993, S. 15

[299] KKI-Isar 1993, S. 15

8.14.2. Lageplan (Bild 70)



Kernkraftwerk Isar 1 (KKI 1)
Kernkraftwerk Isar 2 (KKI 2)
Wasserkraftwerk Niederaichbach
Kernkraftwerk Niederaichbach (KKN) stillgelegt

1 Schaltanlagengebäude
2 Fremdnetztransformator
3 Eigenbedarfs-Transformatoren
4 Maschinentransformatoren
5 Notstrom- und Kaltwasserzentrale
6 Reaktorgebäude
7 Halbportalgerüst
8 Reaktorhilfsanlagengebäude
9 Fortluftkamin
10 Notspeisegebäude
11 Maschinenhaus
12 Vollentsalzungsanlagengebäude
13 Deionatbehälter
14 Kühlturmzusatzwasser-Aufbereitungsgebäude
15 Klärflockungsbauwerk
16 Schlammsilo
17 Kühlwasser-Entnahmebauwerke
18 Nebenkühlwasser-Pumpenbauwerke
19 Nebenkühlwasser-Zwischenbecken
20 Nebenkühlwasser-Sammelbecken
21 Kühlwasser-Meßstellenbauwerk
22 Nebenkühlwasser-Einleitungsbauwerk
23 Kühlturm
24 Kühlturmrücklaufbauwerk
25 Hauptkühlwasser-Pumpenbauwerk
26 Versorgungsanlagengebäude
27 Gasversorgungszentrale
28 Werkstattgebäude
29 Lagergebäude
30 Bereitstellungshalle
31 Büro- und Sozialgebäude
32 Pförtnergebäude
33 Kantine
34 Garagen
35 Zellenkühleranlage
36 Werkgleisanlagen
37 Höchstspannungsleitungen
38 Freiluftschaltanlage
39 Informationszentrum

Bild 70: Lageplan KKI Isar 1/2

Beim Kraftwerk Isar 1 bilden Reaktorgebäude, Schaltanlagengebäude, Maschinenhaus, Werkstattgebäude und die Notstrom- und Kaltwasserzentrale die zentrale Gebäudeeinheit. Südwestlich befinden sich Lagergebäude, Zellenkühlanlage und unmittelbar an der Isar für Block 1 und im Flussbereich der Isar für Block 2 die Kühlwasser-Entnahmebauwerke. Nordwestlich der zentralen Einheit sind Büro- und Sozialgebäude, Kantine, Versorgungsanlagengebäude, Bereitstellungshalle und weitere Hilfsanlagengebäude angeordnet.

Beim zum „Konvoi-Programm“ gehörenden Kraftwerk Isar 2 bilden Reaktorgebäude, Reaktorhilfsanlagengebäude und das Schaltanlagengebäude die zentrale Einheit. Das Maschinenhaus, Werkstattgebäude und die Lagerhalle bilden eine zweite Gebäudeeinheit und sind unmittelbar nordwestlich an das Reaktorgebäude angeschlossen. Vor dem Maschinenhaus sind die Notstrom- und die Kaltwasserzentrale, die Kantine und das Pförtnergebäude angeordnet. Nordöstlich vom Reaktorhilfsanlagengebäude befinden sich die Büro- und Sozialgebäude. Südöstlich von der zentralen Einheit sind Notspeisegebäude, Bereitstellungshalle, Pumpenbauwerke und in Richtung Isar der Kühlturm angeordnet.

Technische Daten des Kraftwerks Isar 1

Das Kraftwerk Isar 1 hat einen Siedewasserreaktor und verfügt über eine elektrische Bruttoleistung von 912 MW.[300]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Isar 1 erfolgte 1977.[301]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 27 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 16 – 30 mm. Der Auslegungsdruck liegt bei 4,4 bar.[302]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5,85 m und eine Höhe von 21 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 87,3 bar.[303]
Die insgesamt 12 Zellenkühltürme des Kühlwassersystems haben eine Höhe von 18 m.[304]

[300] Wasgindt 2003, S. 7

[301] Siemens 1996, S. 1

[302] KKI-Isar 2003, S. 6

[303] KKI-Isar 2003, S. 6

Technische Daten des Kraftwerks Isar 2

Das Kraftwerk Isar 2 verfügt über einen Druckwasserreaktor und hat eine elektrische Bruttoleistung von 1.475 MW.[305]

Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Isar 2 erfolgte 1988.[306]

Der Reaktorsicherheitsbehälter hat einen Innendurchmesser von 56 m und einen Stahlmantel mit einer Wandstärke von 38 – 60 mm sowie eine bis zu 1,5 m dicke Stahlbetonhülle. Der Auslegungsdruck liegt bei 6,3 bar.[307]

Der Reaktordruckbehälter hat einen Innendurchmesser von 5 m und eine Höhe von 12,01 m. Der Auslegungsdruck liegt bei 175 bar.[308]

Der Kühlturm hat eine Höhe von 165 m, einen Basisdurchmesser von 145 m und einen Austrittsdurchmesser von 86 m.[309]

[304] KKI-Isar 1993, S 24

[305] Wasgindt 2003, S. 7

[306] Siemens 1996, S. 1

[307] KKI-Isar 2003, S. 7

[308] KKI-Isar 2003, S. 7

[309] KKI-Isar 2003, S. 7

9. Anhang

1. Regellaufzeiten von Kernkraftwerken gemäß Vereinbarung vom 14. Juni 2001 zur geordneten Beendigung der Stromerzeugung in Deutschland.[310] 175

2. Reststrommengen gemäß Vereinbarung vom 14. Juni 2001 zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen.[311] 176

3. Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland.[312] 177

4. Stillgelegte Anlagen Stand 2003.[313] 180

5. Zwischenlagerung und Konditionierung Stand 2003.[314] 181

6. Endlagerung Stand 2003.[315] 182

7. Anteil der Kernenergie an der Gesamtstromerzeugung.[316] 183

[310] AtG 2005

[311] AtG Anlage 3 § 7 Abs. 1a

[312] Müller 1990, Tab. 3.1

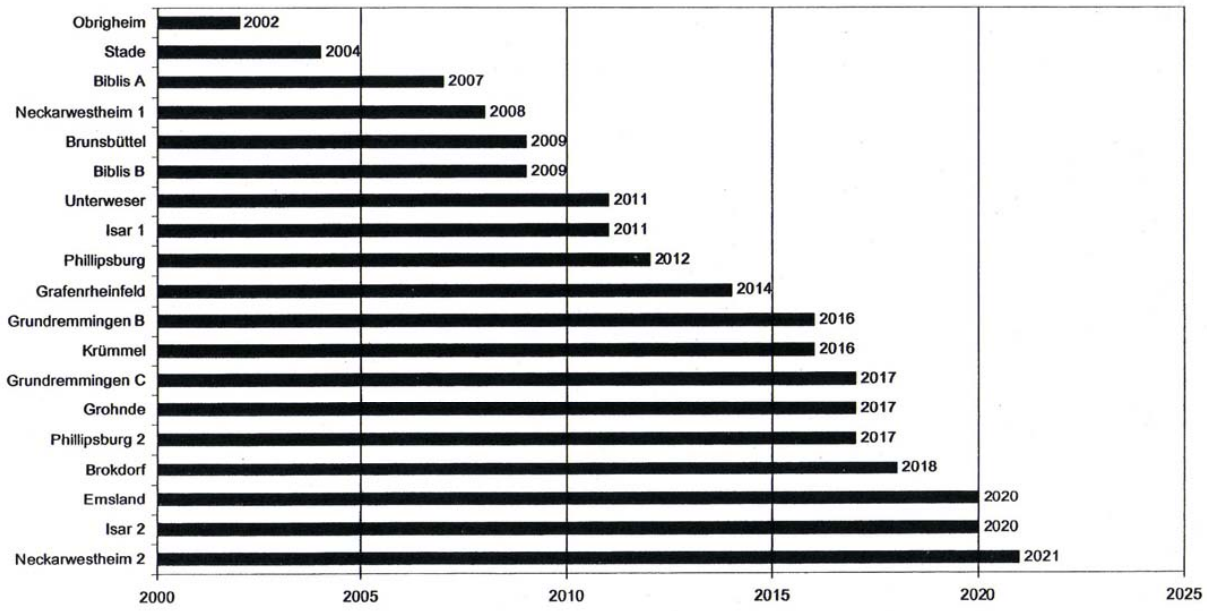
[313] Wasgindt 2003, S. 62

[314] Wasgindt 2003, S. 54

[315] Wasgindt 2003, S. 58

[316] Hoffmann 2001, S. 192

1. Regellaufzeiten von Kernkraftwerken gemäß Vereinbarung vom 14. Juni 2001 zur geordneten Beendigung der Stromerzeugung in Deutschland.



2. Reststrommengen gemäß Vereinbarung vom 14. Juni 2001 zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen.

Anlage	Reststrommengen ab 1.1.2000 (TWh netto)	Beginn des kommerziellen Leistungsbetriebs
Obrigheim	8,70	1. 4.1969
Stade	23,18	19. 5.1972
Biblis A	62,00	26. 2.1975
Neckarwestheim 1	57,35	1.12.1976
Biblis B	81,46	31. 1.1977
Brunsbüttel	47,67	9. 2.1977
Isar 1	78,35	21. 3.1979
Unterweser	117,98	6. 9.1979
Philippsburg 1	87,14	26. 3.1980
Grafenrheinfeld	150,03	17. 6.1982
Krümmel	158,22	28. 3.1984
Gundremmingen B	160,92	19. 7.1984
Philippsburg 2	198,61	18. 4.1985
Grohnde	200,90	1. 2.1985
Gundremmingen C	168,35	18. 1.1985
Brokdorf	217,88	22.12.1986
Isar 2	231,21	9. 4.1988
Emsland	230,07	20. 6.1988
Neckarwestheim 2	236,04	15. 4.1989
Summe	2.516,06	

3. Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland.

Tabelle 3.1.: Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland)*
1. Forschungsreaktoren mit einer Leistung von mehr als 10 kW_{th}

Lfd. Nr.	Forschungsreaktor mit $P_{th} > 10$ kW Standort	Betreiber	Reaktortyp therm. Leistung Neutronenfluß ($cm^{-2}s^{-1}$)	a) nukleare Inbetriebnahme b) Abschaltung
1	*FRM* Garching Bayern	Techn. Universität München Physik-Department	Schwimmbad 4 MW $< 7 \cdot 10^{13}$	a) 31. 10. 1957
2	FRF–1 Frankfurt Hessen	Universität Frankfurt	Homogener Reaktor 50 kW ca. 10^{12}	a) 10. 01. 1958 b) 1970 (bis 1977 Umbau zu FRF–2)
3	BER I Berlin	Hahn-Meitner-Institut Berlin	Homogener Reaktor 50 kW ca. 10^{12}	a) 24. 07. 1958 b) 1972 (bis Ende 1973 Umbau zu BER II)
4	*FRG-1* Geesthacht Schleswig-Holstein	GKSS-Forschungszentrum	Schwimmbad 5 MW $< 6 \cdot 10^{13}$	a) 23. 10. 1958
5	FR 2 KFZK Karlsruhe Baden-Württemberg	Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK)	Tank-Typ D_2O-Reaktor 44 MW $< 10^{14}$	a) 07. 03. 1961 b) 21. 12. 1981
6	FRJ-1 MERLIN KFA Jülich Nordrhein-Westfalen	Forschungszentrum Jülich (KFA)	Schwimmbad 10 MW $< 10^{14}$	a) 23. 02. 1962 b) 03/1985
7	*FRJ-2 DIDO* KFA Jülich Nordrhein-Westfalen	Forschungszentrum Jülich (KFA)	Tank-Typ D_2O-Reaktor 23 MW $< 2 \cdot 10^{14}$	a) 14. 11. 1962
8	FRG-2 Geesthacht Schleswig-Holstein	GKSS-Forschungszentrum	Schwimmbad (MTR) 15 MW $1{,}5 \cdot 10^{15}$	a) 16. 03. 1963 b) 06/1993
9	*FRMZ* Mainz Rheinland-Pfalz	Universität Mainz Institut für Kernchemie	TRIGA Mark II 100 kW $< 1{,}6 \cdot 10^{12}$	a) 03. 08. 1965
10	TRIGA HD 1 Heidelberg Baden-Württemberg	Deutsches Krebsforschungszentrum	TRIGA Mark I 250 kW	a) 26. 08. 1966 b) 31. 03. 1977
11	*FMRB* Braunschweig Niedersachsen	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)	Schwimmbad 1 MW $< 6 \cdot 10^{12}$	a) 03. 10. 1967
12	FRN Neuherberg Bayern	Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (heute: Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit) (GSF)	TRIGA Mark III 1 MW $< 3 \cdot 10^{13}$	a) 23. 08. 1972 b) 12/1982

Noch Tabelle 3.1.: Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland)*

13	*FRH* Hannover Niedersachsen	*Medizinische Hochschule Hannover*	*TRIGA Mark I* *250 kW* *< 8,5 · 10^{12}*	*a) 31. 01. 1973*
14	*BER II* Berlin	*Hahn-Meitner-Institut Berlin*	*Schwimmbad* *10 MW* *< 1,5 · 10^{14}*	*a) 09. 12. 1973*
15	*TRIGA HD II* Heidelberg Baden-Württemberg	*Deutsches Krebsforschungszentrum*	*TRIGA Mark I* *250 kW* *< 10^{13}*	*a) 28. 02. 1978*
16	*FRF-2* *Frankfurt* *Hessen*	*Universität Frankfurt*	*modifizierter TRIGA* *1 MW*	*a) kein Betrieb* *b) weitgehend demontiert*

2. Forschungsreaktoren mit einer Leistung von weniger als 10 kW_{th}

Lfd. Nr.	Forschungsreaktor mit P_{th} < 10 kW Standort	Betreiber	Reaktortyp therm. Leistung	a) nukleare Inbetriebnahme b) Abschaltung
1	SAR Garching b. München Bayern	Siemens AG (später TH München)	Argonaut 1 kW (max. 10 kW)	a) 23. 06. 1959 b) 1968 (Schließung der Reaktorstation)
2	PR 10 Karlstein Bayern	AEG (später Kraftwerk Union)	Argonaut (AEG-Prüfreaktor) 180 W	a) 27. 01. 1961 b) 1976
3	SUR 100 Garching b. München Bayern	Siemens AG (später TH München)	SUR-100 100 mW	a) 28. 02. 1962 b) 08/1981
4	STARK Karlsruhe Baden-Württemberg	Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK)	Argonaut (später schnell-thermisch) 10 W	a) 11. 1. 1963 b) 03/1976
5	*SUR 100* Berlin	Technische Universität Berlin Inst. für Kerntechnik	SUR-100 100 mW	a) 17. 07. 1963
6	SUR 100 Darmstadt Hessen	Technische Hochschule Darmstadt	SUR-100 100 mW	a) 23. 09. 1963 b) 11/1989
7	ANEX (kritische Anordnung) Geesthacht Schleswig-Holstein	GKSS-Forschungszentrum und INTERATOM GmbH	1. Kern: UO_2ZrH	a) 08. 05. 1964 b) 03/1965
8	SUAK Karlsruhe Baden-Württemberg	Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK)	schnelle kritische Anordnung einige Watt	a) 1964 b) (1977)
9	*SUR 100* Stuttgart Baden-Württemberg	Universität Stuttgart Institut für Kerntechnik	SUR-100 100 mW	a) 24. 04. 1964

Noch Tabelle 3.1.: Forschungsreaktoren in der Bundesrepublik Deutschland)*

10	*SUR 100* Hamburg	*Fachhochschule Hamburg*	*SUR-100* *100 mW*	*a) 15. 01. 1965*
11	*SUR 100* *Ulm* *Baden-Württemberg*	*Fachhochschule Ulm* *Institut für Kerntechnik*	*SUR-100* *100 mW*	*a) 13. 12. 1965*
12	*SUR 100* *Karlsruhe* *Baden-Württemberg*	*Schule für Kerntechnik im Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK)*	*SUR-100* *100 mW*	*a) 07. 03. 1966*
13	*SUR 100* *Kiel* *Schleswig-Holstein*	*Fachhochschule Kiel*	*SUR-100* *100 mW*	*a) 21. 03. 1966*
14	*SUR 100* *Aachen* *Nordrhein-Westfalen*	*RWTH Aachen* *Institut für elektrische Anlagen*	*SUR-100* *100 mW*	*a) 22. 09. 1966*
15	*SNEAK* *Karlsruhe* *Baden-Württemberg*	*Kernforschungszentrum Karlsruhe (KfK)*	*schnelle kritische Anordnung* *1 kW*	*a) 15. 12. 1966* *b) 11/1985*
16	*ADIBKA (L77A)* *Jülich* *Nordrhein-Westfalen*	*Forschungszentrum Jülich (KFA)*	*Homogener Reaktor* *100 W*	*a) 18.03.1967* *b) 10/1972*
17	*TKA* *AEG-Nullenergiereaktor* *Karlstein* *Bayern*	*Kraftwerk Union AG (urspr. AEG)*	*Thermische kritische Anordnung* *100 W*	*a) 06/1967* *b) 1973*
18	*SUR 100* Bremen	*Hochschule Bremen*	*SUR-100* *100 mW*	*a) 10/1967*
19	*KEITER* *Jülich* *Nordrhein-Westfalen*	*Forschungszentrum Jülich (KFA)*	*Kritische Anordnung für ITER* *1 W*	*a) 15. 06.1971* *b) 1982*
20	*SUR 100* Hannover Niedersachsen	*Universtität Hannover* *Institut für Kerntechnik*	*SUR-100* *100 mW*	*a) 09. 12. 1971*
21	*SUR 100* Furtwangen Baden-Württemberg	*Fachhochschule Furtwangen*	*SUR-100* *100 mW*	*a) 28. 03. 1973*
22	*KATHER* *Jülich* *Nordrhein-Westfalen*	*Forschungszentrum Jülich (KFA)*	*Kritische Anordnung Kugelhaufen* *100 W*	*a) 02. 07. 1973* *b) 1985*

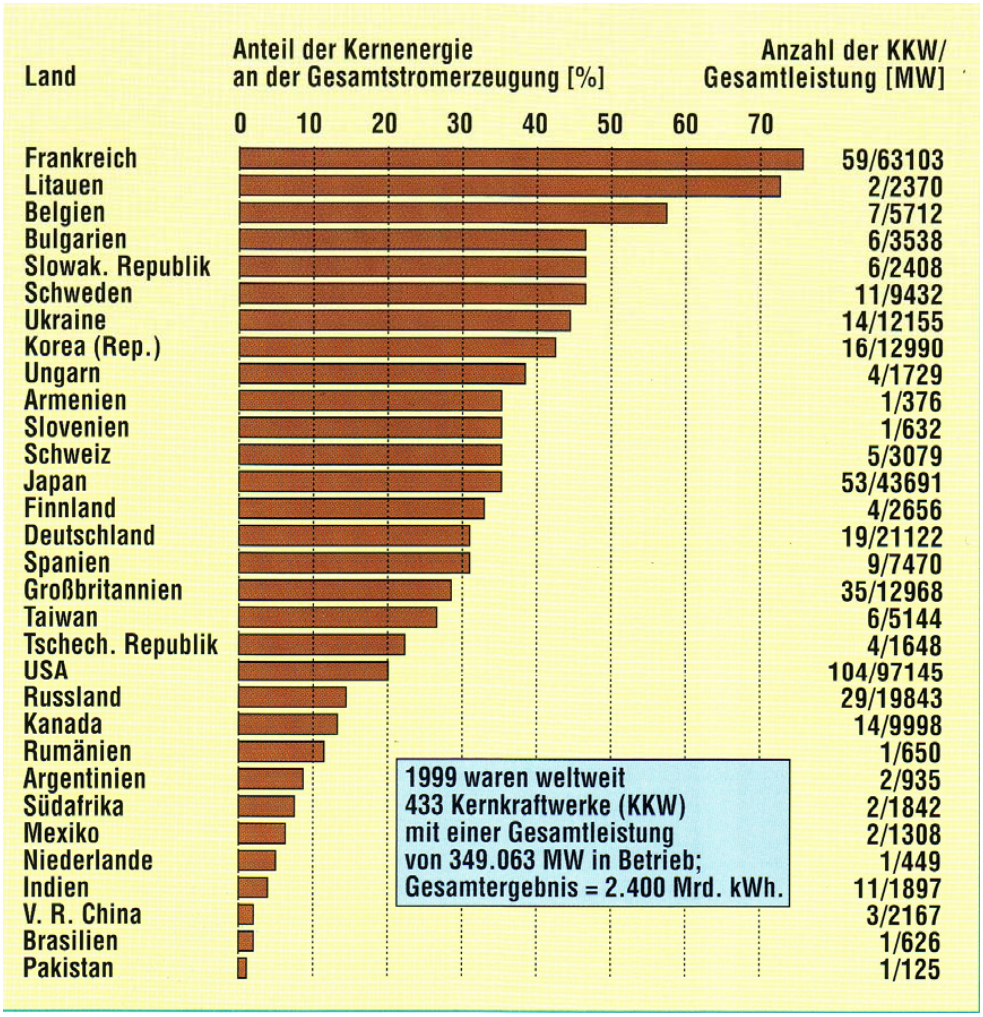
Anmerkungen: Die Reaktoren sind jeweils in der zeitlichen Reihenfolge ihrer Inbetriebnahme aufgeführt. Reaktoren mit kursiv gedruckten Namen sind noch in Betrieb (1995).

*) Die Tabelle gibt eine Übersicht über sämtliche bisher in der Bundesrepublik Deutschland (alt) in Betrieb genommene Forschungsreaktoren, eingeteilt in Reaktoren mit einer Leistung von mehr und von weniger als 10 kW.

Quellen: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; atomwirtschaft; Deutsches Atomforum; Taschenbuch für Atomfragen 1964; Geschichte der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland, Band I.

4. Stillgelegte Anlagen Stand 2003.

5. Zwischenlagerung und Konditionierung Stand 2003.

6. Endlagerung Stand 2003.

7. Anteil der Kernenergie an der Gesamtstromerzeugung.