

Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 67 (1975)
Heft: 10

Artikel: Das Kernkraftwerk Leibstadt
Autor: Schumacher, Hugo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-920935>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

1. Einleitung

Im November 1972 wurde die Kernkraftwerk Leibstadt AG gegründet als Bau- und Betriebsgesellschaft für ein in Leibstadt, Kanton Aargau, zu errichtendes Kernkraftwerk. An der Gesellschaft sind 14 Unternehmungen beteiligt, wovon zehn Elektrizitätswerke sind. Vorbereitende Arbeiten gehen bis auf das Jahr 1964 zurück, und 1970 wurde auf breiter partnerschaftlicher Basis ein Studienkonsortium gegründet, dem bereits die meisten der heutigen Partner angehörten. Nachdem das konventionelle Baubewilligungsverfahren relativ reibungslos über die Bühne gegangen war, wurde im Dezember 1973 der Auftrag für den schlüsselfertigen Teil des Kraftwerkes mit einer Nettoleistung von 955 MW einem Konsortium bestehend aus BBC Aktiengesellschaft Brown Boveri & Cie., Baden, und General Electric Technical Services Company, Zürich, (GETSCO) erteilt. GETSCO liefert das nukleare Dampferzeugungssystem mit den dazugehörigen Nebensystemen und BBC die Turbogruppe mit den Hilfsbetrieben, die elektrische Ausrüstung und die Bauten. Die Ingenieurarbeiten für die Anlagen zum Anschluss an das 380-kV-Netz, den Blocktransformator sowie für die Nebenanlagen wie Kühlurm, Wasserversorgung, Nebengebäude usw. sind der Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG übertragen worden. Die Geschäfts- und Projektleitung liegt in den Händen der Elektrowatt AG, Zürich.

Wichtigste technische Daten zum Kernkraftwerk Leibstadt. Tabelle 1

Elektrische Nettoleistung des Kraftwerkes	942 MW
R e a k t o r	
Thermische Leistung des Reaktors	3015 MW
Brennstoffart	UO ₂ -Tabletten
Anreicherung U-235 erster Kern	2,6 %
Brennstoffstab-Umhüllung	Zircaloy-2
Anzahl Brennstoffstäbe je Bündel	63
Anzahl Bündel	616
R e a k t o r d r u c k g e f ä s s	
— Äusserer Durchmesser	6,3 m
— Höhe	22 m
— Wandstärke	15 cm
Betriebsdruck	70 bar
U m w ä l z p u m p e n	
Vertikale Zentrifugalpumpen, Anzahl	2
Antriebsleistung	3,8 MW
Fördermenge	7223 m ³ /h
T u r b i n e n - G e n e r a t o r g r u p p e	
Einwellen-Kondensations-Turbosatz, Anzahl	1
Drehzahl	3000 U./min
Max. Dauerleistung an den Generatorklemmen, brutto	1000 MW
Frischdampfdruck	66,5 bar
Frischdampffeuchte	0,4 %
Dampfdruck am Austritt der Niederdruck-Zylinder	0,097 bar
Kühlwassertemperatur	24,6 °C
Frischdampfmenge	5880 t/h
Max. Dauerleistung des Generators	1182 MVA
$\cos \varphi$	0,85
S p e i s e p u m p e n	
Anzahl	3
Antrieb	Elektromotoren
Fördermenge	2930 t/h
Antriebsleistung	13 MW
H a u p t k ü h l w a s s e r p u m p e n	
Anzahl	4
Antriebsleistung	2,2 MW

Im Jahre 1973 wurde die Zufahrtsstrasse erstellt, und letztes Jahr wurde das gesamte Baugelände um 8 m und um 15 m im Areal des Kühlurmes abgesenkt, um einer Forderung des Umweltschutzes gerecht zu werden. Ebenfalls wurde der Gebäudeaushub fertiggestellt (Bild 2). Im Herbst 1974 wurde das Informationszentrum errichtet und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Durch die personellen Engpässe bei den eidg. Bewilligungsbehörden entstanden terminliche Schwierigkeiten, so dass mit den eigentlichen Bauarbeiten noch zugewartet werden musste. Hingegen sind die Hauptkomponenten wie Reaktordruckgefäß, Turbine usw. in Fabrikation.

Im folgenden wird in einem kurzen Überblick das gesamte Kraftwerk beschrieben, und einzelne, wasserwirtschaftlich bedeutende Anlagen werden etwas ausführlicher behandelt.

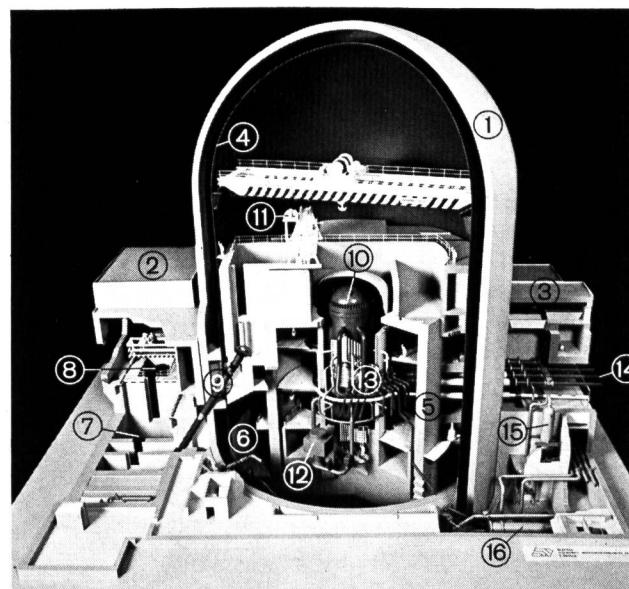
2. Das Kraftwerk im Überblick

2.1 ALLGEMEINE AUSLEGUNG UND TECHNISCHE DATEN

Die Disposition der Anlage ist in Bild 2 dargestellt. Der nukleare Teil bildet mit dem Maschinenhaus und dem Betriebsgebäude einen kompakten Block. Die Neben- und Hilfsanlagen sind entsprechend dem Personen- und Materialfluss und unter Berücksichtigung möglicher Störereignisse von aussen um diesen Block herum angeordnet.

Bild 1 Schnittmodell Mark-III Containment Leibstadt

- 1 Reaktorgebäude
- 2 Brennelement-Gebäude
- 3 Reaktorhilfsgebäude
- 4 Stahl-Sicherheitshülle (Containment)
- 5 Druckkammer
- 6 Druckabbaubecken
- 7 Brennelementlagerbecken
- 8 Brennelementtransportflasche
- 9 Brennelementtransportrohr
- 10 Reaktordruckgefäß
- 11 Brennelementwechselmaschine
- 12 Reaktorwasser-Umwälzpumpe
- 13 Abblasventile
- 14 Frischdampf- und Speisewasserleitungen
- 15 Nachwärmekühler
- 16 Zwischenkühler



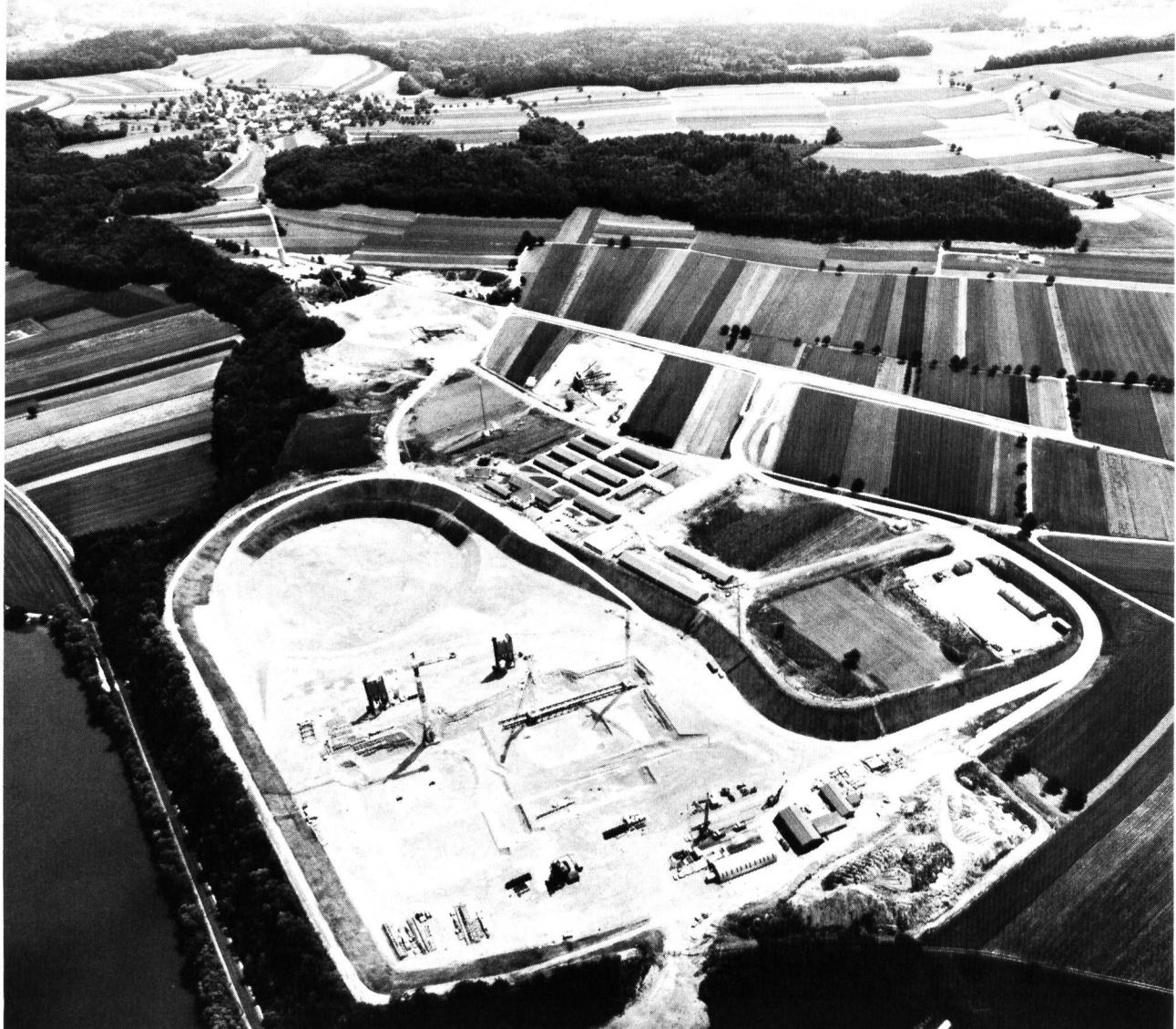


Bild 2 Flugaufnahme vom 5. Juli 1975 des Geländes für das Kernkraftwerk Leibstadt.

(Swissair Photo + Vermessungen AG, Zürich)

Die wichtigsten technischen Daten wurden in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Die Anlage arbeitet mit einem Siedewasserreaktor im direkten Kreislauf; das heisst, der im Reaktor erzeugte Dampf wird direkt auf die Turbine geleitet. Im Kondensator wird der Dampf zu Wasser niedergeschlagen, das mittels Kondensatpumpen durch die Reinigungsanlage, die Niederdruckvorwärmer und den Speisewasserbehälter zu den Speisewasserpumpen gefördert wird, die es über zwei Hochdruckvorwärmestufen wieder dem Reaktor zuführen (Bilder 3 und 4).

2.2 PRIMÄRANLAGE

Die nuklearen Anlagen befinden sich in einem Sicherheitsbehälter, dem sog. Containment, mit Druckabbausystemen (Bild 1). Dieser Behälter bietet optimale Sicherheit gegen den Austritt von radioaktiver Materie sowohl im Normalbetrieb als auch im unwahrscheinlichen Fall einer Reaktorhavarie. Beim Druckabbausystem wird der bei einer Havarie in den inneren Betonbehälter austretende Dampf durch die horizontalen Öffnungen in die ringförmige Wasserkammer geleitet, wo er kondensiert. Die Wasserkammer befindet sich in einem freistehenden Stahlbehälter, in welchem normalerweise ein kleiner Unterdruck gegenüber der

Umgebung herrscht. Die Abluft aus diesem Behälter wird über Absolutfilter und Aktivkohlefilter (für die Absorption der Aerosole und von gasförmigen Spaltprodukten) in den Hochkamin geleitet. Eine äussere Betonhülle von 1,2 m Stärke dient zur Abschirmung und zum Schutz gegen Einwirkungen von aussen.

Den Kern der Anlage bildet das Reaktordruckgefäß mit dem standardisierten, leichtwassermoderierten Reaktor vom Typ BWR-6. Zwei externe Umwälzpumpen, das Reaktorwasser-Reinigungssystem, die Kühlsysteme für die Nachwärmeabfuhr und die Kernsprühhanlage sind weitere wichtige Bestandteile des Primärsystems. Der Reaktorkern besteht aus 616 Brennelementen zu je 63 Stäben, welche mit leicht angereichertem Urandioxyd gefüllt sind.

Im Reaktorhilfsanlagen-Gebäude sind alle Systeme untergebracht, welche die Kühlung im abgeschalteten Zustand des Reaktors unter allen denkbaren Umständen gewährleisten. Es enthält zudem zwei unabhängige Notleitstände, die nötigenfalls den Kommandoraum ersetzen können. Dieses Gebäude und das benachbarte Brennelement-Lagergebäude sind durch bauliche Massnahmen gegen äussere Einwirkungen wie Erdbeben, Flugzeugabsturz, Sabotage usw. ebenso geschützt wie das Reaktorgebäude selber.

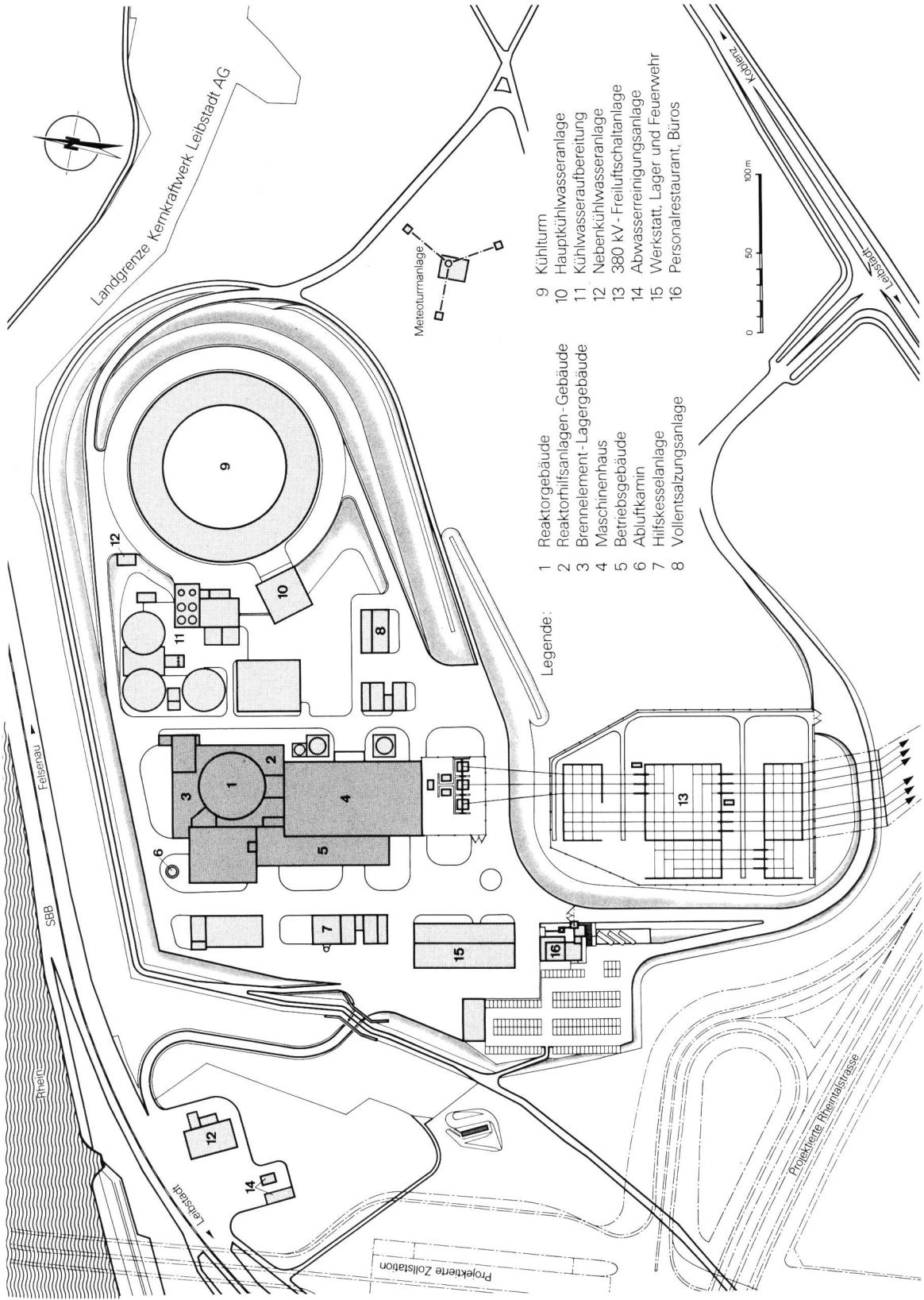


Bild 3 Uebersicht über die Anlagen des Kernkraftwerkes Leibstadt.

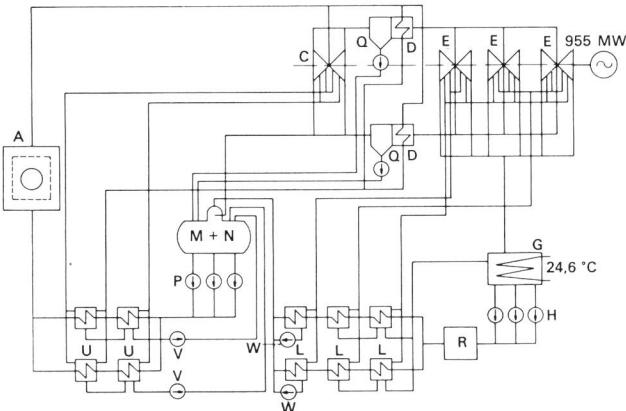


Bild 4 Kreislaufschema des Kernkraftwerkes Leibstadt

A Siedewasserreaktor	M + N Speisewasserbehälter mit Mischvorwärmer
C Hochdruckturbine	P Speisewasserpumpen
D Zwischenüberhitzer	Q Wasserabscheider mit Entwässerungspumpen
E Niederdruckturbine	R Kondensatreinigungsanlage
G Kondensator	U Hochdruckvorwärmer
H Hauptkondensatpumpen	V Hochdruckvorwärmerpumpen
L Niederdruckvorwärmer	W Niederdruckvorwärmerpumpen

2.3 SEKUNDÄRANLAGE

Dampfkreislauf und Turbine

Der im Reaktor erzeugte Satt dampf von 68 bar und 284 Grad Celsius gelangt über vier Frischdampfleitungen zu den vier beidseitig der Hochdruckzylinder der Turbine angeordneten Abschluss- und Regelventilen (Bild 4). Der Dampf expandiert im doppelflutigen Hochdruckzylinder auf einen Druck von etwa 11,1 bar und strömt in die Wasserabscheider/Zwischenüberhitzer. Der im Wasserabscheider getrocknete Dampf wird mittels Frischdampf vom Reaktor auf etwa 263 °C überhitzt, wozu etwa 9 Prozent des Frischdampfes notwendig sind. Der überhitzte Dampf wird dann in den drei ebenfalls doppelflutigen Niederdruckzylindern entspannt und im Kondensator niedergeschlagen. Sowohl das Wasser der Wasserabscheider wie auch das Kondensat der Zwischenüberhitzer wird zur Ausnutzung der Restwärme in das Speisewasser eingeführt. Vom Speisewassertank wird es dann durch die Hochdruckvorwärmer in das Reaktordruckgefäß — den eigentlichen Dampfkessel — zurück gepumpt. Es sind drei Speisewasserpumpen vorgesehen, von denen jede 50 Prozent der erforderlichen Gesamtleistung aufbringen kann.

Die Kondensatreinigungsanlage entfernt alle Schwebestoffe (feste Verunreinigungen) aus dem Kondensat durch mechanische Filtration und die gelösten Stoffe, vor allem Salze, durch Anionenaustausch. Als Ionentauscher gelangen auf AnschwemmfILTER aufgetragene Pulverharze zur Anwendung. Das Speisewasser hat nach Passieren dieser Anlage die erforderliche extrem hohe Reinheit.

Die im Kondensator anfallenden nicht kondensierbaren Gase (Luft, Wasserstoff usw.) werden durch eine katalytische Rekombinationsanlage geführt, um den durch Radiolyse des Wassers entstandenen Wasserstoff und Sauerstoff wieder in Wasser umzuwandeln. Nach Durchströmen einer Abklingstrecke, in welcher der grösste Teil der kurzlebigen Aktivität zerfällt, gelangt das Gas in Aktivkohlefilter, bevor es mit der normalen Gebäudeabluft kontrolliert über Filter und Hochkamin abgegeben wird.

2.4 DAS KÜHLSYSTEM

Das im Kondensator erwärmte Wasser wird in einem nassen Naturzug-Kühl turm, dem auffallendsten Bestandteil des Hauptkühlwassersystems, abgekühlt. Der Kühl turm ist 144 m hoch und hat einen Basisdurchmesser von rd. 120 m. Vier Pumpen fördern das Kühlwasser aus dem Becken im Kühl turm in unterirdischen Leitungen zum Kondensator im Maschinenhaus und zurück zum Kühl turm. Dadurch, dass der Druck im Kühlwassersystem grösser ist als im Kondensator, ist auch bei leckendem Kondensator eine radioaktive Kontamination des Wassers ausgeschlossen.

Ein mit Rheinwasser gekühltes Nebenkühlwassersystem, aufgeteilt in zwei unabhängige Stränge, kühl t die Zwischenkreisläufe des Reaktorgebäudes und Maschinenhauses und verschiedene direkt angeschlossene Verbraucher. Die Zwischenkühlkreisläufe arbeiten mit aufbereitetem Wasser in geschlossenem Kreislauf. Dadurch wird eine Kontamination des Rheinwassers vermieden. Das Notkühlwassersystem, das nur in äussersten Notfällen in Funktion treten muss, ist mit zwei eigenen Kühl turmen ausgerüstet; es übernimmt in diesem Falle die Funktion des Nebenkühlwassersystems.

2.5 ELEKTRISCHE ANLAGEN

Der zweipolige Generator weist bei 50 Hz eine Nennleistung von 1182 MVA auf. Er ist direkt mit der Turbine starr gekuppelt. Gekühlt wird die Rotorwicklung des Luftspaltes und der Statorbleche mit Wasserstoffgas, diejenige der Statorwicklung und der Ableitungen mit Wasser. Ein statisches Erregersystem mit Thyristoren übernimmt die Erregung und Regelung des Generators.

Die im Generator produzierte elektrische Energie wird von 27 kV auf 380 kV transformiert und ans Netz abgegeben. Die Schaltanlage von Leibstadt ist über eine Fernleitung mit den Schaltanlagen Beznau und Laufenburg verbunden.

Die Eigenbedarfsanlage des Kraftwerk es ist entsprechend der an die Sicherheit und Verfügbarkeit der Energieversorgung in jedem Betriebszustand gestellten hohen Anforderungen in zwei unabhängige Kanäle aufgeteilt. Die Einspeisung eines jeden Kanals erfolgt über einen eigenen Dreiwicklungstransformator, angeschlossen an den Verbindungsschienen zwischen Generatorschalter und Blocktransformator. Auf eine besondere Anfahreinspeisung kann verzichtet werden, da dank dem Generatorschalter die für das Anfahren erforderliche Energie über den Blocktransformator aus dem 380-kV-Netz bezogen werden kann.

Die Notstromanlage ist ebenfalls in zwei völlig getrennte unabhängige Kanäle aufgeteilt, von denen jeder die Kapazität hat, Kurzzeit- und Langzeit-Kühlung des Reaktors sicherzustellen. Jeder Kanal hat vier Einspeismöglichkeiten, nämlich von den beiden 6,6-kV-Betriebssammelschienen, von den entsprechenden Dieselgeneratoren und einer externen 50/6,6-kV-Einspeisung. Zusätzlich kann ein dritter Kanal, der ebenfalls allein für die ganze Kurzzeitkühlung ausreicht, auf die beiden Betriebssammelschienen-Systeme gekoppelt werden.

3. Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung

3.1 TRINK- UND BRAUCHWASSER

An die Wasserversorgung eines Kernkraftwerk es werden bezüglich Verfügbarkeit aus verschiedenen Gründen, besonders aber zur Sicherstellung des Brandschutzes, hohe

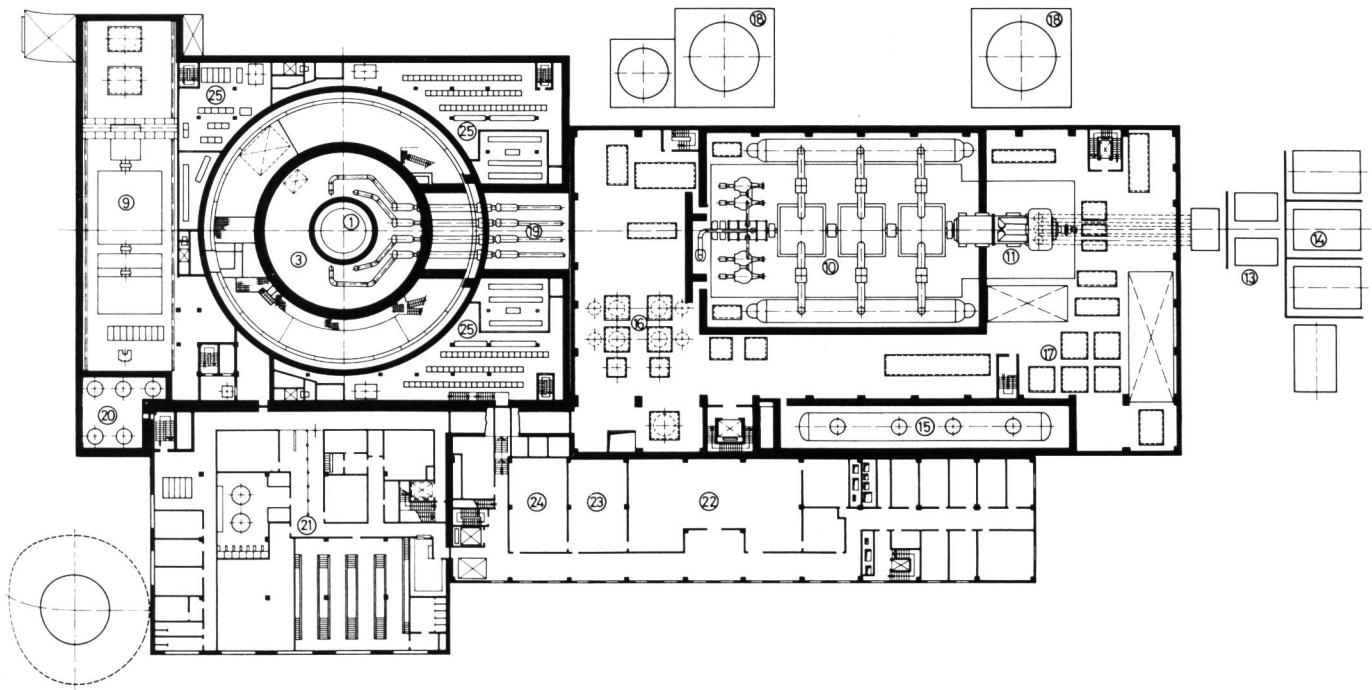


Bild 5 Grundriss von Reaktorgebäude und Maschinenhaus

- | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 Reaktor | 14 Blocktransformatoren | 20 Aktivkohlebehälter für Abgasreinigung |
| 3 Biologischer Schild | 15 Speisewasserbehälter | 21 Strahlungskontrolle für Personal |
| 9 Brennelemente-Lagerbecken | 16 Hochdruckvorwärmer | 22 Kommandoraum |
| 10 Turbine | 17 Kühlmittelreinigungsanlage | 23 Relaisraum |
| 11 Generator | 18 Kaltkondensatbehälter | 24 Computerraum |
| 13 Eigenbedarfstransformatoren | 19 Frischdampfleitungen | 25 Notleitstand |

- 1 Rhein, Rohwasserentnahme
3,5 m³/s max.
- 2 Wärmeaustauscher
- 3 Ueberlaufbecken
- 4 Eisen (III)-Sulfat-Dosierung
- 5 Flockungs-Hilfsmitteldosierung
- 6 Kalkdosierung
- 7 Zwei Flockerbecken
- 8 pH-Messung und Regelung
- 9 Schlammeindicker
- 10 Dosierung von polymeren Flockungsmitteln
- 11 Zwei Filterpressen
- 12 Filtrattank
- 13 Schlammtrockner
- 14 Schlammabunker
- 15 Fünf Kiesfilter
- 16 Sammelbecken
- 17 Decarbonat-Becken
- 18 Schwefelsäure-Dosierung
- 19 pH-Messung
- 20 Kühlwasser-Konditionierung
- 21 Notkühlwasser-Anlage A und B
- 22 Kühlturn
- 23 Hauptkühlwasserpumpen
- 24 Turbinen-Kondensator
- 25 Stosschlorierung (Bleichlauge)
- 26 Eisen (II)-Sulfat-Dosierung
- 27 Entleerung und Ueberlauf
- 28 Messung von pH-Wert, Temperatur, Leitfähigkeit und Trübung
- 29 Abschlammung im Vorfluter (Rhein)
- 30 Kläranlage
- 31 Rückgabe in Rhein ca. 35 m flussabwärts

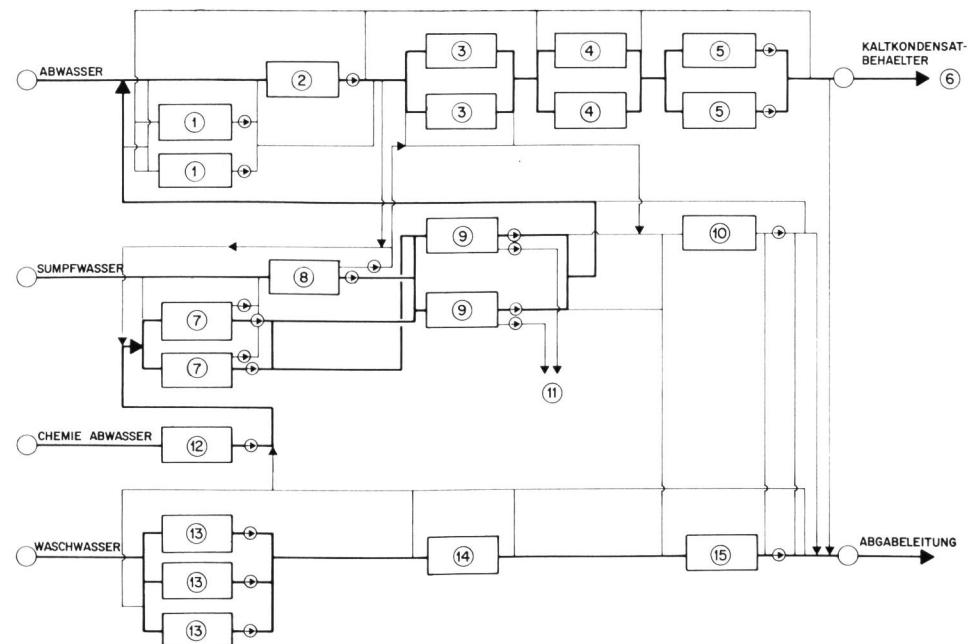


Bild 6 Kühlturn-Zusatzwasseraufbereitung, Prinzipschema.

Anforderungen gestellt. Als Versorgungsquelle kamen Grund- und Rheinwasser in Frage. Eingehende Untersuchungen haben ergeben, dass dank des reichen Grundwasservorkommens eine Grundwassererfassung, 1 km vom Kernkraftwerk entfernt, in jeder Beziehung die beste Lösung bietet, zumal aus dem gleichen Brunnen auch die Gemeinde Leibstadt mit Wasser versorgt werden kann.

Die massgebenden Randbedingungen für die Anlage kamen von seiten des Brandschutzes. Als Löschwasser müssen $10,4 \text{ m}^3/\text{min}$ zur Verfügung stehen, davon $7 \text{ m}^3/\text{min}$ für die Sprinkler- und Sprühflutanlagen und $3 \text{ m}^3/\text{min}$ für Schlauchanschlüsse. Der nötige Wasserdruck ist gegeben aus der Anforderung, dass am höchstgelegenen Hydranten ein Fliessdruck von 3 atü herrschen muss. Eine Löschwasserreservekammer von 1200 m^3 Inhalt muss nach einem Brandfall in höchstens 8 Stunden wieder aufgefüllt werden können.

Der Brunnen hat einen Durchmesser von 800 mm und eine Tiefe von 54 m. Der Grundwasserspiegel befindet sich etwa 35 m unter der Terrainoberfläche. Von den drei Unterwasserpumpen mit einer Fördermenge von je 25 l/s und ca. 130 m Förderhöhe stehen bei maximalem Verbrauch zwei in Betrieb und eine auf Reserve. Um einem allfälligen Keimeinbruch begegnen zu können, ist im Brunnenhaus eine Chlorierungsanlage installiert.

Das Brunnenhaus wird über die 6,6-kV-Eigenversorgung des Kraftwerkes mit Strom versorgt. Bei Stromausfall wird die Versorgung ohne Unterbruch durch die eine Notstromdieselanlage sichergestellt. Sollte der Diesel aus irgendinem Grunde nicht anspringen, erfolgt die Stromversorgung nach einem Unterbruch von etwa 10 s über die 50-kV-Fremdeinspeisung.

Um den Reaktor-Maschinenshausblock herum führt eine Ringleitung, von der aus die einzelnen Gebäude sowie die Hydranten angespiesen werden. Die Ringleitung sowie die Transportleitung haben einen Durchmesser von 400 mm.

Das Reservoir hat zwei 1200 m^3 fassende Kammern als Löschwasserreserve. Bei der Förderleistung des Grundwasserbrunnens und dem höchstmöglichen Verbrauch des Kraftwerks an Trink- und Brauchwasser errechnet sich die nötige Wasserreserve zu 1300 m^3 . Die im gleichen Reservoir untergebrachte Trinkwasserreserve der Gemeinde Leibstadt wurde mit 500 m^3 festgelegt. Aus der Höhe des obersten Löschpostens, der 362 m ü. M. liegt, und der Forderung von 30 m Wasserdruck an diesem Löschposten ergibt sich unter Berücksichtigung des Druckverlustes eine Reservoirhöhe von 420 m ü.M. (niedrigster Wasserspiegel).

3.2 KÜHLWASSER

Das Aargauische Gewässerschutzamt hat der Kernkraftwerk Leibstadt AG eine Konzession erteilt für die Entnahme von $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser aus dem Rhein. Dieses Wasser wird zum grössten Teil im oben erwähnten Nebenkühlwassersystem verwendet, und max. $1 \text{ m}^3/\text{s}$ wird als Zusatzwasser für den Hauptkühlwasserkreislauf abgezweigt. Diese Zusatzwassermenge wird benötigt, um die Verdunstung im Kühlurm und die Abschlämung auszugleichen. Die Wasserbilanz des Kühlwasserkreislaufes sieht im Sommer folgendermassen aus: Zusatzwasser $3600 \text{ m}^3/\text{h}$, davon verdunsten $2700 \text{ m}^3/\text{h}$ und abgeschlämmt werden $900 \text{ m}^3/\text{h}$. Im Winter liegen die entsprechenden Zahlen bei $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ Zusatzwasser, $1200 \text{ m}^3/\text{h}$ Verdunstung und $1800 \text{ m}^3/\text{h}$ Abschlämung. Daraus ergibt sich im Jahresmittel eine Eindickung des Kühlwassers um einen Faktor 3.

Die aus der Verdunstung resultierende Eindickung verlangt aus zwei Gründen eine Reinigung dieses Wassers. Einmal muss der Kondensator vor einem verschmutzten

und aggressiven Medium geschützt werden und zweitens sind es die Anforderungen an die Wasserqualität der Abschlämung bei der Rückgabe an den Rhein.

Die Behandlung des Zusatzwassers ist in Bild 6 schematisch aufgezeigt, und sie umfasst die folgenden Stufen:

- Im Flockerbecken werden die Feststoffe sedimentiert und durch Zugaben von Eisensulfat und Flockungshilfsmittel die Schwebestoffe abgetrennt und die Phosphate ausgefällt. Die Entkarbonisierung erfolgt durch Zugabe von Kalkmilch (Calziumhydroxid).
- Im Kiesfilter werden alle Teilchen, die über 0,5 mm gross sind, zurückgehalten.
- Vor dem Eintritt ins Kühlurmbecken wird Schwefelsäure zudosiert in Abhängigkeit von pH-Wert und Carbonathärte.
- Die Bodensedimente der Flockerbecken werden periodisch in die Schlammbecken abgezogen. Der Schlamm wird in einer Filterpresse bis zu einem Feststoffgehalt von 50 Prozent entwässert.
- Mittels Dampf wird der Schlamm in der Dampftrocknung in ein rieselfähiges Produkt verwandelt.

Aus dem Kühlwasserkreislauf und der Zusatzwasseraufbereitung fallen an:

- Dreifach eingedicktes Wasser (Abschlämung) von einem Salzgehalt von 600 ppm ($1 \text{ ppm} = 0,001 \%$) bei einem mittleren Salzgehalt des Rheins von etwa 300 ppm . Dieses Wasser wird in den Rhein zurückgegeben.
- Etwa $30 \text{ t}/\text{Tag}$ getrockneter Schlamm, der zur Hauptsache aus Calziumcarbonat besteht und einem Zementwerk als Rohmaterial zugeführt werden kann.
- Etwa $50 \text{ t}/\text{Jahr}$ im Kühlurm aus der Luft ausgewaschener Staub, der einer Deponie zugeführt werden muss.

Der Abgabe von Wärme und Feuchtigkeit vom Kühlurm an die Umgebung steht eine Entnahme von Verunreinigungen aus dem Rhein und das Auswaschen von $70 \text{ Mio} \text{ m}^3/\text{h}$ Luft im Kühlurm gegenüber.

3.3 ABWASSER

Zur Klärung der normalen Abwässer wird das Kraftwerk eine eigene Kläranlage errichten und betreiben. Im Zusammenhang mit dem Betrieb eines Kernkraftwerks interessiert besonders die Behandlung der radioaktiv kontaminierten Abwässer in der Anlage zur Aufbereitung flüssiger radioaktiver Rückstände.

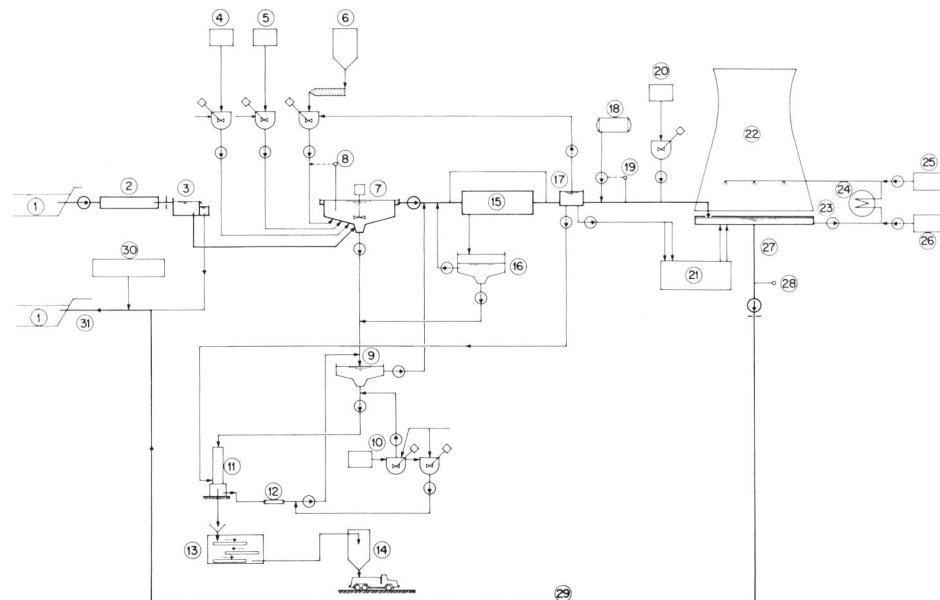
Prinzipiell werden alle im Kraftwerk anfallenden flüssigen radioaktiven Rückstände gesammelt und die Aktivitätsträger durch Wahl geeigneter Verfahren vom Wasser abgetrennt. Nach der Aufbereitung dürfen die Wässer nur

Die verschiedenen Stränge der Wasserreinigung im Kernkraftwerk Leibstadt.
Tabelle 2

A b w a s s e r	
Sammelbehälter	352 m^3
Filtration/Ionenautausch	$40 \text{ m}^3/\text{h}$
Prüfbehälter	130 m^3
S u m p f w a s s e r u n d C h e m i e w a s s e r	
Sammelbehälter	220 m^3
Verdampfung	$2 \times 4 \text{ t}/\text{h}$
Filtration/Ionenautausch	$40 \text{ m}^3/\text{h}$
Abgabebehälter	65 m^3
W a s c h w a s s e r	
Sammelbehälter	36 m^3
Zentrifugen	$4 \text{ m}^3/\text{h}$
Verdampfung	$4 \text{ t}/\text{h}$
Abgabebehälter	65 m^3

- 1 Abwasser-Pufferbehälter
- 2 Abwasser-Sammelbehälter
- 3 Abwasser-Filter
- 4 Mischbett-Filter
- 5 Abwasser-Prüfbehälter
- 6 Kaltkondensat-Behälter
- 7 Verdampfer-Speisebehälter
- 8 Sumpfwasser-Sammelbehälter
- 9 Verdampferanlage
- 10 Sumpfwasser-Abgabebehälter
- 11 Konzentrat-Lagerbehälter
- 12 Chemieabwasser-Sammelbehälter
- 13 Waschwasser-Sammelbehälter
- 14 Waschwasser-Zentrifuge
- 15 Waschwasser-Abgabebehälter

Bild 7
Aufbereitung flüssiger
radioaktiver Rückstände
im Kernkraftwerk Leibstadt,
Blockschema.



kontrolliert an die Umgebung abgegeben werden. Die Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität (KUER) überwacht die Flusssysteme der Schweiz und die Einhaltung der Vorschriften, deren Forderungen darauf ausgerichtet sind, dass an einem Flusssystem, an welchem mehrere Kernkraftwerke liegen, das Wasser jederzeit noch für Trinkwasserzwecke genutzt werden kann.

Um den hohen Anforderungen genügen zu können, wurde die Aufbereitungsanlage möglichst sicher und flexibel konzipiert und bezüglich Kapazität so ausgelegt, dass sie unter allen zu erwartenden Betriebsbedingungen ihre Aufgaben erfüllen kann. Zudem ist die Anlage so ausgelegt, dass die aufbereiteten Abwässer weitgehend wieder verwendet werden, indem diese im Kaltkondensatbehälter gesammelt werden. Von dort werden sie in den Dampfkreislauf zurückgeführt, um die Aktivitätsabgabe zu minimieren. In Bild 7 ist die Anlage schematisch dargestellt, wobei die Hauptströme hervorgehoben und die Bypass- und Rückführmöglichkeiten mit dünnen Linien gezeichnet sind. Die Abwässer werden je nach Beschaffenheit bezüglich gelöster und ungelöster Verunreinigungen in verschiedenen Aufbereitungssträngen behandelt.

Im **A b w a s s e r - S t r a n g** werden Wässer von hohem Reinheitsgrad gesammelt und aufbereitet. Sie haben meist geringe Leitfähigkeit, niedrige bis mittlere spezifische Aktivität und einen geringen Feststoffgehalt. Sie stammen von Entwässerungen und Leckagen im Reaktorkreislauf und von nuklearen Hilfssystemen. Die Reinigung erfolgt über mechanische Filter (AnschwemmfILTER) zur Entfernung der Feststoffe und Ionenaustauscher an Mischbett-Filters, wo gelöste Stoffe zurückgehalten werden. Die gereinigten Abwässer werden, falls diese den Reinheitsanforderungen genügen, in den Kaltkondensatbehälter gepumpt. Sind die notwendigen Werte nicht erreicht, werden sie zu nochmaliger Behandlung zum Sammelbehälter oder in Ausnahmefällen zum Sumpfwasserstrang (Verdampfung) zurückgepumpt.

Im **S u m p f w a s s e r - S t r a n g** werden Abwässer von mittlerer bis hoher Leitfähigkeit und mittlerem bis hohem Feststoffgehalt gesammelt und aufbereitet. Es sind hauptsächlich Abwässer aus den verschiedenen Gebäude-Sümpfen, Abwässer von Kühlkreisläufen, von Ueberläufen der Aufbereitungsanlage selbst usw. Auch die Chemie-Abwässer aus den Labors und der Dekontamination werden

dem Sumpfwasserstrang zugeleitet. Diese müssen im Verdampferspeisewasserbehälter konditioniert werden (Neutralisation, pH-Einstellung usw.). Die so vorbehandelten Abwässer werden in einem der beiden Verdampfer gereinigt. Dank dem grossen Dekontaminationsfaktor der Verdampfung kann das Destillat über den Sumpfwasser-Abgabe-Tank an die Umgebung abgegeben werden, wenn es nicht, wie es normalerweise geschieht, zur Wiederverwendung über den Abwasserstrang zum Kaltkondensatbehälter geleitet werden kann.

Der **W a s c h w a s s e r - S t r a n g** schliesst sich verarbeitet die Abwässer aus der Wäscherei für Berufskleider aus der kontrollierten Zone und von Dekontaminationsräumen, wo Detergentien verwendet werden. Diese Abwässer, deren Aktivität normalerweise gering ist, können nach der Behandlung im Kraftwerk nicht wieder verwendet werden und müssen deshalb von den anderen Abwässern völlig getrennt werden. Es besteht aber auch hier die Möglichkeit, wenn nötig die Waschwasser dem Verdampfer zur Reinigung zuzuführen. Dem Waschvorgang kommt im Betrieb besondere Bedeutung zu, indem die Wassermenge so gering wie möglich gehalten werden muss und möglichst phosphatfreie Waschmittel verwendet werden sollen.

Die Leistungen der verschiedenen Reinigungs-Stränge entsprechen der Menge der bei den verschiedenen Betriebszuständen zu erwartenden Abwässer, wie dies in Tabelle 2 zusammengestellt ist.

Die Abgabe der gereinigten Abwässer kann nur über eine einzige Leitung erfolgen. Die Aktivitätskonzentration in dieser Abgabeleitung wird kontinuierlich überwacht und registriert. Falls der vorgegebene Höchstwert überschritten werden sollte, wird die Abgabe automatisch unterbrochen, und der Inhalt des Behälters muss dem Reinigungsprozess wieder zugeführt werden. Zusätzlich werden im Labor periodisch die vorhandenen verschiedenen Radionuklide bestimmt. Die aus der Anlage zur Behandlung flüssiger, radioaktiver Rückstände anfallenden festen Abfallstoffe (Ionenaustauscherharze, Verdampferkonzentrate usw.) werden durch Einbetonieren oder Einbituminieren für die sichere Endlagerung konditioniert.

Adresse des Verfassers:
Dr. H. Schumacher, Projektleiter
Kernkraftwerk Leibstadt AG
c/o Elektrowatt AG
Postfach, 8022 Zürich