

Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser in Kernkraftwerken

Verfahren

DIN
25 416
Teil 2

Facilities for treatment for radioactive contaminated water in nuclear power plants; methods

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	1	4.2 Verdampfung (Destillation)	3
2 Begriffe	1	4.3 Ionenaustausch	3
3 Aufgaben	2	4.4 Filtration	4
4 Verfahren zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser	2	4.5 Flockung und Fällung	4
4.1 Allgemeines	2	4.6 Entgasung	5
		5 Anwendung der Verfahren	5

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Verfahren, die in den Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren und Hochtemperaturreaktoren angewendet werden.

Diese Norm ist nicht anzuwenden auf Anlagen zur Kühlmittel- und Lagerbeckenreinigung auf Anlagen zur Behandlung der bei der Dekontamination von Wasser anfallenden Konzentrate sowie auf das Anlagenentwässerungssystem.

Anmerkung: Die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser in Kernkraftwerken werden in DIN 25 416 Teil 1 behandelt.

2 Begriffe

2.1 Allgemeines

2.1.1 Radioaktiv kontaminiertes Wasser

Radioaktiv kontaminiertes Wasser ist das betrieblich anfallende mit radioaktiven Substanzen verunreinigte Wasser.

2.1.2 Dekontamination

Dekontamination ist die Entfernung oder Verringerung einer radioaktiven Kontamination mittels chemischer oder physikalischer Verfahren.

2.1.3 Dekontaminationsfaktor (DF) für Wasser

Der Dekontaminationsfaktor für Wasser ist der Quotient aus der Aktivitätskonzentration des Wassers vor der

Reinigung und der Aktivitätskonzentration des aufbereiteten Wassers.

2.1.4 Aufbereitetes Wasser

Aufbereitetes Wasser ist Wasser nach der Behandlung durch ein Dekontaminationsverfahren ¹⁾.

Entsprechend den angewandten Verfahren wird das aufbereitete Wasser beispielsweise bezeichnet als

- Filtrat
- Dekantat
- Destillat
- Deionat.

2.1.5 Konzentrat

Konzentrat ist der nach der Dekontamination von Wasser verbleibende Rückstand, in dem die Radionuklide und nichtradioaktive Stoffe angereichert sind. Entsprechend den angewandten Verfahren wird das Konzentrat beispielsweise bezeichnet als

- Filtrerrückstand
- Sediment
- Verdampferkonzentrat
- Regenerat.

2.2 Flockung und Fällung

2.2.1 Flockung

Flockung ist eine künstliche Erzeugung von Flocken durch Zusatz von Chemikalien und Flockungsmitteln,

¹⁾ Siehe auch DIN 4046, Begriff „Aufbereitung“

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Normenausschuß Kerntechnik (NKe) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

wie z. B. Eisen — oder Aluminiumsalze. Diese Flocken adsorbieren suspendierte oder kolloid gelöste Bestandteile im Wasser oder schließen diese ein.

2.2.2 Fällung

Fällung ist eine physikalische oder chemische Maßnahme, die dazu dient, ional oder kolloidal gelöste Bestandteile in eine absetzbare oder abfiltrierbare Form zu überführen.

2.3 Sedimentieren

2.3.1 Sedimentieren

Sedimentieren ist das Absetzen von in Wasser suspendierten Teilchen unter dem Einfluß der Schwerkraft oder der Fliehkraft.

2.3.2 Sediment

Sediment ist abgesetzter Feststoff nach dem Sedimentieren.

2.4 Dekantieren

2.4.1 Dekantieren

Dekantieren ist das Abziehen des über dem Sediment stehenden Wassers.

2.4.2 Dekantat

Dekantat ist geklärtes Wasser nach dem Dekantieren.

2.5 Filtrieren

2.5.1 Filtrieren

Filtrieren ist das Abtrennen fester und suspendierter Teilchen von Wasser beim Durchgang durch eine wasser-durchlässige Schicht (Filtermittel).

2.5.2 Filtrat

Filtrat ist Wasser nach dem Filtrieren.

2.5.3 Filtrerrückstände

Filtrerrückstände sind abfiltrierte Stoffe allein oder zusammen mit den Filtermedien (Filterhilfsmittel, Filterkerzen usw.).

2.5.4 Filterhilfsmittel

Filterhilfsmittel ist die Bezeichnung für Stoffe, z. B. Kieselgur, Zellulose, Pulverharze, Aktivkohle, die auf die Filterflächen als Filterkuchen aufgebracht werden. Sie werden vor Beginn eines Filterzyklus aufgegeben (Grundanschwemmung) und je nach Art der Feststoffe während der Filtration zudosiert, um die Arbeitsoberfläche des Filterkuchens ständig zu erneuern.

2.5.5 Filtrationsgeschwindigkeit

Filtrationsgeschwindigkeit ist die Bezeichnung für Flüssigkeitsdurchsatz, bezogen auf die Filterfläche.

2.5.6 Standzeit

Standzeit ist der Zeitraum vom Filtrationsbeginn bis zum zulässigen Differenzdruckverlust am Filter bei definiertem Durchfluß.

2.6 Destillieren

2.6.1 Destillieren

Destillieren ist die Reinigung von Wasser durch Verdampfung und anschließende Kondensation des Dampfes (Brüden).

2.6.2 Destillat

Destillat ist kondensierter Dampf nach dem Verdampfen.

2.6.3 Verdampferkonzentrat

Verdampferkonzentrat ist beim Verdampfen anfallender Rückstand (Sumpfprodukt).

2.7 Ionenaustausch ²⁾

2.7.1 Ionenaustausch

Ionenaustausch ist der Vorgang, bei dem bestimmte im Wasser vorhandene Ionen an natürliche oder künstliche Stoffe (Ionenaustauscher) gebunden werden. Dabei wird eine äquivalente Menge anderer Ionen von dem Ionenaustauscher freigegeben.

2.7.2 Deionat

Deionat ist durch Ionenaustausch aufbereitetes Wasser.

2.7.3 Erschöpfter Ionenaustauscher

Ein Ionenaustauscher ist erschöpft, wenn das aufbereitete Wasser den gestellten Anforderungen (chemisch und radiologisch) nicht mehr genügt.

2.7.4 Regenerat

Regenerat ist das beim Regenerieren von erschöpften Ionenaustauschern anfallende radioaktiv kontaminierte Wasser.

2.7.5 Verbrauchte Harze

Verbrauchte Harze sind Ionenaustauscherharze, die nicht mehr regeneriert werden.

2.8 Entgasen

Entgasen ist das Entfernen von gasförmigen Stoffen aus dem Wasser.

3 Aufgaben

Die Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser dient dazu:

- in den aus dem Kernkraftwerk abzuleitenden Wässern den Gehalt an Radionukliden so weit herabzusetzen, daß die abzuleitende Aktivität so gering wie möglich ist (§ 46 Abs. 1 Nr 2 Strahlenschutzverordnung), höchstens jedoch den im Genehmigungsbescheid festgelegten Werten entspricht;
- die für die Wiederverwendung im Kernkraftwerk vorgesehenen Wässer so aufzubereiten, daß sie den an sie zu stellenden betrieblichen Anforderungen genügen.

Anmerkung: Die Aufgaben, die die Anlagen zur Behandlung radioaktiv kontaminierter Wässer in Kernkraftwerken zu erfüllen haben, sind DIN 25 416 Teil 1, Ausgabe 03.81, Abschnitt 1 (2) und (3), zu entnehmen.

4 Verfahren zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser

4.1 Allgemeines

Die nachfolgend beschriebenen Verfahren sind sowohl für radioaktive als auch nichtradioaktive Stoffe wirksam. Der Dekontaminationseffekt ist bei den einzelnen Verfahren bestimmten Bedingungen unterworfen.

²⁾ Siehe auch DIN 54 400

4.2 Verdampfung (Destillation)

4.2.1 Verfahren

Dieses Verfahren ist

- geeignet zur Rückhaltung gelöster und fester Stoffe
- bedingt geeignet zur Rückhaltung flüchtiger Bestandteile
- nicht geeignet zur Rückhaltung von gasförmigen Bestandteilen und von Tritium.

Mit diesem Verfahren sind für nichtflüchtige Bestandteile Dekontaminationsfaktoren bis zu 10^6 zu erzielen. Die Randbedingungen für das Testverfahren der Verdampferanlage sind in DIN 25 416 Teil 1, Ausgabe 03.81, Abschnitt 3.3.2 (4) und Abschnitt 6.3.4 (4) enthalten.

Das im Verdampfersumpf verbleibende Konzentrat wird abhängig von der Zusammensetzung bis zu Trockensubstanzgehalten von etwa 10 bis 20 Massenanteil in % angereichert.

4.2.2 Verfahrenstechnische Anforderungen

Die zur Destillation vorgesehenen radioaktiv kontaminierten Wässer sind in Sammelbehältern oder in besonderen Verdampferspeisebehältern zu sammeln, auf ihre chemisch-physikalische Beschaffenheit zu prüfen sowie gegebenenfalls zur Verdampfung vorzubereiten (z. B. Einstellung des pH-Wertes, Zugabe von Antischaummitteln). Feststoffe in großen Mengen sollen nicht in die Verdampferanlage gelangen. Sie können vorher weitgehend durch Sedimentation abgetrennt werden. Während der Vorbereitung einer Charge und der Einspeisung in den Verdampfer darf der Speisebehälter nicht als Sammelbehälter benutzt werden.

Der Zufluß zum Verdampfer ist während des Betriebes z. B. über den Füllstand im Verdampfer zu regeln.

Die Beheizung des Verdampfers darf erst erfolgen, wenn die Verdampferanlage gefüllt und die Kühlwasserversorgung eingeschaltet ist. Die Temperaturdifferenz zwischen Heizdampf und Medium soll wegen der Verkrustungsgefahr nicht zu groß gewählt werden.

Die Betriebsweise des Verdampfers ist auf die chemische Zusammensetzung des Speisewassers und des Konzentrats sowie den Werkstoff des Verdampfers abzustimmen.

Das Schäumen beeinträchtigt die Wirksamkeit des Verfahrens und ist durch die Fahrweise, z. B. Leistungsreduzierung, oder durch die Zugabe von Antischaummittel zu unterdrücken. Die Zugabe von Chemikalien muß während des Verdampfens möglich sein. Außerdem kann durch Zusatz von inaktiven Trägersubstanzen eine Verbesserung der Abscheidung von Radionukliden erreicht werden.

Die Destillatreinheit wird weitgehend durch die Menge der in den Brüden mitgeführten Tröpfchen sowie der flüchtigen und gasförmigen Stoffe bestimmt. Deshalb ist eine wirksame Tropfenabscheidung und Entgasung notwendig. In den Bildern 1, 2 und 3 sind beispielhaft Reinigungseinheiten zur Tropfenabscheidung dargestellt. Die Möglichkeiten zur Entgasung sind in Abschnitt 4.6 behandelt.

Um die Rückhaltung der flüchtigen Stoffe zu verbessern, sind besondere Maßnahmen notwendig, z. B. Rückhaltung von Jod durch alkalische Fahrweise oder z. B. Antimon durch Fällung.

An der Verdampferanlage sind Anschlüsse für die Zugabe von Chemikalien und Deionat vorzusehen, um eine regelmäßige Reinigung der Heizflächen und Leitungen vornehmen zu können.

4.2.3 Meßtechnische Anforderungen

Bei der Auslegung der Instrumentierung der Verdampferanlage ist auf die Unempfindlichkeit gegenüber chemischen Einflüssen und Verkrustungen zu achten.

Die betriebliche Überwachung der Verdampferanlage erfolgt durch:

- Füllstandsmessung
- Temperaturmessung in der Umwälzleitung, in der Entlüftungsleitung hinter dem Kondensator, in der Destillatleitung
- jeweils erforderliche Temperatur- und Druckmessung in den Ver- und Entsorgungsleitungen für Dampf und Kühlwasser
- jeweils erforderliche Durchflußüberwachung (mediumseitig und in Versorgungsleitungen)
- Ausfallsicherung (bei Über- bzw. Unterschreitung des zulässigen Betriebsbereiches müssen die Heizdampfarmaturen in Stellung „geschlossen“ gehen)
- Trockenlaufschutz der Pumpen
- Messung der Leitfähigkeit in der Destillatleitung
- Überwachung der Schaumbildung im Brüdenraum
- Überwachung der Verkrustung des Verdampferheizkörpers (administrative Maßnahme).

Anlagenspezifische Meßstellen sind den Prinzipschemata der Bilder 1 bis 3 über Verdampfung zu entnehmen, die je nach eingesetztem Verfahren unterschiedlich sind.

4.3 Ionenaustausch

4.3.1 Verfahren

Bei der Anwendung des Ionenaustauschs für die Dekontaminierung von Wässern werden im Wasser vorhandene radioaktive und auch nichtradioaktive Ionen an Ionenaustauscher gebunden. Dabei wird, bezogen auf die Ladung, eine äquivalente Menge Ionen vom Ionenaustauscher in das Wasser abgegeben.

Durch die gleichzeitige Bindung nichtradioaktiver Ionen an den Austauscher vermindert sich das Aufnahmevermögen (Kapazität) des Ionenaustauschers für radioaktive Ionen. Ein Zusammenhang zwischen Aktivität und Leitfähigkeit für die in den Kernkraftwerken anfallenden Radionuklidgemische besteht nicht, da selbst bei einer Aktivität von 1 Ci/m^3 ($3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq/m}^3$) die Leitfähigkeit von $1 \mu\text{S/cm}$ überwiegend von nichtradioaktiven Ionen bewirkt wird.

In der Regel wird das aufzubereitende Wasser durch ein Filter geleitet, in dem Kationen- und Anionenaustauscharze gemischt vorliegen. Dieses Filter wird als Mischbettfilter bezeichnet.

Da die Wirksamkeit des Ionenaustauschs abhängig ist von

- der Selektivität, dem Konzentrationsverhältnis der auszutauschenden Ionen und dem pH-Wert
- dem Beladungszustand des Austauschers
- der Temperatur des Wassers
- den anlagenspezifischen Kenndaten des Ionenaustauschfilters

ist eine genauere Angabe des Dekontaminationsfaktors nur bei Kenntnis der angeführten Parameter möglich. Durch Ionenaustausch lassen sich Dekontaminationsfaktoren (DF) bis zu 10^3 erzielen.

Erschöpfte Ionenaustauscher können entweder regeneriert oder ohne Regeneration als verbrauchte Harze gelagert werden. Im ersten Fall erscheinen die Radio-

nuklide im Regenerat, das durch Destillation oder Fällung weiterbehandelt wird.

4.3.2 Verfahrenstechnische Anforderungen

Die zu reinigenden radioaktiv kontaminierten Wässer sind im Sammelbehälter auf ihren Feststoffgehalt und ihre Leitfähigkeit zu prüfen. Wässer mit einem hohen Feststoffgehalt sollten erst nach einer Vorbehandlung, z. B. Sedimentation und Filtration, über Ionenaustauscher geleitet werden, um die zulässige mechanische Belastung der Ionenaustauscher nicht zu überschreiten.

Um eine ausreichende Standzeit der Mischbettfilter zu erzielen, sollte eine technisch sinnvolle Anwendung dieser Verfahren auf Wässer mit geringer Leitfähigkeit ($\leq 10 \mu\text{S/cm}$) beschränkt bleiben. Bei einer Leitfähigkeit von größer als $10 \mu\text{S/cm}$ (siehe DIN 25 416 Teil 1, Ausgabe 03.81, Tabelle 6) ist es zweckmäßig, mit dem Verdampfer zu dekontaminieren.

Hinsichtlich der thermischen Belastung der Ionenaustauscher sind die Spezifikationen des Herstellers zu beachten. Die Kationen- und Anionenaustauscherharze in den Mischbettfiltern müssen homogen gemischt vorliegen, um einen guten Reinigungseffekt zu erreichen.

Für das Eintragen frischer Ionenaustauscher bzw. Austragen verbrauchter Ionenaustauscher sind am Behälter geeignete Einrichtungen vorzusehen. Die Befüllung und Entleerung muß ohne nennenswerte Strahlenbelastung des Betriebspersonals möglich sein. Die Freisetzung flüchtiger Radionuklide beim Austrag ist zu verhindern. Das Ausspülen erschöpfter Ionenaustauscherharze hat mit Wasserunterstützung zu erfolgen.

4.3.3 Meßtechnische Anforderungen

Zur Überwachung des Ionenaustauschs müssen folgende Größen gemessen werden:

- Volumenstrom (nicht erforderlich bei festeingestellten Volumenströmen)
- Differenzdruck
- Temperatur vor dem Ionenaustauscher (bei möglicher Temperaturüberschreitung)
- Leitfähigkeit vor und nach dem Ionenaustausch.

Anlagenspezifische Meßstellen sind dem Prinzipschema Bild 4 über Ionenaustausch zu entnehmen.

4.4 Filtration

4.4.1 Verfahren

Die Filtration ist ein mechanisches Verfahren zur Abtrennung von Feststoffen aus einer Flüssigkeit mit einer für die Flüssigkeit durchlässigen Schicht.

Als Filtereinrichtung sind Siebe (Oberflächenfilter), Bettfilter (Tiefenfilter) und Anschwemmfilter (Oberflächenfilter) bekannt.

Je nach der Beschaffenheit des abzuscheidenden Feststoffes, z. B. körnig, fasrig, amorph, kolloidal, gallertartig, und der gewünschten Reinheit des Filtrates wird das Filtermittel ausgesucht.

Die Filtration wird angewendet:

- wenn die Aktivität vorwiegend an Feststoffe gebunden ist,
- wenn ein folgender Verfahrensschritt ein feststoffarmes Wasser erfordert.

Beim Betrieb von Anlagen zur Behandlung von radioaktiv kontaminiertem Wasser hat sich die Anschwemm-

filtration als geeignetes Trennverfahren erwiesen. Hierbei kann durch Änderung von Art und Menge der Grundanschwemmung und der Filterhilfsmitteldosierung der Anschwemmfilter der Beschaffenheit des suspendierten Feststoffes angepaßt werden.

Der erreichbare Dekontaminationsfaktor beträgt je nach Art und Menge der Verunreinigung bis zu 10^2 .

4.4.2 Verfahrenstechnische Anforderungen

Die Behälter zum Ansetzen der Grundanschwemmung und der Filterhilfsmittelzugabe sollen so bemessen sein, daß sie mindestens die Menge für eine Grundanschwemmung aufnehmen können. Sie sind mit einem Rührer auszurüsten, dessen Aufgabe es ist, im Behälter die Feststoffe in Schwebelage zu bringen und zu halten. Normalerweise haben diese Suspensionen einen Feststoffgehalt von 3 bis 10%. Die empfohlene Menge für die Grundanschwemmung liegt bei 500 bis 1000 g/m^2 Filterfläche. Bei der Dosierung ist darauf zu achten, daß die Filterhilfsmittelzugabe der Art und Menge der im Wasser enthaltenen Feststoffe angepaßt ist.

Zur Erhaltung der Anschwemmung muß je nach Filterbauart entweder eine ständige Umwälzung oder eine Filtrat-Rückführung nach jedem Stillstand vorgesehen werden.

Die Filterfläche sollte so bemessen sein, daß die Filtrationsgeschwindigkeit etwa $2 \text{ bis } 10 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$ beträgt. Die zu wählende Filtrationsgeschwindigkeit richtet sich nach der Beschaffenheit des Feststoffes und nach dem Verschmutzungsgrad des radioaktiv kontaminierten Wassers.

Der Austrag des Filterkuchens ist fernbedient durchzuführen. Es sind Anschlüsse zur Dekontamination des Filters vorzusehen.

4.4.3 Meßtechnische Anforderungen

Folgende meßtechnische Einrichtungen sind zur betrieblichen Überwachung vorzusehen:

- Messung des Volumenstromes
- Messung des Differenzdruckes am Filter.

Bei Verwendung von Pulverharz als Filterhilfsmittel ist zusätzlich die Wirksamkeit des Ionenaustauschers zu überwachen. Die Überwachungskriterien sind z. B. Leitfähigkeit und Dekontaminationseffekt.

Anlagenspezifische Meßstellen sind dem Prinzipschema Bild 5 über Filtration zu entnehmen.

4.5 Flockung und Fällung

4.5.1 Verfahren

Das Flockungs-Fällungsverfahren ist dazu geeignet Bestandteile des Wassers in absetzbare oder leicht filtrierbare Stoffe zu überführen.

Dieses Verfahren kann insbesondere zur Dekontamination von Wässern mit hoher Leitfähigkeit eingesetzt werden, z. B. Regenerierwässer.

Das Flockungs- und Fällungsverfahren kann in Verbindung mit der mechanischen Filtration angewendet werden oder in Verbindung mit der Verdampfung dann angewandt werden, wenn durch unterschiedliche Zusammensetzung und Art der Radionuklide eine zu hohe Aktivitätskonzentration im Verdampferdestillat zu erwarten ist. Durch Zugabe von inaktiven Trägersubstanzen kann eine Verbesserung der Abscheidung von Radionukliden erreicht werden.

Die Flockung und Fällung werden in einem speziell dafür ausgelegten Sammelbehälter oder einem separaten Fällbehälter durchgeführt. Das Sediment wird den Konzentratsammelbehältern zugeführt und das Dekontat, sofern erforderlich, durch Filtration oder Verdampfung weiter behandelt.

Bei der Flockung und Fällung ergeben sich je nach Anlagen- und Verfahrenstechnik Dekontaminationsfaktoren bis zu 100.

4.5.2 Verfahrenstechnische Anforderung

Bei der Flockung und Fällung müssen je nach Radionuklidgehalt geeignete Flockungs- und Fällungsmittel bei einem bestimmten pH-Wert und Temperaturbereich zugesetzt werden. Die vorgegebene Sedimentationszeit ist einzuhalten; danach wird das über dem Sediment stehende Wasser abgezogen (dekantiert).

Das zur Behandlung vorgesehene Wasser soll keine Stoffe enthalten, die die Flockung und Fällung stören bzw. verhindern, z. B. Komplexbildner.

Während der Behandlung der Fällcharge darf der Fällbehälter nicht als Sammelbehälter benutzt werden.

Die Betriebsweise der Anlage ist auf den Werkstoff der Komponenten abzustimmen. An dem Fällbehälter sind Anschlüsse für die Zugabe von Chemikalien und Deionat vorzusehen.

4.5.3 Meßtechnische Anforderungen

In den zur Flockung und Fällung vorgesehenen Wässern wird

- der Gehalt an Radionukliden
- der pH-Wert
- die Leitfähigkeit
- der Feststoffgehalt

gemessen. Aufgrund dieser Messungen wird der verfahrenstechnische Ablauf der Flockung und Fällung festgelegt. Alle erforderlichen Messungen wie z. B. Füllstandsmessungen im Behälter, pH-Wert-Messungen im Behälter, Leitfähigkeit sind in dem Prinzipschema Bild 6 über Flockung und Fällung enthalten.

4.6 Entgasung

4.6.1 Verfahren

Die Entgasung dient der Entfernung gelöster gasförmiger Radionuklide und nichtradioaktiver Gase aus Wasser. Sie wird dort sinnvoll eingesetzt, wo der Hauptanteil der Aktivität durch gasförmige Radionuklide bestimmt wird. Die Entgasung erfolgt durch Erniedrigung der Gaslöslichkeit im Wasser mittels

- Erhöhung der Temperatur des Wassers bis zum Siedepunkt
- Erniedrigung des Partialdrucks durch Anlegen eines Vakuums
- Begasen des Wassers mit einem inerten Gas oder einer Kombination dieser Verfahren.

Durch Entgasung können je nach der Eingangsaktivität der im Wasser gelösten gasförmigen Radionuklide Dekontaminationsfaktoren bis zu 10^3 erreicht werden.

4.6.2 Verfahrenstechnische Anforderungen

Aufgrund einer Messung im Sammelbehälter ist die Entscheidung zu treffen, ob eine Entgasung vorzunehmen ist.

Die Beheizung des Entgasers darf erst erfolgen, nachdem der Kondensator mit Kühlwasser beaufschlagt worden ist. Ausgetriebene Gase sind kontrolliert abzuführen.

4.6.3 Meßtechnische Anforderungen

Die betriebliche Überwachung der Entgasieranlage erfolgt durch:

- Füllstandsmessung
- Temperatur- und Druckmessung in der Entgaskolonie
- Druck- und Temperaturmessung nach dem Gaskühler
- Temperaturmessung in den Ver- und Entsorgungsleitungen für Dampf- und Kühlwasser
- Regelung der Heizdampfzufuhr
- Trockenlaufschutz der Pumpen.

Anlagenspezifische Meßstellen sind dem Prinzipschema Bild 7 über Entgasung zu entnehmen.

5 Anwendung der Verfahren

Für die Entscheidung über die Wahl der anzuwendenden Verfahren sind die Zahlenwerte nach DIN 25 416 Teil 1, Ausgabe 03.81, Tabellen 5 und 6 zugrunde zu legen.

Die anzuwendenden Dekontaminationsverfahren für die Behandlung der radioaktiv kontaminierten Wässer werden von folgenden Kriterien bestimmt:

- Ableitung der behandelten Wässer nach DIN 25 465 und nach den im Genehmigungsbescheid festgesetzten Aktivitätsmengen
- Rückspeisung der behandelten Wässer nach den Wasserqualitäten der „VGB-Richtlinie für das Wasser in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren“ (VGB Kraftwerkstechnik 53, Heft 4, 1973)
- Menge des anfallenden und abzuleitenden Wassers
- Zusammensetzung des Radionuklidgemisches und Eigenschaften oder Konzentration der einzelnen Radionuklide
- Physikalische und chemische Beschaffenheit des Wassers, z. B. Gehalt an Salzen, Komplexbildnern, Feststoffen, Waschmittel, Dekontaminationsmitteln und flüchtigen Substanzen
- Weiterbehandlung der radioaktiven Rückstände und der Konzentrate für die Zwischen- und Endlagerung.

Orientierungsdaten für die Mengen und die Beschaffenheit der in den einzelnen Reaktortypen anfallenden Wässer sind DIN 25 416 Teil 1, Ausgabe 03.81, Tabellen 2 bis 4 zu entnehmen.

Anhand der vorgenannten Kriterien sollte eine Sortierung der Wässer in verschiedene Sammelbehälter erfolgen. Das nach den verschiedenen Verfahren dekontaminierte Wasser wird in Reinwasserbehältern/Übergabebehältern gesammelt.

Nach einer Überprüfung des dekontaminierten Wassers wird entschieden, ob das Wasser

- zur erneuten Dekontamination in die Sammelbehälter zurückgeführt werden muß,
- zur Wiederverwendung oder
- zur Abgabe freigegeben wird.

Anmerkung: In den anschließenden Blockschaltbildern (Bilder 8 bis 10) werden Beispiele für die Auslegung von Abwasseraufbereitungsanlagen für die Reaktortypen DWR, SWR und HTR wiedergegeben.