

Hinweise und Erläuterungen

zum Anhang 31

- Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung -

**der Verordnung über Anforderungen an das
Einleiten von Abwasser in Gewässer**

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich	4
2	Abwasseranfall und Abwasserbehandlung	4
2.1	Herkunft, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers	4
2.1.1	Abwasser aus der Wasseraufbereitung	4
2.1.2	Abwasser aus der Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung	8
2.1.3	Abwasser aus Kühlsystemen.....	10
2.1.3.1	Abwasser aus Frischwasserkühlsystemen.....	11
2.1.3.2	Abwasser aus Kreislaufkühlsystemen	12
2.1.4	Abwasser aus Anfallstellen bei der Dampferzeugung.....	17
2.1.4.1	Abflutung aus Dampfkesseln.....	18
2.1.4.2	Abwasser aus der Kondensataufbereitung.....	18
2.1.4.3	Abwasser aus der Entaschung/Entschlackung.....	19
2.1.4.4	Abwasser aus Kesselheizungen.....	19
2.1.4.5	Abwasser aus der Nassreinigung von rauchgasberührten Anlagenteilen.....	20
2.1.4.6	Abwasser aus der Nasskonservierung von Anlagen	20
2.1.4.7	Abwasser aus der Gebäude-/Sumpftwässerung	20
2.2	Abwasservermeidungsverfahren und -Abwasserbehandlungsverfahren	21
2.2.1	Wasseraufbereitung.....	21
2.2.1.1	Abwasservermeidung	21
2.2.1.2	Abwasserbehandlungsverfahren	21
2.2.2	Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung	24
2.2.3	Kühlsysteme und –verfahren	24

2.2.4	Dampferzeugung	25
2.2.4.1	Abflutung aus Dampfkesseln.....	25
2.2.4.2	Kondensataufbereitung	25
2.2.4.3	Entaschung/Entschlackung	25
2.2.4.4	Kesselheizungen	26
2.2.4.5	Nassreinigung von rauchgasberührten Anlagenteilen	26
2.2.4.6	Nasskonservierung von Anlagen.....	26
2.2.4.7	Gebäude-/Sumpfwässerung.....	26
2.3	Abfallverwertung und Abfallbeseitigung.....	26
3	Auswahl der Parameter, für die Anforderungen zu stellen sind.....	27
3.1	Hinweise für die Auswahl der vorgenannten Parameter	27
3.2	Hinweise für die Auswahl von Parametern, die gegebenenfalls im Einzelfall zusätzlich begrenzt werden sollen.....	29
4	Anforderungen an die Abwassereinleitungen	29
4.1	Anforderungen nach §7a WHG	29
4.2	Weitergehende Anforderungen.....	29
4.3	Alternative anlagenbezogene Anforderungen und Überwachungsvorgaben	29
4.4	Berücksichtigung internationaler und supranationaler Regelungen.....	29
5	Übergangsregelungen und -fristen (§ 7a Abs. 3 WHG)	30
6	Hinweise zur Fortschreibung des Anhangs	30
7	Literatur	30
8	Erarbeitung der Grundlagen	32

1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang gilt für Abwasser, dessen Schadstofffracht im Wesentlichen aus der Aufbereitung von Trinkwasser, Schwimm- und Badebeckenwasser (Füll- und Kreislaufwasser) sowie Betriebswasser, aus Kühlsystemen von Kraftwerken und Kühlsystemen zur indirekten Kühlung von industriellen und gewerblichen Prozessen und sonstigen Anfallstellen bei der Dampferzeugung stammt.

Der Anhang gilt nicht für Abwasser aus der Wäsche von Rauchgasen aus Feuerungsanlagen, aus der Wäsche von Rauch- oder Abgasen aus der Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen und aus dem Kontrollbereich von Kernkraftwerken. Er gilt auch nicht für Abwassereinleitungen von weniger als 10 m³ pro Woche. Er gilt ferner nicht für Abwasser, das bei der Entleerung von Schwimm- und Badebecken anfällt.

2 Abwasseranfall und Abwasserbehandlung

2.1 Herkunft, Menge und Beschaffenheit des Rohabwassers

2.1.1 Abwasser aus der Wasseraufbereitung

Grundwasser und Oberflächenwasser enthalten je nach Herkunft unterschiedliche Mengen an gelösten und ungelösten Stoffen natürlichen und anthropogenen Ursprungs. Unter Wasseraufbereitung versteht man technische Maßnahmen zur Anpassung der Wasserqualität an einen bestimmten Verwendungszweck. Dies schließt die weitere Aufbereitung von schon für andere Zwecke aufbereitetem Grund- oder Oberflächenwasser mit ein, z. B. die Aufbereitung von Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz durch Ionenaustausch. Bei den verschiedenen Aufbereitungsverfahren werden gelöste, suspendierte und kolloidale Stoffe anorganischer und organischer Herkunft sowie gelöste Gase entnommen, deren Art, Menge und Eigenschaften von der Beschaffenheit des Rohwassers bestimmt sind.

Bei der Aufbereitung zu **Trinkwasser** sind Inhaltsstoffe zu entfernen, die aus hygienischer Sicht unerwünscht sind oder technische Probleme, wie Ablagerungen, Färbung, Korrosion im Verteilungsnetz sowie beim Abnehmer verursachen können.

Bei der Wasseraufbereitung zu **Schwimm- und Badebeckenwasser** unterscheidet man die Aufbereitung von Grund- oder Oberflächenwasser zu Füllwasser, das zur Erst- und Nachfüllung dient und die Aufarbeitung des Beckenwassers, welches als sogenanntes Schwall- oder Überlaufwasser ständig über eine Reinigungsanlage mit verschiedenen Verfahrenskombinationen geleitet wird. Ziel dieser Wasseraufbereitung ist die Einhaltung der durch die DIN 19643 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“ vorgegebenen Qualitätsanforderungen an die Beckenwasserbeschaffenheit.

Bei der Aufbereitung von **Grund- und Oberflächenwasser** fällt in den verschiedenen Behandlungsstufen überwiegend schlammhaltiges Wasser als Abwasser an. Seine

Beschaffenheit wird beeinflusst von den aus dem behandelten Wasser entnommenen Stoffen, den angewendeten Aufbereitungsverfahren und dabei eingesetzten Chemikalien. Die Hauptbestandteile des Abwassers aus der Wasseraufbereitung sind abhängig von den Rohwasserinhaltsstoffen und dem Aufbereitungsverfahren, z.B. Eisenoxidhydrat, Manganoxid, Magnesiumhydroxid, Calciumcarbonat, Calciumsulfat, Aluminiumhydroxid, Phosphat sowie organisch gebundener Kohlenstoff. In Einzelfällen können auch weitere Bestandteile, wie z. B. halogenierte organische Verbindungen, gemessen als AOX, Schwermetalle oder Sonstige (z. B. Arsen) enthalten sein.

Arsen kann geogen bedingt im Grundwasser in Spuren vorkommen. Bis auf wenige Ausnahmen liegen die Konzentrationen weit unter der Anforderung 0,1 mg/l nach Teil D Nummer 1. Liegen im Einzelfall höhere Konzentrationen vor, können sie durch adsorptive Filtration über Aluminiumoxid gezielt vermindert werden.

Bei einer Enteisung bzw. Entmanganung des Rohwassers entstehen Oxidhydrat-Flocken, die auch das gegebenenfalls vorhandene Arsen in angereicherter Form enthalten. Die Flocken werden im Aufbereitungsprozess durch Filtration zurückgehalten und mit dem Rückspülwasser der Filter ausgetragen. Das Rückspülwasser wird durch Sedimentation behandelt, um die Feststoffe und damit gleichzeitig das Arsen abzutrennen. Bei Arsenkonzentrationen im Rohwasser von z.B. 0,01 mg/l kann die Arsenkonzentration im Filterspülwasser nach Sedimentation aber noch deutlich über 0,1 mg/l liegen, obgleich ein Gehalt von 50 mg/l abfiltrierbare Stoffe eingehalten wird. In diesem Fall muss die Sedimentationsanlage auf einen entsprechend geringeren Zielwert für abfiltrierbare Stoffe ausgelegt werden, um eine Arsenkonzentration von 0,1 mg/l einhalten zu können.

Die Aufbereitung zu Betriebswasser für gewerbliche, industrielle, landwirtschaftliche oder ähnliche Zwecke dient der Entfernung von Stoffen aus dem Rohwasser, um seine Beschaffenheit dem jeweiligen Verwendungszweck und bestimmten Anforderungen anzupassen. Bei der Wasseraufbereitung sind folgende Abwasseranfallstellen von Bedeutung:

- Rechenguttransport,
- Siebung,
- Sedimentation,
- Flotation,
- Filtration,
- Oxidation,
- Ionenaustausch,
- Umkehrosmose,
- Adsorption,
- Sandwäsche bei der Langsandsandfiltration und Versickerung,

- Reinigung und Spülung von Wasserbehältern, Dosier-, Misch-, Gewinnungs-, Förder- und Transporteinrichtungen, soweit sie Teil der Wasseraufbereitung sind.

Der **Abtransport des Rechengutes**, das am Grob- und Feinrechen anfällt, erfolgt entweder mittels Förderband zu einem Container oder über eine Spülrinne. Das Rechenguttransportwasser wird mittels Bogenrechen vom Rechengut getrennt und in das Gewässer zurückgeleitet. Vielfach wird auch das ablaufende Siebabspritzwasser als Rechenguttransportwasser verwendet.

Bei der **Siebung** werden Schwimm- und Sinkstoffe entfernt. Dieses Verfahren kommt überwiegend bei der Aufbereitung von Oberflächenwasser in Betracht. Bis zu 2 % des Durchsatzes einer Siebanlage fallen als Abspritzwasser beim Freispülen der Siebe an. Es ist durch ungelöste Wasserinhaltsstoffe verunreinigt. Siebabspritzwasser wird insbesondere zur Schonung der Fischbrut nicht behandelt und in das Gewässer zurückgeleitet.

Bei der **Sedimentation** ohne chemische Zusätze werden bei der Wasseraufbereitung absetzbare Stoffe aus dem Rohwasser entfernt. Der Trenneffekt kann u. U. durch die Zugabe von Fällungs-/Flockungshilfsmitteln begünstigt werden. Man erhält eine geklärte Wasserphase (Überstandswasser) und eine konzentrierte Suspension (Sedimentationsabwasser). Der anfallende Sedimentationsschlamm bedarf in der Regel einer weiteren Entwässerung z.B. unter Verwendung von Bandfiltern, Filterpressen, Zentrifugen oder ähnlichen Verfahren.

Bei der **Flotation** werden suspendierte Feststoffteilchen durch das Anhaften feiner Luftblasen zum Aufschwimmen gebracht. Es bildet sich eine Schwimmschicht auf der Wasseroberfläche aus, die mit geeigneten Räumlichkeiten entfernt werden kann. Der flotierte Schlamm (Flotat) wird in der Regel einer weitergehenden Entwässerung zugeführt.

Zur **Filtration** werden insbesondere sogenannte Schnellfilter eingesetzt. Zur Wiederherstellung der Filterwirksamkeit muss regelmäßig rückgespült werden. Dabei werden die während des Filterbetriebs zurückgehaltenen, suspendierten Stoffe aus dem Filter entfernt. Es fällt ein schlammhaltiges Rückspülwasser an. Aus schlammhaltigem Rückspülwasser werden die Feststoffe z.B. durch Sedimentation entfernt. Neben der Filterspülung kommen in Abhängigkeit vom Filtertyp auch noch weitere Verfahren, wie z. B. Filterreinigung, Reaktivierung und Regeneration oder Nachfüllen von Reaktionsfiltermaterial zur Wiederherstellung der Filterwirksamkeit zum Einsatz.

Bei der Wasseraufbereitung durch **Oxidation** werden die zu entfernenden Inhaltsstoffe durch Reaktion mit Sauerstoff in unlösliche Verbindungen überführt. Die entstandenen unlöslichen Verbindungen können nachfolgend mittels eines geeigneten Verfahrens (z. B. Filtration) aus dem Wasser entfernt werden. Beispiele für die Wasseraufbereitung durch Oxidation sind die Verfahren der Enteisung und Entmangnung.

Beim **Ionenaustausch** unterscheidet man je nach Verwendungszweck des aufbereiteten Wassers folgende Verfahrensweisen:

In Neutralaustauschern werden Kationen aufgrund unterschiedlicher Affinität zur stationären anionischen Gruppe gegen andere ausgetauscht, z. B. im Falle des Enthärtens Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen gegen Na^+ -Ionen. Die Austauscher werden mit Kochsalzlösung regeneriert, wobei ein erheblicher Überschuss zum Ausgleich der unterschiedlichen Affinität erforderlich ist. Das beim Regenerieren anfallende Abwasser ist eine neutrale Salzlösung.

Beim Entcarbonisieren durch Wasserstoffionenaustauscher werden die Hydrogencarbonationen in CO_2 umgewandelt. Die zugehörigen Kationen, in erster Linie Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen, werden entfernt.

Zum Erzeugen von Kesselspeisewasser kann das Entcarbonisieren in Kombination mit dem Enthärten über Neutralaustausch je nach Rohwasserqualität vorteilhaft sein.

Beim Vollentsalzen werden Kationen- und Anionenaustauscher, ggf. in Mischungen (Mischbettaustauscher), hintereinander geschaltet. Die Kationenaustauscher werden mit Säure, die Anionenaustauscher mit Lauge regeneriert. Die Regenerierabläufe werden zur gegenseitigen Neutralisation genutzt, bevor das Abwasser abgeleitet wird.

Bei der **Umkehrosmose** zur Wasseraufbereitung werden im Rohwasser gelöste Inhaltsstoffe mittels Membrantechnik um das Mehrfache aufkonzentriert. Hierzu bedarf es vielfach einer Vorreinigung, z. B. durch Flockung und Filtration. Um ein Ausfällen der Carbonathärte in den Membranen zu vermeiden (Scaling), werden die nach Teil B Absatz 1 Nr. 1 zugelassenen Komplexbildner eingesetzt.

Bei der **Adsorption** wird als Adsorptionsmittel zur Entfernung von gelösten organischen Verbindungen gekörnte Aktivkohle eingesetzt. Sie erfordert ein Rückspülen des Filters nach Befüllung mit neuer oder reaktivierter Aktivkohle bzw. vor dessen Inbetriebnahme. Ggf. finden weitere Rückspülvorgänge zur Entfernung von Kohlepartikeln und aus dem Rohwasser stammender Feststoffe während des laufenden Betriebes statt. Das Rückspülwasser weist somit eine Belastung mit suspendierten Stoffen auf.

Als Rückspülwasser wird im Bereich der Trinkwasseraufbereitung Trinkwasser verwendet. Verbrauchte Aktivkohle wird i. d. R. aus den Filtern entfernt und extern thermisch regeneriert. Bei der Verwendung von Pulver-Aktivkohle wird die Aktivkohle zum Bestandteil des schlammhaltigen Filterspülwassers.

Die Verwendung anderer Adsorbentien, z.B. von Adsorberharzen zur Entfernung überwiegend polarer Wasserinhaltsstoffe (z. B. Huminsäuren) oder von Eisen- bzw. Aluminiumoxiden zur Entfernung von anorganischen Inhaltsstoffen (z.B. Fluorid, Arsen) ist möglich.

2.1.2 Abwasser aus der Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung

Die Wasseraufbereitung von Grund- und Oberflächenwasser zu Füllwasser für Schwimm- und Badebecken entspricht den allgemeinen Verfahren der Wasseraufbereitung, wie sie auch für die Trinkwasseraufbereitung eingesetzt werden, und richtet sich nach Herkunft und Beschaffenheit des verwendeten Rohwassers. Oft wird Trinkwasser aus der öffentlichen Versorgung eingesetzt, das nicht weiter aufbereitet werden muss.

Die Anforderungen an die Qualität des Beckenwassers regelt Teil 1 der DIN 19643 "Allgemeine Anforderungen". Zur Erreichung der Qualitätsanforderungen ist das Beckenwasser ständig über eine Wasseraufbereitungsanlage zu führen. Die verschiedenen Verfahrenskombinationen sind in den Teilen 2 bis 5 der DIN 19643 dargestellt. Allen Aufbereitungsverfahren gemeinsam ist die Aufbereitungsstufe der Flockungsfiltration über gekörntem Filtermaterial. Die einzelnen Verfahrenskombinationen unterscheiden sich durch den Einsatz von zusätzlichen Aufbereitungsstufen, wie z. B. durch Einsatz von Ozon und Aktivkohle, wobei die Aktivkohle als Festbett (Kornkohle) oder als Suspension (Pulverkohle) zum Einsatz kommen kann. Im Einzelnen sind die folgenden vier Verfahrenskombinationen nach der DIN 19643 zulässig:

- Adsorption (an Aktivpulverkohle) – Flockung – Filtration – Chlorung,
- Flockung – Filtration - Ozonung – Sorptionsfiltration – Chlorung,
- Flockung – Ozonung – Mehrschichtfiltration – Chlorung,
- Flockung – Filtration – Adsorption (an Aktivkornkohle) – Chlorung.

Wesentliche Ziele der Aufbereitung von Beckenwasser sind:

- Entfernung gelöster organischer Verbindungen, um Desinfektionsnebenprodukte (AOX, z.B. Trihalogenmethane und Chloramine) zu minimieren bzw. die schon vorhandenen Desinfektionsnebenprodukte zu entfernen (Adsorption an Pulver-Aktivkohle oder Korn-Aktivkohle),
- Elimination von Phosphaten, um das Algenwachstum zu minimieren (Fällung/Flockung),
- Vermeidung von Trübung im Beckenwasser durch Entfernen partikulärer bzw. ungelöster Verunreinigungen (Fällung, Flockung, Filtration),
- Oxidation (Ozon, aber auch Chlor),
- Entfernung von Ozon durch Aktivkohlefilter,
- Desinfektion (mit Depotwirkung durch Chlor),
- Reduzierung der nicht entfernbaren Belastungen durch Füllwasserzugabe.

Der bei der Beckenwasseraufbereitung durch Flockung entstandene Niederschlag, die übrigen ungelösten Bestandteile sowie gegebenenfalls die mit Schadstoffen (z.B. AOX) beladene Pulver-Aktivkohle werden in der Filtrationseinheit zurückgehalten. Die Spülung erfolgt in der Regel mit Druckluft und Wasser. Zur Charakterisierung der Ab-

wasserbeschaffenheit werden die Summenparameter "abfiltrierbare Stoffe" und "AOX" herangezogen. Die entsprechenden Konzentrationswerte zeigen über den Verlauf der Spülung eine charakteristische Ganglinie (ohne Berücksichtigung der Luftspülphasen).

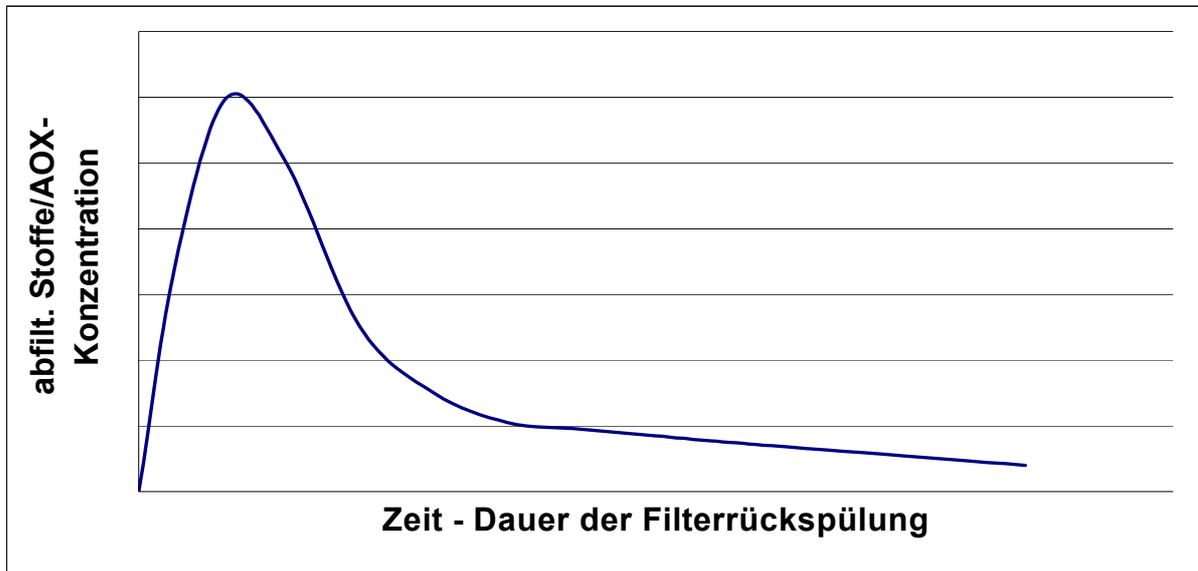


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Filterrückspülung

In Abhängigkeit von der Art und Häufigkeit der Rückspülung und der Art der Beckenwasseraufbereitung treten kurzzeitige Spitzenwerte für abfiltrierbare Stoffe bis etwa 2 g/l (ohne Pulver-Aktivkohle) bzw. bis 5 g/l (mit Pulver-AK) und für AOX von etwa 1 bis 2 mg/l (in beiden Fällen) auf. AOX liegt ohne Pulver-Aktivkohle zu etwa 70 % in ungelöster Form vor, bei Einsatz von Pulver-Aktivkohle zu etwa 90 %.

Als Richtwert für die Mengen an Filterspülwasser kann 6 – 8 m³ je m² Filterfläche angegeben werden. Die Filterspülung sollte zweimal wöchentlich erfolgen.

Die Abwasserarten und Anfallsstellen sind in der nachfolgenden Prinzipskizze in Abbildung 2 dargestellt. Der Hauptteil des Abwassers stammt aus der Filterspülung der Kreislaufanlage (A1). Die weiteren Abwasserströme resultieren aus der Spülung der in wenigen Fällen vorhandenen Füllwasseraufbereitung (A2), wobei ein erhöhter Abwasseranfall bei der Neufüllung des Beckens erfolgt. Bei dem Einsatz einer ggf. vorhandenen Spülwasseraufbereitungsanlage (A3) kann der Abwasserstrom aus A1 teilweise oder vollständig entfallen.

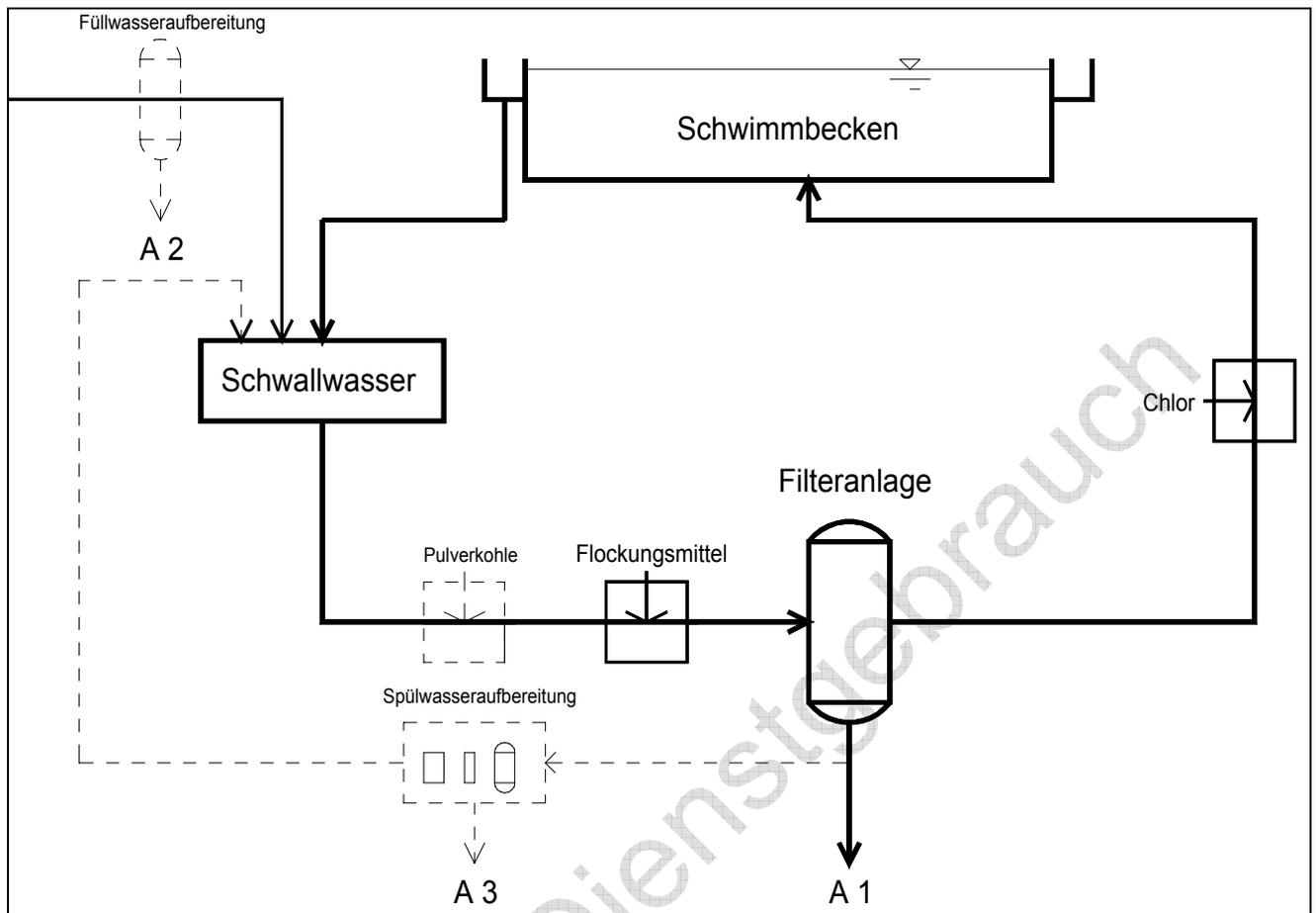


Abbildung 2: Abwasserarten (Orte des Anfalls) bei der Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser.

2.1.3 Abwasser aus Kühlsystemen

Für Kühlzwecke kommen im Prinzip alle in ausreichender Menge verfügbaren Wasserarten - wie Meerwasser, Brackwasser, Fließwasser, Wasser aus Binnenseen und Brunnenwasser - in Betracht. Die Qualität des am Standort zur Verfügung stehenden Rohwassers kann von vornherein die Wahl bestimmter Verfahrenstechniken der Kühlung einschränken, beispielsweise ist bei Meer- und Brackwasser bisher nur die Durchlaufkühlung ohne oder mit Ablaufkühlung gebräuchlich.

Von Wasser mitgeführte Verunreinigungen (Grobschmutz, suspendierte und gelöste Stoffe wie Chloride, Sulfate, Hydrogencarbonate, Nitrate, Phosphate, Schwermetallsalze und organische Substanzen) wirken sich belastend auf Kühlsysteme aus. Abrasiv wirkende Feststoffe verursachen verstärkten Verschleiß. Inhaltsstoffe des Wassers können insbesondere bei erhöhter Temperatur in Wärmetauschern komplexe physikalische, chemische und biologische Vorgänge auslösen.

Zur Vermeidung von Betriebsstörungen in Kühlsystemen muss das Rohwasser mechanisch gereinigt, je nach dem gewählten Kühlverfahren weiter aufbereitet und ggf.

mit Chemikalien konditioniert werden. Bei den Kühlsystemen unterscheidet man zwischen

- Frischwasserkühlung,
- kombinierter Durchlauf- Ablauf- und Kreislaufkühlung,
- offener und geschlossener Kreislaufkühlung über Rückkühlwerke.

2.1.3.1 Abwasser aus Frischwasserkühlsystemen

Unter Frischwasserkühlung (Abbildung 3) versteht man den Gebrauch von Kühlwasser ohne Rückführung, d. h. das erwärmte Kühlwasser wird entweder direkt (Durchlaufkühlung) oder nach Abkühlung in einem Kühlturm (Ablaufkühlung) in ein Gewässer abgeleitet.

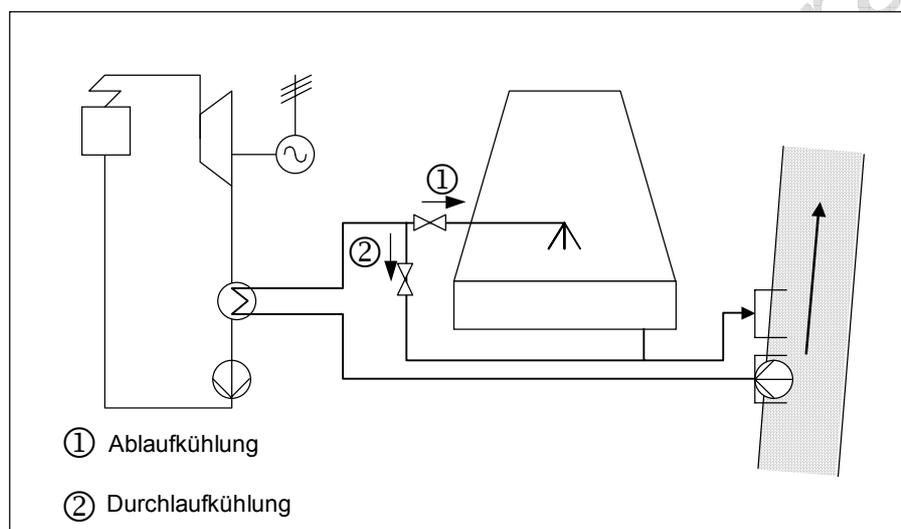


Abbildung 3: Frischwasserkühlung (Durchlaufkühlung mit und ohne Ablaufkühlung)

Abgesehen von einer mechanischen Reinigung wird das zur Frischwasserkühlung verwendete Wasser im Regelfall nicht aufbereitet oder konditioniert. Eine Ausnahme bildet die Eisen(II)-Sulfatdosierung, die zur Verhütung der Erosionskorrosion in messingberohrten Kondensatoren bei Kühlwasser mit höheren Salzgehalten vorgenommen wird. Normalerweise wird dabei einmal am Tag für etwa eine Stunde eine Konzentration von Eisen(II)-Ionen von 0,5 bis 1 mg/l eingestellt.

Besonders in der warmen Jahreszeit kann sich an wärmeübertragenden Flächen ein biologischer Bewuchs bilden. Bei Ablaufkühlung kann es notwendig sein, den Algenbewuchs im Kühlturm mit Mikrobiziden zu behandeln. Bei sehr großen Anlagen mit hohem Kühlwasserdurchsatz wie Turbinenkondensatoren in Kraftwerken reicht in der Regel eine mechanisch/physikalische Reinigung aus.

Bei Frischwasserkühlsystemen von industriellen und gewerblichen Prozessen im Durchlauf oder Ablauf und von Kraftwerken im Ablauf darf zur Bekämpfung des biologischen Bewuchses an den wärmeübertragenden Flächen eine Behandlung mit mikro-

biziden Stoffen durchgeführt werden. Dazu wird eine Stoßbehandlung mit Chlordioxid/Chlor/Brom oder eine kontinuierliche Behandlung mit Wasserstoffperoxid bzw. Ozon durchgeführt. Die Dauer und Häufigkeit einer Stoßbehandlung ist abhängig vom Bewuchs im jeweiligen Kühlsystem. Durch die Umsetzung mit oxidierbaren Substanzen (z. B. biologische Verschmutzung) nimmt die Konzentration des Oxidationsmittels (oxidierendes Mikrobizid) ab (Zehrung). Eine Stoßbehandlung ist dann abgeschlossen, wenn die Konzentration des Oxidationsmittels am Ablauf des Kühlsystems wieder ansteigt. Hierzu muss der zeitliche Verlauf der Konzentration des Oxidationsmittels verfolgt werden. Es können auch partielle Mikrobizidbehandlungen im Kühlwasserteilstrom durchgeführt werden, um die Belastung des Gewässers möglichst gering zu halten.

2.1.3.2 Abwasser aus Kreislaufkühlsystemen

Unter offener Kreislaufkühlung (Abbildung 4) versteht man eine Umlaufkühlung in einem zur Luft offenen Kühlkreislauf, wobei das zur Kühlung benutzte Wasser hauptsächlich durch Verdunstung abkühlt. Dabei werden die Verdunstungsverluste und die Abflutung durch Zusatzwasser (in der Regel aufbereitetes Rohwasser) ersetzt.

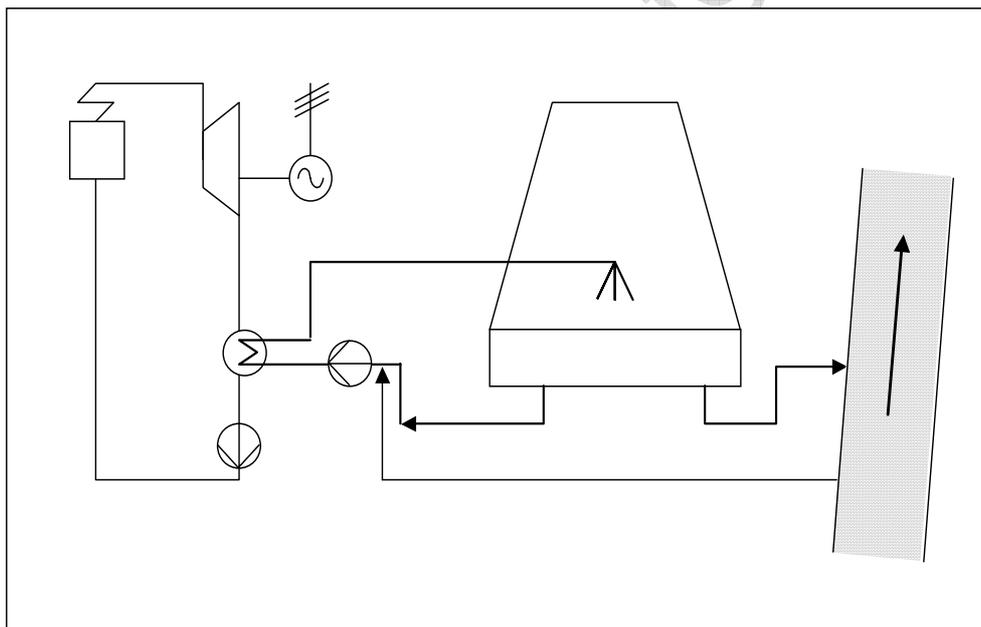


Abbildung 4: Offene Kreislaufkühlung /Umlaufkühlung (Nasskühltürme)

Auch das Mischkühlsystem, hierbei wird nur ein Teil des Kühlwassers im Kreislauf geführt, ist der offenen Kreislaufkühlung zuzuordnen.

Abwasser aus der Kreislaufkühlung fällt bei der Abflutung offener Kühlkreisläufe und beim Wechsel des Wassers geschlossener Kühlkreisläufe an. Das Entleeren eines geschlossenen Kreislaufsystems wird nur in größeren Zeitabständen durchgeführt.

Das bei der offenen Kreislaufkühlung verwendete Zusatzwasser wird in der Regel aufbereitet bzw. konditioniert. Da die Kühlung in diesen gegen die Luft offenen Kreisläufen im Kühlturm überwiegend durch Verdunstung erreicht wird, müssen die entstandenen Wasserverluste ersetzt werden. Die durch die Verdunstung bedingte Aufkonzentration der Wasserinhaltsstoffe wird durch Abfluten eines Teilstromes und Ersatz dieser Menge durch Frischwasser in Grenzen gehalten. Die so bedingte Konzentrierung der Wasserinhaltsstoffe wird als Eindickung bezeichnet. Abfiltrierbare Stoffe werden in der Kühlturmtasse oder, falls vorhanden, bei der Kühlwasserreinigung mittels Teilstromfiltration zum größten Teil zurückgehalten und sind im Abflutwasser nur in geringen Mengen enthalten. Das Abflutwasser, das in seiner Zusammensetzung dem im Kreislauf geführten Wasser entspricht, enthält auch Stoffe, die aus der Luft ausgewaschen worden sind. Sofern ein Teilstromfilter vorhanden ist, sollte das Abflutwasser dahinter abgezogen werden. Es wird in der Regel nicht behandelt.

Ferner gibt es vollkommen geschlossene Kühlsysteme, bei denen kein Abwasser anfällt (Abbildung 5).

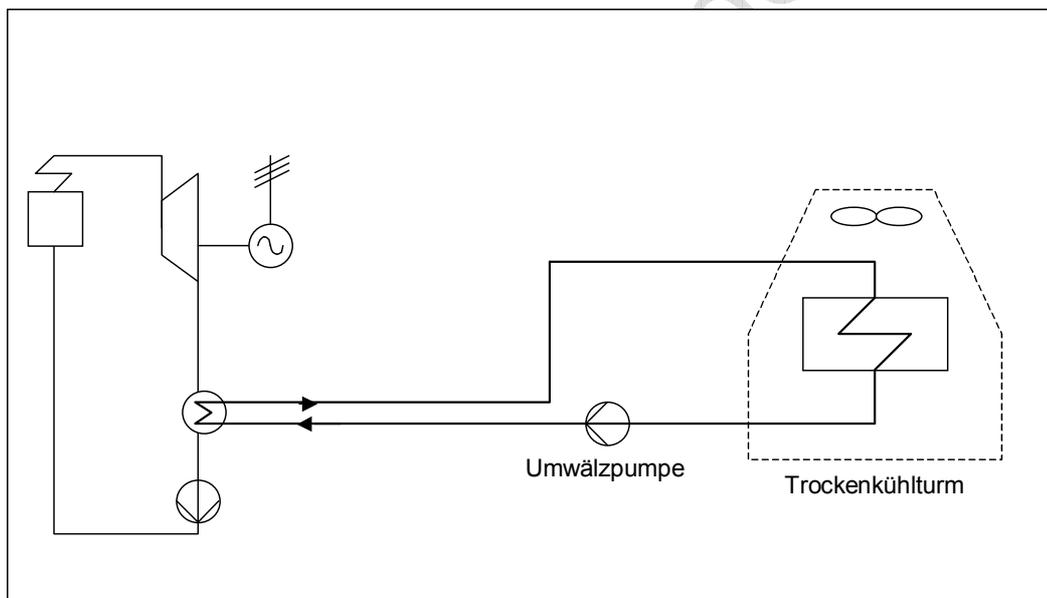


Abbildung 5: Geschlossene Umlaufkühlung

Solche Systeme werden üblicherweise bei der Kühlung von Anlagen eingesetzt, die ein Prozesstemperaturniveau oberhalb 40 °C gestatten. Weiterhin werden diese Systeme u. a. bei der Kühlung von Anlagen eingesetzt, bei denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird. Dies gilt insbesondere dann, wenn über Maßnahmen wie z. B. der Erhöhung des Kühlwasserdrucks gegenüber dem Prozessdruck eine Verunreinigung des Kühlwassers durch Leckagen verhindert werden soll. Geschlossene Systeme werden nur zu Revisionen und Reparaturen entleert. In geschlossenen Kühlsystemen sind teilweise Konditionierungsverfahren mit höheren Additivkonzentrationen als bei offenen Kühlkreisläufen üblich. Deshalb wird häufig ein Auffangbehälter für die Kühlflüssigkeit vorgesehen, in den der gesamte Inhalt zumindest des größten

Teilsystems jederzeit entleert werden kann, um sie wieder zur Füllung des Systems benutzen zu können.

Zusätze für Kreislaufkühlsysteme

Industrielle Kühlkreisläufe und Kühlkreisläufe von Kraftwerken unterscheiden sich zum Teil erheblich. Ein Kraftwerkskühlturm wird zur Kühlung des Kondensators, der Ölkühler etc. benötigt. In einem industriellen Kühlturmsystem werden unterschiedliche Materialien sowie Wärmeaustauschertypen verwendet. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Anforderungserfordernisse für Zusatzmittel zur Konditionierung des Kreislaufwassers. Eingesetzt werden folgende Konditionierungs- und Zusatzmittel:

- Härtestabilisierer,
- Dispergierer,
- Korrosionsinhibierer,
- Mikrobizide.

In Tabelle 1 sind die gebräuchlichen Konditionierungs- und Zusatzmittel zusammengefasst. Bei ihrer Verwendung sind die allgemeinen Anforderungen des Anhangs 31 zu beachten.

Einsatzbereich	Stoffgruppe	Einzelstoffe	Eigenschaften
Härtestabilisierung	Polyphosphate		Stabilisierung der Restcarbonathärte; nicht hydrolysestabil
	Phosphonate	Polyol-Phosphorsäureester Aminoalkylphosphonate Phosphonocarbonsäuren Phosphinocarbonsäuren	Stabilisierung der Gesamthärte; abbau- und hydrolysestabil
	Polycarboxylate	Polyacrylate Polymethacrylate Polymaleinate	
Dispergierung	Polycarboxylate	Polyacrylate sulfonierte Copolymere Polyacrylamide	Vermeidung von Ablagerungen; abbau- und hydrolysestabil
	schwachsäumende Tenside	Polyalkylenglykole	
Korrosionsinhibierung	Zinkionen Phosphat Phosphonate Triazole		Ausbildung von Schutzschichten

Mikrobizidbehandlung	biozide Wirkstoffe	Hypochlorit Hypobromit Ozon organische Biozide	Vermeidung von Biofilmen (Biofouling)
----------------------	--------------------	---	---------------------------------------

Tabelle 1: Konditionierungs- und Zusatzmittel für Kühlsysteme

Als **Härtestabilisierer** werden Polyphosphate, organische Phosphorderivate (überwiegend Phosphonate) und Polycarboxylate dem Kühlwasser zugegeben. Sie zeigen schon bei sehr geringem, weit unterstöchiometrischem Einsatz eine sehr gute härtestabilisierende Wirkung. Die Konzentration hängt vom Verwendungszweck und den konkreten Randbedingungen im Kühlsystem ab. Organische Phosphorderivate und Polycarboxylate sind biologisch schwer abbaubar. Dies ist speziell in solchen Kühlkreisläufen vorteilhaft, die stark eindicken oder abflutfrei bei Zusatz von salzfreiem Wasser (Kondensat) betrieben werden, so dass die Verweilzeiten des Kühlwassers und damit auch der Konditionierungsmittel im System hoch sind.

Polyphosphate werden bei üblichen Kühlwassertemperaturen im Kühlkreislauf durch Hydrolyse in Orthophosphat umgewandelt. Dadurch lässt sich maximal eine Polyphosphatkonzentration von 0,5 mg/l P erhalten. Bei Höherdosierung wird lediglich Phosphatschlamm gebildet. Mit Hilfe von Polyphosphat ist es nur möglich, die Restcarbonathärte zu stabilisieren. Phosphonate und Polycarboxylate unterliegen praktisch keiner hydrolytischen Spaltung. Beim Einsatz von Phosphonaten reichen erheblich geringere Einsatzmengen für die Härtestabilisierung aus.

Die Grenze der Härtestabilisierung hängt vom Calciumgehalt des Wassers, der Carbonathärte, dem pH-Wert, der Wassertemperatur und von den Randbedingungen des Kühlsystems wie der Strömungsgeschwindigkeit des Kühlwassers oder der maximalen Wandtemperatur ab. Im Allgemeinen ist der Hydrogencarbonatgehalt zu begrenzen. Bei sehr hartem Wasser ist eine Teilentcarbonisierung, vorzugsweise durch Fällung mit Kalkmilch und Abzug des Schlammes notwendig. Durch Zugabe von Salz- oder Schwefelsäure wird ebenfalls entcarbonisiert und die Chlorid- bzw. Sulfatkonzentration erhöht.

Zum **Dispergieren**, d. h. zur Vermeidung der Ablagerung anorganischer oder auch organischer Wasserinhaltsstoffe, werden dem Wasser niedermolekulare Polycarboxylate (z. B. Polyacrylate, sulfonierte Copolymere und Polyacrylamide) oder schwachschäumende, oberflächenaktive Substanzen, z. B. Polyalkylenglykole, zugegeben. Spezielle Analysentechniken (Trübungsmessung mit quarternären Ammoniumverbindungen als Indikator) erlauben eine produktspezifische Überwachung der Polycarboxylatkonzentration im Kühlwasser.

Zur **Korrosionsinhibierung** von Stahl werden **industriellen Kühlkreisläufen** häufig Zinkionen, Phosphat oder Phosphonate zugesetzt. Bei Korrosionsschutzprogrammen

auf Basis von Zink und Phosphat erfolgt häufig eine pH-Wert-Steuerung im Kreislaufwasser durch Zugabe von Mineralsäuren, um die übermäßige Abscheidung von schwer löslichem Zinkhydroxid oder Calciumphosphat zu vermeiden. Im Gegensatz dazu ist bei der Anwendung von Phosphonaten die Säurezugabe nicht erforderlich. Durch Zinkionenzusatz können die Konzentrationen anodischer Korrosionsschutzmittel wie Orthophosphat erheblich gesenkt werden, ohne dass dadurch der Korrosionsschutz beeinträchtigt wird.

Bei Einsatz von Polyphosphat übernimmt das Orthophosphat die Korrosionsinhibierung. Für einen wirksamen Korrosionsschutz sind wesentlich höhere Phosphatkonzentrationen als bei der Härtestabilisierung notwendig. Hierbei ist eine Stabilisierung des Calciumphosphates durch spezielle Dispergatoren, z. B. sulfonierte Polycarboxylate und andere Polymere, erforderlich.

Bei bestimmter Wasserhärte (ab ca. 2 mol/m^3 Carbonathärte) haben manche Phosphonate durch ihre Affinität zu Eisenoxidhydraten und Einbau in Deckschichten ausgezeichnete Eigenschaften als Korrosionsinhibitoren bei Stahl. Dieser Effekt wird bei der so genannten All-Organic-Fahrweise genutzt.

Bei sehr weichem Wasser bietet insbesondere die Kühlwasserbehandlung mit Zinkionen oder anorganischen Phosphaten einen befriedigenden Korrosionsschutz für Stahl. Die Einsatzkonzentration von Orthophosphat zur Korrosionsinhibierung liegt bei maximal 15 mg/l . Das entspricht einer Konzentration an Phosphor von etwa 5 mg/l . In Hauptkühlkreisläufen von Kraftwerken dürfen Zinkverbindungen als Konditionierungsmittel nicht eingesetzt werden.

Zur Inhibierung der Korrosion des Kupfers und seiner Legierungen werden Triazole ($0,5 - 5 \text{ mg/l}$) eingesetzt (z.B. Benzotriazol und Tolyltriazol). Triazole bilden sowohl mit Kupfer(I)- als auch mit Kupfer(II)-ionen stabile, sehr schwer lösliche Verbindungen. Die Korrosionsinhibierung wird dadurch erreicht, dass sich auf der mit Kupfer(I)-oxid bedeckten Metalloberfläche sehr dünne Inhibitorfilme ausbilden. Weil die Kupferverbindungen der Triazole nicht sehr oxidationsstabil sind und besonders leicht durch Chlor zerstört werden, muß der Inhibitor nachdosiert werden.

Um das biologische Wachstum in Grenzen zu halten, ist eine **Mikrobizidbehandlung** der offenen Kühlkreisläufe notwendig. Eine kontinuierliche Behandlung darf nur mit Wasserstoffperoxid oder Ozon erfolgen, anderenfalls ist nur eine Stoßbehandlung zulässig.

Unkontrolliertes Wachstum von Mikroorganismen führt in Kühlkreisläufen zu Störungen. Besonders schleimbildende Bakterien rufen starke, den Wärmedurchgang hemmende Ablagerungen hervor (biofouling). Die Ablagerungen sind außerdem korrosionsfördernd (Unterbelagkorrosion). Die Sulfatreduktion durch Bakterien unter anaeroben Bedingungen an Stahl und lokale Korrosion an Chrom-Nickelstählen oder Kupfer sind bekannte Beispiele für die biologisch induzierte Korrosion.

Das meist gebrauchte Mikrobizid ist Chlor bzw. Chlorbleichlauge (oxidierendes Mikrobizid). Bei pH-Werten über 8 lässt die biozide Wirkung des Chlors in Wasser nach, weil das Hypochlorsäure-Molekül zunehmend dissoziiert und in das weniger wirksame ClO^- -Ion übergeht. In diesem Fall kann das schwächer dissoziierende Hypobromit angewandt werden, das man leicht durch Zugabe von Bromid zu Hypochlorit erhält.

Die Anwendung freier Halogene als Biozid führt in Abhängigkeit von den Wasserinhaltsstoffen, vom pH-Wert und der Kontaktzeit zur Bildung von adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen (AOX). Durch die Verwendung von Chlordioxid kann die AOX-Bildung vermindert werden, da Chlordioxid ein anderes Reaktionsverhalten gegenüber organischen Wasserinhaltsstoffen besitzt als die hypochlorige Säure.

Ein anderes hochwirksames, oxidatives Mikrobizid ist Ozon. Üblicherweise wird Ozon kontinuierlich dem Kühlwasser in sehr geringen Konzentrationen zugegeben. Um den Ozongehalt niedrig halten zu können, sollte das Kühlwasser einen möglichst geringen Gehalt an organischen Stoffen besitzen.

Wasserstoffperoxid hat nur sehr schwach ausgeprägte mikrobizide Eigenschaften, d. h. es wirkt als Mikrobizid nur bei hohen Konzentrationen. Wegen des eisen- bzw. kupferkatalysierten Zerfalls hat es eine kurze Halbwertszeit. In einigen Fällen konnte die Wirksamkeit von Wasserstoffperoxid durch die Verwendung spezieller Katalysatoren verbessert werden.

Wegen der Resistenz von Mikroorganismen kann es notwendig sein, unterschiedliche Mikrobizide einzusetzen. Es stehen dafür eine Reihe von organischen Stickstoff-, Schwefel-, und Bromverbindungen zur Verfügung, die starke mikrobizide Wirkung besitzen (z.B. Isothiazolinone).

Es sollen nur Mikrobizide eingesetzt werden, deren Abbauverhalten (Abklingkurve) bekannt ist. Die Anforderung an die Leuchtbakterientoxizität gilt dann als eingehalten, wenn die Abflutung solange geschlossen bleibt, bis entsprechend den Herstellerangaben über Einsatzkonzentration und Abbauverhalten ein G_L -Wert von 12 oder kleiner erreicht ist.

Einen Überblick zum Abbauverhalten verschiedener Chemikalien gibt das Forschungsprojekt des Umweltbundesamtes zum „Einsatz umweltverträglicher Chemikalien in der Kühlwasserkonditionierung“.

2.1.4 Abwasser aus Anfallstellen bei der Dampferzeugung

Verfahren zur Dampferzeugung werden u. a. im öffentlichen Bereich (Kraftwerke, Blockheizkraftwerke) und in der Industrie (Kraftwerke, Prozess- und Heizdampferzeugung) eingesetzt. Um Ablagerungen und Korrosion zu minimieren, muss das Kesselspeisewasser bestimmte Eigenschaften aufweisen, die von einschlägigen technischen Regeln vorgegeben werden und von der Art der Dampfkesselanlage abhängen.

Als „sonstige Anfallstellen bei der Dampferzeugung“ gelten alle mit der Dampferzeugung verbundenen technischen Prozesse, bei denen Abwasser anfällt, mit Ausnahme der Bereiche Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Rauchgasreinigung. Ebenfalls ausgenommen ist das Abwasser aus dem Kontrollbereich von Kernkraftwerken. Bei der Dampferzeugung fällt an folgenden Stellen Abwasser an:

- Abflutung aus Dampfkesseln,
- Kondensatreinigungsanlagen,
- Abwasser aus der Entaschung/Entschlackung,
- Kesselbeizungen,
- Nassreinigung von rauchgasberührten Anlagenteilen,
- Nasskonservieren von Anlagen,
- Gebäude-/Sumpfwässerung.

2.1.4.1 Abflutung aus Dampfkesseln

Bei Dampferzeugern, die mit salzhaltigem Kesselspeisewasser beschickt werden, bedarf es zur Begrenzung der Salzkonzentration (Eindickung) einer Abflutung. Das Kesselwasser weist bei alkalischer Fahrweise einen pH-Wert zwischen 9 und 12 auf. Um zu vermeiden, dass sich Kesselstein ablagert, wird vielfach Phosphat zugegeben.

In Wasserdampfkreisläufen von Kraftwerken wird die Korrosion mit Hilfe von chemischen Zusätzen minimiert. Dazu hat sich in Kraftwerken Ammoniak als Konditionierungs- und Alkalisierungsmittel durchgesetzt. Alkalisches Kesselwasser fördert die Ausbildung von Deckschichten mit hohem Korrosionswiderstand. Das Abwasser aus fossil befeuerten Kraftwerken und Kernkraftwerken enthält deshalb Ammoniumionen. Solches Abwasser fällt auch als Regenerationsabwasser von Kondensatreinigungsanlagen und als Ablaufwasser von Kondensator-Vakuumpumpen in Druckwasserreaktoren an.

Neben dieser alkalischen Fahrweise mit pH-Werten > 9 ist die neutrale Fahrweise für die Konditionierung neutralen Speisewassers mit Oxidationsmitteln wie Sauerstoff und Wasserstoffperoxid oder die kombinierte Fahrweise mit pH-Werten zwischen 8 und 9 mit dem Alkalisierungsmittel Ammoniak und dem Oxidationsmittel Sauerstoff möglich.

2.1.4.2 Abwasser aus der Kondensataufbereitung

Die Wasserinhaltsstoffe sind feiner Abrieb von Ionenaustauschern sowie Trimethylamin aus dem Zerfall der stark basischen Anionenaustauscher, die quarternäre Ammoniumgruppen als Austauschkapazität besitzen. Das Abwasser aus der Kondensataufbereitung kann organisch belastet sein durch Kühlwassereinbrüche oder anderen Leckagen, insbesondere bei Fernheizsystemen oder industriellen Heizsystemen.

Kondensataufbereitungsanlagen sind für den Betrieb von Kondensationskraftwerken notwendig, da deren Dampferzeuger mit reinstem Wasser gespeist werden. Abwasser aus der Kondensataufbereitung fällt bei der Regeneration dieser Anlagen diskontinuierlich an. Für die Behandlung dieses Abwassers gilt das Gleiche wie für das der Vollentsalzung des Kesselspeisewassers durch Ionenaustausch. Wird dem Wasserdampfkreislauf Hydrazin in geringen Mengen als Korrosionsinhibitor zugegeben, so zersetzt sich Hydrazin im Kessel thermisch zu Ammoniak und Stickstoff. Vorhandenes Ammonium als Alkalisierungsmittel reichert sich auf dem Kationenaustauscher der Kondensataufbereitungsanlagen an und gelangt bei dessen Regeneration ins Abwasser.

2.1.4.3 Abwasser aus der Entaschung/Entschlackung

Die bei Dampfkesselanlagen anfallende Asche oder Schlacke wird im so genannten Nassentascher oder Nassentschlacker durch Wasser abgekühlt. Das anfallende Abwasser ist hauptsächlich durch absetzbare Stoffe belastet. Bei kleinen und mittelgroßen Dampfkesselanlagen wird der Nassentschlacker vielfach ohne Abwasseranfall betrieben. In diesem Fall werden nur das Verdunstungswasser und das Schlackehaftwasser durch Frischwasser ersetzt. Das Abwasser aus der Nassentaschung bei Braunkohlekraftwerken weist einen hohen pH-Wert auf, da die Kohle Alkalien enthält. Damit die Kristallbildung der Schlacke ohne Hohlraumeinschluß erfolgen kann, sind die Wassertemperaturen zu begrenzen. Wasserkreisläufe mit Rückkühlung zur Frischwasser- und Abwasserreduzierung enthalten Einrichtungen zur Feststoffabtrennung. Die Abrasion durch Feststoffteile im Schlackenwasser ist bei der technischen Ausrüstung zu beachten.

2.1.4.4 Abwasser aus Kesselbeizungen

Um aus neu installierten Anlagen oder nach Reparaturen infolge von Revisionen vor der Inbetriebnahme mobilisierbare Partikel (Schweißperlen, Korrosionsprodukte usw.) zu entfernen, werden die Oberflächen entfettet und ggf. auch metallisch blanke Oberflächen für die nachfolgende Schutzschichtbildung geschaffen. Hierzu wird vorzugsweise Flußsäure oder vereinzelt Citronensäure oder andere Komplexbildner die den Allgemeinen Anforderungen an die biologische Abbaubarkeit nach Teil B Abs.1 Nr. 1 erfüllen müssen, eingesetzt. Es werden folgende Reinigungsverfahren angewandt:

- Spülen mit Deionat (vollentsalztes Wasser),
- Spülen mit Deionat unter Zusatz von Netzmitteln,
- Auskochen mit Deionat unter Zusatz von Natriumhydroxid, Natriumphosphat,
- Beizen mit inhibierten Mineralsäuren, organischen Säuren oder anderen Beizmedien.

Durch den Betrieb entstehende Beläge, die sich nachteilig auswirken durch Verschlechterung des Wärmeübergangs, Erhöhung des Druckverlustes etc, werden durch die Beizung entfernt. Zum Einsatz kommen Salzsäure, Schwefelsäure oder Essigsäure bzw. Mischungen dieser Säuren. Die Auswahl richtet sich nach der

jeweiligen Zusammensetzung der zu entfernenden Beläge. In einigen Fällen kommt auch ein Gemisch aus Salzsäure und Flusssäure zur Anwendung.

Art und Aufwand der vorgenannten Reinigungsverfahren hängen vom Kesseltyp (Umlauf-/Durchlaufkessel) und vom Anlieferungszustand der Einzelkomponenten ab. Es können pro Beizvorgang bis zu 2000 m³ Abwasser anfallen.

2.1.4.5 Abwasser aus der Nassreinigung von rauchgasberührten Anlagenteilen

Bei der rauchgasseitigen Nassreinigung von Dampfkesselanlagen entsteht Abwasser, das Verbrennungsrückstände enthält, deren Zusammensetzung je nach eingesetzten Brennstoffen sehr verschieden sein kann.

Die zu entfernenden Beläge bestehen in aller Regel aus Flugaschepartikeln und reagieren häufig stark sauer. Unter dem Oberbegriff Nassreinigung von rauchgasberührten Anlagenteilen sind Reinigungsmaßnahmen an den nachfolgend genannten Objekten zusammengefasst:

- Kessel-, Heizflächen (insbesondere bei ölbefeuerten Anlagen),
- Rauchgaskanäle,
- Luftvorwärmer/Gasvorwärmer,
- Elektrofilter,
- Entstickungs- und Rauchgasentschwefelungsanlagen.

Die rauchgasseitige Reinigung erfolgt mittels Wasser, dem zum Teil neutralisierend wirkende Chemikalien (Natronlauge oder Phosphate) und/oder Detergenzien zugesetzt werden. Die Waschung erfolgt teilweise mit Hilfe von Hochdruckreinigern, teilweise auch als Niederdruck-Spülung. Eine Nassreinigung von Entstickungsanlagen findet in der Regel nicht statt.

2.1.4.6 Abwasser aus der Nasskonservierung von Anlagen

Anlagen werden zur Vermeidung von Stillstandskorrosionen bei längeren Stillständen konserviert. Bei der Nasskonservierung werden in der Regel alkalische Lösungen zur Befüllung der Anlage verwendet. Das bei der Wiederinbetriebnahme anfallende Abwasser kann aufgrund der Zusätze eine NH₄-N-Konzentration von bis zu 100 mg/l enthalten.

2.1.4.7 Abwasser aus der Gebäude-/Sumpfwässerung

Die Erfassung von Leckagen, Tropfwasser und Probenahmewasser erfolgt über Entwässerungssysteme, die in Pumpensümpfe münden. Die anfallenden Abwassermengen sind außer bei Rohrleitungsschäden im Gebäude eher gering. Dieses Abwasser kann neben den Zusatzstoffen der Kreisläufe auch Öle enthalten.

2.2 Abwasservermeidungsverfahren und -Abwasserbehandlungsverfahren

Eine wichtige Maßnahme zur Vermeidung von Schadstofffrachten ist die Auswahl von Einsatzstoffen für die Wasseraufbereitung, die Kühlwasserkonditionierung und die Dampferzeugung, deren Schädlichkeit für Gewässer möglichst gering ist und die einen sparsamen Einsatz ermöglichen. Die allgemeinen Anforderungen in Teil B Abs. 1 bis 3 geben hierfür einen Rahmen vor.

2.2.1 Wasseraufbereitung

2.2.1.1 Abwasservermeidung

Filterrückspülwasser aus der Aufbereitung von Betriebswasser aus Oberflächen-, Brunnen- und Sumpfungswasser darf nur abgeleitet werden, soweit dieses ohne Zusatzstoffe nur mechanisch aufbereitet wurde. Filterrückspülwasser aus der Aufbereitung von Trinkwasser und Schwimm- und Badebeckenwasser darf in jedem Fall unabhängig vom Aufbereitungsverfahren eingeleitet werden. Sämtliches anderes Abwasser aus der Filterrückspülung ist in den Aufbereitungsprozess zurückzuführen. Unabhängig davon sollten alle Maßnahmen zur Rückführung bzw. Wiederverwendung hin geprüft werden.

2.2.1.2 Abwasserbehandlungsverfahren

Das bei der Wasseraufbereitung anfallende Abwasser enthält Feststoffe in unterschiedlichen, häufig sehr geringen Konzentrationen. Die Wahl der Behandlungsmethoden richtet sich nach der Beschaffenheit der Feststoffe im Abwasser und nach den im Hinblick auf die Verwertung oder sonstige Entsorgung erforderlichen Eigenschaften der Rückstände. Zur Feststoffabtrennung werden die Verfahren Sedimentation, Filtration und Flotation angewendet.

Stammt das aufzubereitende Rohwasser aus einem fließenden Oberflächengewässer, so hängt der Schlammanfall stark vom Schwebstoffgehalt des Gewässers an der Entnahmestelle ab. Dieser Gehalt schwankt in weiten Grenzen und steigt bei höheren Abflüssen stark an. Die Anforderung von 50 mg/l für abfiltrierbare Stoffe gilt nur bis zum Mittelwasserabfluss (MQ). Dadurch werden unverhältnismäßig große Behandlungsanlagen vermieden, die nur an wenigen Tagen im Jahr ausgelastet wären.

Sedimentation

Die bei der Sedimentation und Eindickung erreichbaren Feststoffkonzentrationen und die erforderliche Beckengröße sind abhängig von:

- Art der aus dem Rohwasser zu entfernenden Stoffe,
- Art und Menge der dosierten Chemikalien und Hilfsstoffe (z.B. Pulverkohle),
- Absetzverhalten der Feststoffe,
- Häufigkeit, Menge und zeitlichem Abstand der Beschickung.

Durch Zugabe von Flockungs- und/oder Flockungshilfsmitteln (Polyelektrolyte) können die Absetzzeiten verkürzt und der Trübunggehalt des Klarwassers vermindert werden. In Tabelle 2 sind beispielhaft Werte des Filtrerrückspülwassers vor und nach der Sedimentation angegeben.

Parameter	Schlammhaltiges Filterspülwasser	Klarwasser nach 24h Absetzzeit
pH-Wert	6,9 - 8,2	6,9 - 8,2
Fe, mg/l	50 - 1.000	2 - 60
Mn, mg/l	0,5 - 1.000	0,1 - 0,5
CSB, mg/l	40 – 300	10 - 40
Glühverlust, %	10 – 30	---
Suspendierte Stoffe, mg/l	300 - 1.000	5 - 120
Kjeldahl-Stickstoff, mg/l	0,5 - 4	0,2 - 0,8

Tabelle 2: Einfluss der Sedimentation auf die Qualität des Klarwassers von schlammhaltigen Filterspülwässern aus Grundwasserwerken (ohne Zusatz von Flockungshilfsmitteln)

Schlammhaltiges Filterspülwasser fällt üblicherweise stoßartig an. In diesem Fall werden entweder Absetzbecken intermittierend betrieben oder ein Pufferbecken dient zur Vergleichmäßigung des Spülwasserstromes. In diesem Fall kann das Filtrerrückspülwasser in kontinuierlich arbeitenden Absetzbecken oder in Parallelplattenabscheidern gereinigt werden. Fällt das schlammhaltige Wasser gleichmäßig an, wie es z. B. bei Flockern oder kontinuierlich gespülten Filtern der Fall sein kann, so bieten sich die vorgenannten kontinuierlich arbeitenden Abscheideverfahren zur Behandlung an.

Filtration

Zur Abtrennung von Feststoffen aus schlammhaltigem Filterspülwasser ohne vorherige Sedimentation werden auch spezielle Filtrationsverfahren angewendet. Es handelt sich dabei um Kies-/Sandfilter mit kontinuierlicher Reinigung oder Membranverfahren.

Flotation

Insbesondere bei der Behandlung von schlammhaltigem Abwasser, das suspendierte Stoffe geringer Dichte, z. B. Algen, enthält, kann die Entspannungsflotation die Sedimentationsstufe ersetzen. Im Vergleich zur Sedimentation sind bei der Entspannungsflotation kürzere Verweilzeiten erforderlich. Dabei ist ein höherer Energieaufwand erforderlich.

Abwasser aus der Reinigung, Spülung, Desinfektion

Aus Ansatz-, Bevorratungs- und Dosierbehältern für Aufbereitungschemikalien fallen Abschlamm-, Reinigungs- und Spülwasser an. Saures oder alkalisches Abwasser muss vor einer Ableitung in Abwasseranlagen neutralisiert werden. Beim Betrieb von Wasseraufbereitungsanlagen sind Maßnahmen zur Reinigung, Spülung und Desinfektion erforderlich. Hierbei fällt in der Regel diskontinuierlich Abwasser unterschiedlicher Zusammensetzung und Menge an, das aufgefangen und entsorgt werden muss. Bei der Auswahl der Reinigungs- und Desinfektionsmittel ist die spätere Entsorgung zu berücksichtigen. Aus diesem Grund sollte Wasserstoffperoxid gegenüber Chlor und chlorhaltigen Mitteln vorgezogen werden. Bei der gleichzeitigen Verwendung verschiedener Reinigungs- und Desinfektionsmittel (auch sog. Reinigungsverstärker) ist auf die Bildung unerwünschter Reaktionsprodukte zu achten.

Regenerate

Die Abwasserzusammensetzung der Regenerate hängt von dem jeweiligen Aufbereitungsverfahren ab:

- Die Neutralaustauscher werden mit Kochsalzlösung (NaCl) regeneriert. Das beim Regenerieren anfallende Abwasser ist pH-neutral und enthält im Wesentlichen Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen sowie den Kochsalzüberschuss.
- Das Abwasser aus der Entcarbonisierung enthält im Wesentlichen Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen. Bei der Regeneration mit Schwefelsäure ist die Einsatzkonzentration zu beachten, da es sonst zu Ausfällungen von Gips kommen kann.
- Das Abwasser aus der Vollentsalzung enthält alle Salze aus dem Rohwasser ca. zehnfach eingedickt sowie den Regenerationsmittelüberschuss (Säure / Lauge). Bei der erforderlichen Neutralisation der Regenerate aus dem Kationen-/Anionenaustauscher ist der Säure- bzw. Laugenüberschuß auszunutzen.

AOX im Regenerationsabwasser von Ionenaustauschern stammt aus der Belastung des zum Einsatz kommenden Rohwassers und aus möglichen Belastungen der Einsatzchemikalien, hier insbesondere der Salzsäure. Durch Verwendung von AOX-ärmer Salzsäure gemäß DIN EN 939 kann der AOX-Eintrag minimiert werden.

Konzentrate

Konzentrate fallen bei Membranverfahren an, die zur Abscheidung gelöster Stoffe, insbesondere Salze, eingesetzt werden (Umkehrosmose, Nanofiltration und Elektrodialyse). Die Zusammensetzung der Konzentrate ist vor allem von der Rohwasserzusammensetzung, dem Membrantyp und den Prozessbedingungen abhängig. Der Konzentratanteil liegt bei großtechnischen Umkehrosmoseanlagen im Bereich von 15 bis 30 % des Zulaufwassers. Sofern die Schadstofffracht der Konzentrate der entnommenen Fracht aus einem Gewässer entspricht (Vorbelastung), kann diese Fracht wieder eingeleitet werden.

Falls mit Härtestabilisierungsmitteln (Polyphosphate oder organische Polymere - ähnlich denen, die bei der Kühlwasserkonditionierung für diesen Zweck eingesetzt werden) behandelt wird, können die Anforderungen an die Kühlwasserkonditionierung analog angewandt werden.

Abwasser aus der Entfernung von Biofilmen ist z.B. in einer biologischen Kläranlage zu behandeln. Dies ist bei Einsatz von Wasserstoffperoxid nicht erforderlich.

2.2.2 Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung

Die Abtrennung der Feststoffe aus der Aufbereitung des Beckenwassers (Schlammwasser) durch Sedimentation in einem Absetzbecken ermöglicht, je nach eingesetzter Verfahrenstechnik bei der Beckenwasseraufbereitung, eine AOX-Reduzierung um 50 – 80%.

Um die Schadstofffracht im Schlammwasser der Filter für die Beckenwasseraufbereitung zu reduzieren, ist ggf. eine mehrstufige Behandlung erforderlich, bei der zunächst die ungelösten Bestandteile abgetrennt und dann die gelösten Schadstoffe (AOX, ggf. CSB) eliminiert werden. Diese kann beispielsweise aus Absetzanlage, Filtration (z. B. Membrantechnik - Mikro-/Ultrafiltration bis hin zu Umkehrosmose) und nachgeschalteter Adsorption an Kornaktivkohle bestehen. Hinweise zur Entsorgung der anfallenden Abfälle werden in 2.3 gegeben.

Zur Wassereinsparung werden verstärkt Abwasseraufbereitungssysteme mit Kreislaufführung eingesetzt, bei denen das behandelte Filterspülwasser zumindest zum Teil wieder als Beckenfüllwasser dient. Die Spülwasseraufbereitung erfolgt durch Nassoxidation und/oder Membranverfahren, jeweils ergänzt durch eine Aktivkohle-Adsorption. Das überschüssige unbehandelte Filterspülwasser (siehe Abbildung 2) sowie die Retentate der Membranstufen fallen unter den Geltungsbereich dieses Anhangs. Für vorhandene Einleitungen von Abwasser aus Anlagen, die vor dem 1. August 2002 rechtmäßig in Betrieb waren oder mit deren Bau zu diesem Zeitpunkt rechtmäßig begonnen worden ist, gelten nur die Anforderungen des Anhangs 31 Teil B und C.

2.2.3 Kühlsysteme und –verfahren

Nasse Kühlsysteme (Frischwasser- oder offene Kreislaufkühlung) werden wegen der besseren Wärmeableitung und des damit erzielbaren günstigeren Anlagenwirkungsgrades bevorzugt. Findet die Kühlung auf einem hohen Temperaturniveau statt, kann Luftkühlung zweckmäßig sein. Bei nassen Kühlverfahren sind zunächst konstruktive und betriebliche Maßnahmen, wie z. B.

- zweckmäßige Kühlwasseraufbereitung,
- Einhaltung optimaler Strömungsgeschwindigkeiten,
- Vermeidung von Totzonen in den Systemen,
- Schwammkugelreinigung,

- korrosionsbeständige Werkstoffe oder Oberflächenschutz, z. B. Schutzanstriche, Plattierung, Gummierung, Beschichtung

zu prüfen, um mit einem möglichst geringen Einsatz von Kühlwasseradditiven auszukommen.

Insbesondere bei der Frischwasserkühlung kann durch die genannten Maßnahmen auf einen Einsatz von Additiven weitestgehend verzichtet werden. In diesem Sinne ist auch zu prüfen ob durch eine größere Abwärmeeinleitung ins Gewässer, z.B. durch Kühlturm-mischbetrieb, ein niedrigerer Chemikalieneinsatz erreicht werden kann.

2.2.4 Dampferzeugung

2.2.4.1 Abflutung aus Dampfkesseln

Durch den Betrieb von Dampferzeugern niedriger Druckstufe mit vollentsalztem anstatt von enthärtetem Wasser sind nennenswerte Metallkonzentrationen durch Korrosionsprodukte im Abwasser nicht zu erwarten. Bei alkalisch konditionierten Dampferzeugern ist aber mit hohen pH-Werten zu rechnen, so dass neutralisiert werden muss. Bei Konditionierung mit Phosphaten sind erhöhte Konzentrationen im Abflutwasser zu erwarten. Kesselabschlammwasser und Wasser aus der Entleerung von Systemen, die mit Deionat gespeist werden, enthalten in aller Regel Salzkonzentrationen, die unterhalb der des Rohwassers liegen, so dass sie der Wiederverwendung zugeführt werden können.

2.2.4.2 Kondensataufbereitung

Filterrückspülwasser und das Abwasser aus der Regenerierung der Ionenaustauscher sind durch Sedimentation, ggf. mit vorgeschalteter Flockung, zu behandeln.

Das bei der alkalischen Fahrweise anfallende ammoniumhaltige Regenerat aus Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung über 1000 MW wird entweder in biologischen Kläranlagen oder durch Strippen behandelt. Zur Minimierung des Stickstoffgehaltes im Abwasser kann bei salzfrei betriebenen Kesselanlagen die kombinierte Fahrweise angewendet werden. Hier wird neben Ammoniak auch Sauerstoff zudosiert. Ist im Abwasser Hydrazin enthalten, wird dieses z.B. mit H_2O_2 oder Ozon oxidiert.

2.2.4.3 Entaschung/Entschlackung

Das Abwasser enthält Feststoffe in beträchtlicher Menge, die eine mechanische Reinigung erfordern. Bei alkalischem Abwasser aus Braunkohlekraftwerken kann eine CO_2 -Dosierung zur pH-Wert-Erniedrigung erforderlich sein. Eine Mobilisierung wasserlöslicher Schwermetalle findet dabei nicht statt. Durch Flockung und Sedimentation kann eine Aufbereitung erfolgen. Zur Minimierung des Feststoffaustrages kann das Wasserbad gekühlt werden. Der Austrag der Feststoffe erfolgt in diesem Fall ausschließlich mit der Schlacke.

2.2.4.4 Kesselheizungen

Beim Spülen mit Deionat kann das Wasser nach Sedimentation der ausgetragenen Stoffe abgeleitet werden. Werden zum Spülen Netzmittel oder biologisch abbaubare Komplexbildner (Citronensäure) eingesetzt, ist eine biologische Behandlung oder eine Aktivkohleadsorption des Abwassers notwendig. Alkalisches und saures Abwasser aus der Beizung muss nach dem Abtrennen der suspendierten Stoffe neutralisiert werden. Flusssäure im Abwasser wird mit Kalk, Phosphat im Abwasser gegebenenfalls mit Fe(III)-Chlorid gefällt. Werden zum Beizen Komplexbildner wie EDTA oder NTA eingesetzt, so werden diese entweder wieder aufbereitet oder im Dampfkessel mitverbrannt. Derartiges Abwasser darf nicht eingeleitet werden. Durch die Verwendung von hochwertigem Deionat kann die Häufigkeit der Kesselheizungen und der damit verbundene Abwasseranfall wesentlich reduziert oder sogar vermieden werden.

2.2.4.5 Nassreinigung von rauchgasberührten Anlagenteilen

Zur Vermeidung des Abwasseranfalles sollte die Nassreinigung möglichst durch eine Trockenreinigung ersetzt werden. Das bei der Nassreinigung anfallende Abwasser wird gesammelt, neutralisiert und gegebenenfalls einer Fällung, Flockung und Sedimentation unterzogen. Die Behandlung dieses Abwassers kann gemeinsam mit dem Abwasser der Rauchgasreinigungsanlage erfolgen. Zur Verringerung des Abwasseranfalles bei der Nassreinigung rauchgasberührter Systeme wird in einigen Fällen eine Kreislaufführung des Wassers nach Neutralisation und Sedimentation durchgeführt.

2.2.4.6 Nasskonservierung von Anlagen

Die zur Konservierung verwendeten Lösungen enthalten oft Korrosionsinhibitoren, die vor Einleitung entfernt bzw. abgebaut werden. Dies gilt besonders für hydrazinhaltige Konservierungslösungen. Alkalische Konservierungslösungen werden vor Einleitung neutralisiert.

2.2.4.7 Gebäude-/Sumpfwässerung

Das mit Öl verunreinigte Abwasser wird über einen Ölabscheider mit Koaleszenzstufe geleitet.

2.3 Abfallverwertung und Abfallbeseitigung

Abfälle sind entsprechend den abfallrechtlichen Anforderungen des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes zu entsorgen.

Rechen- und Siebrückstände

In Rechen- und Siebanlagen fallen feste Rückstände an, die meist aus natürlichen organischen Stoffen, z. B. Laub bestehen. Diese können nach Entwässerung wie häuslicher und gewerblicher Abfall entsorgt werden. Bei überwiegend organischem Anteil kommt auch eine Kompostierung des Rechen- und Siebgutes in Frage. Rückstände

aus der Abspritzung von Feinsiebanlagen, die zur Entfernung von Algen und Plankton aus Oberflächenwasser eingesetzt werden, sind zur Schonung der gegebenenfalls mit entfernten Fischbrut in das Gewässer zurückzuführen.

Schlämme aus der Wasseraufbereitung

Für Schlämme aus der Wasseraufbereitung in Wasserwerken bestehen verschiedene Entsorgungsmöglichkeiten, z.B. Zementwerke, Ziegeleien und Abwasserbehandlungsanlagen. Bei der Schwimm- und Badebeckenwasseraufbereitung können vor allem Schlämme, Konzentrate oder Kornaktivkohle als Rückstände anfallen. Die Kornaktivkohle wird üblicherweise im Austausch zum Regenerieren zurückgegeben. Für die anfallenden Schlämme gilt der vorgenannte Absatz.

Schlämme aus Kühlsystemen

Beim Betrieb von Kühltürmen fällt Schlamm an. Wegen der Verschiedenartigkeit des zur Verfügung stehenden Rohwassers und der Verfahrensschritte der Aufbereitung ist im Einzelfall zu prüfen, ob und wie die anfallenden Schlämme verwertet werden können, z.B. Einsatz als Kontaktschlamm in der Langsamentcarbonisierung der Zusatzwasseraufbereitungsanlage.

Schlämme aus der Dampferzeugung

Hierbei ist, sofern nicht mit Deionat gearbeitet wird, mit Calciumphosphatschlämmen zu rechnen, die entsprechend den abfallrechtlichen Vorschriften zu entsorgen sind.

3 Auswahl der Parameter, für die Anforderungen zu stellen sind

3.1 Hinweise für die Auswahl der vorgenannten Parameter

Als **abfiltrierbare Stoffe** wird die Masse der im Wasser enthaltenen Feststoffe bezeichnet, die unter definierten Bedingungen durch Filtration vom Wasser getrennt und nach Trocknung ausgewogen werden. Abfiltrierbare Stoffe werden auf das Volumen der Wasserprobe bezogen und in mg/l angegeben.

Der **chemische Sauerstoffbedarf (CSB)** ist ein Maß für die chemisch oxidierbaren Inhaltsstoffe. Mit dem CSB werden auch die schwer abbaubaren Stoffe erfasst. Er ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Stickstoff (N_{ges}) als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff wurde aufgenommen, weil Stickstoffverbindungen als Nährstoffe das Algenwachstum fördern und neben Phosphor limitierender Faktor für die Eutrophierung werden können. Er ist ein für die Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Die ersatzweise Ermittlung des **gesamten gebundenen Stickstoffs** (TN_b) hat den Vorteil, dass

- die Bestimmung des Gesamtstickstoffs (nach internationaler Terminologie) umfassender ist als die Summe aus NH_4^- , NO_3^- und NO_2^- -N durch die zusätzliche Erfassung des organisch gebundenen Stickstoffs,
- sich der Analysenaufwand verringert.

Die Alternativmöglichkeit ist geeignet, die Einhaltung des gesamten anorganischen Stickstoffs zu belegen. Für den Fall einer TN_b -Überschreitung muss die Bestimmung des gesamten anorganischen Stickstoffs erfolgen.

Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX): Der AOX ist ein Maß für die Summe von adsorbierbaren organisch gebundenen Halogenen. Der Vorteil einer Bestimmung als Summenparameter besteht unter anderem darin, dass der Aufwand der Überwachung gegenüber der Bestimmung einer Vielzahl von Einzelstoffen erheblich reduziert wird. Der AOX ist gemäß Abwasserabgabegesetz ein für die Ermittlung der Abwasserabgabe maßgebender Parameter.

Phosphorverbindungen als Phosphor, gesamt (nach Nr.109 AbwV) wurde aufgenommen, da durch diesen Summenparameter alle organischen und anorganischen Phosphorverbindungen erfasst werden. Phosphate und teilweise Phosphonate werden in Oberflächengewässern in ortho-Phosphat umgewandelt, das zur Eutrophierung der Gewässer beiträgt. Relevant für die Abwasserabgabe ist der Parameter Phosphor, gesamt (nach Nr.108 AbwV).

Hydrazin wird als Korrosionsinhibitor bei der Behandlung von Kesselspeisewasser und von Umlaufwasser in geschlossenen Kühl- und Heizkreisläufen eingesetzt.

Schwermetalle wie Chrom, gesamt, Cadmium, Kupfer, Blei, Nickel, Vanadium und Zink können aus Komponenten des Dampfsystems bei verstärktem Abrieb z. B. wegen Korrosion oder durch Beizung ausgetragen werden. Mit Ausnahme von Zink und Vanadium sind sie auch für die Abwasserabgabe maßgebende Parameter.

Arsen kann geogen im Grundwasser in Spuren vorkommen und wird bei der Wasseraufbereitung im Abwasser angereichert. Es ist daher bei der Abwassereinleitung zu begrenzen.

Freies Chlor ist Chlor, das als gelöstes, elementares Chlor (Cl_2), als unterchlorige Säure (HClO) und als Hypochlorit-Ion (ClO^-) im Wasser vorliegt. Fallweiser Einsatz von chlorhaltigen Bioziden in Dampfsystemen mit niedrigen Temperaturen, z. B. bei der Kondensataufbereitung führt zur Freisetzung von freiem Chlor.

Chlordioxid und andere Oxidantien werden von einem maßanalytischen Verfahren unter Verwendung von N,N-diethyl-1,4-phenylendiamin erfasst. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass auch die Oxidantien Ozon und Wasserstoffperoxid mit diesem Verfahren erfasst werden.

Der Parameter **Leuchthemmung gegenüber Bakterien** beruht auf einem biologischen Testverfahren und ist ein Maß für die Schädlichkeit des Abwassers, indem man

die Hemmwirkung des Abwassers auf Leuchtbakterien mit Hilfe einer Versuchsreihe bestimmt.

3.2 Hinweise für die Auswahl von Parametern, die gegebenenfalls im Einzelfall zusätzlich begrenzt werden sollen

Aufgrund örtlicher Gegebenheiten kann es erforderlich sein, weitere Parameter in der wasserrechtlichen Einleitungserlaubnis wie Temperatur und Wärmefracht (vergl. LAWA - Grundlagen für die Beurteilung von Kühlwassereinleitungen in Gewässer -), pH-Wert, Sauerstoffgehalt zu berücksichtigen.

4 Anforderungen an die Abwassereinleitungen

4.1 Anforderungen nach §7a WHG

Siehe Anhang 31 zur Abwasserverordnung.

4.2 Weitergehende Anforderungen

keine

4.3 Alternative anlagenbezogene Anforderungen und Überwachungsvorgaben

keine

4.4 Berücksichtigung internationaler und supranationaler Regelungen

Die Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24.09.1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (**IVU-Richtlinie**) legt integrierte, medienübergreifende Regelungen für die Genehmigungsverfahren für bestimmte industrielle Tätigkeiten und Anlagen fest. Die Mitgliedstaaten haben durch diese Richtlinie sicherzustellen, dass die der Richtlinie unterliegenden Anlagen gemäß den besten verfügbaren Techniken (BVT) genehmigt und betrieben werden. Zu den besten verfügbaren Techniken werden von der Kommission BVT-Referenzdokumente (BAT-Reference Documents – BREF) herausgegeben. Die in den vorliegenden Hinweisen und Erläuterungen zum Anhang 31 beschriebenen Techniken sind nach Vorliegen des BREF-Dokuments hinsichtlich der besten verfügbaren Techniken zu prüfen. Das Reference-Dokument on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems, Dezember 2001 ist bei der Festsetzung des Standes der Technik zu berücksichtigen.

Die Richtlinie 78/659/EWG (**Fischgewässerrichtlinie**) enthält Vorgaben zur Temperaturbegrenzung und ist bei der Einleitung des Abwassers in ein Gewässer zu berücksichtigen.

Die Entscheidung Nr.2455/2001/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20.November 2001 zur Festlegung der Liste prioritärer Stoffe im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG (**Wasserrahmenrichtlinie**)

ist am 21. November 2001 in Kraft getreten (ABl. EG vom 15.12.2001 Nr. L 331 S. 1). Damit sind prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe als Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) aufgelistet worden. Die Überprüfung, Anpassung und Erweiterung dieser Stoffliste kann neuen Erkenntnissen angepasst werden. Nach Artikel 16 festzulegende Strategien gegen die Wasserverschmutzung werden vom Europäischen Parlament und dem Rat festgelegt. Dies betrifft Maßnahmen zur schrittweisen Reduzierung der prioritären Stoffe sowie zur Beendigung oder schrittweisen Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten prioritär gefährlicher Stoffe.

Der Zeitplan für die Beendigung der Emissionen der prioritär gefährlichen Stoffe darf nach Verabschiedung entsprechender Maßnahmen auf europäischer Ebene 20 Jahre nicht überschreiten. Für prioritäre Stoffe zielen die Maßnahmen auf eine schrittweise Reduzierung ab.

Folgende Stoffe von der Liste der prioritären Stoffe haben für die Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung Bedeutung:

- Bei der Dampferzeugung Cadmium (prioritär gefährlicher Stoff), sowie Nickel und Blei (Blei wird von der Kommission noch überprüft, ob es als prioritär gefährlicher Stoff einzuordnen ist) sowie
- halogenorganische Verbindungen.

5 Übergangsregelungen und -fristen (§ 7a Abs. 3 WHG)

Soweit die Anforderungen noch nicht eingehalten sind, erscheint für die Einhaltung der Anforderungen unter Berücksichtigung der Planungs- und Ausführungsfristen ein Zeitraum von bis zu 4 Jahren angemessen.

6 Hinweise zur Fortschreibung des Anhangs

Der Anhang 31 ist fortzuschreiben, sobald erkennbar ist, dass der Stand der Technik sich geändert hat oder die Überwachungsergebnisse eine Anpassung rechtfertigen.

7 Literatur

Kühlwasser Verfahren und Systeme der Aufbereitung, Behandlung und Kühlung..., 5. Auflage, Hans-Dietrich Held, Essen, Vulkan-Verlag, 2000

Kraftwerke und Entsorgungsbetriebe, Blatt 1 - Abwasser, das bei der Wasseraufbereitung anfällt -ATV-Merkblatt, Hinweis H 706, Blatt 1, 1993

Kraftwerke und Entsorgungsbetriebe, Blatt 2 - Abwasser, das beim Betrieb von Kühlsystemen entsteht - ATV-Merkblatt, Hinweis H 706, Blatt 2, 1997

Kraftwerke und Entsorgungsbetriebe, Blatt 3 - Abwasser, das bei der Dampf- und Heißwassererzeugung anfällt - ATV-Merkblatt, Hinweis H 706, Blatt 3, 1993

VdTÜV-Richtlinien für die Speise- und Kesselwasserbeschaffenheit bei Dampferzeugern bis 64 bar zulässigem Betriebsüberdruck, 1983-04, VdTÜV-Richtlinie 1453. Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine e.V., Essen.

VGB-Richtlinie für Kesselspeisewässer, Kesselwasser und Dampf von Wasserrohrkesseln der Druckstufen ab 64 bar, VGB-R 450 L, 1988–10, VGB PowerTech Service GmbH, Essen

VGB-Kühlwasserrichtlinie, VGB-R 455 P, 1990–10 und 2000-02, VGB PowerTech Service GmbH, Essen

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Grundlagen für die Beurteilung von Kühlwasser-einleitungen in Gewässer, 3. Auflage - Erich Schmidt Verlag, Berlin 1991.

Germann R., Scheidel P., Steinlein H., Weindel E. Abklingverhalten von Mikrobiziden im Kühlwasser - Entwicklung einer Simulationsmethode - Chemie Technik, Nr. 7, 1996

Praxis der Kraftwerk-Chemie, H. G. Heitmann, Vulkan-Verlag Essen.

DVGW-Arbeitsblatt W 221-1: Rückstände und Nebenprodukte aus Wasseraufbereitungsanlagen; Teil 1: Grundsätze und Planungsgrundlagen; September 1999.

DVGW-Arbeitsblatt W 221-2: Rückstände und Nebenprodukte aus Wasseraufbereitungsanlagen; Teil 2: Behandlung; Februar 2000.

DVGW-Arbeitsblatt W 221-3: Rückstände und Nebenprodukte aus Wasseraufbereitungsanlagen; Teil 3: Vermeidung, Verwertung und Beseitigung; Februar 2000.

DVGW-Merkblatt W 222: Einleiten und Einbringen von Rückständen aus Anlagen der Wasserversorgung in Abwasseranlagen; August 1999. Textgleich als ATV-Merkblatt M 273 erschienen.

Arbeitsbericht der ATV-ad-hoc-Arbeitsgruppe „Rechtliche Abgrenzungsfragen Abwasser-Abfall“: Entsorgung von Wasserwerksrückständen in kommunalen Abwasseranlagen – wasserrechtliche und abfallrechtliche Voraussetzungen.

Slib, Schlamm, Sludge; AWWA Research Foundation / KIWA Ltd; Denver 1990; Cornwell, Hay, Koppers.

Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems (BREF), Dezember 2001, European IPPC Bureau, Sevilla, Internet:<http://eippcb.jrc.es>

Entsorgungshandbuch für Energieversorgungsunternehmen; VDEW-VGB-Gemeinschaftsausschuss „Reststoffe und Abfälle“;.. VGB PowerTech e.V: Essen

Merkblatt VGB-M 403 G „Aufbereitung von Betriebswasser und Kühlturm-Zusatzwasser durch Entcarbonisierung bzw. Flockung und Entcarbonisierung“; VGB PowerTech Service GmbH, Essen

Merkblatt VGB-M 405 G „Wasserentsalzung mit Ionenaustauschern“: VGB PowerTech Service GmbH, Essen

Merkblatt VGB-M 107.G „Grundlagen für die Planung, die Bestellung und den Gewährleistungsnachweis von Anlagen zur Wasserentsalzung mit Ionenaustauschern“; VGB PowerTech Service GmbH, Essen

Merkblatt VGB-M 408 G „Abwasser und feste Rückstände aus Wasseraufbereitungsanlagen und wasser-/dampfberührten Systemen in Wärmekraftwerken; VGB PowerTech Service GmbH, Essen

Merkblatt VGB-M 412 L „Aufgaben und Methoden der Kondensatreinigung“; VGB PowerTech Service GmbH, Essen

DIN 19643-1 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser,
Teil 1, Ausgabe 1997-04

DIN 19643-2 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser,
Teil 2, Ausgabe 1997-04

DIN 19643-3 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser,
Teil 3, Ausgabe 1997-04

DIN 19643-4 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser,
Teil 4, Ausgabe 1999-02

DIN 19643-5 Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser,
Teil 5, Ausgabe 2000-09

Sicherheitskonzept für Kühlwasserströme in der Chemischen Industrie; April 1987, Rev. März 2001, Verband der Chemischen Industrie e. V.

UBA Forschungsbericht Nr. 200 24 233 „Einsatz umweltverträglicher Chemikalien in der Kühlwasserkonditionierung“, 2002

Abwasserrecht, 3. Auflage, Bundesanzeiger Verlag 2003, ISBN 3-89817-285-6

8 Erarbeitung der Grundlagen

Die Grundlagen für diese Hinweise und Erläuterungen wurden in einem Gesprächskreis von Behörden-, Verbände- und Industrievertretern unter der Leitung von Herrn Regierungsgewerbeinspektor Piegsa (Staatliches Umweltamt Herten) erarbeitet.