



CH-5200 Brugg, ENSI, AHR

Einschreiben

Kernkraftwerk
Leibstadt AG
Nukleare Sicherheit
5325 Leibstadt

Ihr Zeichen: KOR/KKL/111020/0003
Unser Zeichen: - 12KFX; 12/11/072
Sachbearbeiter:
Brugg, 30. Januar 2012

Verfügung:

Freigabe des regelmässigen Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Hauptkühlwassers sowie für die Bekämpfung von Legionellen im Kernkraftwerk Leibstadt

Sehr geehrte Damen und Herren

Mit dem Brief vom 20. Oktober 2011 hat das KKL einen Antrag zur Freigabe des regelmässigen Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Hauptkühlwassers sowie für die Bekämpfung von Legionellen im Kernkraftwerk Leibstadt, befristet bis Ende des Jahres 2013, gestellt [1].

In dem Freigabeantrag teilte das KKL dem ENSI Folgendes mit: Bei der periodischen Messung von Keimen im Hauptkühlwassersystem (HKW-System) des Kernkraftwerks Leibstadt (KKL) wurden im Herbst 2010 Bakterien des Typs legionella pneumophila festgestellt. Die Werte im Wasser der Kühlturmtasse lagen wiederholt um die 100'000 KBE/l (Keimbildende Einheiten pro Liter Wasser). Damit befand sich die Legionellenkonzentration während eines längeren Zeitraums deutlich über dem vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) festgelegten Eingreifwert für Kühlsysteme von 10'000 KBE/l [2].

Am 15. Juni 2011 erteilte das ENSI nach einem sechsmonatigen Zulassungsverfahren als verfahrensleitende Behörde, basierend auf den Stellungnahmen der fachlich zuständigen Behörden des Kantons Aargau und des Bundes (BAFU, BAG), dem KKL per Verfügung die Freigabe zum einmaligen Einsatz von Bioziden für die geplante Legionellenbekämpfung [3].

Die Legionellenbekämpfung erfolgte in zwei Schritten [1]. Am 28. Juni 2011 wurden insgesamt 1'800 kg Natriumhypochlorit über 4 Stunden portionenweise bei geschlossener Abflut dem Kühlwasser zudosiert. Nach einem Unterbruch von einem Tag erfolgte am 30. Juni 2011 der zweite Schritt mit der Zugabe von 2'100 kg Tetrakis(hydroxymethyl)-phosphoniumsulfat (THPS), einem nicht-oxidierenden Biozid, ebenfalls bei geschlossener Abflut.

Die Biozidbehandlung bestätigte die erhebliche Verschmutzung des Systems mit Organika (Biobelägen). Dies äusserte sich in einer hohen Chlorzehrung, in der Zunahme der Trübstoffe und der braunen



Verfärbung des Hauptkühlwassers, in der Gewichtsabnahme der Testkühlturmpackungen und in der Durchflusszunahme der Motorölkühler der HKW-Pumpen.

Im Juli 2011 wurde die routinemässige, stossweise Zugabe von Wasserstoffperoxid, H_2O_2 , bis zur Jahreshauptrevision im Monat August 2011 fortgesetzt. Die Kühlturmtasse und das Kühlwassersystem (VC) wurden im Stillstand komplett entleert. Die Schlammablagerungen in der Tasse, den Wasserkammern und in den Rohrleitungen wurden entfernt. Nach dem Befüllen des HKW-Systems und beim Anfahren der Anlage nach der Jahreshauptrevision erfolgten mehrere, erhöhte Wasserstoffperoxidzugaben von je 300 bis 600 kg (als H_2O_2 100%).

Die erste wöchentliche Legionellenmessung nach dem Wiederaanfahren ergab einen Wert unterhalb der Nachweisgrenze ($< 1'000$ KBE/l). Die zweite Messung vom 7. September 2011 zeigte bereits einen Mittelwert von $13'000$ KBE/l und die dritte Messung vom 14. September $56'000$ KBE/l. Der vom BAG festgelegte Eingreifwert für Kühlsysteme von $10'000$ KBE/l wurde damit wiederum deutlich überschritten. Die Zugabe von Wasserstoffperoxid wurde ab Mitte September deutlich erhöht. Pro Woche erfolgt ein Stoss mit 600 kg Peroxid. Die gemessene Legionellenkonzentration hat seither wieder abgenommen.

Das KKL erachtet die alleinige Dosierung von Wasserstoffperoxid als unzureichend und befürchtet, dass die Legionellenpopulationen in den nächsten Wochen und Monaten wieder zunehmen werden [1]. Wie im vergangenen Zyklus läge es nahe, dass die Werte auf $100'000$ KBE/l und mehr steigen könnten. Das HKW-System weist durch die im Juni 2011 durchgeführte Biozidbehandlung und durch die Reinigung während des Stillstandes nur noch wenige Beläge auf, in der sich Legionellen bevorzugt einnisten und Schutz vor den Bioziden finden. Das KKL sieht deshalb eine Wiederholungsbehandlung als dringend gegeben und stellt den nachfolgenden Antrag für wöchentliche bis monatliche Behandlungen (je nach Kontaminationsgrad) des Kühlwassers mit Natriumhypochlorit. Ein längeres Zuwarten berge einerseits die Gefahr einer grösseren Ausbreitung der Legionellen im HKW-System. Andererseits würden sich spätestens mit dem intensiveren Algenwachstum ab Februar wieder Beläge bilden, die eine höhere Biozidmenge erfordern.

1. Antrag des Betreibers

Das KKL beantragt [1] zur Desinfektion des Hauptkühlwassersystems und zur Bekämpfung von Legionellen die bis Ende 2013 befristete Freigabe für den regelmässigen Einsatz von Natriumhypochlorit im Hauptkühlwasser in Abhängigkeit der Kontamination (Gesamtkeimzahl und Legionellen) gemäss nachfolgender Tabelle 1:

Tabelle 1: Einsatz von Natriumhypochlorit im Hauptkühlwasser in Abhängigkeit von der Kontamination

Systemzustand Stufe	Gesamtkeimzahl bei 22°C KBE/ml		legionella pneumophila KBE/l	Massnahme
1	$< 10'000$	und	$< 1'000$	ein Stoss à 130-260 kg NaOCl pro Monat als Grundprophylaxe
2	10'000-20'000	oder	1'000-10'000	ein Stoss à 130-260 kg NaOCl alle 2 Wochen
3	20'000-30'000	oder	10'000-30'000	ein Stoss à 260 kg NaOCl alle 2 Wochen (inkl. 200 kg Biodispersator)



Systemzustand Stufe	Gesamtkeimzahl bei 22°C KBE/mℓ		legionella pneumophila KBE/ℓ	Massnahme
4	30'000-100'000	oder	30'000-100'000	ein Stoss à 260 kg NaOCl pro Woche (inkl. 200 kg Biodispersgator)
5	> 100'000	oder	> 100'000	eine Behandlung mit 5 mg/ℓ freiem Chlor über 5 Stunden (ca. 2000 kg NaOCl, inkl. 200 kg Biodispersgator)

Um die Wirkung des Chlors auf den Biofilm zu erhöhen, werden ab der Stufe 3 parallel maximal 200 kg eines Biodispersgators (Spectrus BD1500) eingesetzt. Bei übermässiger Schaumbildung erfolgt portionsweise die Dosierung von maximal 100 kg eines Antischaummittels (Foamtrol AF1440E).

Die Natriumhypochloritzugabe erfolgt jeweils bei geschlossener Abflut. Das freie Chlor wird nach der Behandlung durch den allmählichen Verbrauch abgebaut. Vor dem Öffnen der Abflut soll die Konzentration an freiem Chlor weniger als 0,3 mg/ℓ im Hauptkühlwasser bzw. weniger als 0,05 mg/ℓ bei der Einleitung in den Rhein betragen. Auf den Einsatz von Natriumthiosulfat zur Reduktion zu Chlorid wird möglichst verzichtet.

Die regelmässigen Wasserstoffperoxidierungen von 100 bis ca. 600 kg H₂O₂ pro Woche werden beibehalten und richten sich nach dem Algenbewuchs.

Für die Desinfektion werden folgende in der Tabelle 2 angegebenen Chemikalien eingesetzt:

Tabelle 2: Chemikalien

Produkt	Inhaltsstoffe	CAS-Nummer	Prozent (%)	Verwendung
Chlorbleiche	Natriumhypochlorit NaOCl	7681-52-9	13	Biozid
Wasserstoffperoxid	H ₂ O ₂	7722-84-1	30	Oxidationsmittel
Spectrus BD1500	Polymer aus Ethylen- und Propylenoxiden Natriumhydroxid	1310-73-2	<16 <0,5	Biodispersgator
Foamtrol AF1440E	Emulsion von Polyethylenglykolester, Fettsäure, Glykol und Kohlenwasserstoffen	64742-47-8	>20	Antischaummittel
Natriumthiosulfat	Na ₂ S ₂ O ₃ x 5 H ₂ O	10102-17-7	100	Reduktion Chlor

Mit KKL-Schreiben vom 14.9.2011 [4] erhielt das ENSI den Bericht über die Ergebnisse des Überwachungsprogramms beim Biozideinsatz [5] inklusiv der Angaben zu den vorgängig aufgelisteten Chemikalien.



Erläuterungen des KKL

Trotz der Ende Juni 2011 durchgeführten zweistufigen, intensiven Biozidbehandlung und der Schlammfernung aus den zugänglichen Anlagenteilen während des Stillstandes ist eine Wiederverkeimung des HKW mit Legionellen nach dem Anfahren eingetreten [1].

Leider gibt es keinen einheitlichen Ansatz für die Bekämpfung und Überwachung von Legionella pneumophila [1]. Die aufwändigen Legionellen-Überwachungen werden in den meisten Anlagen nur in grösseren Zeitabständen durchgeführt und die Resultate werden nicht publiziert.

Die Behandlung mit Natriumhypochlorit wird in einigen Kraftwerken angewendet und wird bei massiven Kontaminationen als ‚best practice‘ angesehen (internationale Richtlinien [6,7]). Eine weitere Methode ist die Entkeimung des Kühlwassers durch kontinuierliche Zugabe von Wasserstoffperoxid. Um das Algenwachstum und den Biofilmaufbau einzudämmen ist aber auch bei diesem Verfahren eine regelmässige, zusätzliche Stosschlorierung mit Natriumhypochlorit angezeigt. Das KKL hat auch andere Alternativen geprüft – aber als nicht tauglich beurteilt. Das KKL möchte daher ebenfalls Natriumhypochlorit über einen längeren Zeitraum erproben und Erfahrungen sammeln. Das KKL geht davon aus, dass, aufgrund der aktuellen Legionellen-Verkeimung, über einen längeren Zeitraum Natriumhypochloritdosierungen mit 260 kg in kürzeren Zeitabständen erforderlich sind und dass sich die Behandlung in der Folge allmählich zu monatlichen Dosierungen bewegt [1].

In der Jahreshauptrevision 2012 werden die Eternit-Rieselplatten im Kühlturm durch moderne Kunststoffeinbauten ersetzt [1]. Damit werden grosse Flächen ausgetauscht, die möglicherweise mit legionellenhaltigen Biofilmen belegt sind. Beim Anfahren und im Leistungsbetrieb sollte unbedingt ein Biozid eingesetzt werden, das diese für Biofilme anfälligeren Kunststoffeinbauten regelmässig desinfiziert und die übrigen HKW-Systeme von allfälligen Legionellenherden befreit. Das KKL erachtet deshalb eine Erprobungsphase mit Natriumhypochlorit unter Berücksichtigung der neuen Kunststoffeinbauten bis Ende 2013 als geeignet. Aufgrund der gewonnenen KKL-Erkenntnisse und des Erfahrungsaustausches mit ähnlichen Anlagen ist eine definitive Desinfektionsstrategie ab 2014 in Diskussion mit den Behörden festzulegen.

Der Teilantrag 2 des ursprünglichen Antrags des KKL vom 14. Dezember 2010 [8] für die Behandlung der Algen im Kühlturm mit THPS wurde durch das KKL vorderhand sistiert [1]. Zeigen die Erfahrungen mit Natriumhypochlorit keine nachhaltige Wirkung, soll der zukünftige Einsatz eines nicht-oxidierenden Biozides wie THPS nicht ausgeschlossen werden.

Überwachungsprogramm

Als Beilage zum Freigabeantrag vom 20. Oktober 2011 erhielt das ENSI vom KKL den Vorschlag eines Überwachungsprogramms für den beabsichtigten, regelmässigen Einsatz von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Hauptkühlsystems [9]. Grundlagen waren die Daten, die während des Biozideinsatzes im Juni 2011 erhoben wurden.

Das Überwachungsprogramm dient:

- der Überwachung der Anforderungen an die Einleitung von Kühlwasser in den Rhein,
- dem Erkenntnisgewinn in Zusammenhang mit dem Einsatz von Natriumhypochlorit im Hauptkühlwassersystem (Abbaudynamik von Aktivchlor, Bildung von AOX).



Überwachungskonzept für die Systemzustände Stufe 1 bis 4

Überwacht werden im Hauptkühlwasser (Kreislaufkühlung) die für die Einleitung von Kühlwasser relevanten Parameter. Das in der Tabelle 3 dargestellte Überwachungskonzept wird für die Systemzustände Stufe 1 bis 4 gemäss dem Antrag vorgeschlagen:

Tabelle 3: Vom KKL vorgeschlagenes Überwachungskonzept für die Systemzustände Stufe 1 bis 4

Parameter	Wann ?	Wo?	Bemerkung
Aktivchlorgehalt	Während der Behandlung bis die Abflut geöffnet wird	im Hauptkühlwasser	während jeder Dosierung
Adsorbierbare organische Halogene (AOX)	Vor der Behandlung und mit Beginn der Abflut	im Hauptkühlwasser	8 Dosierungen -> Zusammenfassung der Resultate -> Abklärung ob weitere Kontrolle notwendig
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	Vor der Behandlung und mit Beginn der Abflut	im Nebenkühlwasser und im Hauptkühlwasser	8 Dosierungen -> Zusammenfassung der Resultate -> Abklärung ob weitere Kontrolle notwendig
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	online-Messung	im Nebenkühlwasser und im Hauptkühlwasser	wird aus der Trübungsmessung abgeleitet

Begründung und Vorgehen

Aktivchlorgehalt

Bei einer Stossdosierung wird der Aktivchlorgehalt aufgrund der Chlorzehrung rasch abklingen. Durch Kontrollen wird gewährleistet, dass beim Öffnen der Abflut das überschüssige Chlor maximal 0,3 mg/ℓ beträgt. Bis zur Erfüllung dieser Bedingung bleibt die Abflut geschlossen. Notfalls muss kurzfristig die Zusatzwasserproduktion gedrosselt werden und Natriumthiosulfat zudosiert werden. Damit wird gewährleistet, dass mit Beginn der Abflut aus der Kühlturmtasse der Aktivchlorgehalt im Rückgabewasser unterhalb von 0,05 mg/ℓ liegt.

AOX

Der Gehalt an AOX wird vor der Behandlung und mit Beginn der Abflut im Hauptkühlwasser bestimmt. Mit einem einfachen Verdünnungsmodell werden die Konzentrationen für das Rückgabewasser (vermischte Abflut) und den weiteren Verlauf der AOX-Konzentrationen im Hauptkühlwasser berechnet. Auf eine Beprobung des Rheins wird vom KKL aus Gründen der Messgenauigkeit verzichtet.

Aus den bisherigen Erfahrungen ist zu erwarten, dass die AOX-Menge ca. 1 % der eingesetzten Menge an Natriumhypochlorit beträgt.



Im Verlaufe einer Woche ist mit einer Reduktion der AOX-Konzentration im Hauptkühlwasser von ungefähr 95 % zu rechnen. Bei wöchentlichen Applikationen ist eine geringe Überlagerung der AOX-Konzentrationen im Hauptkühlwasser zu erwarten. Ist eine Akkumulation der AOX-Konzentration vor Beginn eines Einsatzes von grösser 0,15 mg/l vorhanden, werden Gegenmassnahmen (Zugabe von Wasserstoffperoxid, Erhöhung der Zusatzwasserproduktion) eingeleitet oder der Zeitpunkt des Einsatzes verschoben. Mit diesen Massnahmen kann gemäss KKL gewährleistet werden, dass die Einleitbedingungen von 0,08 mg/l in den Rhein eingehalten werden.

DOC

Proben zur Bestimmung des DOC-Gehaltes werden vor der Behandlung im Nebenkühlwasser und mit Beginn der Abflut im Hauptkühlwasser gezogen. Eine Erhöhung des DOC-Gehaltes um 5 mg/l im vermischten Kühlwasser ist aufgrund der bisherigen Erfahrungen für jeden Fall als sehr unwahrscheinlich zu betrachten. Bei dem Natriumhypochlorit-Einsatz vom 28. Juni 2011 nahm der DOC-Gehalt in der vermischten Abflut um maximal 2 mg/l zu.

GUS

Die gesamten ungelösten Stoffe (GUS) werden über die Trübungsmessung (online-Messung) verfolgt.

Leuchtbakterientest

Der Einsatz von 1'800 kg Natriumhypochlorit hat gezeigt, dass der Leuchtbakterientest in der vermischten Abflut einen GL-Wert von 2 ergibt. Aufgrund der deutlich geringeren Mengen, welche bei den regelmässigen Applikationen eingesetzt werden, wird auf den Leuchtbakterientest verzichtet.

Weiteres Vorgehen

Nach acht Applikationen mit jeweils maximal 260 kg Natriumhypochlorit stellt das KKL die Ergebnisse des Überwachungsprogramms für die involvierten Behörden zusammen. Die Behörden entscheiden dann zeitnah, ob weitere Überwachungsparameter notwendig sind, oder bei zukünftigen Behandlungen entfallen können.

Überwachungskonzept für Applikationen der Stufe 5

Bei einer massiven Kontamination des Hauptkühlwassersystems soll die Möglichkeit bestehen, eine Behandlung des Kühlwassers mit 5 ppm NaOCl über den Zeitraum von 5 Stunden aufrecht zu halten. Bei dieser Behandlung werden ähnliche Mengen eingesetzt wie beim Biozideinsatz vom 28. Juni 2011. Das Überwachungsprogramm wird daher um folgende Parameter erweitert:

- Leuchtbakterientest
- Flüchtige organische Halogenverbindungen
- Zusätzlich werden Proben in der vermischten Abflut, beim Wehrkraftwerk und in der Fischtreppe gezogen. Die Durchführung wird in diesem Falle an eine externe Stelle abgegeben und das genaue Programm wird im Voraus mit den Behörden abgesprochen.



Erfahrungen des KKL

Die wichtigsten Schlussfolgerungen des KKL bezüglich des Einsatzes von 1'800 kg Natriumhypochlorit am 28. Juni 2011 sind nach [9]:

- Der Gehalt an Aktivchlor im Hauptkühlwassersystem nimmt rasch ab.
- Der Einsatz von 1'800 kg Natriumhypochlorit führte zur Bildung von ungefähr 20 kg AOX im Hauptkühlwasser. Die maximale Konzentration im Hauptkühlwasser betrug annähernd 1 mg/ℓ. In der vermischten Abflut wurde der Wert von 0,08 mg/ℓ nicht überschritten.
- Die ermittelten Emissionen von AOX und flüchtigen organischen Halogenverbindungen war gering im Vergleich mit der durchschnittlichen Belastung des Rheins.
- Es konnte kein Chlorgas in der Umgebung des Kraftwerkes nachgewiesen werden.
- Der Leuchtbakterientest in der vermischten Abflut (Rückgabewasser) ergab einen GL-Wert von 2 (Einleitbedingung für kommunale Abwasser in die Gewässer: GL-Wert von 12).
- Die Risikoabschätzung für den Rhein zeigt, dass keine Gefährdung für Wasserlebewesen vorlag [10].

Für die regelmässige Stossdosierung gemäss dem Antrag des KKL sind Einzelmengen im Bereich von 130 bis 260 kg vorgesehen. Aufgrund der deutlich geringeren Menge an Wirksubstanzen wird auch der Vorfluter pro Einsatz geringer belastet werden.

Das KKL ersucht die zuständigen Behörden um eine zeitnahe Bearbeitung seines Antrags. Sein Ziel ist, die Behandlung des Kühlwassers mit Natriumhypochlorit noch im Jahre 2011 aufnehmen zu können.

Die erhöhte Wasserstoffperoxidzugabe von 600 kg pro Woche wird beibehalten.

2. Einbezug anderer Behörden

a) Grundsätzliches

In konzentrierten Entscheidverfahren soll die Leitbehörde jene Verwaltungseinheiten des Bundes beziehen, deren Aufgabenbereich durch den zu treffenden Entscheid berührt wird und die in diesen Bereichen über das erforderliche Fachwissen verfügen. Weiter sind die betroffenen Kantone anzuhören. Der Einbezug der betroffenen Behörden richtet sich nach Art. 48 des Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG, SR 814.20) vom 24. Januar 1991 sowie Art. 62a f. des Regierungs- und Verwaltungsorganisationsgesetzes (RVOG, SR 172.010) vom 21. März 1997.

b) Involvierte Stellen

Folgende Stellen haben zum Entwurf der Freigabe Stellung genommen:

- Bundesamt für Gesundheit BAG (Beilagen 1 und 2)
- Bundesamt für Umwelt BAFU (Beilagen 3 und 4)
- Kanton Aargau (Beilagen 5 und 6)
- Kanton Basel-Stadt (Beilagen 7 und 8)
- Kanton Basel-Landschaft (Beilage 9)
- Landratsamt Waldshut (Beilage 10)



3. Erwägungen des ENSI

Die das KKL betreffenden gewässerschutzrechtlichen Aspekte sind in der Bewilligung des Bundesrates vom 3. Dezember 2004 betreffend Entnahme und Einleitung von Kühlwasser geregelt. Die erwähnte Bewilligung enthält verschiedene Anforderungen an die Einleitung des vermischten Kühlwassers aus der Durchlauf- und der Kreislaufkühlung. Bezüglich einer allfälligen Beigabe von Stoffen zum Kühlwasser, die das Gewässer verunreinigen können, hält die Bewilligung fest, dass das BUWAL (heute BAFU) die einzuhaltenden Anforderungen an die Einleitung festlegt (Ziff. 1.4, Dispositiv-Ziffer 3.2). In Anwendung dieser Bestimmung des Entscheids des Bundesrates erfolgt die vorliegende Verfügung den Anforderungen an die Einleitung von Kühlwasser, dem Biozidprodukte beigegeben werden.

Die Bewilligung des Bundesrates vom 3. Dezember 2004 erging unter dem Atomgesetz (AtG, SR 732.0) vom 23. November 1959. Das Atomgesetz wurde am 1. Februar 2005 durch das Kernenergiegesetz vom 21. März 2003 (KEG, SR 732.1) abgelöst. In diesem Rahmen wurde im Kernenergiebereich das „Konzentrationsmodell“ eingeführt, welches vorsieht, dass die Einhaltung der verschiedenen anwendbaren bundes- und kantonrechtlichen Vorschriften durch eine einzige Behörde erstinstanzlich beurteilt wird.

Gemäss KEG werden Kernanlagen betreffende Bewilligungen – mit Ausnahme der Rahmenbewilligung - vom UVEK erteilt; darüber hinaus erteilt das ENSI so genannte Freigaben, welche vom UVEK erteilte Bewilligungen konkretisieren. Für Änderungen von bestehenden Bewilligungen des UVEK (bzw. altrechtlichen Bewilligungen des Bundesrates) ist – je nach Wesentlichkeit – ein Entscheid des UVEK bzw. eine Freigabe durch das ENSI erforderlich (Art. 65 KEG). Hinsichtlich Änderungen, die nicht wesentlich von einer Bewilligung abweichen, jedoch einen Einfluss auf die nukleare Sicherheit oder Sicherung haben können, bestimmt Art. 65 Abs. 3 KEG, dass eine Freigabe der Aufsichtsbehörden erforderlich ist (Art. 65 Abs. 3 KEG). Aufsichtsbehörde in Bezug auf die nukleare Sicherheit und Sicherung ist das ENSI (Art. 70 Abs. 1 Bst. a KEG).

Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Änderung, die nicht wesentlich von einer Bewilligung abweicht. Weiter kann der Einsatz von Chemikalien im Kühlwasser eines Kernkraftwerks einen Einfluss auf die nukleare Sicherheit haben, da die Komponenten des Hauptkühlkreislaufs durch den Einsatz der korrosionsfördernden Stoffe, insbesondere des Chlorids und des Sulfats beschädigt werden könnten. Ein Versagen des Hauptkühlkreises hat den Verlust der Hauptwärmesenke zur Folge, was zu einem Turbinenschnellschluss und anschliessender Reaktorschnellabschaltung führt. Folglich ist der vom KKL beantragte Einsatz von Bioziden im Hauptkühlwasser durch das ENSI freizugeben.

Das ENSI hat den Sachverhalt geprüft und ist zum Schluss gelangt, dass aus nuklearrechtlicher Sicht keine Einwände gegen den geplanten Einsatz des Biozids Natriumhypochlorit (NaOCl) bestehen. Der Gesuchsteller plant den regelmässigen Einsatz von Natriumhypochlorit (NaOCl) in Abhängigkeit von den ermittelten Gesamtkeimzahlen und *legionella pneumophila*.

Aufgrund der kurzen Einwirkungszeit der Behandlungen geht der Gesuchsteller davon aus, dass keine erhöhte Korrosionswirkung auf die eingesetzten metallischen Werkstoffe sowie ein negativer Einfluss auf organische Materialien zu erwarten sind. Unter der Annahme, dass das KKL Massnahmen ergreift, welche sicherstellen, dass ein Übertritt von Chlorid und Sulfat in andere Systeme sowie eine bleibende Aufkonzentrierung dieser korrosiv wirkenden Chemikalien ausgeschlossen wird, besteht aus maschinentechnischer Sicht kein Einwand für den geplanten Biozid-Einsatz.

Zur Beurteilung des Stands der Technik wurde die Kühlwasserrichtlinie der VGB PowerTech (VGB-R 455) herangezogen [11]. Im Kapitel 3.2.3.4 wird ausgeführt, dass Mikrobiozide unter Umständen zur Bekämpfung mikrobiologischen Wachstums und seiner Folgeerscheinungen notwendig sind. Aus ökologischen Gründen werden in offenen Kühlsystemen überwiegend die oxidierenden Mittel eingesetzt,



wobei Chlor am häufigsten, brom- und chlorabspaltende Verbindungen oder neuerdings verstärkt Ozon zur Anwendung kommen. Chlor und chlorabspaltende Produkte werden durch die Bildung chlororganischer Verbindungen zunehmend kritisiert. Der Einsatz von Wasserstoffperoxid, teilweise in Kombination mit anderen Zusätzen, befände sich in der Erprobung.

Der Einsatz von Mikrobioziden in Umlaufkühlsystemen ist in Deutschland bezüglich der maximal zulässigen Resttoxizitäten in der Abflut in den Mindestanforderungen des Anhangs 31 der Rahmen-Abwasser-Verwaltungsvorschrift geregelt [11]. Eine ausreichende Abbauphase lässt sich z.B. durch Schliessen der Abflut erreichen.

Das ENSI hat die Biozidbehandlung einer Anlage in der Schweiz mit einem vergleichbar grossen Kühlturm betrachtet. Kontinuierlich wird dort pro Tag 60 kg Sanosil (enthält 50 % H₂O₂) dem entcarbonisierten Aarewasser vor dem Eintritt in den Kühlturm zudosiert. Einmal pro Monat erfolgt die stossweise Zugabe von 130 bis 260 kg Natriumhypochlorit (NaOCl). Im Sinne der Gleichbehandlung aller Anlagen mit grossen Kühltürmen spricht dies für die vom KKL beantragte Freigabe des Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Biozidbehandlung.

Legionellen sind die Verursacher der unter Umständen tödlich endenden Legionärs-Krankheit. In Deutschland sind im Januar 2010 fünf Menschen im Raum Ulm an den Folgen von Legionellen-Infektionen gestorben. Es wurden 60 Personen wegen schweren Lungenentzündungen in Krankenhäusern behandelt. Die Legionellen stammten aus einem Nassrückkühlwerk einer Grossklimaanlage [12].

Das BAG empfiehlt ab einer Konzentration von 10'000 KBE/l legionella pneumophila (hochgradige Kontamination) die Desinfektion von Wasserleitungssystemen [13]. Dieser Wert wurde in den vergangenen Monaten im Kühlturmwater des KKL mehrfach signifikant überschritten.

Die vom KKL vorgeschlagene Stufenlösung, bei der die eingesetzten Chemikalienmengen von den bestimmten Gesamtkeimzahlen und der KBE/l legionella pneumophila abhängig gemacht werden, berücksichtigt den Gewässer- und den Gesundheitsschutz. Nach Ansicht des BAFU sollte bei Systemzustand 1 (Grundprophylaxe) kein Einsatz von Natriumhypochlorit erfolgen, es sei denn er wäre entsprechend begründet (Beilage 3). Eine Begründung ist die Bekämpfung des Algenwachstums und die Bildung des Biofilms. Dort nisten sich nämlich die Legionellen bevorzugt ein und sind dann vor der Zerstörung durch Biozide geschützt.

Mit steigenden Keimzahlen und zunehmenden Legionellen wird die Menge der verwendeten Chemikalien erhöht. Der Kanton Aargau fordert daher in seinem Eventualantrag, die Freigabe nur bis zur Stufe 3 zu erteilen (Beilage 5).

Bei der Präsentation der Ergebnisse des Biozideinsatzes vom Juni 2011 am 17. November 2011 wurde klar dargelegt, dass die Anforderungen an die Einleitung des vermischten Abwassers aus der Durchlauf- und Kreislaufkühlung gemäss der Gewässerschutzverordnung bzw. gemäss der Bewilligung des KKL zur Entnahme und Einleitung von Kühlwater für die vorgegebenen Parameter DOC, AOX, Aktivchlor und GUS eingehalten wurden. Es wurde auch vereinbart, dass eine Projektgruppe unter der Federführung des BAFU eine neue Risikobewertung vornehmen soll. Der regelmässige Einsatz von Natriumhypochlorit soll daher nach Ansicht des BAG (Beilage 1) und des BAFU (Beilage 3) auf 6 Monate beschränkt werden.

Beim einmaligen Biozideinsatz im Juni 2011 gab es kommunikative Schwächen, die für Irritation gesorgt haben. Die Verantwortung für die Information der betroffenen Stellen soll daher klar dem KKL zugewiesen werden. Dies umso mehr als die Internationale Hauptwarnzentrale in Basel diese Funktion für geplante Einleitungen nicht übernehmen darf.



4. Entscheid

Nach Berücksichtigung der Stellungnahmen der involvierten Stellen erteilt das ENSI die Freigabe für den regelmässigen Einsatz von Natriumhypochlorit mit folgenden Auflagen:

1. Die Freigabe ist zeitlich auf 6 Monate, gerechnet ab ersten Einsatz, begrenzt.
2. Die folgenden Systemstufen 1 bis 3 sind zu anzusetzen:

Systemzustand Stufe	Gesamtkeimzahl bei 22°C KBE/mℓ		legionella pneumophila KBE/ℓ	Massnahme
1	< 10'000	und	< 1'000	ein Stoss à 130-260 kg NaOCl pro Monat als Grundprophylaxe
2	10'000-20'000	oder	1'000-10'000	ein Stoss à 130-260 kg NaOCl alle 2 Wochen
3	> 20'000	oder	> 10'000	ein Stoss à 260 kg NaOCl alle 2 Wochen (inkl. 200 kg Biodispersgator)

3. Freigegeben ist auch der Einsatz der nicht-bioziden Produkte Spectrus BD1500 (Biodispersgator) und Foamtrol AF1440E (Entschäumer) sowie von Wasserstoffperoxid und Natriumthiosulfat.
4. Die Natriumhypochlorit-Konzentration im Kühlwasser sollte nach der letzten Zugabe in kurzen Zeitabständen gemessen werden, so dass die Halbwertszeit des Biozids abgeschätzt werden kann.
5. Die Einleitbedingungen nach der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) und der Bewilligung des Bundesrates zur Entnahme und Einleitung von Kühlwasser vom 3. Dezember 2004 im vermischten Kühlwasser (Einleitung in den Rhein) sind einzuhalten, insbesondere darf der gelöste organische Kohlenstoff (DOC) maximal um 5 mg/ℓ erhöht werden und dürfen die gesamten ungelösten Stoffe höchstens 20 mg/ℓ betragen (vorbehaltlich natürlicherweise höherer Werte im entnommenen Rheinwasser). Zudem darf der AOX-Wert von 0,08 mg/ℓ nicht überschritten werden und darf der Gehalt an Aktivchlor 0,05 mg/ℓ nicht überschreiten.
6. In der vermischten Abflut ist für den Leuchtbakterientest ein GL-Wert von 2 und die Vorgaben der EU-Fischgewässerrichtlinie 2006/44/EG einzuhalten. Die Toxizität im Kühlwasser ist auch mit dem AMES-Test zu überwachen. Beim Restchlor liegt der zu unterschreitende Wert bei 5 µg/ℓ HOCl im Rhein.
7. Eine Überwachung des Aktivchlors und der Chloramine in der Abluft und der Umgebungsluft des Werkareals ist durchzuführen.
8. Das KKL muss die Legionellenkonzentration in der Schwadenluft überwachen.
9. Das KKL trägt die Verantwortung für eine adäquate Information der Rhein-Unterlieger, insbesondere der Wasserwerke, über die Biozideinsätze. Es spricht sich diesbezüglich mit dem BAG, BAFU, ENSI, den Kantonen Basel-Land, Basel-Stadt und dem Landkreis Waldshut ab.



10. Dem ENSI sind die Gesamtkeimzahl, die Legionellen-Keimzahlen, ihre Serogruppe und die durchgeführten Biozideinsätze monatlich mitzuteilen. Das ENSI stellt die monatliche Berichterstattung über die Keimzahlen und Biozideinsätze dem BAG, dem BAFU und den kantonalen Fachstellen des Aargaus zur Verfügung. Die Dokumentation des KKL ist so aufzubauen, dass sie eine schlüssige Beurteilung über die mikrobiologische Wirksamkeit der Desinfektionsmassnahmen und die Einhaltung der Einleitbedingungen für das behandelte Abwasser ermöglicht. Falls sich die Desinfektionsmassnahmen als völlig unwirksam erweisen, oder wenn Einleitbedingungen überschritten werden, wird die Bewilligung sistiert und die Behandlungsvoraussetzung neu überprüft.
11. Der Hauptkühlkreislauf ist regelmässig, z.B. in der Jahreshauptrevision, und so umfassend wie nach Stand von Wissenschaft und Technik notwendig, auf geeignete Weise zu reinigen und der Schlamm aus der Kühlturmtasse zu entfernen.
12. Die Anstrengungen zur Ursachenermittlung für den Befall des Hauptkühlkreislaufs mit legionella pneumophila müssen vom KKL weitergeführt werden, den beteiligten Behörden sind Ergebnisse bis zum 30. November 2012 mitzuteilen. In die Abklärungen sind die betrieblichen Voraussetzungen hinsichtlich freilebender Amöben einzubeziehen. Eine wissenschaftlich fundierte epidemiologische Abklärung der Ursachen des Legionellenbefalls ist vorzunehmen. Die gängigen physikalischen und chemischen Verfahren der Wasserhygienisierungen sind auf deren Eignung zur Verbesserung der hygienischen Wasserqualität im Hauptkühlsystem zu prüfen. Ausgehend von diesen Abklärungen ist zu evaluieren, ob durch eine geeignete Verfahrenskombination längerfristig ein hygienisch abgesicherter Betrieb ohne den Einsatz von Biozid-Produkten erreicht werden kann.
13. Das KKL muss eine genomische Untersuchung der in seinem Kühlwasserkreislauf vorgefundenen legionella pneumophila durchführen lassen. Im Hinblick auf allfällige weitere epidemiologische Abklärungen sind repräsentative Legionellen-Isolate für genomische Analysen in einer Stammsammlung aufzubewahren.

Gegen diese Verfügung kann innert dreissig Tagen Beschwerde erhoben werden. Wollen Sie von der Freigabe vor Ablauf der Rechtsmittelfrist Gebrauch machen, müssen Sie schriftlich auf die Erhebung der Beschwerde verzichten.

Wir bitten Sie, uns das diesem Schreiben beigelegte Feedbackformular ausgefüllt zurückzuschicken.

Freundliche Grüsse

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI



Rechtsmittelbelehrung

Gegen diese Verfügung kann innert 30 Tagen seit Zustellung Beschwerde erhoben werden. Die Beschwerde ist beim Bundesverwaltungsgericht, Postfach, 3000 Bern 14, einzureichen. Die Frist steht still:

- a) vom 7. Tag vor Ostern bis und mit dem 7. Tag nach Ostern;
- b) vom 15. Juli bis und mit dem 15. August;
- c) vom 18. Dezember bis und mit dem 2. Januar.

Die Beschwerde ist mindestens im Doppel einzureichen und hat die Begehren, deren Begründung mit Angabe der Beweismittel und die Unterschrift des Beschwerdeführers oder seines Vertreters zu enthalten. Die Ausfertigung der angefochtenen Verfügung (oder eine Fotokopie) und die als Beweismittel angerufenen Urkunden sind beizulegen, soweit der Beschwerdeführer sie in Händen hat.

Beilagen

- (1) Brief des Eidgenössischen Departement des Innern EDI, Bundesamt für Gesundheit BAG, Amtsleitung, Referenz/Aktenzeichen: 311.0004-10/11.008775/799295/ vom 16. Dezember 2011: „Vernehmlassung zur geplanten Verfügung: „Freigabe des regelmässigen Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Hauptkühlwassers sowie für die Bekämpfung von Legionellen ... mit Frist 16. Dezember 2011“
- (2) Brief des Eidgenössischen Departement des Innern EDI, Bundesamt für Gesundheit BAG, Direktionsbereich Öffentliche Gesundheit, Referenz/Aktenzeichen: 311.0004-10/11.008775/804838/ vom 11. Januar 2012: „Freigabe Natriumhypochlorit KKL - Vernehmlassung 2. Entwurf“
- (3) Brief des Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Umwelt BAFU, Referenz/Aktenzeichen: K474-4250 vom 14. Dezember 2011: „Freigabeantrag des KK Leibstadt für einen regelmässigen Einsatz von Javellewasser im Hauptkühlwasser“
- (4) Brief des Eidgenössischen Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Umwelt BAFU, Referenz/Aktenzeichen: L024-0223 vom 12. Januar 2012: „Stellungnahme des BAFU zum Entwurf der Freigabeverordnung des ENSI bezüglich des regelmässigen Einsatzes von Natriumhypochlorit“
- (5) Brief des Kantons Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt vom 14. Dezember 2011: „Freigabe des regelmässigen Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Hauptkühlwassers sowie für die Bekämpfung von Legionellen im Kernkraftwerk Leibstadt bis Ende des Jahres 2013
Stellungnahme der kantonalen Fachstellen zum Entwurf vom 6. Dezember 2011“
- (6) E-Mail des Kantons Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt vom 13. Januar 2012: „Freigabe Natriumhypochlorit KKL – Vernehmlassung 2. Entwurf“
- (7) Brief des Kantons Basel-Stadt, Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt, Amt für Umwelt und Energie, GS-02-05-05 vom 16. Dezember 2011: „Freigabe des regelmässigen Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Hauptkühlwassers sowie für die Bekämpfung von Legionellen im Kernkraftwerk Leibstadt bis Ende des Jahres 2013“
- (8) Brief des Kantons Basel-Stadt, Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt, Amt für Umwelt und Energie, GS-02-05-05 vom 29. Dezember 2011: „Freigabe Natriumhypochlorit KKL – Vernehmlassung 2. Entwurf“



- (9) Brief des Kantons Basel-Landschaft, Bau und Umweltschutzdirektion, Amt für Umweltschutz und Energie, AUE/AAu/LVe vom 28. Dezember 2011: „Freigabe des regelmässigen Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Hauptkühlwassers sowie für die Bekämpfung von Legionellen im Kernkraftwerk Leibstadt bis Ende des Jahres 2013
Stellungnahme Amt für Umweltschutz und Energie zum Entwurf vom 6. Dezember 2011“
- (10) Brief des Landratsamts Waldshut, Erster Landesbeamter, vom 14. Dezember 2011: „Freigabe des Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Kühlwassers im Kernkraftwerk Leibstadt“
- (11) Feedbackformular

Referenzen

- [1] Brief KKL, KOR/KKL/111020/0003, vom 20. Oktober 2011
„Freigabeantrag: Regelmässiger Einsatzes von Natriumhypochlorit zur Desinfektion des Hauptkühlwassers sowie für die Bekämpfung von Legionellen im Kernkraftwerk Leibstadt“
- [2] Legionellen und Legionellose, Modul 15 Spezialfall Lüftungstechnische Anlagen, Bundesamt für Gesundheit, Mai 2005
- [3] Brief ENSI, FIH/SAS-12/11/023, 12KFX, vom 15. Juni 2011
„Verfügung: Freigabe zum Einsatz von Bioziden im Kühlwasser des Kernkraftwerks Leibstadt“
- [4] Brief KKL, KOR/KKL/110914/0002, vom 14. September 2011
„Pendenz Berichterstattung über die Ergebnisse des Biozideinsatzes und das Monitoring des Legionellengehaltes im Kühlwasser des Kernkraftwerks Leibstadt“
- [5] Bericht BMG Engineering AG, Rev. 1 vom 13.09.2011
„Biozidbehandlung des Hauptkühlwassersystems; Ergebnisse des Überwachungsprogrammes“
- [6] The Control of Legionella Bacteria in Water Systems; Approved Code of Practice and Guidance; Health and Safety Commission (National Regulatory Body; England)
- [7] Guide to Leg-Control in Cooling Water Systems, incl. Cooling Towers (Queensland Gov.; Dep. of Employment and Industrial Relation)
- [8] Brief KKL, KOR/KKL/101214/0006, vom 14. Dezember 2010
„Antrag an das BAFU für den Einsatz von Bioziden im Kühlwasser des Kernkraftwerks Leibstadt“
- [9] Aktennotiz, Überwachungsprogramm für den periodischen Einsatz von Natriumhypochlorit, AN/11/0437 , Rolf Althaus, Rev. 0 vom 19.10.2011
- [10] Medienmitteilung Kernkraftwerk Leibstadt AG vom 21. November 2011
„KKL veröffentlicht Messresultate zur Legionellenkeim-Bekämpfung“
- [11] Kühlwasserrichtlinie der VGB PowerTech (VGB-R 455, Ausgabe 2000)
- [12] M. Freudenmann u.a., Bundesgesundheitsblatt, 2011, S. 1161 – 1169, Interdisziplinäres Management eines länderübergreifenden Legionellenausbruchs,
- [13] BAG, Bericht Legionellen und Legionellose, Letzte Aktualisierung: März 2009, Tabelle 12-A)