



Biozideinsatz zur Legionellen- bekämpfung in Kühlsystemen von Kraftwerken und sonstigen Verdunstungskühlanlagen

Internationale
Kommission zum
Schutz des Rheins

Commission
Internationale
pour la Protection
du Rhin

Internationale
Commissie ter
Bescherming
van de Rijn

Bericht Nr. 243



Impressum

Herausgeberin:

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)
Kaiserin-Augusta-Anlagen 15, D 56068 Koblenz
Postfach 20 02 53, D 56002 Koblenz
Telefon +49-(0)261-94252-0, Fax +49-(0)261-94252-52
E-mail: sekretariat@iksr.de
www.iksr.org

© IKSR-CIPR-ICBR 2017
ISBN-Nr.: 978-3-946501-13-8

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
2. Veranlassung	4
3. Vorkommen und Grenz-/Richtwerte für Legionellen in Kühlsystemen von Kraftwerken und sonstigen Verdunstungskühlanlagen	5
3.1 Einleitung	5
3.2 Österreich	5
3.3 Schweiz	7
3.4 Deutschland	8
3.5 Frankreich	10
3.6 Niederlande	11
3.7 Schlussfolgerung	12
4. Möglichkeiten und Grenzen der Legionellenbekämpfung in technischen Kühlsystemen	13
4.1. Präventive Maßnahmen zur Minderung des Legionellenwachstums in Kühlsystemen	13
4.1.1 Europäische Ebene	13
4.1.2 Österreich	14
4.1.3 Schweiz	14
4.1.4 Deutschland	15
4.1.5 Niederlande	15
4.2 Einsatz von Bioziden und weiteren Chemikalien zur Stabilisierung des Kühlwassers	16
4.2.1 Zulassung von Biozidprodukten	16
4.2.2. Desinfektionsstrategien	17
4.2.2.1 Österreich	17
4.2.2.2 Schweiz	18
4.2.2.3 Deutschland	19
4.2.2.4 Frankreich	20
4.2.2.5 Niederlande	20
4.2.2.6 Kernsätze der nationalen Empfehlungen	21
5. Genehmigungspraxis für die Einleitung biozidbelasteten Kühlwassers in Gewässer	22
5.1 Österreich	22
5.2 Schweiz	23
5.3 Deutschland	23
5.4 Frankreich	25

5.5	Niederlande	25
5.6	Schlussfolgerungen und Kernsätze der nationalen Empfehlungen	26
6.	Monitoringauflagen zur Kontrolle der Kühlwassereinleitung und/oder des Kreislaufwassers	27
6.1	Österreich	27
6.2	Schweiz	28
6.3	Deutschland	30
6.4	Frankreich	31
6.5	Niederlande	31

1. Zusammenfassung

Auf EU-Ebene ist mit dem „Best available techniques Reference“ (BREF)-Dokument zu „Cooling Systems“ (2001) die (damals) beste verfügbare Technik bei industriellen Kühlsystemen verabschiedet worden. Damit sind generelle Maßnahmen beschrieben worden, die – angefangen bei der Standortauswahl – das Risiko eines starken Legionellen-Wachstums in Kühlsystemen begrenzen sollen. Diese Regelungen werden in den IKSr-Staaten beachtet, zum Teil wurden sie auch weiterentwickelt oder konkretisiert.

Trotz der präventiven Maßnahmen ist ein vermehrtes Legionellenwachstum in Kühlsystemen nie gänzlich auszuschließen, weshalb in der Regel Kontrollmaßnahmen im Kühlkreislauf vorgesehen sind. Überschreiten die Legionellenbefunde national festgelegte Prüfwerte, sind gestufte Maßnahmen zur Vermeidung des Austritts von Legionellen in die Luft vorgesehen. Die Schweiz, Österreich, Deutschland, Frankreich und die Niederlande haben hierzu Regelungen getroffen, die im Grundsatz vergleichbar sind.

Eine Infektion mit Legionellen erfolgt inhalativ. Der Austritt von Legionellen aus Kühlsystemen von Kraftwerken und aus sonstigen Verdunstungskühlanlagen auf dem Luftpfad birgt ein hohes Risiko der Auslösung von Epidemien in der Bevölkerung. Leider gibt es dazu zwischenzeitlich mehrere Beispiele. Um solche Risiken zu vermeiden, kann es notwendig sein, die Kühlsysteme geeignet unter dem Einsatz von Bioziden zu desinfizieren. Dabei kommt unter dem Aspekt des Gesundheitsschutzes insbesondere dem An- und Abfahren der Anlage eine besondere Bedeutung zu und es sind – auch wegen der besonderen Überlebensstrategien von Legionellen - in der Regel sehr spezifische Bekämpfungsstrategien geboten.

Das mit Bioziden versetzte Kühlwasser wird häufig in Gewässer abgeleitet. Die Zulassung der Einleitung liegt häufig im behördlichen Ermessen, wobei der Abwägung zwischen Gesundheits- und Gewässerschutz eine besondere Bedeutung zukommt.

Mit dem vorliegenden Dokument soll das gegenseitige Verständnis für das Verwaltungshandeln der Behörden anderer Rheinanliegerstaaten verbessert werden.

Als Schlussfolgerung aus der Biozideinleitung des schweizerischen **Kernkraftwerkes Leibstadt (KKL)** wird eine frühzeitige Information der Unterlieger in den Fällen, in denen eine außergewöhnliche Biozidbehandlung von Kühlwasser erforderlich ist, über den Warn- und Alarmplan (WAP) Rhein empfohlen. Dabei sollten nach Möglichkeit Angaben gemacht werden, wie das entsprechende Biozid analytisch nachzuweisen ist und wie der Stoff (bzw. dessen Abbauprodukte) ökotoxikologisch und hinsichtlich der Trinkwassergängigkeit zu bewerten ist.

Optimal wäre weiterhin, wenn gleichzeitig die Analytik des Stoffes und seiner Abbauprodukte – initiiert von dem Staat, auf dessen Gebiet die Einleitung genehmigt wurde – koordiniert würde. Das hätte dann auch den Vorteil der guten Vergleichbarkeit (und Kommunizierbarkeit) der Daten.

2. Veranlassung

Legionellen sind eine Gattung gramnegativer stäbchenförmiger Bakterien, die natürlicherweise in geringen Konzentrationen in Oberflächengewässern, auch in Grundwasser und Boden, vorkommen. Es gibt mehr als 50 verschiedenen Legionellenarten mit mehr als 80 Serogruppen¹. Einige dieser Unterarten / Serogruppen können beim Menschen Erkrankungen (Legionellose, Pontiac-Fieber) auslösen, und zwar dann, wenn legionellenhaltige Aerosole² von Menschen eingeatmet werden. Risikogruppen sind ältere Menschen, Raucher sowie Menschen mit geschwächtem Immunsystem. Die Erkrankung erfolgt nicht durch Trinken oder Kontakt zum Wasser, sondern auf dem Luftweg. Die Mehrzahl der Erkrankungen in unseren Breiten wird durch *Legionella pneumophila* (Serogruppe 1) verursacht.

In natürlichen Gewässern überleben Legionellen häufig geschützt in Amöben. Wenn technische Wassersysteme mit Legionellen-behaftetem Wasser beschickt werden, kann es bei günstigen Bedingungen zu einer starken Vermehrung der Legionellen kommen. Ideale Wachstumsbedingungen finden die Legionellen in einem Temperaturbereich von 25°C bis 45°C und auf großen Oberflächen, auf denen sich z.B. an Ablagerungen (Kalkausfällungen, Schlämme, Korrosionsprodukte) Biofilme bilden, die ein eigenes „Ökosystem“ bilden. Diese Voraussetzungen sind z.B. in Klimaanlage, Verdunstungskühlanlagen und Naturzugkühltürmen gegeben, aber auch in Hausinstallationen. Werden die Aerosole, die aus solchen Anlagen emittiert werden, eingeatmet, kann dies zu den genannten Krankheitsbildern, auch zu Epidemien im Nahbereich der Anlage, führen.

Bei der aus Vorsorgegründen durchgeführten periodischen Messung von Keimen im **Hauptkühlwassersystem** (HKW-System) des schweizerischen **Kernkraftwerks Leibstadt** (KKL) wurden im Herbst 2010 Bakterien des Typs *Legionella pneumophila* in erhöhten Konzentrationen festgestellt. Das Wasser in der Kühlturmtasse enthielt wiederholt bis zu 150 000 KBE/L (**K**eimbildende **E**inheiten pro Liter). Das schweizerische **Bundesamt für Gesundheit** (BAG) sieht für Wasserleitungssysteme und Kühlanlagen einen Eingreifwert von 10 000 KBE/L vor³ und bezeichnet Systeme mit darüber liegenden Werten als hochgradig kontaminiert.

Das KKL stellte deshalb beim **Bundesamt für Umwelt** (BAFU) einen Antrag auf den Einsatz von Bioziden zur Bekämpfung der Legionellen. Das biozidhaltige Wasser war dann für die Ableitung in den Rhein vorgesehen. Für die beteiligten Behörden ging es hierbei um einen Abwägungsprozess zwischen Weiterbetrieb des Kraftwerks, Schutz der Gesundheit (Gefahr der Einatmung legionellenhaltiger Aerosole) und dem Gewässerschutz (Gefahr der Gewässerbelastung durch den Biozideinsatz)⁴.

Da der Biozideinsatz im Oberlauf des Rheins vorgesehen war, wurde das Thema insgesamt in der **Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins** (IKSR) diskutiert und war Anlass für den vorliegenden Bericht.

In dem Bericht soll für die IKSR-Staaten zusammengestellt werden, wie sich

- der Stand der Technik der Legionellenbekämpfung,
- die Genehmigungspraxis,
- die Entscheidungskriterien für den Einsatz
- und die Monitoringauflagen

darstellen.

¹ Serogruppen: Variationen innerhalb von Subspezies von Bakterien oder Viren; Unterarten.

² Aerosole: Flüssig- oder Feststoffteilchen in der Luft

³ Bundesamt für Gesundheit (2009), Legionellen und Legionellose, Modul 15 „Spezialfall Lüftungs-technische Anlagen“

⁴ IKSR-Vortrag zur Legionellenbekämpfung im Atomkraftwerk Leibstadt – Information zum Biozideinsatz.

Mit dem IKSR-Bericht Nr. 132⁵ über Antifouling und Kühlwassersysteme lag dazu eine Grundlage aus dem Jahr 2005 vor.

3. Vorkommen und Grenz-/Richtwerte für Legionellen in Kühlsystemen von Kraftwerken und sonstigen Verdunstungskühlanlagen

3.1 Einleitung

In Verdunstungskühlanlagen kann es prinzipiell zur Vermehrung und zum Austrag von Legionellen kommen. Dies gilt sowohl für offene als auch für geschlossene Kühlsysteme. Die unmittelbare Messung der Legionellenkonzentrationen in den Dampfphasen der Kühlsysteme ist aus probenahme- und analysetechnischen Gründen schwierig, weshalb hierzu nur wenige belastbare Daten vorliegen. Auch wäre ein Eingreifen erst dann, wenn erhöhte Legionellenkonzentrationen in der Dampfphase messbar sind, bei entsprechenden Witterungsverhältnissen bereits zu spät, um Risiken für die menschliche Gesundheit zu vermeiden.

Bisher vorliegende fachliche Empfehlungen bzw. rechtliche Regelungen beziehen sich deshalb auf die Legionellenkonzentrationen im Wasserkreislauf.

Nachfolgend werden exemplarisch in einigen IKSR-Staaten (Österreich Kapitel 3.2, Schweiz Kapitel 3.3, Deutschland Kapitel 3.4, Frankreich Kapitel 3.5, Niederlande Kapitel 3.6) bestehende rechtliche Regelungen, Normvorschriften oder Empfehlungen zur Bewertung von Legionellenbefunden im Kühlwasser von Verdunstungskühlanlagen zusammengestellt und im Kapitel 3.7 die Ergebnisse des Vergleichs zusammengefasst.

3.2 Österreich

In Österreich trägt die ÖNORM (Kurzbezeichnung für **österreichische Normen**) B 5020 (Ausgabe 2013.11.01)⁶ „Anforderungen an die mikrobiologische Wasserbeschaffenheit in Verdunstungs-Rückkühlanlagen“ dazu bei, dass unkontrolliertes biologisches Wachstum in Verdunstungs-Rückkühlanlagen durch eine angemessene Kontrolle der Wasserbeschaffenheit erkannt wird und entsprechende Maßnahmen gesetzt werden. Es werden aerobe Koloniezahlen (bei 37 °C) und Legionellen in KBE erfasst.

Für die Untersuchung von aeroben Koloniezahlen bei 37 °C (48h) wird die Untersuchungsmethode gemäß ÖNORM EN ISO 6222⁷ und für Legionellen die Methode gemäß ÖNORM ISO 11731⁸ oder ÖNORM EN ISO 11731-2⁹ angewendet.

Die ÖNORM enthält – differenziert für Anlagen mit und ohne Stillstandstermine – Regelungen für die Probenahmeplanung.

Zur Bewertung der Befunde nennt die ÖNORM B 5020 die in Tabelle 1 gelisteten Bewertungskriterien.

⁵ IKSR-Bericht Nr. 132: Synthesebericht Antifouling und Kühlwassersysteme (2005); http://www.iksr.org/uploads/media/Bericht_Nr._132-d_02.pdf

⁶ ÖNORM B 5020: 2013-06-01, Anforderungen an die mikrobiologische Wasserbeschaffenheit in Verdunstungs-Rückkühlanlagen

⁷ ÖNORM EN ISO 6222: 1999-07-01, Wasserbeschaffenheit - Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen - Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium

⁸ ÖNORM ISO 11731: 1998-05-01, Water quality – Detection and enumeration of Legionella

⁹ ÖNORM EN ISO 11731-2: 2004-05-01, Water quality – Detection and enumeration of Legionella – Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial counts

Tabelle 1: Bewertungskriterien des Kreislauf-/Umwälzwasser für den Betrieb der Anlage (Österreich)

Aerobe Koloniezahl bei 37 °C	Legionellen	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Erforderliche Maßnahmen
KBE/ml ¹⁰	KBE/l ¹¹	KBE/100 ml ¹¹	
≤ 10 000	≤ 1 000	≤100	Keine Maßnahmen erforderlich.
> 10 000 bis 100 000	> 1 000 bis 10 000	> 100 bis 1 000	<p>Nach Vorliegen des Probeergebnisses muss eine sofortige Überprüfung der bisherigen Wartungsmaßnahmen durchgeführt werden. Darauf folgend erfolgt eine neuerliche Probenahme und Untersuchung.</p> <p>Bestätigt die erneute Untersuchung die Konzentrationen an Mikroorganismen, muss die Desinfektion kontrolliert und gegebenenfalls der Biozidzusatz optimiert werden.</p> <p>Innerhalb von 14 Tagen muss eine weitere Untersuchung durchgeführt werden. Entspricht nur die aerobe Koloniezahl nicht den Bewertungskriterien, ist vom Sachverständigen zu bewerten, ob eine weitere Untersuchung innerhalb von 4 Wochen durchgeführt werden muss.</p>
> 100 000	> 10 000	> 1 000	<p>Nach dem Vorliegen des Untersuchungsergebnisses müssen sofort geeignete Maßnahmen (Reinigung und Desinfektion des Systems) ergriffen werden. Der Erfolg dieser Maßnahmen muss durch begleitende Untersuchungen überprüft werden. Nach den umgesetzten Maßnahmen müssen zwei Kontrollbeprobungen in einem Abstand von 14 Tagen durchgeführt werden.</p>

Die ÖNORM B 5020, welche den Stand der Technik für Verdunstungs-Rückkühlanlagen festlegt, ist grundsätzlich nicht rechtlich verbindlich, außer es wird explizit z.B. in einem Gesetz, einer Verordnung oder in einem Bescheid durch diesbezügliche Auflagen darauf Bezug genommen bzw. die Einhaltung der Norm vertraglich vereinbart.

Als Beispiel einer abgestimmten Vorgehensweise bei Anlagengenehmigungen für relevante gewerbliche Betriebsanlagen können die Auflagenvorschläge für „Kühltürme“ im österreichischen Bundesland Wien genannt werden. In den Auflagenvorschlägen für die Genehmigungsbehörden wird:

- direkt auf die Probenahmepläne der Punkte 4.7.1 oder 4.7.2 nach Maßgabe der ÖNORM B 5020 sowie
- auf die dort enthaltenen normativen Verweisungen mikrobiologisch auf Legionellen, *Pseudomonas* und Koloniezahl zu untersuchen, verwiesen.

¹⁰ KBE bei 37 °C Bebrütungstemperatur und 48 Stunden Bebrütungszeit.

¹¹ Nach bereits erfolgtem Biozideinsatz kann das Auftreten von Legionellen und *Pseudomonas aeruginosa* unter 100 KBE pro 100 ml auf nicht ausreichende Wirkung der eingesetzten Biozide hinweisen und ist durch den Sachverständigen zu bewerten, der gegebenenfalls Maßnahmen vorzuschlagen hat.

- Weiter sind Formulierungen zur Vorgehensweise bei Überschreitungen von Messwerten enthalten,
- Vorgaben zur Vorhaltung von Untersuchungsbefunden zur jederzeitigen Einsicht durch Behörden und
- Vorgaben zur Dokumentation und behördlichen Vorlage aus Anlass festgestellter Überschreitungen getroffener Sanierungsmaßnahmen sowie des Sanierungsverlaufes.

3.3 Schweiz

In der Schweiz hat das **Bundesamt für Gesundheit (BAG)** 2009 eine Empfehlung zur Risikominderung an Lüftungstechnischen Anlagen ausgesprochen. Das BAG geht davon aus, dass die Dampffahne eines kontaminierten Kühlturms über eine Distanz von mehr als 10 km von der Emissionsquelle eine Infektion verursachen kann. Eine vollständige und exakte kartographische Darstellung der vorhandenen Kühltürme wird für die epidemiologische Überwachung empfohlen. Einige Kantone haben entsprechende Kataster verpflichtend eingeführt.

Neben der Überwachung der Legionellenkonzentration in den Verdunstungskühlanlagen wird auch eine Überprüfung der aeroben und fakultativ anaeroben Keimzahlen empfohlen. Erhöhte Keimkonzentrationen wie auch erhöhte Konzentrationen an organischer Substanz sind Indikatoren für Hygiene- und Unterhaltsprobleme.

Folgende Grenzwerte (Tabelle 2) und Vorschläge werden vom BAG in Anlehnung an englische und EWGLI-Richtlinien (EWGLI = **E**uropean **W**orking **G**roup for **L**egionella **I**nfections) empfohlen:

Tabelle 2: Eingreifswerte für Kühlwasser; BAG (Schweiz)

Aerobe und fakultativ anaerobe Keime¹² KBE/ml	<i>Legionella</i> spp.¹³ KBE/l	Notwendige Maßnahmen¹⁴
≤ 10 000	≤ 1 000	Das System ist unter Kontrolle. Weitere Wartung wie üblich.
> 10 000 und ≤ 100 000	> 1 000 und ≤ 10 000	Die Resultate sollten mit einer neuen Probenentnahme und sofortiger Untersuchung bestätigt werden. Falls die Keimzahl ähnlich ausfällt, müssen eine Risikoabwägung durchgeführt und weitere Parameter kontrolliert werden. Damit können Korrekturmaßnahmen definiert und getroffen werden. Deren Wirksamkeit muss durch erneute mikrobiologische Analysen überprüft werden.

¹² Koloniezählbestimmung nach der Norm der „International Organization for Standardization“ (ISO) ISO 4833 (2003) Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln – Horizontales Verfahren für die Zählung von Mikroorganismen – Koloniezählverfahren bei 30°C www.slmb.bag.damin.ch/slmb/methoden/index.html

¹³ Bestimmung nach ISO 11731: Water quality – Detection and enumeration of Legionella

¹⁴ Die Maßnahmen richten sich nach dem jeweils höchsten Grad der Kontamination (Aerobier + facultative Anaerobier oder *Legionella* spp.)

Aerobe und fakultativ anaerobe Keime ¹² KBE/ml	<i>Legionella spp.</i> ¹³ KBE/l	Notwendige Maßnahmen ¹⁴
> 100 000	> 10 000	Sofortige neue Probenentnahme und Untersuchung, Stilllegung der Anlage so schnell wie möglich, Sanierung (Leerung, Reinigung, Desinfektion), spezifische Behandlung und Wiederaufnahme des Betriebs nach negativen Untersuchungsergebnissen auf <i>Legionella spp.</i> Festlegung von notwendigen Korrekturmaßnahmen, um die Keimzahl längerfristig auf akzeptablem niedrigem Niveau zu halten. Deren Wirksamkeit muss durch erneute mikrobiologische Analysen überprüft werden.

Auf schweizerischer Bundesebene gibt es keine Kontrolle, ob und inwieweit dieser Empfehlung gefolgt wird. Dies liegt im Vollzugsbereich der Kantone.

3.4 Deutschland

Mit der zweiundvierzigsten Verordnung zur Durchführung des **Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider – 42. BImSchV)**¹⁵ wird in Deutschland erstmals bundeseinheitlich die Anwendung des Standes der Technik sowie unmittelbar anwendbarer technischer und organisatorischer Pflichten bei der Errichtung und dem Betrieb der genannten Anlagen geregelt, um Gefahren zu verhindern sowie die Auswirkungen dennoch eintretender nicht ordnungsgemäßer Betriebszustände zu mindern.

Die 42. BImSchV orientiert sich an den **Verein Deutscher Ingenieure (VDI)**-Richtlinien 2047 / Blatt 2 und Blatt 3 (für Verdunstungskühlanlagen und Kühltürme), die allgemeine Hinweise, Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung auch unter hygienischen Aspekten und regelmäßige Hygienekontrollen beinhalten. Die Verordnung basiert auf einem Konzept gestufter Betriebskontrollen, d.h. zunehmende Abweichungen vom Zustand des ordnungsgemäßen Betriebs führen zu einer Intensivierung der Eigen- und Fremdkontrolle und zu einer Verdichtung zu ergreifender Maßnahmen, bis hin zur Gefahrenabwehr und direkten Beteiligung der Behörden. Für Nasswäscher geben die VDI-Richtlinien 3679 Blatt 1 und Blatt 2 entsprechende technische Hinweise.

Die 42. BImSchV führt eine Anzeigepflicht für Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme (Naturzug > 200 MW) und Nassabscheider ein. Es ist geplant, für solche Anlagen ein bundesweites System zur Erfassung der Anlagen zu erstellen. Die Verordnung enthält Regelungen für den ordnungsgemäßen Betrieb sowie für Inspektionen und regelmäßige mikrobiologische Untersuchungen. Hinsichtlich der Konzentrationen an Legionellen werden zwei Prüfwerte und ein Maßnahmenwert (siehe Tabelle 3) und die Maßnahmen dieser Konzentrationen (siehe Tabelle 4) festgelegt.

¹⁵ Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil 1 Nr. 47, ausgegeben zu Bonn am 19. Juli 2017 (https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl#_bgbl_%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl117s2379.pdf%27%5D_1502859734678)

Tabelle 3: Prüfwerte und Maßnahmenwerte für die Konzentration von Legionellen im Nutzwasser gemäß 42. BImSchV

Art der Anlage	Prüfwert 1	Prüfwert 2	Maßnahmenwert
	Legionellenkonzentration [KBE <i>Legionella spp.</i> je 100 ml]		
Verdunstungskühlanlagen	100	1 000	10 000
Nassabscheider	100	1 000	10 000
Kühltürme	500	5 000	50 000

Tabelle 4: Maßnahmen beim Überschreiten der Prüf- und Maßnahmenwerte (Deutschland)

<i>Legionella spp.</i> KBE/l	Maßnahmen (Keine abschließende Auflistung)
bis 1 000 (Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider) bis 5 000 (für Kühltürme)	Präventive Maßnahmen nach dem Stand der Technik Keine zusätzlichen Maßnahmen
> 1 000 bis 10 000 (Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider)	Erneute Legionellenuntersuchung. Bei erneuter Überschreitung: Ursachenklärung Maßnahmen für ordnungsgemäßen Betrieb ergreifen Betriebsinterne Überprüfungen wöchentlich Externe mikrobiologische Untersuchungen monatlich
> 5 000 bis 50 000 (Kühltürme)	keine
> 10 000 bis 100 000 (Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider)	Erneute Legionellenuntersuchung. Bei erneuter Überschreitung: Technische Maßnahmen nach dem Stand der Technik insbesondere Sofortmaßnahmen zur Verminderung der Legionellenkonzentration ergreifen
> 50 000 bis 100 000 (Kühltürme)	Ursachenklärung Maßnahmen für ordnungsgemäßen Betrieb ergreifen

Legionella spp. KBE/l	Maßnahmen (Keine abschließende Auflistung)
	Technische Maßnahmen nach dem Stand der Technik insbesondere Sofortmaßnahmen zur Verminderung der Legionellenkonzentration ergreifen
> 100 000 (Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider)	Meldung an die zuständigen Behörden Untersuchung zur Differenzierung der nachgewiesenen Legionellen
> 500 000 (Kühltürme)	Erneute Legionellenuntersuchung. Bei erneuter Überschreitung: Maßnahmen zur Gefahrenabwehr

Hinsichtlich der Koloniezahl wird für Verdunstungskühlanlagen und Nassabscheider eine Referenzkonzentration bei ordnungsgemäßem Betrieb (Referenzwert) bestimmt. Bei Überschreiten des Referenzwertes um den Faktor 100 müssen die Ursachen geklärt und ggf. Maßnahmen ergriffen werden, um zu einem ordnungsgemäßen Betrieb zurückzukehren. Wird kein Referenzwert bestimmt, gilt eine Konzentration von 10 000 KBE/ ml als Referenzwert.

3.5 Frankreich

Das Ministerium für Ökologie, nachhaltige Entwicklung und Energie hat am 14.12.2013 zwei Ministerialverordnungen für Anlagen veröffentlicht, die in Industrieanlagen - außer Kernkraftwerken - Verdunstungskühlung einsetzen.

Die (französische) Behörde für nukleare Sicherheit (**Autorité de sûreté nucléaire**; ASN) hat am 6. Dezember 2016 den Beschluss zur Vorsorge gegen Risiken gefasst, die sich aus der Streuung pathogener Mikroorganismen (Legionellen und Amöben) durch die Kühltürme des sekundären Kreislaufs der Atomreaktoren ergeben. Dieser Beschluss wurde durch Erlass vom 13. Januar 2017 durch die Ministerin für nukleare Sicherheit genehmigt und im (französischen) Amtsblatt vom 19. Januar 2017 veröffentlicht.

Durch den Beschluss der ASN wird die Vorsorge gegen Risiken bedingt durch die Streuung pathogener Mikroorganismen gestärkt. Sie enthält Anforderungen zu:

- Konzeption, Instandhaltung und Überwachung der Anlage;
- Maximalen Legionellenkonzentrationen im Wasser der Anlage und, für Amöben, nach der Anlage;
- Zu ergreifenden Maßnahmen bei Streuung von Mikroorganismen in den Kreisläufen oder erkannter Infektion in Anlagennähe;
- Information der Öffentlichkeit und der Verwaltungen im Falle der Streuung von Mikroorganismen.

Dieser Text ist bemüht, im Rahmen des Möglichen die Anforderungen an große Kühltürme der Kernkraftwerke nach denen auszurichten, die in Bezug auf Legionellen für die Kühltürme der übrigen Industrie gelten.

Aufgrund der erheblichen Durchfluss- und Wassermengen in den Kühltürmen der Kernkraftwerke führen gewisse für die übrige Industrie geltende Anforderungen jedoch zu hohen Umweltauswirkungen durch die Behandlung mit Bioziden. Somit wurden einige Bestimmungen angepasst.

Diese Texte reglementieren die präventive Wartung und Überwachung der Anlagen im Normalbetrieb, um permanent die Konzentration von *Legionella pneumophila* im Wasser des Kreislaufs unter 1 000 KBE/l Wasser zu halten sowie Maßnahmen, die bei vermehrten Legionellenbefall durchzuführen sind.

Tabelle 5: Bewertungskriterien (Frankreich)

<i>Legionella pneumophila</i> KBE/l	Maßnahmen
< 1 000	Präventive Wartung der Anlage mit mechanischen oder chemischen Maßnahmen, um den Biofilm und Ablagerungen an den Wänden zu mindern oder zu beseitigen, präventive Reinigung mindestens einmal jährlich und regelmäßige Analysen (1 mal monatlich für Anlagen mit einer Wärmeleistung über oder gleich 3 000 kW oder 1 mal alle zwei Monate für die anderen).
1 000 bis 100 000	Kurative Maßnahmen und neue Analysen 48 Std. bis 1 Woche später. Bei mehrfacher, aufeinander folgender Überschreitung wird die Überwachung verschärft.
> 100 000	Sofortige Einstellung der Dispersion und Umsetzung kurativer Maßnahmen zur Desinfektion der Anlage. Neue Analysen 48 Std. bis 1 Woche später. Revision des Wartungs- und Überwachungsplans, Erstellung eines Gesamtberichts zu dem Vorfall. Wiederanlaufen der Dispersion nach Erzielen eines den Vorschriften entsprechenden Analyseergebnisses und Analysen im Abstand von 15 Tagen während der folgenden 3 Monate.
> 100 000 und bei Nachweis von Legionellen	Zusätzlich zu den Maßnahmen bei Überschreitung von 100 000 KBE/l und wenn die Gesundheitsbehörden (Agence Régionale de Santé) gehäufte Erkrankungen durch Legionellen melden, müssen die Stämme der <i>Legionella pneumophila</i> zur genomischen Identifikation in das Referenzzentrum für Legionellen „Centre national de référence des légionelles“ (CNR Lyon) gesandt werden.

3.6 Niederlande

In den Niederlanden gibt es keine gesetzlichen Normen zur Vermeidung von Legionellen in industriellen Kühltürmen. Es gibt jedoch Grenzwerte, wie die aus dem BREF für industrielle Kühlsysteme (Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems, 2001)¹⁶.

Das niederländische Arbeitsschutzgesetz ARBO enthält zwar politische Leitlinien zur Vermeidung von Legionellen, die jedoch in erster Linie die Arbeitsbedingungen betreffen.

Bei Kühltürmen besteht die Verpflichtung, eine Risikoanalyse und einen Legionellenmanagementplan zu erstellen.

¹⁶ <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/cv.html>

Im Gesetz zum Umweltmanagement besteht gleichzeitig eine Fürsorgepflicht für das Umfeld. Diese ist in der Aktivitätenverordnung¹⁷ Artikel 3.16a verankert. Sie enthält vorbeugende Vorschriften und eine Meldepflicht für neue nasse Kühlwassersysteme.

Die Aktivitätenverordnung bietet zugleich Möglichkeiten maßgeschneidert zu agieren, sofern die befugte Stelle (Gemeinde, Provinz) dies für erforderlich hält.

Sofern der Fürsorgepflicht nachgekommen wird, darf Spülwasser in die Abwasserkanalisation eingeleitet werden. Sonstige Einleitungen, auch in die Oberflächengewässer sind, mit Ausnahme eines Entscheids (des Wasserverwalters), untersagt.

3.7 Schlussfolgerung

Die Regelungen zur Kontrolle des Legionellenwachstums und die Prüf-/Maßnahmenwerte für gestufte Desinfektionsmaßnahmen sind im Grundsatz zwischen den Staaten vergleichbar.

¹⁷ Activiteitenbesluit milieubeheer; <http://wetten.overheid.nl/BWBR0022762/2016-01-01>

Als beste verfügbare Technik wurde 2001 die Anwendung folgender Maßnahmen beschrieben:

- Vermeidung von Stauzonen und Gewährleistung einer ausreichenden Strömungsgeschwindigkeit des Wassers
- Optimierung der Kühlwasserbehandlung zur Reduzierung von Bewuchs, Algen- und Amöbenwachstum und –vermehrung
- Regelmäßige Reinigung des Kühlturmbeckens
- Herabsetzung der Infektionsgefahr beim Bedienpersonal durch Bereitstellung von Mund-Nasenschutz (FFP3-Maske) beim Betreten einer Betriebsanlage oder bei der Hochdruckreinigung des Kühlturms.

Damit ist verdeutlicht, dass zunächst durch bauliche und betriebliche Maßnahmen das Risiko eines Legionellenwachstums eingeschränkt werden sollen. Der Einsatz von Bioziden zur Kühlwasserbehandlung oder im Kontext der Reinigung ist nachgelagert zu sehen.

Nachfolgend werden exemplarisch präventive Maßnahmen dargestellt, die in den Staaten gefordert oder empfohlen werden.

4.1.2 Österreich

In der **Abwasseremissionsverordnung (AEV) Kühlturmsysteme und Dampferzeuger (BGBl II 2003/266)**, deren Fokus in der Begrenzung der Emissionen schädlicher und gefährlicher Abwasserinhaltsstoffe in Gewässer liegt und die keinen gesundheitsrechtlichen Hintergrund hat, ist als Stand der Vermeidungs-, Rückhalte- und Reinigungstechnik angeführt: „Verhinderung von Organismenwachstum im Kühlturmsystem durch geeignete Werkstoffauswahl, konstruktive Maßnahmen und verfahrenstechnische Maßnahmen“.

Während die **ÖNORM B 5020** die Anforderungen an die Wasserqualität beschreibt (Kap. 2 der **ÖNORM**), soll die **ÖNORM M 7744** („Planung, Ausführung, Betrieb, Wartung und Überwachung von Verdunstungsrückkühlanlagen“) Anforderungen an eine fachgemäße Planung, Errichtung, Betriebsführung und Wartung von Kühlturmsystemen beschreiben. Die Norm soll für alle bestehenden und neu zu errichtenden Verdunstungsrückkühlanlagen bei denen Wasser verrieselt oder versprüht wird oder anderweitig in Kontakt mit der Atmosphäre kommen kann, anzuwenden sein. Mit einer Veröffentlichung der Norm Mitte 2018 wird gerechnet.

4.1.3 Schweiz

In der Schweiz setzen die Empfehlungen des BAG zur Senkung der Risiken durch den Austritt keimhaltiger Aerosole aus Verdunstungskühlanlagen bereits:

- bei der Wahl des Standorts des Kühlturmsystems (in Relation zu frequentierten Bereichen sowie zu anderen Kühlturmsystemen),
- bei der Gestaltung der Anlage,
- bei der Wahl der Materialien (keine Begünstigung von Mikroflora-Wachstum),
- bei der Qualität des zugeführten Wassers an.

Besondere Hinweise gibt es für die Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme einer Lüftungstechnischen Installation. Neben einer mechanischen Reinigung wird hier auch eine Desinfektion empfohlen (s. Kap. 3.2.).

4.1.4 Deutschland

Hinweise zum Betrieb von Verdunstungskühlanlagen und Kühltürmen (Naturzug > 200 MW) geben die VDI-Richtlinien 2047 Blatt 2 und Blatt 3 zur „Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen bzw. Kühltürmen (VDI-Kühlturmregeln)¹⁸.

Sie beschreiben u.a. Anforderungen:

- an die Konstruktion (z.B. Tropfenabscheider, Werkstoffe, Entleerbarkeit),
- an die Planung und Errichtung (z.B. Standortwahl, Begehbarkeit für Kontrollen, Berücksichtigung von Stoffeinträgen, Rohwasseranalyse),
- an die Inbetriebnahme und den Betrieb (z.B. Prozesssteuerung, **Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR)**-Technik, Vorkehrungen für Stillstand, Wasseraufbereitung und –behandlung, Einsatz von Bioziden),
- an die Überwachung (interne und externe Überwachung mikrobiologischer, chemischer und physikalischer Parameter)
- an die Qualifikation und Schulung von Personal

Für Nasswäscher geben die VDI Richtlinien VDI 3679 Blatt 1 und Blatt 2 entsprechende technische Hinweise.

Die wichtigsten Anforderungen aus diesen Richtlinien wurden mit der 42. Bundesimmissionsschutzverordnung rechtlich bindend.

4.1.5 Niederlande

Ausschlaggebend für die Vermeidung von Legionellen ist die Vermeidung von Bewuchs. Dabei spielt auch die Vermeidung von Kalkablagerungen eine wichtige Rolle, da dadurch auch die Wahrscheinlichkeit von biologischem Bewuchs minimiert wird. Zur Vermeidung von Kalkablagerungen und den sich daraus ergebenden biologischen Bewuchs kann auch ein Wirbel angelegt werden, wobei das Wasser entgast wird (bessere Wärmeübertragung) und eine Kalkabsetzung an der Wand vermieden wird. Der auskristallisierte Kalk kann stattdessen durch Filterung abgesondert werden. Wenn es durch Einsaugen von Verunreinigungen aus der Luft zu begünstigenden Bedingungen für biologischen Bewuchs kommt, kann ergänzend vorübergehend eine Cl-Schockbehandlung durchgeführt werden. Dieser Ansatz führt zu einem biofilmreduzierenden Kühlprozess, für den kaum Chemikalien erforderlich sind und der zusätzlich den Vorteil geringeren Energieverbrauchs als Folge besserer Wärmeübertragung und des höheren erzielbaren Eindickungsfaktors¹⁹ hat.

Darüber hinaus werden in Kühltürmen anstatt von Chemikalien auch Amöben zur Legionellenbekämpfung eingesetzt. Die Legionellenbakterien dienen den Amöben als Nahrung und haben so keine Möglichkeit, im Kühlsystem anzuwachsen. Wichtig ist dabei, dass die verwendeten Amöben nach der Einleitung schnell absterben und zu keiner Störung des lokalen Ökosystems führen.

¹⁸ VDI-Richtlinien 2047 / Blatt 2 zur „Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln), Januar 2015

¹⁹ Das Verhältnis der Konzentration gelöster Feststoffe im Kühlwasser zur Konzentration im Zusatzwasser.

4.2 Einsatz von Bioziden und weiteren Chemikalien zur Stabilisierung des Kühlwassers

Wenn es trotz der präventiven Maßnahmen zu einem Legionellenbefall des Kühlwassers gekommen ist, sind bei Überschreitung der jeweiligen Prüfwerte in vielen Fällen chemische Desinfektionen als Sofortmaßnahme vorgesehen. Das können Desinfektionen im laufenden Betrieb oder auch im Kontext der Anlagenreinigung sein.

Eine chemische Desinfektion muss sich auf das entsprechende Wassersystem beziehen, kann also große Volumina betreffen. Dieses mit Bioziden befrachtete Wasservolumen wird üblicherweise bei offenen Systemen mit dem Kühlwasser in Gewässer eingeleitet. Auch bei geschlossenen Systemen kann eine Entleerung notwendig sein und damit ggf. eine Ableitung des belasteten Wassers in eine Kläranlage oder in ein Gewässer vorgesehen werden.

4.2.1 Zulassung von Biozidprodukten

Eine Desinfektion von Kühlwasser erfolgt durch:

- Biozide, welche unterschieden werden in:
 - oxidierend wirkende Biozide und
 - nicht oxidierend wirkende Biozide
- UV- Bestrahlung ggf. in Kombination mit Bioziden

Beispiele für oxidierend wirkende Biozide sind:

- Anorganische und organische Chlor- und Bromverbindungen
 - Chlordioxid (ClO_2)
- Wasserstoffperoxid
- Peressigsäure
- Ozon

Beispiele für nicht oxidierend wirkende Biozide sind:

- Quaternäre Ammoniumsalze
- Glutardialdehyd
- Organische Schwefelverbindungen (Isothiazolinone, THPS)
- Organochromverbindungen
- Organochlorverbindungen

Zur Minimierung der mikrobiellen Vermehrung und zur Verminderung der Biofilmbildung können Biozide allein oder in Kombination eingesetzt werden, wobei die VDI-Richtlinie 2047 (VDI-Kühlturmregeln) empfiehlt, wann immer möglich, auf die Verwendung von Bioziden zu verzichten.

Biozidprodukte müssen gemäß der Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22.05.2012 über die **B**ereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von **B**iozidprodukten (BPR) zugelassen werden, bevor sie zum Einsatz kommen. Die Verordnung regelt das Inverkehrbringen und die Verwendung von Biozidprodukten, die aufgrund der Aktivität der in ihnen enthaltenen Wirkstoffe zum Schutz von Mensch, Tier, Material oder Erzeugnissen vor Schadorganismen, wie

Schädlingen oder Bakterien, eingesetzt werden. In Anhang V der BPR werden Biozidprodukte in 22 Biozidproduktarten eingestuft, die wiederum in vier Hauptgebiete zusammengefasst werden.

Die Produktart PT 11 führt Produkte zum Schutz von Wasser und anderen Flüssigkeiten in Kühl- und Verfahrenssystemen gegen Befall durch Schadorganismen wie z.B. Mikroben, Algen und Muscheln auf.

Das Zulassungsverfahren für Biozidprodukte hat eine behördliche Bewertung hinsichtlich der Wirksamkeit sowie der Risiken für Mensch, Tier und Umwelt zur Grundlage. Damit sollen ungenügende Wirksamkeit und unannehmbare Auswirkungen bei sachgerechter Verwendung vermieden werden. Für die Produktart 11 gibt es bislang nur „alte Wirkstoffe“.

Für solche sogenannte „alte Wirkstoffe“, die am 14.05.2000 als Wirkstoff eines Biozidprodukts (für andere Zwecke als die wissenschaftliche oder die produkt- und verfahrensorientierte Forschung und Entwicklung) im Verkehr waren, gilt eine Übergangsregelung im Genehmigungsverfahren: Die Wirkstoffbewertung gemäß Durchführungsverordnung (EU) Nr. 1062/2014 („Reviewverordnung“) erfolgt zeitlich gestaffelt und soll laut Durchführungsverordnung (EU) Nr. 736/2013 bis 31.12.2024 abgeschlossen sein. Für die Wirkstoffe der Produktart 11 ist bisher erst ein Bewertungsverfahren (Disilberoxid) abgeschlossen. Der Stoff Disilberoxid (CAS Nr. 20667-12-3) wurde nicht genehmigt. Für die übrigen notifizierten Wirkstoffe, deren Detailbewertung noch nicht abgeschlossen ist, und für Biozidprodukte, die diese Wirkstoffe enthalten, gelten die Übergangsbestimmungen der einzelnen EU-Mitgliedstaaten für die Vermarktung.

Beispielsweise sehen die nationalen Übergangsbestimmungen in Österreich keine eigene Regelung oder Meldepflicht für Biozidprodukte vor. Zu beachten ist aber, dass es in Österreich die Verpflichtung zur Übermittlung von **Sicherheitsdatenblättern** (SDB) für gefährliche Gemische an das Sicherheitsdatenblattregister gemäß § 25 Abs. 8-10 Chemikalienverordnung 1999, BGBl. II Nr. 81/2000, in geltender Fassung, durch den für das Inverkehrbringen dieses gefährlichen Gemisches Verantwortlichen, gibt. Diese Übermittlungspflicht betrifft Sicherheitsdatenblätter von Gemischen, die die Kriterien von Art. 31 (1) und (3) REACH-Verordnung erfüllen.

Sofern alle anderen einschlägigen Bestimmungen des Biozidproduktegesetzes, österreichisches **Bundesgesetzblatt** BGBl. I Nr. 105/2013 (z.B. Kennzeichnungsbestimmungen, Verbots- und Beschränkungsbestimmungen, Vermarktungsbestimmungen lt. Review-Verordnung (EG) Nr. 1451/2007, in Biozidprodukten zulässige Wirkstoffe etc.) und der relevanten österreichischen und europäischen Regelwerke (z.B. Chemikalien-Gesetz, REACH-, CLP-Verordnung) eingehalten werden, dürfen die betreffenden Produkte in Österreich vertrieben werden.

Im IKS-Fachbericht Nr. 132 „Synthesebericht Antifoulings und Kühlwassersysteme“ sind die üblicherweise zum Einsatz kommenden Biozide beschrieben worden, weshalb auf eine entsprechende Stoffbeschreibung an dieser Stelle verzichtet wird. Der Sachstand kann weiterhin als aktuell gelten.

4.2.2. Desinfektionsstrategien

4.2.2.1 Österreich

In der **Abwasseremissionsverordnung** (AEV) Kühlsystem und Dampferzeuger (BGBl II 2003/266) werden nach dem Stand der Technik nachstehende Maßnahmen als geeignet angesehen, die Stoff- und Abwärme-Emissionen aus Kühlsystemen und Dampferzeugern in die Gewässer auf ein nicht vermeidbares Ausmaß zu senken:

Verhinderung von Organismenwachstum im Kühlsystem durch geeignete Werkstoffauswahl, konstruktive Maßnahmen und verfahrenstechnische Maßnahmen; bei Erfordernis des Biozid Einsatzes zur Verhinderung von Organismenwachstum Anwendung intermittierender Verfahren (Stoßbehandlung); Verzicht auf Kühlwasserableitung während der Stoßbehandlung und kontinuierlichen Einsatz von Bioziden ausgenommen von Persauerstoffverbindungen; Beachtung der ökotoxikologischen Angaben in den Sicherheitsdatenblättern der eingesetzten Biozide.

Kontinuierliche Behandlung

Die Einleitung von Abwasser, das Biozide aus der kontinuierlichen Bekämpfung von Organismenwachstum enthält, in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation wird in der AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger **ausdrücklich untersagt**, sofern es sich nicht um Persauerstoffverbindungen handelt.

Stoßbehandlung

Laut AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger (Anhang A, Fußnote h bei Durchlaufkühlsystemen) ist der Einsatz von Bioziden nur in Form der Stoßbehandlung zulässig (ausgenommen Persauerstoffverbindungen gemäß § 1 Abs.2). Während der Stoßbehandlung ist das Durchlaufkühlsystem oder der für die Stoßbehandlung vorgesehene Teil des Systems geschlossen zu halten. Wenn aus prozesstechnischer Notwendigkeit im begründeten Einzelfall für die Dauer der Stoßbehandlung das Durchlaufkühlsystem nicht geschlossen gehalten werden kann, so ist eine Stoßbehandlung bei geöffnetem System zulässig, sofern die Dauer der Biozidzugabe das Vierfache der rechnerischen hydraulischen Aufenthaltszeit des Kühlwassers im System oder im Systemteil nicht übersteigt und die Stoßbehandlung nicht häufiger als einmal pro Tag stattfindet. Weiter wird unter der Fußnote i bei Durchlaufkühlsysteme darauf hingewiesen, dass im Fall der Stoßbehandlung mit halogenhaltigen oder –abspaltenden Bioziden eine Emissionsbegrenzung von 0,15 mg/l gilt.

Laut AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger (Anhang B, Fußnote h bei offenen Umlaufkühlsystemen) ist bei Einsatz von ClO₂ oder Brom (Br) an Stelle von Chlor (Cl) die entsprechende, auf Cl umgerechnete Emissionsbegrenzung einzuhalten. Die Fußnote i weist darauf hin, dass der Einsatz von chlor- oder bromhaltigen oder –abspaltenden Bioziden nur in Form der Stoßbehandlung zulässig ist. Während der Stoßbehandlung ist das Umlaufkühlsystem oder der für die Stoßbehandlung vorgesehene Teil des Umlaufkühlsystems geschlossen zu halten.

Sofern es sich nicht um Cl, Br, chlor- oder bromhaltige oder –abspaltende Biozide, Glutardialdehyd oder Persauerstoffverbindungen handelt, untersagt die AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger ausdrücklich die Einleitung von Bioziden aus der diskontinuierlichen Bekämpfung von Organismen in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation.

4.2.2.2 Schweiz

Tabelle 6: Empfehlungen des BAG zur kontinuierlichen Behandlung von Kühlsystemen

Empfehlung	Befeuchtungsanlagen	Kühltürme
Anwendung chemischer Produkte zur Bekämpfung der Mikroflora	Nicht empfohlen	Empfohlen
Desinfektion	Ionisationsanlagen auf der Basis von Silber- oder besser Kupfer-Silber-Ionen und UV-C-Lampen	Ionisationsanlagen und chemische Behandlung (Chloroxide)

Empfehlung	Befeuchtungsanlagen	Kühltürme
Kalkentferner und –verhüter	Nicht empfohlen	Auf Vereinbarkeit der Produkte mit dem System der kontinuierlichen Desinfektion achten.

Für die Desinfektion im Zuge von Korrekturmaßnahmen an mit Legionellen befallenen Anlagen wird folgendes empfohlen:

- Vor der Entleerung und Reinigung: Probenahmen aus den Bassins, den verdächtigen Feuchtzonen (Abstriche) und aus dem Biofilm; die Eruiierung der Ursachen ist Grundlage für den Sanierungsplan.
- Entleerung, mechanische Reinigung der Kammern und Leitungen.
- Intensive Dekontaminierung, mehrere Stunden Leerlauf und Installation eines permanenten Desinfektionssystems (s. oben).
- Ggf. kontinuierliche Behandlung gegen biologisches Wachstum, Korrosion und Verkalkung.

Ein Standard kann nicht definiert werden, weil Sedimente und Biofilme komplexe Gebilde sind und Interaktionen zwischen den verschiedenen Komponenten (Materialien, gelöste Substanzen, pH-Wert des Wassers, Zumischungen) vorkommen. Nicht nur die Produktwahl, sondern auch die Dosierung und die Aufrechterhaltung der Betriebskonzentrationen sind delikat.

4.2.2.3 Deutschland

Die VDI-Richtlinie 2047 / Blatt 2 zur „Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln)“²⁰ empfiehlt, wann immer möglich, auf die Verwendung von Bioziden zu verzichten. Es dürfen nur nach BPR zugelassene Biozidprodukte (PT 11 für Kühlwasser) verwendet werden. Die Wirksamkeit des eingesetzten Biozidproduktes gegen Legionellen muss durch eine Prüfung nach DIN EN 13623 (**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung **E**uropäische **N**ormen) nachgewiesen sein.

Die Zugabemengen sind auf die spezifischen Gegebenheiten anzupassen und durch sachgerechte Berücksichtigung physikalischer, biologischer, chemischer und sonstiger Alternativen auf ein Minimum zu begrenzen. Die VDI-Richtlinie weist darauf hin, dass es durch zu geringe Konzentrationen und/oder Einwirkzeiten zur Ausbildung von Resistenzen und zur Adaption kommen kann. Sie weist außerdem darauf hin, dass bei nicht-oxidierenden Bioziden der Wirkstoff quartalsweise gewechselt werden muss.

In der VDI Richtlinie VDI 2047 Blatt 3 wird für Kühltürme (Naturzug, > 200 MW) darauf hingewiesen, dass Biozide nur gemäß der wasserrechtlichen Erlaubnis und/oder in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde eingesetzt werden dürfen.

Gemäß der 42. BImSchV muss der Betreiber im Betriebstagebuch Angaben zur Biozidzugabe (Zeitpunkt, Menge und Art des Biozids) machen und dies auch dem Labor und Probenehmer zur Durchführung einer fachgerechten Probenahme mitteilen.

Die **Abwasser**verordnung (AbwV) bestimmt für offene Kühlkreisläufe, dass eine kontinuierliche Behandlung nur mit Wasserstoffperoxid oder Ozon erfolgen darf, bei Einsatz anderer biozider Wirkstoffe ist nur eine Stoßbehandlung zulässig. Abwasser aus

²⁰ VDI-Richtlinie 2047 / Blatt 2 zur „Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln)“, Januar 2015

dem Kontrollbereich der Kernkraftwerke unterliegt nicht dem Regelungsbereich des Anhangs 31 AbwV.

4.2.2.4 Frankreich

Für Industrieanlagen außer den Kernkraftwerken wird den Betreibern von Verdunstungskühlanlagen in den Ministerialverordnungen vom 14.12.2013 die Möglichkeit gegeben, Chemikalien und Biozide in wirksamem Umfang einzusetzen, um die Gefahr der Verbreitung und Dispersion von Legionellen einzudämmen, ohne dabei eine Gefahr für die Unversehrtheit der Anlage darzustellen und bei Begrenzung der Auswirkungen auf die Umwelt.

Diese beiden Verordnungen fordern die Betreiber zur Konzeption präventiver Behandlungsmethoden auf, so dass der Einsatz umweltschädlicher Produkte eingeschränkt wird, und legen Emissionsgrenzwerte für Verbindungen fest, die im Abwasser aus Bioziden herrühren können.

Die Kontrolle der eingeleiteten Substanzen muss vor jeder Verdünnung der Einleitungen der Kühlanlage in die Kanalisation erfolgen.

Darüber hinaus ist die Wahl der zur Behandlung eingesetzten Produkte insbesondere dann zu rechtfertigen, wenn punktuelle Biozideinspritzungen im Rahmen präventiver Behandlung vorgenommen werden; gleiches gilt für die Dauereinspritzung nicht oxydierender Biozide, die nur dann vorgenommen werden kann, wenn es keine alternative Strategie gibt.

4.2.2.5 Niederlande

Wasserbehandlung

Einmal durchströmte Systeme sind meist groß und werden mit Oberflächenwasser gespeist. In dieser Art Systemen besteht ein eingeschränktes Risiko, dass Legionellen auftreten, da keine kleinen Aerosoltröpfchen erzeugt werden, wodurch das Ansteckungsrisiko gering ist. Diese Systeme werden jedoch behandelt, um den Bewuchs (Makrofouling und Mikrofouling) mit Chlordosierung und/oder Wärmeschock zu verhindern.

Die Behandlung des in Kühltürmen verwendeten Wassers kann auf unterschiedliche Art dazu beitragen, die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens oder Wachstums von Legionellen in einem Kühlturmsystem zu reduzieren:

- Minderung des Eintrags von Verunreinigungen, die als Nährstoffe dienen;
- Minderung des Eintrags von Verunreinigungen, die zu Ablagerungen führen unter denen Legionellen sich leicht entwickeln können;
- Abtöten der Legionellen im Zusatzwasser.

In diesen Systemen ist insbesondere die Bekämpfung des biologischen Wachstums (Makro- und Mikrofouling) wichtig, in einigen Fällen auch das Eindringen von Schwebstoffen und Schlamm. In Kühltürmen wird Wasser durch Verdunstung aufkonzentriert. Dabei erhöht sich die Konzentration der im Wasser vorhandenen Partikel, u. A. des Kalks. Zur Vermeidung von Kalkablagerungen an der Wand des Kühlsystems werden häufig große Mengen an Hilfsstoffen hinzugefügt (häufig sehr schlecht abbaubare Stoffe (z.B. Polyacrylate)), die anschließend in das Oberflächenwasser eingeleitet werden.

In den meisten Fällen wird zur Eingrenzung des biologischen Wachstums (insbesondere Makrofouling wie Muscheln und Seepocken sowie Biofilm) kontinuierlich oder stoßweise Cl dosiert. In einem Einzelfall wird auch Ozon (O₃) angewandt. Die Dosierung ist häufig auf die Vermeidung von Verschmutzungen im Prozesssystem ausgerichtet, aber die Reinhaltung der Kühltürme ist mindestens ebenso wichtig.

Dosierung

Der Einsatz von Bioziden (meist Cl) ist erforderlich, muss jedoch so stark wie möglich eingeschränkt bleiben. Für Systeme ohne Kondensator sollte ein Cl-Restgehalt am Abfluss von max. 0,1 mg/l Cl angestrebt werden.

Für Meerwassersysteme sollte am Abfluss ein Gehalt von max. 0,2 mg/l Cl angestrebt werden. Das gilt sowohl für kontinuierliche, wie auch für diskontinuierliche Dosierung.

Bei Störfällen sollte auf der Grundlage des BREF-Dokuments Kühlung ein Gehalt von max. 0,5 mg/l Cl am Abfluss angestrebt werden.

4.2.2.6 Kernsätze der nationalen Empfehlungen

Tabelle 7: Kernsätze der nationalen Empfehlungen

Staat	Kernsätze
Österreich	Während der Stoßbehandlung ist das Durchlaufkühlsystem oder der für die Stoßbehandlung vorgesehene Teil des Systems geschlossen zu halten. Wenn aus prozesstechnischer Notwendigkeit im begründeten Einzelfall für die Dauer der Stoßbehandlung das Durchlaufkühlsystem nicht geschlossen gehalten werden kann, so ist eine Stoßbehandlung bei geöffnetem System zulässig, sofern die Dauer der Biozidzugabe das Vierfache der rechnerischen hydraulischen Aufenthaltszeit des Kühlwassers im System oder im Systemteil nicht übersteigt und die Stoßbehandlung nicht häufiger als einmal pro Tag stattfindet.
Schweiz	Ein Standard für den Einsatz von Bioziden zur Bekämpfung von Legionellen in Kühlsystem kann nicht definiert werden, weil Sedimente und Biofilme komplexe Gebilde sind und Interaktionen zwischen den verschiedenen Komponenten (Materialien, gelöste Substanzen, pH-Wert des Wassers, Zumischungen) vorkommen. Nicht nur die Produktwahl, sondern auch die Dosierung und die Aufrechterhaltung der Betriebskonzentrationen sind delikat.
Deutschland	Die Zugabemengen von Bioziden sind auf die spezifischen Gegebenheiten anzupassen und durch sachgerechte Berücksichtigung physikalischer, biologischer, chemischer und sonstiger Alternativen auf ein Minimum zu begrenzen. Wann immer möglich, sollte auf die Verwendung von Bioziden verzichtet werden. Es dürfen nur nach der Biocidal Products Regulation (BPR) zugelassene Biozidprodukte (PT 11 für Kühlwasser) verwendet werden. Die Wirksamkeit des eingesetzten Biozidproduktes gegen Legionellen muss durch eine Prüfung nach DIN EN 13623 nachgewiesen sein. Bei nicht-oxidierenden Bioziden muss der Wirkstoff quartalsweise gewechselt werden. Bei Kühltürmen (Naturzug, > 200 MW) dürfen Biozide nur gemäß der wasserrechtlichen Erlaubnis und/oder in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde eingesetzt werden.
Frankreich	Die Wahl der zur Behandlung eingesetzten Produkte ist insbesondere dann zu rechtfertigen, wenn punktuelle Biozideinspritzungen im Rahmen präventiver Behandlung vorgenommen werden; gleiches gilt für die Dauereinspritzung nicht oxydierender Biozide, die nur dann vorgenommen werden kann, wenn es keine alternative Strategie gibt.

Staat	Kernsätze
Niederlande	Der Einsatz von Bioziden (meist Cl) ist erforderlich, muss jedoch so stark wie möglich eingeschränkt werden.

5. Genehmigungspraxis für die Einleitung biozidbelasteten Kühlwassers in Gewässer

5.1 Österreich

Direkteinleitungen aus Kühlsystemen in Oberflächengewässer müssen wasserrechtlich bewilligt werden. Hintergrund ist § 32 Wasserrechtsgesetz 1959 idgF (in der geltenden Fassung). Eine Mengenschwelle gibt es nicht. Bezüglich des Standes der Technik und der anzuwendenden Emissionsbegrenzungen gilt die **Abwasseremissionsverordnung (AEV) Kühlsysteme und Dampferzeuger (BGBl II 2003/266)**.

Indirekteinleitungen aus dem Abfluten oder Entleeren von offenen Umlaufkühlsystemen unterliegen der **Indirekteinleiterverordnung (IEV)**. Hier gibt es bzgl. der wasserrechtlichen Bewilligungspflicht zwei Kriterien. Das erste Kriterium lautet, dass die Einleitung von Abwasser aus Kühlsystemen, in denen halogenhaltige oder halogenabspaltende Biozide eingesetzt werden, wasserrechtlich bewilligungspflichtig ist. Das zweite Kriterium ergibt sich über definierte Schwellenwerte für Tagesfrachten an gefährlichen Abwasserinhaltsstoffen (Anlage B der IEV). Werden diese in dem in die Kanalisation eingeleitetem Kühlwasser überschritten, so ist die Einleitung wasserrechtlich bewilligungspflichtig. Ergibt sich aus den genannten zwei Kriterien heraus keine wasserrechtliche Bewilligungspflicht und weicht die Beschaffenheit des Abwassers von der des häuslichen Abwassers ab, so ist dennoch die Zustimmung des Kanalisationsunternehmens erforderlich.

Auf Einleitungen von Abwasser aus dem Abfluten oder Entleeren von offenen Umlaufkühlsystemen in ein Fließgewässer oder eine öffentliche Kanalisation ist die **Abwasseremissionsverordnung (AEV) Kühlsysteme und Dampferzeuger (BGBl II 2003/266)** anzuwenden. Die wesentlichen Anforderungen in Hinblick auf die Vermeidung von Biozideinträgen in das Abwasser wurden bereits in Kapitel 3.2.2 dargestellt. Die AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger definiert unter anderem die in Tabelle 8 aufgeführten Emissionsbegrenzungen als Stand der Technik.

Tabelle 8: Emissionsbegrenzungen (Stand der Technik)

Parameter	Einleitung	
	in ein Fließgewässer	in eine öffentliche Kanalisation
	Nicht abgesetzte homogenisierte qualifizierte Stichprobe. Bei Entleerung eines Stapelbehälters oder einer Chargenbehandlungsanlage gilt die Stichprobe als qualifizierte Stichprobe.	
Bakterientoxizität	GL 8	Die Einleitung darf keine Beeinträchtigung der biologischen Abbauvorgänge in der öffentlichen Kläranlage verursachen.

Parameter	Einleitung	
	in ein Fließgewässer	in eine öffentliche Kanalisation
Freies Cl berechnet als Cl ₂ ^{21 22}		
Adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX) berechnet als Cl	0,15 mg/l Nach Durchführung einer Stoßbehandlung ²² in einem Umlaufkühlsystem, ausgenommen einem Hauptumlaufkühlsystem für ein thermisches Kraftwerk, gilt eine Emissionsbegrenzung von 0,5 mg/l.	

Die AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger enthält für Abwasser aus dem Abfluten oder Entleeren von offenen Umlaufkühlsystemen darüber hinaus Emissionsbegrenzungen für die Parameter Temperatur, abfiltrierbare Stoffe, pH-Wert, Kupfer, Molybdän, Zink, Hydrazin, Phosphor-Gesamt, **Total organic Carbon (TOC)**, **Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)** und Summe der Kohlenwasserstoffe.

Über den in der AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger definierten Stand der Technik hinaus sind in Anwendung des kombinierten Ansatzes bei der Genehmigung der Einleitung stets auch die immissionsseitigen Anforderungen zu berücksichtigen.

5.2 Schweiz

In der Schweiz dürfen für die Behandlung von Kühlwasser mit Bioziden nur Biozidprodukte verwendet werden, die in einer Positivliste nach Biozidprodukteverordnung (VBP) zugelassen sind. Zusätzlich gilt, dass für Stoffe wie Biozide, die Gewässer verunreinigen können und aus Abwässern einer Durchlaufkühlung oder Kreislaufkühlung stammen, laut **Gewässerschutzverordnung (GSchV)** grundsätzlich Anforderungen an die Einleitung festgelegt werden müssen. Die Genehmigung der Einleitungen aus allgemeinen Kühlwassersystemen liegt dabei im Vollzugsbereich der Kantone. Für die Bewilligung der Einleitungen aus Kühlwassersystemen von Kernkraftwerken ist der Bund zuständig (**Kernenergiegesetz KEG**). Dabei werden Vorgaben zur Periodizität der mikrobiologischen Untersuchungen, Chemikalieneinsatz, Überwachung der Emissionen in Gewässer und Luft, Betriebsweise während der Behandlung, Dokumentationspflicht, sowie die Berichterstattung und Information der Unterlieger gemacht.

Die Verfahren müssen – gestützt auf dem Verunreinigungsverbot und der Sorgfaltspflicht des **Gewässerschutzgesetzes (GSchG)** – auch bezüglich der Umweltaspekte optimiert werden.

5.3 Deutschland

Für Abwassereinleitungen von Verdunstungskühlanlagen in ein Gewässer sind in Anhang 31 der Abwasserverordnung (AbwV) „Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung“ die Mindestanforderungen gemäß Stand der Technik aufgeführt²³. Danach gilt für eine Mikrobiozidbehandlung von offenen Kühlkreisläufen, dass eine kontinuierliche Behandlung nur mit Wasserstoffperoxid oder O₃ erfolgen darf, bei Einsatz anderer biozider Wirkstoffe ist nur eine Stoßbehandlung zulässig. In Teil E des

²¹ Bei Einsatz von ClO₂ oder Br an Stelle von Cl ist die entsprechende, auf Cl umgerechnete Emissionsbegrenzung einzuhalten; es entspricht 0,2 mg/l freies Cl (berechnet als Cl₂) 0,19 mg/l ClO₂ (berechnet als ClO₂) bzw. 0,45 mg/l Br /berechnet als Br₂).

²² Der Einsatz von chlor- oder bromhaltigen oder –abspaltenden Bioziden ist nur in Form der Stoßbehandlung zulässig. Während der Stoßbehandlung ist das Umlaufkühlsystem oder der für die Stoßbehandlung vorgesehene Teil des Umlaufkühlsystems geschlossen zu halten.

²³ Kernkraftwerke sind von den Regelungen des Anhangs 31 AbwV ausgenommen

Anhangs 31 der AbwV sind die in Tabelle 9 gelisteten Anforderungen am Ort des Anfalls genannt.

Tabelle 9: Anforderungen an Abwasser am Ort des Anfalls

Parameter	Einheit	Ort des anfallenden Abwassers		
		Abwasser aus der Frischwasserkühlung von industriellen und gewerblichen Prozessen und von Kraftwerken im Ablauf	Abflutung von Hauptkühlkreisläufen von Kraftwerken (Abflutwasser aus der Umlaufkühlung)	Abflutung sonstiger Kühlkreisläufe
Stichprobe				
AOX	mg/l	0,15	0,15	0,5
ClO ₂ und andere Oxidantien (angegeben als Cl)	mg/l	0,2	0,3	0,3
Giftigkeit gegenüber Leuchtbakterien ²⁴	GL	-	12	12

In aktuellen Fällen sind über die Anforderungen des Anhangs 31 hinaus die Immissionsanforderungen im Gewässer (ggf. Biomonitoring) zu beachten und es sind die Fragen der Gewässerbewirtschaftung zu prüfen. An erster Stelle steht die Prüfung der Alternative einer abwassereinleitungsfreien Biozidbehandlung. Eine Einleitung sollte erst erfolgen, wenn Alternativen dazu nicht bestehen.

Anlässlich der Legionellose-Ausbrüche in Warstein und Jülich hat sich eine vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des deutschen Bundeslandes NRW einberufene Expertenkommission „Legionellen“ intensiv mit den Gesamtzusammenhängen der Wirkungskette Kläranlageneinleitung, Gewässer, Entnahme, Kühlwassernutzung, Luftaustrag, beschäftigt.

Die Expertenkommission hat bezüglich der gewässerseitigen Restriktionen beim Einsatz von Bioziden zur Bekämpfung des Legionellenwachstums auf die Anforderungen der EU WRRL verwiesen. Insbesondere können Einleitungen von Kraftwerken ohne biologische Reinigungsanlagen in abflussschwache Gewässer nachteilige Auswirkungen auf die Gewässerökologie haben. Der Einsatz von Bioziden ist durch eine sachgerechte Berücksichtigung physikalischer, biologischer, chemischer und sonstiger Alternativen auf ein Minimum zu begrenzen (VDI 2047 Blatt 2). Weiterhin sind die rechtlichen Vorgaben aus den Anhängen der Abwasserverordnung (22, 31, 45 usw.) zu beachten.

Der Bericht der Expertenkommission beinhaltet im Weiteren:

- Methoden, die eine einheitliche Probenahme und Analytik (Kühlwasser, Oberflächenwasser, Abwasser) sicherstellen sollen.
- Maßstäbe für die Bewertung von Legionellenbefunden in Oberflächengewässer und im Ablauf von Kläranlagen.

²⁴ Die Anforderung an die Giftigkeit gegenüber Leuchtbakterien GL gilt auch als eingehalten, wenn die Abflutung so lange geschlossen bleibt, bis entsprechend den Herstellerangaben über Einsatzkonzentration und Abbauverhalten ein GL-Wert von 12 oder kleiner erreicht ist und dies in einem Betriebstagebuch nachgewiesen wird.

- Definition von Risikoanlagen im Abwasserbereich und Empfehlung zur regelmäßigen Kontrolle durch Eigenüberwachung.
- Empfehlungen zur Reinigung und Desinfektion von Rückkühlwerken.

5.4 Frankreich

Für Industrieanlagen außer Kernkraftanlagen muss der Betreiber in den Antragsunterlagen für den Betrieb belegen, dass die Behandlungsstrategie mit Bioziden für seine Anlage am besten geeignet ist und die geringsten Umweltauswirkungen hat.

Für die Behandlungsstrategie müssen die Abbauprodukte der Biozide und die Konzentrationswerte der Einleitungen auf einem Datenblatt angegeben werden.

Die Genehmigung für den Einsatz von Bioziden wird anhand der eingereichten Belege und vorbehaltlich der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für Abbauprodukte im Abwasser aus den Ministerialverordnungen vom 13.12.2013 erteilt.

5.5 Niederlande

Die BREF „Industrial Cooling Systems“ müssen eingehalten werden. Darüber hinaus werden Einleitungsgenehmigungen nur erteilt, wenn der Emissions-Immissionsprüfung entsprochen wird, wobei die Zulässigkeit der Resteinleitung aus einer Quelle für das Oberflächengewässer ermittelt wird.

Für die Verwendung jedes einzelnen Kühlwasseradditivs ist eine Genehmigung der Wasserbehörde notwendig. Im Genehmigungsantrag müssen die Betriebe ausreichende Informationen zu den Umwelteigenschaften der vorgeschlagenen Additive, zu den verwendeten Techniken zur Vermeidung von Emissionen der Additive und der Reaktionspartner in die Oberflächengewässer sowie zu den Auswirkungen dieser Emissionen auf die Qualität des Vorfluters zur Verfügung stellen.

Die Einhaltung von BAT ist notwendig, um die Emissionen, die in Verbindung mit dem Gebrauch der Additive stehen, zu verhindern bzw. zu begrenzen. Lokale Gewässerqualitätsstandards sollten nicht überschritten werden.

In den Niederlanden ist Chlorbleichlauge das am häufigsten zur Kühlwasserkonditionierung verwendete Additiv. Es wurden Programme aufgestellt, um die Verwendung dieses Additivs zu überprüfen und seine Verwendung als Konditionierungsmittel für das Kühlwasser zu reduzieren. Die Fracht an halogenhaltigen organischen Verbindungen, die ihren Ursprung in der Verwendung von Chlorbleichlauge hat, hängt zu einem großen Teil von der Menge des eingesetzten Additivs zur Kühlwasserkonditionierung ab.

In den Niederlanden existieren keine festgelegten Emissionsbegrenzungen für Kühlwasseradditive. Es existieren jedoch Zielwerte für die Verwendung von Chlorbleichlauge in der Durchlaufkühlung:

- 0,2 mg/L freies Cl bei kontinuierlicher Dosierung
- 0,2 mg/L freies Cl als 24h-Mittelwert und einen Maximalwert von 0,5 mg/L freies Cl bei diskontinuierlicher Dosierung.

Obwohl keine Emissionsbegrenzungen existieren, werden die obengenannten Zielwerte gelegentlich als Grenzwerte in die Genehmigungen aufgenommen.

5.6 Schussfolgerungen und Kernsätze der nationalen Empfehlungen

Die Genehmigungspraxis und die Überwachungsanforderungen für die Einleitung biozidbelasteten Kühlwassers in Gewässer sind im IKSR-Fachbericht 132 für die IKSR-Staaten beschrieben worden. Die Kernsätze der nationalen Empfehlungen sind in Tabelle 10 beschrieben. Wesentliche Änderungen haben sich zwischenzeitlich nicht ergeben.

Tabelle 10: Kernsätze der nationalen Empfehlungen

Staat	Kernsatz
Österreich	Über den in der AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger definierten Stand der Technik hinaus sind in Anwendung des kombinierten Ansatzes bei der Genehmigung der Einleitung stets auch die immissionsseitigen Anforderungen zu berücksichtigen.
Schweiz	Die Verfahren müssen, gestützt auf dem Verunreinigungsverbot und der Sorgfaltspflicht des Gewässerschutzgesetzes (GSchG), auch bezüglich der Umweltaspekte optimiert werden.
Deutschland	<p>In aktuellen Fällen sind über die Anforderungen des Anhangs 31 hinaus die Immissionsanforderungen im Gewässer (ggf. Biomonitoring) zu beachten und es sind die Fragen der Gewässerbewirtschaftung zu prüfen.</p> <p>Nordrhein-Westfalen</p> <p>Von der Expertenkommission „Legionellen“ (2015) ist u.a. festgestellt worden, dass andere Aspekte (wie die Berücksichtigung der Immissionswerte im Gewässer) nicht dazu führen dürfen, dass bei hohen Legionellenkonzentrationen auf eine Desinfektion verzichtet wird oder diese in unzureichenden Konzentrationen angewendet wird, da ein Verzicht oder die nicht adäquate Anwendung von Desinfektionsverfahren zu Gefahren für die öffentliche Gesundheit werden kann.</p>
Frankreich	<p>Für die Behandlungsstrategie müssen die Abbauprodukte der Biozide und die Konzentrationswerte der Einleitungen auf einem Datenblatt angegeben werden.</p> <p>Die Genehmigung für den Einsatz von Bioziden wird anhand der eingereichten Belege und vorbehaltlich der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte für Abbauprodukte im Abwasser aus den Ministerialverordnungen vom 13.12.2013 erteilt.</p>
Niederlande	Es existieren keine festgelegten Emissionsbegrenzungen für Kühlwasseradditive. Es existieren jedoch Zielwerte für die Verwendung von Chlorbleichlauge in der Durchlaufkühlung.

6. Monitoringauflagen zur Kontrolle der Kühlwassereinleitung und/oder des Kreislaufwassers

6.1 Österreich

Kühlwassereinleitung

Die Überwachung der Einhaltung der für die Kühlwassereinleitung vorgegebenen Grenzwerte erfolgt im Rahmen der Eigen- und der Fremdüberwachung. Die Überwachungshäufigkeit wird im Bewilligungsbescheid vorgegeben und ist nicht auf Verordnungsebene geregelt.

Für Kleineinleitungen sieht die AEV Kühlsysteme und Dampferzeuger unter genau definierten Kriterien bezüglich Einhaltung des Standes der Technik und der durchgehenden Aufzeichnungsverpflichtung eine vereinfachte Überwachungsregelung vor.

Kreislaufwasser

Die ÖNORM B5020 bestimmt dazu Folgendes:

- Durchzuführende Untersuchungen

Das Kreislaufwasser ist im Labor auf folgende mikrobiologische Parameter zu untersuchen:

- aerobe Koloniezahl bei 37 °C (48 h)

Für die Untersuchung der koloniebildenden Einheiten (KBE) wurde die Temperatur von 37 °C gewählt, da vergleichende Untersuchungen ergeben haben, dass Bebrütungstemperaturen von 22 °C, 30 °C und 37 °C bei Kreislaufwässern zu vergleichbaren Ergebnissen führen.

- Legionellen²⁵
- *Pseudomonas aeruginosa*²⁶:

Ergebnisse von anderen Untersuchungsmethoden wie Nukleinsäure-Amplifikationstechnik (z.B. Polymerasekettenreaktion) oder Fluoreszenz-In-Situ-Hybridisierung sind mit den oben angeführten Verfahren nicht vergleichbar und dürfen daher für die Bewertung gemäß der in der ÖNORM angeführten Tabelle nicht herangezogen werden.

- Weitere analytische Werte

Für die erste Inbetriebnahme des Systems und um im Anlassfall Maßnahmen aus den mikrobiologischen Untersuchungsergebnissen abzuleiten, sind nachfolgend angeführte analytische Parameter zu bestimmen:

- Ca-Kation
- Mg-Kation,
- Säurekapazität,
- Chlorid
- Sulfat,
- Oxidierbarkeit oder **Total Organic Carbon (TOC)**.

Für die Festlegung der chemischen Anforderungen an das Erstbefüll-, Umlauf- und Zusatzwasser sind die angewandten Aufbereitungsverfahren sowie die erforderliche Beschaffenheit des Umlaufwassers zu berücksichtigen.

- Probenahmeplan
- Verdunstungs-Rückkühlanlagen mit Stillstandsphasen

²⁵ Untersuchungsmethode gemäß ÖNORM EN ISO 6222

²⁶ Untersuchungsmethode gemäß ÖNORM EN ISO 16266.

Der in Tabelle 11 aufgeführte Probenahmeplan gilt für neue Anlagen, bei Änderung in Systemen bestehender Anlagen und bei Wiederinbetriebnahme von Anlagen nach einer Stillstandsphase. Die erste Probenahme ist jeweils nach Systemfüllung und Inbetriebnahme der Umwälzpumpen vorzunehmen, jedoch bevor die Verdunstungs-Rückkühlanlage vollständig in Betrieb genommen wird.

Tabelle 11: Probenahmeintervalle in der Startphase nach der 1. Probenahme

Probenahme	Zeitintervalle
2. Probenahme	2 Wochen
3. Probenahme	6 Wochen
4. Probenahme	12 Wochen
5. Probenahme	24 Wochen

Bei den in Tabelle 11 aufgeführten Probenahmeintervallen ist auf die jahreszeitlich bedingte Inbetriebnahme Bedacht zu nehmen. Fällt der Betriebsbeginn in die zweite Jahreshälfte, so sind die aufgeführten Probenahmeintervalle entsprechend anzupassen.

- Verdunstungs-Rückkühlanlagen ohne Stillstandsphasen

Das Rückkühlsystem befindet sich in den Wintermonaten in betriebsbereitem Zustand. Es sind die in Tabelle 12 aufgeführten Probenahmen durchzuführen.

Betriebsbereiter Zustand bedeutet, dass der Biozidgehalt des Umlaufwassers den Soll-Betriebswerten entspricht und die Anlage daher sofort in den Betriebszustand übergehen kann.

Tabelle 12: Probenahmeterminale im Betrieb

Probenahme	Zeitpunkt
1. Probenahme	1 Woche nach Volllast-Betriebsbeginn, spätestens jedoch im April
2. Probenahme	zur Jahresmitte
3. Probenahme	spätestens 3 Monate nach der 2. Probenahme
4. Probenahme	zum Jahresende

6.2 Schweiz

Die Einleitungen aus mit Biozid behandelten Kühlwassersystemen von Kernkraftwerken müssen überwacht werden. Zur Behandlung sind bisher Wasserstoffperoxid und Natriumhypochlorit sowie bestimmte Hilfschemikalien der in Tabelle 13 angegebenen Dosierung bewilligt.

Tabelle 13: Überwachung der mit Biozid behandelten KKW-Kühlwassersystemen

Bewilligte Biozide			
Substanz	Dosierung	Periodizität	Menge
Natriumhypochlorit	Stoßdosierung bei geschlossener Kühlturmagflut	1-2 Wochen	130-260 kg/Stoß
	Bei hochgradiger Kontamination (Legionellen > 100 000 KBE/l) einmalige Intensivbehandlung bei geschlossener Kühlturmagflut mit maximal 1 800 kg NaClO		
Wasserstoffperoxid	Stoßdosierung	3-7 Tage	Bis 2 000 kg/Stoß
	Bei Bedarf	Kontinuierlich	Bis 100 kg/h

Bewilligte Hilfschemikalien			
Bodispergator	Spectrus BD1500	Bis 200kg pro Behandlung	Verbessert die Wirkung auf den Biofilm
Antischaummittel	Foamtrol AF1440E	Bei Bedarf Bis 50 kg pro Behandlung	Verringert die Schaumbildung
Neutralisationsmittel	Natriumthiosulfat (für Aktivchlor)	Bei Bedarf Bis 110 kg pro Behandlung	Abbau von Biozidresten

Die analytische Überwachung dient dem Nachweis des mikrobiologischen Zustandes des Hauptkühlwassers sowie der Einhaltung der Gewässerschutzbestimmungen und ist in den Tabellen 14, 15 und 16 zusammengestellt.

Tabelle 14: Mikrobiologische Kontrollen des Hauptkühlwassers und der Schwadenluft

Parameter und Probe	Wertebereich	Analysehäufigkeit
Legionella pneumophila mit Differenzierung der Serogruppen im Hauptkühlwasser	n.n. bis 1 000 KBE/l	Mindestens monatlich
	1 000 – 10 000 KBE/l	Alle 2 Wochen
	Ab 10 000 KBE/l	Wöchentlich
Genotypisierung von Legionellen-Isolaten	Ab 100 000 KBE/l	Nach Bedarf
Legionellenanalyse der Schwadenluft		2mal pro Jahr
Gesamtkoloniezahl im Hauptkühlwasser	Stabil	Mindestens alle 2 Wochen
	Starke Veränderungen	Wöchentlich

Die Überwachung der Behandlungen erfolgt wie in Tabelle 15 und 16 angegeben aufgrund allgemeiner Summenparameter und spezifischer Stoffe.

Tabelle 15: Allgemeine Überwachung

Parameter und Probe	Biozide/Hilfschemikalien	Analysehäufigkeit
gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) gesamt ungelöste Stoffe (GUS) Von Rückgabewasser und entnommenem Flusswasser	Wasserstoffperoxid	Einmal monatlich
	Natriumhypochlorit	Bei jeder Anwendung
Eingesetzte Mengen an Bioziden und Hilfschemikalien bilanzieren	Alle	Bei jeder Anwendung

Tabelle 16: Zusätzliche Überwachung beim Einsatz von Natriumhypochlorit

Parameter und Probe	Menge	Analysehäufigkeit
halogenierte organische Verbindungen (AOX) Von Hauptkühlwasser und Rückgabewasser	130kg	Einmal monatlich
	>130kg	Bei jeder Anwendung
Überwachung Aktivchlor während der Behandlung im Hauptkühlwasser		Bei jeder Anwendung mit DPD-Methode oder durch Redoxpotentialmessungen

Parameter und Probe	Menge	Analysehäufigkeit
Kontrolle Aktivchlor im Hauptkühlwasser vor Beginn der Abflut		Bei jeder Anwendung mit DPD-Methode
Überwachung Aktivchlor und Chloramine in der Abluft des Kühlturms und der Umgebungsluft des Werkareals		Bei jeder Anwendung
Leuchtbakterientest von Hauptkühlwasser, Rückgabewasser und entnommenem Rheinwasser	>520kg	Einmal pro Intensivbehandlung
AMES-Test von Hauptkühlwasser und Rückgabewasser	>520kg	Einmal pro Intensivbehandlung

Die Einleitbedingungen nach der **Gewässerschutzverordnung** vom 28.10.1998 (GSchV, SR 814.201) und der Bewilligung des Bundesrates zur Entnahme und Einleitung von Kühlwasser vom 03.12.2004 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 dürfen der AOX-Wert von 0,08 mg/l und der Gehalt an Aktivchlor von 0,05 mg/l nicht überschritten werden.

In der vermischten Abflut sind die Vorgaben der EU-Fischgewässerrichtlinie 2006/44/EG einzuhalten. Beim Restchlor liegt der zu unterschreitende Wert bei 5 µg/l HOCl im Rhein.

Bei einer allfälligen Intensivbehandlung mit Natriumhypochlorit (mehr als 520 kg NaOCl) werden die Unterlieger, insbesondere die Wasserkraftwerke, vorher informiert.

Über die im Hauptkühlwasser gemessenen Legionellenkonzentrationen und Gesamtkoloniezahlen wird in einem Monatsbericht informiert. In einem Jahresbericht sowie an den jährlichen Fachgesprächen erfolgt eine umfangreichere Berichterstattung und Bewertung (Zusammenstellung aller Biozideinsätze und aller gemäß Überwachungsprogramm durchgeführten Messungen).

6.3 Deutschland

Die Überwachung von Kühlsystemen von Kraftwerken und Kühlsystemen zur indirekten Kühlung von industriellen und gewerblichen Prozessen erfolgt bei Anlagen, die der IE-Richtlinie unterliegen (Richtlinie 2010/75/EU über **I**ndustrie**e**missionen) gemäß den dortigen Anforderungen (bzw. den in nationales Recht überführten Anforderungen). Bei sonstigen Kühlsystemen mit direkter Ableitung von Abwasser erfolgt die Überwachung durch die jeweilig zuständige Wasserbehörde gemäß den Anforderungen der Einleiteerlaubnis. Bei der indirekten Ableitung von Abwasser in die öffentliche Kanalisation erfolgt die Überwachung durch die abwasserbeseitigungspflichtige Körperschaft gemäß den satzungsrechtlichen Anforderungen oder auch durch die zuständige Wasserbehörde.

Darüber hinaus haben die Betreiber von Abwasseranlagen umfassende Eigenüberwachungspflichten. Da es in Deutschland hierzu noch keine einheitliche Verordnung gibt, sind die jeweiligen Anforderungen der Selbstüberwachungsverordnungen der deutschen Bundesländer zu erfüllen. Zum Beispiel wurde in NRW bei zwei Erlaubnisverfahren vom Betreiber ein einjähriges Biomonitoring gefordert, um die biologischen Auswirkungen einer Einleitung nach Biozideinsatz zu bewerten und die Erlaubnis wurde auf 1 Jahr befristet.

6.4 Frankreich

Für Industrieanlagen außer Kernkraftwerken sehen die Ministerialverordnungen vom 14.12.2013 eine Überwachung der Emissionen in Wasser mindestens in der in Tabelle 17 angegebenen Häufigkeit vor.

Tabelle 17: Überwachung der Emissionen

Kenngrößen	Messfrequenz
P, Schwebstoffe gesamt, As, Pb, Fe, Cu, Ni, Zn und Verbindungen	Jährlich
CSB (chemischer Sauerstoffbedarf), Halogenierte organische Verbindungen (in AOX), THM (Trihalomethane), Cl ⁻ , Br	Vierteljährlich

Zusätzlich sehen die Texte vor, dass der Betreiber eine Überwachung der Einleitungen spezifischer Abbauprodukte der verwendeten Biozide einrichtet, die Auswirkungen auf die Umwelt haben und in der Behandlungsstrategie aufgeführt werden.

Die Messungen werden von einer von dem Ministerium für Ökologie, nachhaltige Entwicklung und Energie zugelassenen Stelle an einer für den Anlagenbetrieb repräsentativen Stelle entweder durch Dauerentnahme über eine halbe Stunde oder durch zwei Stichproben im Abstand von einer halben Stunde durchgeführt.

6.5 Niederlande

Innerhalb des Kühlsystems muss die Überwachung gemäß BREF Industrial Cooling Systems erfolgen.

Der Antragsteller muss in seinem Genehmigungsantrag begründen, warum Biozide zur Konditionierung des Kühlsystems erforderlich sind. Dabei müssen der Umfang des Biozid- und Hilfsstoffverbrauchs, wie auch die Art des Monitorings und der Steuerung der Dosierung, um zu einem optimalen Verbrauch zu kommen (geringstmöglicher Verbrauch, bei dem kein Bewuchs im Kühlsystem auftritt) beschrieben werden. Die gewählte Strategie, die zu einem bestimmten Verbrauch führt, darf nicht zur Überschreitung (lokaler) Zielsetzungen für die Wasserqualität führen und muss der Immissionsprüfung entsprechen.