FLOWCHEM® Wasserbehandlung oHG

POSITIONSPAPIER

Schmutz kann man nicht desinfizieren.

Ein ursachenorientierter Ansatz für nachhaltige Wasserhygiene in Verdunstungskühlanlagen

Ursachen verstehen.
Chemie minimieren.
Hygiene nachhaltig gestalten.

Dipl. – Ing. Kerstin Heise
FLOWCHEM® Wasserbehandlung oHG
Februar 2026 Version 1.0

Inhaltsverzeichnis

V Vorwort

Warum dieses Positionspapier entstanden ist

01 Warum wir Wasserhygiene neu denken sollten

Ausgangssituation · Zielsetzung · Ursachenorientierung

02 Verdunstungskühlanlagen sind biologische Systeme

Offene Systeme · Biofilm · Mikrobiom · Schmutzeintrag

03 Legionellen verstehen

Ursachen erkennen statt Symptome bekämpfen

04 Chemische Desinfektion

Möglichkeiten · Grenzen · Verantwortung

05 Das Biozidminimierungsgebot

Nachhaltigkeit · Umwelt · Verantwortung

06 Kontinuierliche physikalische Desinfektion

UV-Technologie als Bestandteil eines ganzheitlichen Hygienekonzeptes

07 Offene wissenschaftliche Fragestellungen

Was wissen wir – und was sollten wir weiter untersuchen?

Schlusswort Gesetze, Normen und technische Grundlagen · Über den Autor

VORWORT

Warum dieses Positionspapier entstanden ist

Seit vielen Jahren beschäftige ich mich mit der Wasserhygiene in Verdunstungskühlanlagen. In dieser Zeit habe ich viele unterschiedliche Anlagen, Betreiber und Hygienekonzepte kennengelernt.

Dabei ist mir immer wieder dieselbe Frage begegnet:

Behandeln wir eigentlich die Ursache eines Problems – oder nur dessen Symptome?

Dieses Positionspapier ist nicht entstanden, weil ich bestehende Verfahren infrage stellen möchte. Es ist entstanden, weil ich davon überzeugt bin, dass technischer Fortschritt nur dann möglich ist, wenn wir bereit sind, unsere Denkweisen regelmäßig zu überprüfen.

Wasser ist kein steriles Medium. Verdunstungskühlanlagen sind keine sterilen Systeme. Sie sind komplexe technische und biologische Lebensräume. Wer sie dauerhaft sicher betreiben möchte, muss beide Seiten verstehen.

Ich wünsche mir, dass die Diskussion über Wasserhygiene künftig noch stärker von Ursachenanalyse, technischem Verständnis und Nachhaltigkeit geprägt wird. Chemische Desinfektion hat ihren Platz. Physikalische Verfahren haben ihren Platz. Entscheidend ist jedoch, dass jede Maßnahme bewusst, nachvollziehbar und verantwortungsvoll gewählt wird.

Dieses Positionspapier erhebt nicht den Anspruch, alle Antworten zu geben. Es soll Fragen stellen, Denkanstöße geben und den fachlichen Dialog fördern.

Wenn es dazu beiträgt, dass Betreiber, Planer, Behörden und die nächste Generation von Fachleuten Wasserhygiene ganzheitlicher betrachten, dann hat es seinen Zweck erfüllt.

01 · KAPITEL

Warum wir Wasserhygiene neu denken sollten

Die sichere Beherrschung mikrobiologischer Risiken in Verdunstungskühlanlagen gehört zu den wichtigsten Aufgaben eines verantwortungsvollen Anlagenbetriebs. Gesetzliche Anforderungen, technische Regeln und anerkannte Hygienestandards verfolgen dabei ein gemeinsames Ziel: den Schutz von Mensch und Umwelt vor wasserassoziierten Krankheitserregern, insbesondere Legionellen.

Dabei ist eine wichtige Differenzierung erforderlich: Verdunstungskühlanlagen sind offene wasserführende Systeme und beherbergen natürlicherweise eine Vielzahl unterschiedlicher Mikroorganismen. Das Vorhandensein von Bakterien allein stellt daher nicht zwangsläufig ein hygienisches Problem dar. Im Mittelpunkt der besonderen Gefahrenbetrachtung stehen Legionellen, da diese sich unter geeigneten Bedingungen vermehren und über Aerosole aus der Anlage in die Umgebung gelangen können. Entscheidend ist deshalb nicht die möglichst vollständige Beseitigung der natürlichen mikrobiellen Gemeinschaft, sondern die Vermeidung und Beherrschung von Betriebsbedingungen, die eine hygienisch relevante Vermehrung von Legionellen begünstigen.

In der betrieblichen Praxis wird bei erhöhten Legionellenbefunden häufig zunächst über geeignete Desinfektionsmaßnahmen diskutiert. Dabei richtet sich der Fokus oftmals auf die Auswahl eines geeigneten Biozids oder dessen Dosierung.

Aus meiner Sicht greift diese Betrachtungsweise jedoch zu kurz.

Legionellen sind in den meisten Fällen nicht die Ursache einer hygienischen Auffälligkeit, sondern deren Folge. Sie vermehren sich dort, wo technische, hydraulische oder hygienische Rahmenbedingungen dies ermöglichen. Wer dauerhaft sichere Anlagen betreiben möchte, sollte deshalb nicht ausschließlich die Mikroorganismen bekämpfen, sondern vor allem die Ursachen ihrer Vermehrung verstehen und beseitigen.

Dieses Positionspapier verfolgt deshalb einen anderen Ansatz.

Es soll nicht die Vor- oder Nachteile einzelner Desinfektionsverfahren gegeneinander ausspielen. Ebenso wenig soll der Einsatz chemischer Biozide grundsätzlich infrage gestellt werden. Vielmehr möchte dieses Papier dazu anregen, Wasserhygiene als Zusammenspiel von Technik, Mikrobiologie, Betriebsführung und Umweltverantwortung zu betrachten.

Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen wie:

- Warum entstehen hygienische Probleme in Verdunstungskühlanlagen?
- Welche Rolle spielen Schmutz, Biofilme und das Mikrobiom?
- Welche Möglichkeiten und Grenzen besitzen chemische und physikalische Desinfektionsverfahren?
- Welche Bedeutung hat das Biozidminimierungsgebot für einen nachhaltigen Anlagenbetrieb?
- Und wie können Betreiber langfristig sichere Hygienekonzepte entwickeln, die sowohl den Anforderungen der Anlagensicherheit als auch dem Umweltschutz gerecht werden?

Dieses Positionspapier versteht sich ausdrücklich nicht als abschließende wissenschaftliche Bewertung. Vielmehr soll es den fachlichen Dialog fördern, bestehende Denkweisen hinterfragen und Impulse für eine nachhaltige Weiterentwicklung der Wasserhygiene geben.

Denn nachhaltige Hygiene beginnt nicht mit der Auswahl eines Desinfektionsmittels. Sie beginnt mit dem Verständnis der Ursachen.

LEITSATZ

Nachhaltige Hygiene beginnt nicht mit der Auswahl eines Desinfektionsmittels. Sie beginnt mit dem Verständnis der Ursachen.

02 · KAPITEL

Verdunstungskühlanlagen sind biologische Systeme – keine sterilen Wasserkreisläufe

Die besondere Herausforderung offener Kühlsysteme

Verdunstungskühlanlagen unterscheiden sich grundlegend von geschlossenen Wasserkreisläufen.

Während geschlossene Systeme weitgehend von ihrer Umgebung abgeschirmt sind, stehen Verdunstungskühlanlagen in ständigem Kontakt mit der Atmosphäre. Sie arbeiten nach dem Prinzip der Verdunstungskühlung und führen kontinuierlich große Luftmengen durch die Anlage. Dabei entsteht ein Effekt, der für die Hygiene von entscheidender Bedeutung ist.

Verdunstungskühlanlagen wirken gleichzeitig als Luftwäscher.

Mit der angesaugten Luft gelangen kontinuierlich Staub, Pollen, Mikroorganismen, organische Stoffe und weitere Partikel in den Wasserkreislauf. Die Zusammensetzung dieser Stoffe verändert sich je nach Jahreszeit, Wetterlage, Standort und Umgebungsbedingungen.

Gerade in längeren Trockenperioden steigt der Staubeintrag häufig deutlich an.

Dieser kontinuierliche Eintrag ist systembedingt und lässt sich auch durch einen ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb nicht vollständig vermeiden.

Deshalb beginnt jede nachhaltige Hygienestrategie mit der Erkenntnis, dass Verdunstungskühlanlagen niemals sterile Systeme sein können.

Wasser lebt

Wasser ist kein steriles Medium.

Sobald Wasser mit Luft, Werkstoffen und natürlichen Umweltstoffen in Kontakt kommt, beginnen biologische Prozesse.

Mikroorganismen siedeln sich auf Oberflächen an, bilden Gemeinschaften und reagieren auf die vorhandenen Umweltbedingungen.

Diese Vorgänge gehören zu den natürlichen Eigenschaften jedes wasserführenden Systems.

Die Aufgabe der Wasserhygiene besteht daher nicht darin, jede mikrobielle Aktivität vollständig zu verhindern.

Ziel ist vielmehr, Bedingungen zu schaffen, unter denen sich hygienisch relevante Mikroorganismen nicht in kritischem Umfang vermehren können.

Biofilme gehören zur Natur

An jeder wasserberührten Oberfläche entsteht mit der Zeit ein Biofilm.

Dieser Prozess beginnt bereits wenige Minuten nach dem Kontakt zwischen Wasser und Materialoberfläche.

Biofilme bestehen nicht ausschließlich aus Bakterien.

Sie setzen sich aus einer Vielzahl von Mikroorganismen sowie einer selbst gebildeten Matrix zusammen, die den beteiligten Organismen Schutz und Lebensraum bietet.

Biofilme sind daher zunächst kein Zeichen mangelhafter Anlagenhygiene.

Sie sind ein natürlicher Bestandteil nahezu aller wasserführenden technischen Systeme.

Entscheidend ist nicht ihre bloße Existenz.

Entscheidend ist, wie sich Biofilme entwickeln, welche Stoffe eingetragen werden und wie die Anlage betrieben und gepflegt wird.

Das Mikrobiom einer Verdunstungskühlanlage

Innerhalb eines Biofilms leben zahlreiche unterschiedliche Mikroorganismen. Bakterien, Pilze, Algen und Protozoen bilden komplexe Lebensgemeinschaften.

Zwischen diesen Organismen bestehen Konkurrenz-, Symbiose- und Stoffwechselbeziehungen.

Auch Legionellen können Bestandteil dieses Mikrobioms sein. Sie treten jedoch nur unter bestimmten Bedingungen in erhöhten Konzentrationen auf.

Sie treten jedoch nur unter bestimmten Bedingungen in erhöhten Konzentrationen auf.

Welche Veränderungen chemische Desinfektionsmaßnahmen langfristig innerhalb solcher mikrobiellen Gemeinschaften bewirken, wird wissenschaftlich weiterhin untersucht.

Viele Wechselwirkungen sind bis heute noch nicht vollständig verstanden.

Aus meiner Sicht spricht dies dafür, chemische Eingriffe in solche Systeme auf das notwendige Maß zu beschränken und die Ursachen mikrobieller Belastungen vorrangig technisch und betrieblich zu minimieren.

Schmutz ist der entscheidende Faktor

Ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Hygiene von Verdunstungskühlanlagen ist der kontinuierliche Eintrag von Schmutz und organischen Stoffen.

Diese Stoffe dienen Mikroorganismen als Nährstoffquelle und fördern Ablagerungen auf wasserberührten Oberflächen.

Deshalb lautet ein grundlegender Leitsatz dieses Positionspapiers:

Schmutz muss verhindert, reduziert oder entfernt werden.

Keine Desinfektionsmaßnahme – weder chemisch noch physikalisch – kann dauerhaft erfolgreich sein, wenn die eigentlichen Ursachen bestehen bleiben.

Die nachhaltigste Form der Legionellenprävention beginnt daher nicht mit der Auswahl eines Desinfektionsmittels.

Sie beginnt mit einer sauberen, gut gewarteten und technisch richtig betriebenen Anlage.

Zusammenfassung

Verdunstungskühlanlagen sind keine sterilen technischen Systeme, sondern komplexe biologische Lebensräume.

Schmutzeintrag, Biofilme und mikrobielle Gemeinschaften gehören zu ihrem natürlichen Betriebszustand.

Die Aufgabe moderner Wasserhygiene besteht deshalb nicht darin, biologische Prozesse vollständig zu unterdrücken, sondern sie durch geeignete technische, betriebliche und hygienische Maßnahmen so zu steuern, dass gesundheitliche Risiken vermieden werden.

Nur wer die biologischen Zusammenhänge versteht, kann nachhaltige Hygienekonzepte entwickeln.

LEITSATZ

Verdunstungskühlanlagen sind keine sterilen Systeme. Nachhaltige Wasserhygiene bedeutet nicht, biologisches Leben zu verhindern, sondern mikrobiologische Risiken durch Ursachenkontrolle zu beherrschen

03 · KAPITEL

Legionellen verstehen – Ursachen erkennen statt Symptome bekämpfen

Legionellen sind Teil unserer natürlichen Umwelt

Legionellen sind keine außergewöhnlichen Krankheitserreger, sondern natürlich vorkommende Wasserbakterien. Sie lassen sich in Oberflächengewässern, Böden und technischen Wassersystemen nachweisen.

Ihre bloße Anwesenheit ist daher zunächst kein Hinweis auf eine hygienische Fehlfunktion.

Erst wenn technische oder betriebliche Bedingungen ihre Vermehrung begünstigen, können Konzentrationen entstehen, die hygienisch relevant werden.

Die entscheidende Frage lautet deshalb nicht:

„Wie töten wir Legionellen ab?“

Sondern:

„Warum konnten sich Legionellen überhaupt vermehren?“

Legionellenbefunde als Hinweis auf veränderte Systembedingungen

Aus unserer Sicht sind erhöhte Legionellenkonzentrationen in erster Linie ein Hinweis darauf, dass sich die biologischen und technischen Randbedingungen einer Anlage verändert haben.

Legionellen entstehen nicht plötzlich.

Sie profitieren von Bedingungen, die ihnen Wachstum und Vermehrung ermöglichen. Deshalb sollten erhöhte Befunde immer Anlass sein, die Ursachen systematisch zu analysieren.

Nicht jeder positive Legionellenbefund bedeutet automatisch, dass die Desinfektionsstrategie angepasst werden muss.

Die eigentlichen Ursachen liegen häufig im System

Die Erfahrung aus der Praxis zeigt, dass erhöhte Legionellenkonzentrationen meist mehrere Ursachen gleichzeitig haben.

Hierzu gehören beispielsweise:

- erhöhter Schmutzeintrag,
- organische Belastungen,
- unzureichende Reinigung,
- ungünstige Wasserführung,
- hydraulische Totzonen,
- mangelhafte Wartung,
- sowie betriebliche Veränderungen.

Legionellen nutzen diese Bedingungen. Sie erzeugen sie jedoch nicht.

Deshalb erscheint es aus unserer Sicht zielführender, die Ursachen nachhaltig zu beseitigen, anstatt sich ausschließlich auf die Bekämpfung der Symptome zu konzentrieren.

Ursachenanalyse vor Maßnahmen

Jede wirksame Hygienestrategie sollte mit einer strukturierten Ursachenanalyse beginnen.

Hierzu gehören unter anderem folgende Fragen:

- Hat sich die Wasserqualität verändert?
- Ist der Schmutzeintrag gestiegen?
- Wurde die Reinigung regelmäßig durchgeführt?
- Gibt es Hinweise auf verstärkte Biofilmentwicklung?
- Haben sich Betriebsparameter verändert?
- Sind hydraulische Schwachstellen vorhanden?

Erst wenn diese Fragen beantwortet sind, kann beurteilt werden, welche Maßnahmen langfristig geeignet sind.

Chemische und physikalische Maßnahmen richtig einordnen

Desinfektionsverfahren – unabhängig davon, ob chemisch oder physikalisch – sind wichtige Werkzeuge der Wasserhygiene.

Sie können jedoch die Ursachen einer mikrobiellen Belastung nicht ersetzen.

Keine Desinfektionsmaßnahme entfernt Schmutz.

Keine Desinfektionsmaßnahme beseitigt hydraulische Schwachstellen.

Keine Desinfektionsmaßnahme ersetzt Reinigung und Wartung.

Deshalb sollte Desinfektion immer Bestandteil eines ganzheitlichen Hygienekonzeptes sein und nicht dessen alleiniger Schwerpunkt.

Ein Perspektivwechsel

Die klassische Fragestellung lautet häufig:

„Welches Biozid setzen wir jetzt ein?“

Wir schlagen eine andere Reihenfolge vor:

- Warum ist der Befund entstanden?
- Welche Ursachen können wir technisch beseitigen?
- Welche Maßnahmen verhindern ein erneutes Auftreten?
- Und welche Desinfektionsstrategie unterstützt dieses Konzept am nachhaltigsten?

Dieser Perspektivwechsel stellt aus unserer Sicht die Grundlage einer langfristig erfolgreichen Wasserhygiene dar.

Zusammenfassung

Legionellen sind nicht die Ursache hygienischer Probleme, sondern ein Hinweis darauf, dass die Bedingungen innerhalb einer Anlage ihre Vermehrung begünstigt haben.

Eine nachhaltige Hygienestrategie sollte deshalb nicht ausschließlich auf die Reduzierung von Legionellen abzielen, sondern die technischen, biologischen und betrieblichen Ursachen ihrer Vermehrung in den Mittelpunkt stellen.

Erst Ursachen verstehen. Dann Maßnahmen auswählen.

LEITSATZ

Die wichtigste Frage lautet nicht: Wie beseitigen wir Legionellen? Die wichtigste Frage lautet: Warum konnten sie sich vermehren?

04 · KAPITEL

Chemische Desinfektion – Möglichkeiten, Grenzen und Verantwortung

Chemische Desinfektion ist ein bewährtes Verfahren

Die chemische Desinfektion gehört seit vielen Jahren zu den etablierten Verfahren zur Kontrolle mikrobiologischer Belastungen in wasserführenden Systemen.

Oxidierende und nichtoxidierende Biozide können – bei fachgerechter Auswahl und Anwendung – Mikroorganismen wirksam reduzieren und sind deshalb ein wichtiger Bestandteil vieler Hygienekonzepte.

Ihr Einsatz unterliegt jedoch hohen Anforderungen hinsichtlich Wirksamkeit, Arbeitsschutz, Umweltverträglichkeit und Anlagensicherheit.

Wie jede technische Maßnahme besitzen auch chemische Desinfektionsverfahren spezifische Stärken und Grenzen.

Chemie ersetzt keine Ursachenbeseitigung

Eine chemische Desinfektion reduziert Mikroorganismen.

Sie entfernt jedoch keine Ablagerungen.

Sie beseitigt keinen Schmutzeintrag.

Sie verbessert keine Hydraulik.

Sie ersetzt keine Reinigung.

Sie korrigiert keine konstruktiven Schwachstellen.

Deshalb sollte eine chemische Behandlung immer Bestandteil eines Gesamtkonzeptes sein und niemals die eigentliche Ursachenanalyse ersetzen.

Verdunstungskühlanlagen stellen besondere Anforderungen

Als offene Systeme unterliegen Verdunstungskühlanlagen einem kontinuierlichen Eintrag von Staub, organischen Stoffen und Mikroorganismen.

Diese Belastung beginnt unmittelbar nach jeder Reinigung erneut.

Damit entsteht eine Situation, in der mikrobiologische Prozesse kontinuierlich stattfinden.

Die Auswahl einer geeigneten Hygienestrategie sollte diese besonderen Betriebsbedingungen berücksichtigen.

Unterschiedliche Wirkstoffe – unterschiedliche Eigenschaften

Nicht jedes Biozid wirkt gleich.

Oxidierende und nichtoxidierende Wirkstoffe unterscheiden sich hinsichtlich Wirkmechanismus, Einwirkzeit, Stabilität, Materialverträglichkeit und Umweltverhalten.

Auch die tatsächliche Wirksamkeit wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst, unter anderem durch:

- organische Belastungen,
- Schmutzeintrag,
- pH-Wert,
- Temperatur,
- Biofilme,
- Kontaktzeit,
- Konzentration,
- hydraulische Verhältnisse.

Deshalb lässt sich die Wirksamkeit eines Biozids nicht allein anhand seiner chemischen Eigenschaften beurteilen.

Das Mikrobiom verdient Beachtung

Biofilme bestehen aus komplexen mikrobiellen Lebensgemeinschaften.

Der Einsatz chemischer Biozide beeinflusst zwangsläufig diese biologischen Systeme.

Welche langfristigen Auswirkungen wiederholte chemische Eingriffe auf die Zusammensetzung des Mikrobioms haben, ist wissenschaftlich bislang nicht vollständig geklärt.

Ebenso wird untersucht, in welchem Umfang sich Desinfektionsstrategien auf die Kultivierbarkeit bestimmter Mikroorganismen und damit auf mikrobiologische Nachweisverfahren auswirken können.

Aus unserer Sicht sollten diese offenen Fragestellungen bei der Weiterentwicklung zukünftiger Hygienekonzepte stärker berücksichtigt werden.

Mehr Chemie bedeutet nicht automatisch mehr Sicherheit

In der Praxis wird der Einsatz chemischer Biozide häufig durch zusätzliche Hilfsstoffe ergänzt, beispielsweise durch Biodispergatoren. Dadurch werden mehrere chemische Produkte beziehungsweise Wirkstoffe in das System eingebracht.

Biodispergatoren werden unter anderem eingesetzt, um Ablagerungen und Biofilmstrukturen zu lösen oder deren Ablösung zu unterstützen und damit die Zugänglichkeit für Desinfektionswirkstoffe zu verbessern.

Dieser Vorgang sollte jedoch nicht ausschließlich unter dem Gesichtspunkt einer verbesserten Biozidwirkung betrachtet werden. Durch das Anlösen oder Öffnen von Biofilmstrukturen können Biofilmbestandteile, organisches Material und darin eingebundene Mikroorganismen mobilisiert und in das Kreislaufwasser freigesetzt werden. Organische Bestandteile können dabei grundsätzlich auch als Nährstoffgrundlage für andere Mikroorganismen zur Verfügung stehen.

Entscheidend ist deshalb, dass mobilisierte Biofilm- und Schmutzbestandteile anschließend wirksam aus dem System entfernt werden. Ein chemisches Aufbrechen oder Dispergieren eines Biofilms ohne ausreichende Austragung der freigesetzten Bestandteile ist aus unserer Sicht nicht mit einer nachhaltigen Ursachenbeseitigung gleichzusetzen.

Gerade hier zeigt sich erneut der Unterschied zwischen der Behandlung eines biologischen Symptoms und der Beseitigung seiner Ursache: Was aus einem Biofilm oder einer Ablagerung gelöst wird, ist nicht automatisch aus der Anlage entfernt.

Nach unserer Auffassung sollte deshalb stets geprüft werden, ob das angestrebte Hygieneschutzziel durch Reinigung, Austrag, geeignete Betriebsführung und technische beziehungsweise physikalische Maßnahmen mit einem geringeren Chemikalieneinsatz erreicht werden kann.

Verantwortung endet nicht an der Anlage

Mit dem Einsatz chemischer Biozide beginnt auch Verantwortung für deren sicheren Umgang.

Hierzu gehören unter anderem:

- Lagerung,
- Dosierung,
- Arbeitsschutz,
- Dokumentation,
- Reststoffmanagement,
- sowie die Einhaltung wasserrechtlicher Anforderungen bei der Ableitung des Wassers.

Je nach eingesetztem Wirkstoff können vor einer Einleitung Neutralisationsmaßnahmen oder weitere Anforderungen zu berücksichtigen sein.

Ein nachhaltiges Hygienekonzept sollte deshalb den gesamten Lebenszyklus des Wassers betrachten – von der Desinfektion bis zur umweltgerechten Ableitung.

Zusammenfassung

Chemische Desinfektionsverfahren sind ein wichtiges Instrument der Wasserhygiene.

Ihre Wirksamkeit hängt jedoch wesentlich von den jeweiligen Anlagenbedingungen und ihrer fachgerechten Anwendung ab.

Sie ersetzen weder Reinigung noch Ursachenanalyse.

Nachhaltige Hygiene entsteht nicht durch den größtmöglichen Chemikalieneinsatz, sondern durch das ausgewogene Zusammenspiel von Technik, Betrieb, Reinigung und – dort, wo erforderlich – Desinfektion.

LEITSATZ

Wenn eine chemische Desinfektion regelmäßig erforderlich wird, sollte nicht nur gefragt werden, welches Biozid eingesetzt werden soll, sondern auch, warum die Anlage überhaupt dauerhaft auf eine chemische Unterstützung angewiesen ist.

05 · KAPITEL

Das Biozidminimierungsgebot – Nachhaltige Wasserhygiene beginnt mit der Vermeidung unnötiger Chemie

Ein Grundsatz moderner Wasserhygiene

Der Einsatz chemischer Biozide kann ein wichtiger Bestandteil eines Hygienekonzeptes sein.

Gleichzeitig gilt in Europa seit vielen Jahren ein grundlegender Gedanke:

Chemische Wirkstoffe sollten nur dort eingesetzt werden, wo sie tatsächlich erforderlich sind.

Dieses Prinzip dient nicht nur dem Schutz der menschlichen Gesundheit, sondern auch dem Schutz der Umwelt, der Gewässer und der natürlichen Stoffkreisläufe.

Das Biozidminimierungsgebot ist deshalb weit mehr als eine rechtliche Vorgabe.

Es beschreibt eine verantwortungsvolle Haltung im Umgang mit chemischen Stoffen.

Weniger Chemie bedeutet nicht weniger Sicherheit

Häufig wird angenommen, dass ein höherer Chemikalieneinsatz automatisch zu einer höheren hygienischen Sicherheit führt.

Diese Schlussfolgerung greift jedoch zu kurz.

Ein nachhaltiges Hygienekonzept entsteht nicht durch möglichst viele chemische Maßnahmen.

Es entsteht durch eine Kombination aus:

- guter Anlagenplanung,
- konsequenter Reinigung,
- minimiertem Schmutzeintrag,
- fachgerechter Betriebsführung,
- kontinuierlicher Überwachung
- und einer geeigneten Desinfektionsstrategie.

Chemische Biozide sind dabei ein Werkzeug. Sie sind jedoch nicht das eigentliche Hygienekonzept.

Verantwortung endet nicht an der Dosierpumpe

Jeder eingesetzte Biozidwirkstoff muss beschafft, gelagert, dosiert, überwacht und letztlich auch wieder verantwortungsvoll aus dem Wasserkreislauf entfernt werden.

Damit entstehen zusätzliche Anforderungen an:

- den Arbeitsschutz,
- die Betriebssicherheit,
- die Dokumentation,
- den Gewässerschutz
- sowie die Abwasserbehandlung.

Ein nachhaltiges Hygienekonzept berücksichtigt deshalb den gesamten Lebensweg des eingesetzten Wirkstoffes.

Der ökologische Blickwinkel

Verdunstungskühlanlagen sind Teil des Wasserkreislaufes.

Das Wasser verlässt die Anlage irgendwann wieder.

Deshalb endet die Verantwortung des Betreibers nicht mit einer erfolgreichen Desinfektion.

Je nach eingesetztem Biozid sind vor einer Einleitung wasserrechtliche Anforderungen einzuhalten.

Oxidierende und nichtoxidierende Wirkstoffe unterscheiden sich dabei erheblich hinsichtlich ihres Umweltverhaltens, ihrer Abbaubarkeit und ihrer möglichen Auswirkungen auf aquatische Lebensgemeinschaften.

Aus unserer Sicht sollte deshalb bereits bei der Auswahl einer Hygienestrategie berücksichtigt werden, welche Folgen der Einsatz chemischer Stoffe über den eigentlichen Anlagenbetrieb hinaus haben kann.

Nachhaltigkeit bedeutet Ursachenkontrolle

Das wirksamste Biozid ist häufig dasjenige, das gar nicht eingesetzt werden muss.

Nicht, weil Chemie grundsätzlich vermieden werden soll.

Sondern weil technische und hygienische Maßnahmen die Entstehungsbedingungen für mikrobiologische Belastungen bereits deutlich reduzieren können.

Schmutzvermeidung.

Regelmäßige Reinigung.

Optimierte Wasserführung.

Vermeidung unnötiger Stagnation.

Kontinuierliche Überwachung.

Diese Maßnahmen greifen an den Ursachen an.

Sie bilden die Grundlage jeder nachhaltigen Wasserhygiene.

Physikalische Verfahren als konsequente Weiterentwicklung

Vor diesem Hintergrund gewinnen physikalische Desinfektionsverfahren zunehmend an Bedeutung.

Sie verfolgen einen anderen Ansatz.

Anstatt chemische Wirkstoffe in den Wasserkreislauf einzubringen, erfolgt die Desinfektion kontinuierlich durch physikalische Prozesse.

Dadurch können – je nach Anlagenkonzept und Betriebsbedingungen – chemische Biozide reduziert oder in geeigneten Fällen sogar entbehrlich werden.

Aus unserer praktischen Erfahrung zeigt sich, dass UV-Desinfektionsanlagen bei fachgerechter Planung und konsequenter Anlagenhygiene einen wichtigen Beitrag zu einem nachhaltigen Hygienekonzept leisten können.

Sie ersetzen keine Reinigung.

Sie ersetzen keine Ursachenanalyse.

Sie ergänzen jedoch ein Gesamtkonzept durch eine kontinuierliche physikalische Desinfektion – ohne zusätzliche chemische Belastung des Wassers.

Ein neuer Blick auf Wasserhygiene

Vielleicht besteht der größte Fortschritt der kommenden Jahre nicht in der Entwicklung immer neuer Biozide.

Vielleicht besteht er darin, Wasserhygiene künftig stärker als Zusammenspiel von Technik, Mikrobiologie, Umweltverantwortung und nachhaltigem Anlagenbetrieb zu verstehen.

Das Biozidminimierungsgebot weist bereits heute in diese Richtung.

Zusammenfassung

Nachhaltige Wasserhygiene bedeutet nicht, möglichst viele chemische Wirkstoffe einzusetzen.

Nachhaltige Wasserhygiene bedeutet, chemische Eingriffe auf das notwendige Maß zu beschränken und technische, betriebliche sowie physikalische Maßnahmen konsequent auszuschöpfen.

Das Biozidminimierungsgebot ist deshalb nicht nur eine regulatorische Anforderung.

Es ist Ausdruck einer verantwortungsvollen Ingenieurphilosophie.

LEITSATZ

Die nachhaltigste Desinfektion ist diejenige, die durch ein intelligentes Anlagenkonzept und konsequente Ursachenkontrolle auf das notwendige Maß reduziert werden kann.

06 · KAPITEL

Kontinuierliche physikalische Desinfektion – Ein neuer Denkansatz in der Wasserhygiene

Vom Reagieren zum kontinuierlichen Schutz

Viele Hygienemaßnahmen beginnen erst dann, wenn bereits eine mikrobiologische Auffälligkeit festgestellt wurde.

Es wird reagiert.

Eine nachhaltige Wasserhygiene verfolgt jedoch einen anderen Ansatz.

Nicht die Reaktion auf ein Problem steht im Mittelpunkt. Sondern die kontinuierliche Vermeidung günstiger Bedingungen für dessen Entstehung.

Dieser Perspektivwechsel eröffnet neue Möglichkeiten für moderne Hygienekonzepte.

Kontinuierliche Desinfektion statt punktueller Eingriffe

Physikalische UV-Desinfektionsanlagen arbeiten kontinuierlich.

Bei jedem Umlauf durchströmt das Wasser den Bestrahlungsbereich und wird behandelt.

Dadurch entsteht eine kontinuierlich wirkende hygienische Barriere innerhalb des Wasserkreislaufs.

Im Gegensatz dazu erfolgen chemische Desinfektionsmaßnahmen häufig zeitlich begrenzt oder in Intervallen.

Beide Verfahren verfolgen unterschiedliche Strategien.

Während chemische Verfahren Wirkstoffe in das Wasser einbringen, nutzt die UV-Desinfektion ausschließlich physikalische Energie.

Keine zusätzliche chemische Belastung

Die UV-Desinfektion arbeitet ohne Biozide.

Dem Wasserkreislauf werden keine chemischen Wirkstoffe zugesetzt.

Dadurch entstehen keine Biozidrückstände, die hinsichtlich Lagerung, Dosierung oder späterer Ableitung berücksichtigt werden müssen.

Gerade unter dem Gesichtspunkt des Biozidminimierungsgebots stellt dies einen wesentlichen Vorteil physikalischer Verfahren dar.

UV ersetzt keine Hygiene

Dieser Punkt ist besonders wichtig.

Eine UV-Anlage entfernt keinen Schmutz.

Sie beseitigt keine Ablagerungen.

Sie verhindert keine Biofilmbildung.

Sie ersetzt weder Reinigung noch Wartung.

Auch konstruktive oder hydraulische Schwachstellen können durch UV nicht kompensiert werden.

Die UV-Desinfektion ist deshalb kein Ersatz für gute Anlagenhygiene.

Sie ist deren Ergänzung.

Gerade diese Einordnung macht physikalische Verfahren langfristig erfolgreich.

Unsere Praxiserfahrung

Über viele Jahre begleiten wir Verdunstungskühlanlagen, in denen kontinuierliche UV-Desinfektionsanlagen eingesetzt werden.

Unsere Erfahrungen zeigen, dass unter geeigneten technischen Voraussetzungen hygienisch sichere Betriebszustände auch ohne eine dauerhafte chemische Biozidbehandlung erreicht werden können.

Voraussetzung hierfür sind:

- eine technisch einwandfreie Anlage,
- regelmäßige Reinigung,
- kontrollierter Schmutzeintrag,
- fachgerechte Betriebsführung,
- kontinuierliche Überwachung,
- sowie eine richtig ausgelegte UV-Desinfektion.

Diese Erfahrungen verstehen wir ausdrücklich als Praxisbeobachtungen.

Sie ersetzen keine wissenschaftlichen Untersuchungen, zeigen jedoch, welches Potenzial kontinuierliche physikalische Verfahren in einem ganzheitlichen Hygienekonzept besitzen können.

Ein Blick in die Zukunft

Die Wasserhygiene entwickelt sich kontinuierlich weiter.

Neben chemischen Verfahren gewinnen technische und physikalische Lösungen zunehmend an Bedeutung.

Nicht, weil sie chemische Verfahren grundsätzlich ersetzen sollen.

Sondern weil sie neue Möglichkeiten eröffnen, den Einsatz von Bioziden auf das notwendige Maß zu begrenzen und damit sowohl den Anlagenbetrieb als auch Umweltaspekte stärker zu berücksichtigen.

Ein neuer Maßstab

Vielleicht sollte künftig nicht mehr ausschließlich gefragt werden:

"Welches Biozid setzen wir ein?"

Sondern:

- Wie vermeiden wir Schmutzeintrag?
- Wie stabilisieren wir das Mikrobiom?
- Wie reduzieren wir Biofilmbelastungen durch gute Anlagenhygiene?
- Wie erfüllen wir das Biozidminimierungsgebot?
- Und welche technische Lösung unterstützt dieses Ziel am nachhaltigsten?

Erst wenn diese Fragen beantwortet sind, sollte die Auswahl der geeigneten Desinfektionsstrategie erfolgen.

Zusammenfassung

Die kontinuierliche physikalische UV-Desinfektion stellt keinen Ersatz für Reinigung oder gute Anlagenhygiene dar.

Sie ist vielmehr ein technischer Baustein innerhalb eines ganzheitlichen Hygienekonzeptes.

Ihr besonderer Vorteil liegt darin, dass sie dauerhaft arbeitet, ohne chemische Wirkstoffe in den Wasserkreislauf einzubringen.

Dadurch kann sie – abhängig von den jeweiligen Anlagenbedingungen – einen wesentlichen Beitrag dazu leisten, den Einsatz chemischer Biozide zu reduzieren und das Biozidminimierungsgebot in der Praxis umzusetzen.

LEITSATZ

Die beste Desinfektion ist nicht die stärkste – sondern diejenige, die dauerhaft wirkt und gleichzeitig die Ursachen hygienischer Probleme nicht aus dem Blick verliert.

07 · KAPITEL

Offene wissenschaftliche Fragestellungen – Impulse für Forschung und Praxis

Fortschritt beginnt mit den richtigen Fragen

Die Wasserhygiene in Verdunstungskühlanlagen hat sich in den vergangenen Jahrzehnten erheblich weiterentwickelt. Dennoch bestehen zahlreiche Fragestellungen, die bislang nicht abschließend beantwortet sind.

Dieses Positionspapier erhebt deshalb nicht den Anspruch, alle Antworten zu kennen.

Vielmehr soll es dazu beitragen, Fragestellungen sichtbar zu machen, die aus unserer Sicht für die zukünftige Weiterentwicklung nachhaltiger Hygienekonzepte von Bedeutung sind.

Das Mikrobiom technischer Wassersysteme

Biofilme sind komplexe Lebensgemeinschaften aus Bakterien, Pilzen, Protozoen und weiteren Mikroorganismen.

Über ihre Zusammensetzung wissen wir bereits viel.

Über ihre langfristige Entwicklung unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen wissen wir dagegen noch vergleichsweise wenig.

Aus unserer Sicht stellen sich unter anderem folgende Fragen:

- Wie verändert sich das Mikrobiom einer Verdunstungskühlanlage über mehrere Betriebsjahre?
- Welche Auswirkungen haben unterschiedliche Reinigungsstrategien?
- Welche Rolle spielen Umweltbedingungen und Standortfaktoren?
- Welche biologischen Wechselwirkungen begrenzen oder fördern Legionellen?

Langfristige Auswirkungen chemischer Biozide

Chemische Biozide verändern zwangsläufig mikrobielle Lebensgemeinschaften.

Kurzfristige Wirksamkeitsnachweise liegen für viele Wirkstoffe vor.

Weniger bekannt sind dagegen die langfristigen Auswirkungen wiederholter chemischer Eingriffe auf die biologische Stabilität technischer Wassersysteme.

Hierzu könnten beispielsweise folgende Fragestellungen untersucht werden:

- Verändert sich die Zusammensetzung mikrobieller Gemeinschaften dauerhaft?
- Welche Bedeutung besitzen Biodispergatoren im Langzeitbetrieb?
- Gibt es Veränderungen innerhalb der Biofilmstruktur?
- Welche Auswirkungen ergeben sich für die ökologische Stabilität eines Wassersystems?

Aussagekraft mikrobiologischer Nachweisverfahren

Die mikrobiologische Überwachung bildet die Grundlage hygienischer Bewertungen.

Gleichzeitig entwickeln sich Nachweismethoden kontinuierlich weiter.

Aus unserer Sicht verdienen unter anderem folgende Fragen wissenschaftliche Aufmerksamkeit:

- Welchen Einfluss besitzen unterschiedliche Desinfektionsverfahren auf die Kultivierbarkeit von Legionellen?
- Welche Bedeutung haben VBNC-Zustände für die Bewertung hygienischer Risiken?
- Beeinflussen unterschiedliche Desinfektionsstrategien die Aussagekraft der DIN EN ISO 11731?
- Wie lassen sich kulturbasierte und molekularbiologische Verfahren sinnvoll miteinander kombinieren?

Kontinuierliche oder intermittierende Desinfektion

Chemische und physikalische Verfahren verfolgen unterschiedliche Strategien.

Während chemische Biozide häufig zeitlich begrenzt eingesetzt werden, arbeitet eine UV-Desinfektion kontinuierlich.

Hier ergeben sich interessante wissenschaftliche Fragestellungen:

- Welche Strategie führt langfristig zu den stabilsten hygienischen Verhältnissen?
- Welche Rolle spielen Betriebsunterbrechungen?
- Welche Bedeutung besitzt die kontinuierliche Behandlung des Umwälzwassers?
- Wie unterscheiden sich beide Strategien hinsichtlich Nachhaltigkeit und Umweltwirkung?

Wasserhygiene und Umwelt

Nachhaltige Wasserhygiene endet nicht an der Verdunstungskühlanlage.

Auch der weitere Weg des Wassers verdient Beachtung.

Aus unserer Sicht ergeben sich deshalb unter anderem folgende Fragen:

- Wie lassen sich Hygieneschutz und Gewässerschutz noch besser miteinander verbinden?
- Welche Auswirkungen besitzen unterschiedliche Desinfektionsstrategien auf die Abwasserbehandlung?
- Welche technischen Möglichkeiten bestehen, den Einsatz chemischer Wirkstoffe weiter zu reduzieren?

Der Mensch im Mittelpunkt

Technik allein garantiert keine Hygiene.

Entscheidend sind die Menschen, die Anlagen planen, betreiben und überwachen.

Deshalb stellt sich vielleicht die wichtigste Frage überhaupt:

Wie können wir zukünftige Generationen von Planern, Betreibern und Behörden dabei unterstützen, Wasserhygiene noch stärker als ganzheitliches System zu verstehen?

LEITSATZ

Wer alle Antworten kennt, stellt keine Fragen mehr. Wer die richtigen Fragen stellt, ermöglicht Fortschritt.

Schlusswort

Dieses Positionspapier versteht sich nicht als Abschluss einer Diskussion.

Es versteht sich als Einladung.

Eine Einladung, bekannte Verfahren kritisch zu hinterfragen.

Eine Einladung, technische und biologische Zusammenhänge gemeinsam zu betrachten.

Und eine Einladung, nachhaltige Hygienekonzepte weiterzuentwickeln.

Denn wissenschaftlicher Fortschritt beginnt selten mit einer neuen Antwort.

Er beginnt fast immer mit einer neuen Frage.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Gesetze und Verordnungen

Hier stehen alle rechtlich verbindlichen Grundlagen.

- 42. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (42. BImSchV)
- Biozidprodukte-Verordnung (EU) Nr. 528/2012
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Abwasserverordnung (AbwV)
- Weitere einschlägige europäische Rechtsvorschriften

Technische Regeln und Normen

- VDI 2047 Blatt 2
- DIN EN ISO 11731
- DIN EN 13623
- DIN EN ISO 19458
- weitere relevante DIN-, ISO- oder EN-Normen

Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes

www.uba.de

Veröffentlichungen des Robert Koch-Instituts

www.rki.de

Über die Autorin

Seit vielen Jahren beschäftigt sich die Autorin mit der technischen Hygiene von Verdunstungskühlanlagen und wasserführenden Systemen. Im Mittelpunkt ihrer Tätigkeit stehen die praktische Begleitung von Anlagen, die Bewertung hygienischer Fragestellungen sowie die Entwicklung nachhaltiger und technisch fundierter Hygienekonzepte.

Die tägliche Arbeit mit Betreibern, Fachplanern, Laboren und Behörden hat gezeigt, dass technische Lösungen allein häufig nicht ausreichen. Dauerhaft erfolgreiche Wasserhygiene entsteht dort, wo Technik, Mikrobiologie, Betriebsführung und Umweltverantwortung gemeinsam betrachtet werden.

Im Laufe der Jahre ist dabei die Überzeugung gewachsen, dass eine nachhaltige Legionellenprävention in erster Linie auf dem Verständnis der Ursachen beruhen sollte. Die Analyse von Schmutzeintrag, Biofilmen, Betriebsbedingungen und Anlagenkonzepten ist aus Sicht der Autorin die Grundlage jeder langfristig erfolgreichen Hygienestrategie.

Dieses Positionspapier ist deshalb nicht als Kritik an bestehenden Verfahren entstanden. Es ist eine Einladung zum fachlichen Dialog. Ziel ist es, Erfahrungen aus der Praxis mit dem aktuellen Stand von Technik und Wissenschaft zu verbinden und Denkanstöße für eine nachhaltige Weiterentwicklung der Wasserhygiene zu geben.

Die Autorin erhebt dabei nicht den Anspruch, alle Antworten zu kennen. Im Gegenteil: Viele Fragestellungen sind wissenschaftlich noch nicht abschließend geklärt. Gerade deshalb erscheint es wichtig, praktische Erfahrungen, wissenschaftliche Erkenntnisse und offene Forschungsfragen gemeinsam zu betrachten.

Die Motivation für dieses Positionspapier ist einfach:

Die nächste Generation von Fachleuten sollte nicht nur bessere Technologien zur Verfügung haben, sondern auch ein tieferes Verständnis für die biologischen, technischen und ökologischen Zusammenhänge wasserführender Systeme entwickeln.

Wenn dieses Positionspapier dazu beiträgt, den fachlichen Austausch zu fördern, neue Fragen anzustoßen und nachhaltige Lösungen für die Wasserhygiene weiterzuentwickeln, hat es seinen Zweck erfüllt.