Verdunstungskühlanlagen

- Anforderungen aus der 42. Bundes-Immissionsschutzverordnung -

Dipl.-Ing. Hermann Langerbein

Dr. Christoph Sinder

DMT GmbH & Co. KG
Anlagen- & Produktsicherheit
Tremoniastr. 13, 44137 Dortmund
Christoph.Sinder@dmt-group.com

TÜV NORD GROUP

DMT

Verdunstungskühlanlagen

Anforderungen aus der 42. Bundes-Immissionsschutzverordnung

- Rechtliche Anforderungen an Verdunstungskühlanlagen
- Gefährdungen durch Mikroorganismen in Verdunstungskühlanlagen
- Schadensfälle durch Legionellen
- Gefährdungsbeurteilung von Verdunstungskühlanlagen nach 42. BImSchV und VDI 2047

Verdunstungskühlanlagen
Rechtliche Anforderungen

SGB VII
DGUV-Vorschriften

BImSchG
42. BImSchV

StGB
Taten zum Nachteil des Lebens, der Gesundheit oder der Umwelt

BetrSichV
Unterweisung
Gefährdungs-beurteilung

Verdunstungs-kühlanlagen

IfSG
Generalklauseln nach §§ 16, 25, 28
Abwasser nach § 41 I

ArbeitsschutzG
Stand der Technik
Arbeitsstätte

Baurecht
Gefahrenabwehr

BGB
§§ 823 ff (Schadensersatzpflicht)
§ 1004

Rechtliche Anforderungen: 42. BImSchV

Bundesrat

Drucksache 242/17

23.03.17

U - AIS - G - Wi

Verordnung
der Bundesregierung

Zweiundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider - 42. BImSchV)

Bundesrepublik Deutschland
Die Bundeskanzlerin

Berlin, 22. März 2017

An die
Präsidentin des Bundesrates
Frau Ministerpräsidentin
Malu Dreyer

Verkündung:
19. Juli 2017

Inkrafttreten:
19. August 2017
19. Juli 2018 (§13)

Zweck der 42. BImSchV

- Bundeseinheitliche Anwendung des „Standes der Technik“ sowie
- Festlegung unmittelbar anwendbarer technischer und organisatorischer Pflichten
  - bei der Errichtung und beim Betrieb von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern umzusetzen
- Ziel ist es Gefahren zu verhindern sowie die Auswirkung dennoch eintretender nicht ordnungsgemäßer Betriebszustände zu mindern

Geltungsbereich der 42. BImSchV

Die Verordnung gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von Anlagen, in denen Wasser verrieselt oder versprüht ….. wird

1) Verdunstungskühlanlagen
   Anlage, bei der durch Verdunstung von Wasser Wärme an die Umgebungsluft abgeführt wird (über Verrieselungs- / Verregnungseinrichtung für Kühlwasser und Wärmeübertrager), ausgenommen Kühltürme

2) Kühltürme
   Anlagen wie unter 1), in der die Luft i. W. durch den natürlichen Zug (Kaminbauwerk) durch den Kühlturm gefördert wird und mit einer Kühlleistung von > 200 Megawatt je Luftaustritt

3) Nassabscheider
   Abscheider, der dem Entfernen fester, flüssiger und gasförmiger Verunreinigungen aus einem Abgas mit Hilfe einer Waschflüssigkeit dient (Verunreinigung wird an Waschflüssigkeit gebunden und mit dieser abgeschieden)

Geltungsbereich der 42. BImSchV

Die Verordnung gilt nicht für

- Kühlanlagen, bei denen
  Kondenswasserbildung durch Taupunktunterschreitung möglich ist
- Wärmeübertrager, in denen
  das die Prozesswärme aufnehmende Fluid in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird und die Prozesswärme ausschließlich direkt über Luftwärmeübertragung …. übertragen wird (Trockenkühler)
- Befeuchtungseinrichtungen in RLT-Anlagen
- Anlagen, in denen
  - Nutzwasser und Verrieselungsfläche dauerhaft $\geq$ 60 °C aufweisen
  - Nutzwasser dauerhaft pH-Werte $\leq$ 4 oder $\geq$ 10 aufweist
  - Nutzwasser dauerhaft > 100 Gramm Halogenide / Liter hat
- Nassabscheider, bei denen
  - Abgas mind. 10 sec. $\geq$ 72 °C erhitzt wird (Ableitung von trockenem Abgas)
  - ausschließlich Frischwasser im Durchlaufbetrieb eingesetzt wird
- Anlagen, die in einer Halle stehen und in diese emittieren

42. BImSchV: Begriffe

- **Bestandsanlage**
  Anlage, die vor dem 19.08.2017 errichtet und vor dem 19.02.2018 in Betrieb genommen worden ist
- **Neuanlage**
  Anlage, die keine Bestandsanlage ist
- **Inbetriebnahme**
  erstmalige Aufnahme des Betriebs einer neu errichteten Anlage
- **Änderung einer Anlage**
  Änderungen der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer Anlage, die sich auf die Vermehrung / Ausbreitung von Legionellen auswirken kann
- **Wiederinbetriebnahme**
  die erneute Aufnahme des Betriebs einer Anlage nach einer Änderung

42. BImSchV: Begriffe

- Nutzwasser
  - Wasser, das in einer Verdunstungskühlanlage / einem Kühlturm zum Zweck der Wärmeabfuhr eingesetzt wird und dabei im Kontakt mit der Atmosphäre steht (Kühlwasser)
  - Wasser, das in Nassabscheidern zum Zwecke der Reinigung eingesetzt wird und dabei im Kontakt mit der Atmosphäre steht (Waschflüssigkeit)
- Zusatzwasser
  das dem Nutzwasser zugesetzte Wasser
  (Ausgleich von Verdunstungsverlusten, Begrenzung der Eindickung)

42. BImSchV: Anforderungen

- §3(1) Anlagen ... sind so auszulegen, zu errichten und zu betreiben, dass Verunreinigungen des Nutzwassers durch Mikroorganismen, insbesondere Legionellen, nach dem Stand der Technik vermieden werden
- §3(2,3) Der Betreiber hat dafür zu sorgen, dass Anlagen so ausgelegt und errichtet werden, dass
  - Werkstoffe geeignet sind für Wasserqualität und Betriebsstoffe (z. B. Biozide, Reinigungsmittel)
  - Tropfenauswurf und Totzonen minimiert bzw. vermieden werden
  - wasserführende Bauteile möglichst vollständig entleert werden können
  - Biozide dem Nutzwasser zugesetzt werden können
  - Vorkehrungen für regelmäßige Überprüfungen (chem., physik., mikrobiol. Parameter), Probenahmen (mikrobiol. Untersuchungen) und Durchführung von Instandhaltungen getroffen werden

42. BImSchV: Anforderungen

- §3(4) Erstellung einer Gefährdungsanalyse vor Inbetriebnahme / Wiederinbetriebnahme der Anlagen unter Beteiligung einer hygienisch fachkundigen Person (Schulung nach VDI 6022 / VDI 2047)
- §3(5) Zusatzwasserqualität: Prüfwerte 2 für Legionellen dürfen nicht überschritten werden (1.000 KBE / 100 ml für Verdunstungskühlanlagen, Nassabscheider), gilt nicht für Anlagen mit Kühlwasserverweilzeit $\leq$ 1 Std.
- §3(6) Vor Inbetriebnahme / Wiederinbetriebnahme Durchführung von Prüfschritten unter Beteiligung einer hygienisch fachkundigen Person gemäß Anlage 2 der 42. BImSchV (gilt auch nach „Betriebsunterbrechung“ von > 1 Woche)

42. BImSchV: mikrobiologische Untersuchungen

Durchführung regelmäßiger Probenahmen und Laboruntersuchungen des Nutzwassers durch ein für die Matrix „Kühl- und Waschwasser“ akkreditiertes Labor unter Berücksichtigung der UBA-Empfehlungen vom 02.06.2017

- §4(2,3) Mindestens alle 3 Monate Untersuchung des Nutzwassers auf die Parameter „Legionellen“ und „allgemeine Koloniezahl“
  - Erstuntersuchung i. d. R. innerhalb 4 Wochen nach Inbetriebnahme / Wiederinbetriebnahme, spätestens bis 16.09.2017 (§3(7))
  - Mitteilungspflicht des Betreibers bezüglich Biozidzugabe (u. a. Menge, Zeitpunkt, Wirkstoff) an das Labor (§3(8)
- §§6,9 Bei Überschreitung der Prüfwerte bzw. des Maßnahmenwertes für Legionellen sind weitergehende Maßnahmen (abgestuft) zur Verminderung der Legionellenkonzentration bzw. zur Gefahrenabwehr notwendig

42. BImSchV: Prüf- & Maßnahmenwerte

Anlage 1
(zu den §§ 3, 4, 6, 8 bis 10, zu Anlage 3 und Anlage 4)

Prüfwerte und Maßnahmenwerte für die Konzentration von Legionellen im Nutzwasser

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

42. BImSchV: Überschreitung von Prüf- & Maßnahmenwerten

Bei Überschreitung der Prüfwerte 1 oder 2 unverzüglich zusätzliche Laboruntersuchung (Legionellen), bei Bestätigung

- Untersuchungen zur Aufklärung der Ursachen
- Ergreifung von Maßnahmen zum ordnungsgemäßen Betrieb
- Betriebsinterne Überprüfungen wöchentlich
- Laboruntersuchungen monatlich (Legionellen, allg. Koloniezahl)
- Sofortmaßnahmen zur Verminderung der Legionellenbelastung

Bei Überschreitung des Maßnahmenwertes zusätzlich

- Serotypisierung der nachgewiesenen Legionellen (sofort)
- Gefahrenabwehrmaßnahmen u. a. zur Vermeidung der Freisetzung mikroorganismenhaltiger Aerosole (bei Bestätigung)

42. BImSchV: Referenzwert als mikrobiologischer Normalzustand

- §4(1) Bestimmung des Referenzwertes für den Parameter „allgemeine Koloniezahl“ entweder über
  - mindestens 6 aufeinanderfolgende Laboruntersuchungen oder
  - anhand der Erstuntersuchung (jedoch max. 10.000 KBE / ml)
- §§5 Bei Überschreitung des Referenzwertes um den Faktor 100 oder mehr
  - Untersuchungen zur Aufklärung der Ursachen
  - Sofortmaßnahmen zur Verminderung der mikrobiellen Belastung
- §4(2) Mindestens zweiwöchentliche betriebsinterne Überprüfung der „allgemeinen Koloniezahl“ zur Sicherstellung der hygienischen Beschaffenheit des Nutzwassers (z. B. mit Dip-Slides)

- Die 42. BImSchV basiert wesentlich auf den Empfehlungen der VDI 2047-2 (Anpassungen im Detail sind zu erwarten)

42. BImSchV: Melde- & Anzeigepflichten

- §10 Der Betreiber hat bei Überschreitung der Maßnahmenwerte (Legionellen) die zuständige Behörde
  - unverzüglich gemäß Anlage 3 Teil 1 zu informieren
  - innerhalb von 4 Wochen u. a. über die ergriffenen Maßnahmen gemäß Anlage 3 Teil 2 zu informieren
- §13 (tritt am 19.07.2018 in Kraft) Der Betreiber hat
  - Neuanlagen spätestens einen Monat nach Erstbefüllung der zuständigen Behörde anzuzeigen (gemäß Anlage 4 Teil 2)
  - Bestandsanlagen spätestens einen Monat nach dem 19.07.2018 der zuständigen Behörde anzuzeigen (gemäß Anlage 4 Teil 2)
  - Änderungen der Anlage / Anlagenstilllegung / Betreiberwechsel innerhalb eines Monats der zuständigen Behörde anzuzeigen

42. BImSchV: Betriebstagebuch

- §12 Der Betreiber hat … ein Betriebstagebuch zu führen, in das mindestens die Informationen gemäß Anlage 4 Teil 1 einzustellen sind
  - Anlagen ID
  - Standort der Anlage (Geokoordinaten und Adresse)
  - Angaben zum Betreiber
  - Art der Anlage
  - Datum der erstmaligen Inbetriebnahme / Datum Stilllegung
  - Änderungen an der Anlage (Art, Zeitpunkt) und Angaben zum Betriebszustand (z. B. Betriebsunterbrechungen, Entleerung, Wiederbefüllung, Betrieb unter / ohne Last, Betriebsunterbrechungen etc.)
  - Überschreitung der Prüfwerte (u. a. welcher, wann, ergriffene Maßnahmen, Legionellenkonzentration nach Abschluss der Maßnahme)
  - Überschreitung der Maßnahmenwerte (u. a. wann, ergriffene Maßnahmen, Legionellenkonzentration nach Abschluss der Maßnahme)
  - Angaben zur Biozidzugabe (Zeitpunkt, Menge, Wirkstoff etc.)
  - Sonstige geforderte Nachweise (z. B. über mikrobielle Kontrolluntersuchungen, Überprüfungen der Anlage nach §14, ….)

42. BImSchV: Sachverständigenprüfung

- §14 Der Betreiber hat die Anlage nach der Inbetriebnahme regelmäßig alle 5 Jahre durch
  - einen öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen oder
  - eine akkreditierte Inspektionsstelle Typ A nach DIN EN ISO 17020

  auf den ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb überprüfen zu lassen.

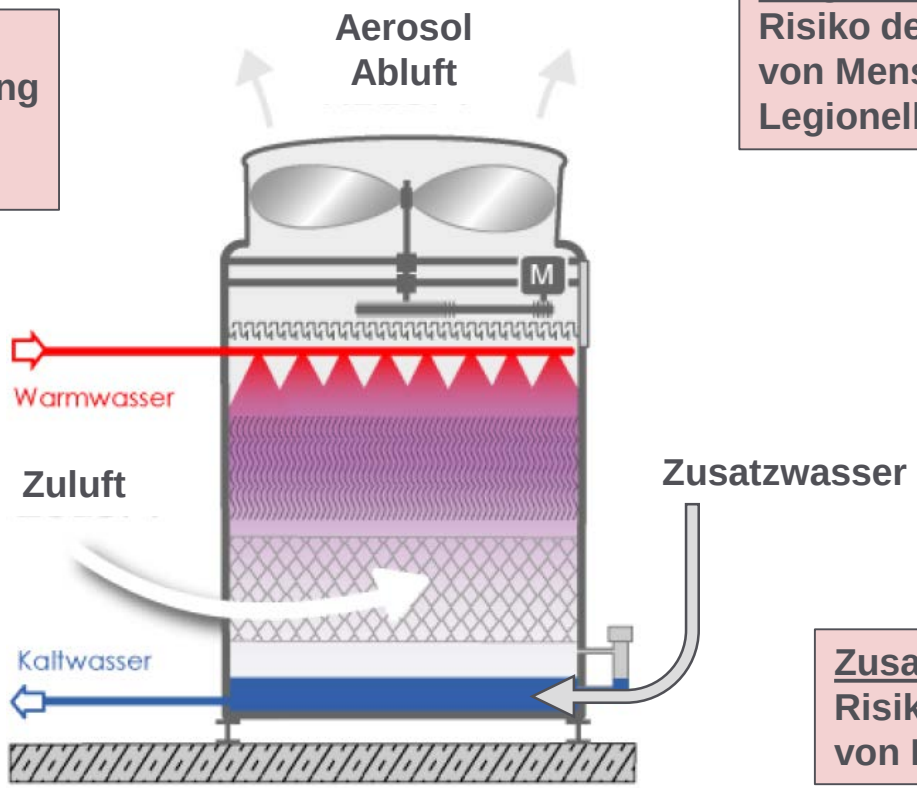
Inbetriebnahme der Anlage vor dem	Erste Überprüfung bis zum
19.08.2011	19.08.2019
19.08.2013	19.08.2020
19.08.2015	19.08.2021
19.08.2017	19.08.2022

Das Ergebnis der Überprüfung ist der zuständigen Behörde mitzuteilen

Betroffene Anlagen und Risikokette

<u>Abluft</u>:
Risiko der Freisetzung von Legionellen im Aerosol

<u>Umgebung</u>:
Risiko der Exposition von Menschen mit Legionellen



<u>Prozess</u>:
Risiko der Vermehrung von Legionellen in Biofilmen

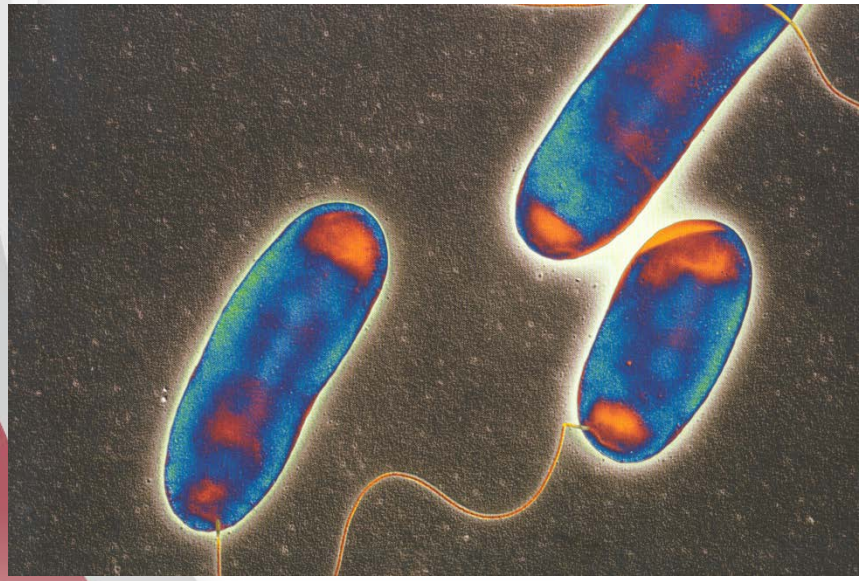
<u>Zusatzwasser</u>:
Risiko des Eintrags von Legionellen

Quelle: Grafik BAC

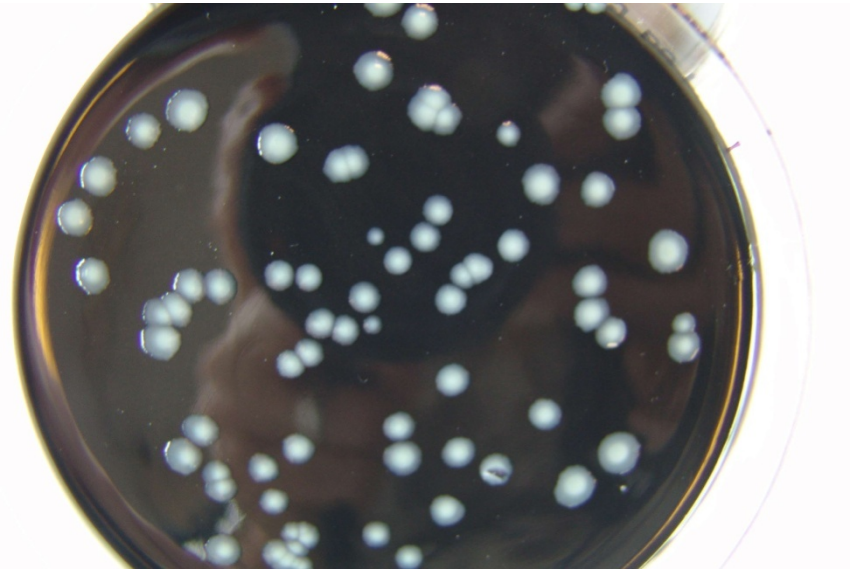
Mikrobiologie der Legionellen

Legionellen – Vorkommen und hygienische Bedeutung in wasserführenden Systemen

Legionella pneumophila
Elektronenmikroskop (100.000 fach)
Quelle: GEO 2002

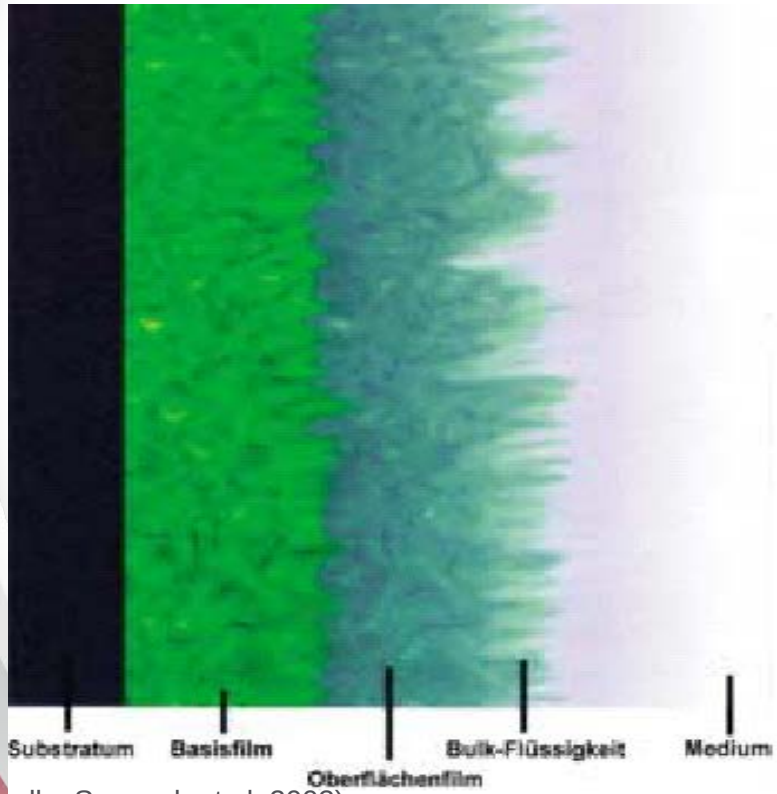


Kolonien auf Spezialmedium sichtbar gemacht (Quelle: DMT)

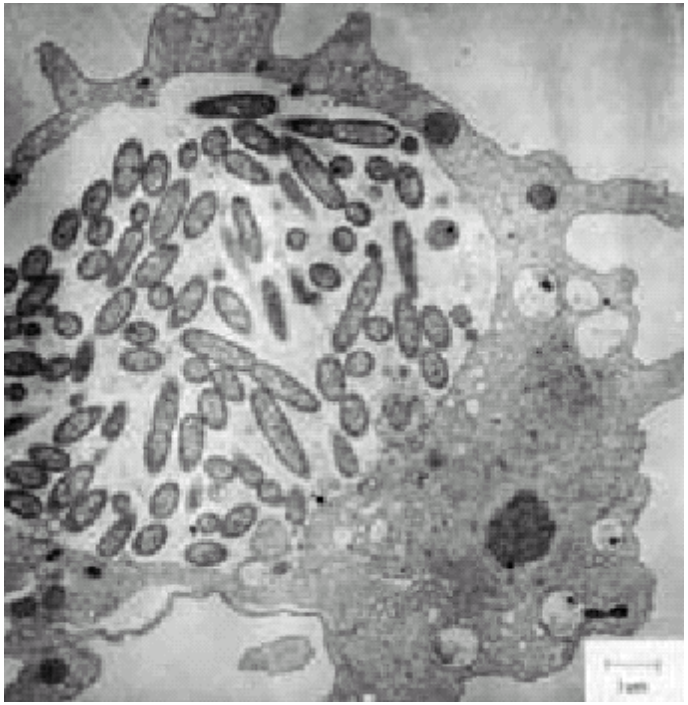


Mikrobiologie der Legionellen

Legionellen bevorzugen Lebenspartner (z. B. Amöben) und das Leben im Biofilm



(Quelle: Szewzyk et al. 2003)

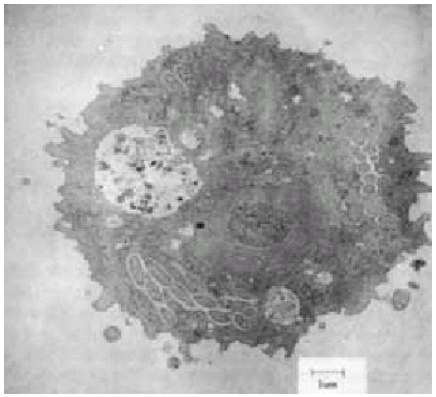


Amöbe mit Legionellenbefall – fortgeschrittenes Stadium (aus Tiefenbrunner et. al.)

Gesundheitsrisiken durch Legionellen

Übertragung von Legionellen als Krankheitserreger auf den Menschen erfolgt über:

- Inhalation infektiöser, lungengängiger Aerosole
- Eine direkte Übertragung von Mensch zu Mensch gilt als ausgeschlossen.



Amöbe mit Legionellenbefall (Frühstadium)(aus Tiefenbrunner et. al.)

Klinik der Legionellenerkrankungen

Kriterien	Legionärskrankheit (schwere Verlaufsform)	Pontiac-Fieber (leichte Verlaufsform)
Erkrankungsquote	1 – 5 % der Exponierten	> 90 % der Exponierten
Inkubationszeit	2 – 10 Tage	1 – 2 Tage
Symtome	Hohes Fieber, Kopf-, Glieder-, Muskelschmerzen, Atemnot, Durchfall, Verwirrtheit	Fieber, Kopf-, Glieder-, Muskelschmerzen, Verwirrtheit, „**Sommergrippe**“
Lungenerkrankung	**Lungenentzündung** (atypische Pneumonie)	keine Lungenentzündung
Erkrankungsdauer	> 30 Tage	2 – 5 Tage
Todesrate	10 – 15 %	keine
Erkrankungen (D)	32.000 / a	> 80.000 / a ?

Schadensfälle: Bsp. für Epidemien durch Legionellen

Jahr	Ort und Ursache	Erkrankte	Todesfälle
1999	Alcoy (Spanien), Kühlturm	177	11
2000	Melbourne (Australien, Kühlturm	125	4
2001	Murcia (SP), Kühlturm	> 800	6
2003	Cerdanyola (Spanien), Kühlturm	113	2
2003	Hereford (GB), Kühlturm	28	2
2003	Rom (I), Kühlturm	15	1
2003/4	Pas-de-Calais (FR), umliegende Region, Kühlturm	86	18
2004	Lidköping (S), Kühlturm	30	2
2005	Pflegeheim Sven Oaks in Toronto (Can), Kühlturm	127	21
2010	Ulm (D), Kühlturm	69	5
2014	Vila Franca de Xira (P), Kühltürme	334	10

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

Nach 42. BImSchV gehören zur Gefährdungsanalyse die Schritte

- Risikoanalyse
  - mögliche Gefährdungen identifizieren
  - Risiko hinsichtlich des potentiellen Schadenausmaßes und der Eintritts-Wahrscheinlichkeit betrachten

- Risikobewertung
  - Priorisierung der Risiken hinsichtlich der hygienischen Sicherheit
  - Erstellung eines Maßnahmenplans

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

nötige Arbeitsunterlagen nach VDI 2047 und 42. BImSchV

- Betriebshandbuch mit mindestens folgenden Angaben:
  - Anlagenschema
  - technische Daten
  - eingesetzte Werkstoffe
  - Behandlungsprogramme
  - Betriebsweise
  - Reinigungs- und Instandhaltungsprogramme
  - Wasserbeschaffenheit
  - Bewertung des Aufstellortes

- Festlegung von Verantwortlichkeiten

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

Risikofaktoren

- Zusatzwasser
- Kreislaufwasser
- Wasserbehandlung
- Konstruktion der Rückkühlwerke
- eingesetzte Materialien
- Standort
- Stoffeintrag
- Prozess-Steuerung
- Qualifikation des Personals
- Betrieb- und Instandhaltung

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

Risikofaktoren

- Zusatzwasser
  - Qualität des Zusatzwassers einschließlich der Schwankungsbreite der relevanten Parameter muss bekannt sein

- Nutzwasser (Kreislaufwasser)
  - Die Qualität des Nutzwassers ist sowohl hinsichtlich mikrobiologischer wie auch physikalischer / chemischer Parameter entscheidend für den hygienischen Betrieb des Systems.

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

Risikofaktoren

- Wasserbehandlung
  - Verhinderung von Belägen und Korrosionen
  - Kontrolle der mikrobiologischen Aktivitäten

- Konstruktion der Rückkühlwerke
  - Zugänglichkeit zu den einzelnen Bauteilen für Inspektions-, Reinigungs- und Wartungstätigkeiten
  - Stagnation von Wasser ist zu vermeiden
  - geeignete Tropfenabscheider
  - keine Totenden

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

Risikofaktoren

- Standort
  - Nicht in der Nähe oder Hauptwindrichtung von RLT-Anlagen
  - ..

- Stoffeintrag
  - Wäscht Stoffe aus der Luft aus, Nährstoffeintrag durch Staubeintrag, Blätter usw.

Fotos: Hermann Langerbein

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

Bewertung Risikofaktoren

Kategorie I:
Ein Risikofaktor der Kategorie I hat in der Regel keinen direkten Einfluss auf den hygienischen Betrieb des Systems.

Kategorie II:
Bei einem Risikofaktor der Kategorie II ist mit einer möglichen Beeinträchtigung des hygienischen Betriebs zu rechnen.

Kategorie III:
Die Zuordnung eines Risikofaktors in die Kategorie III erfolgt wenn eine konkrete Beeinträchtigung des hygienischen Betriebs zu befürchten ist bzw. bereits vorliegt.

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

Priorität der Maßnahmen

Priorität 1:
Mit der Umsetzung ist unmittelbar nach dem Vorliegen der Gefährdungsbeurteilung zu beginnen.

Priorität 2:
Mit Vorliegen der Gefährdungsbeurteilung soll die Umsetzung der Maßnahmen innerhalb von 6 Monaten erfolgen.

Priorität 3:
Maßnahmen der Priorität 3 können bei Bedarf umgesetzt werden.

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

	Bewertung der Ist-Situation		Notwendige Maßnahmen	
Qualität des Rohwassers	Als Rohwasser wird Flusswasser eingesetzt. Mikrobiologische Untersuchungen vom Flusswasser liegen nicht in ausreichenden Intervallen vor.	Kategorie 3	Die physikalisch-, chemischen sowie die mikrobiologischen Wasserwerte vom Flusswasser müssen bekannt, wenn keine Aufbereitung erfolgt. In jedem Fall muss die chemische und mikrobiologische Zusammensetzung des Zusatzwassers an der Übergabestelle bekannt sein. Mikrobiologische Untersuchung des Flusswassers	Priorität 1

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

	Bewertung der Ist-Situation		Notwendige Maßnahmen	
Prozesssteuerung	Betrieb von März bis Oktober. In der Stillstandzeit wird das System entleert. Während der Betriebszeiten sind keine Stillstandzeiten vorgesehen. Es ist keine leitfähigkeits-gesteuerte Absalzung installiert. Die Absalzung erfolgt zurzeit über das Rückspülen der Filter.	Kategorie 2	Die Steuerung der Absalzung über eine leitfähigkeitsgesteuerte Online-Messtechnik wird zur Vermeidung von Ablagerungen empfohlen.	Priorität 2

Gefährdungsbeurteilung an Verdunstungskühlanlagen

Gefährdungen aufgrund der Lage

gefährdet sind laut Statistik

- immungeschwächte Personen
- alte und kranke Personen
- Raucher
- Männer

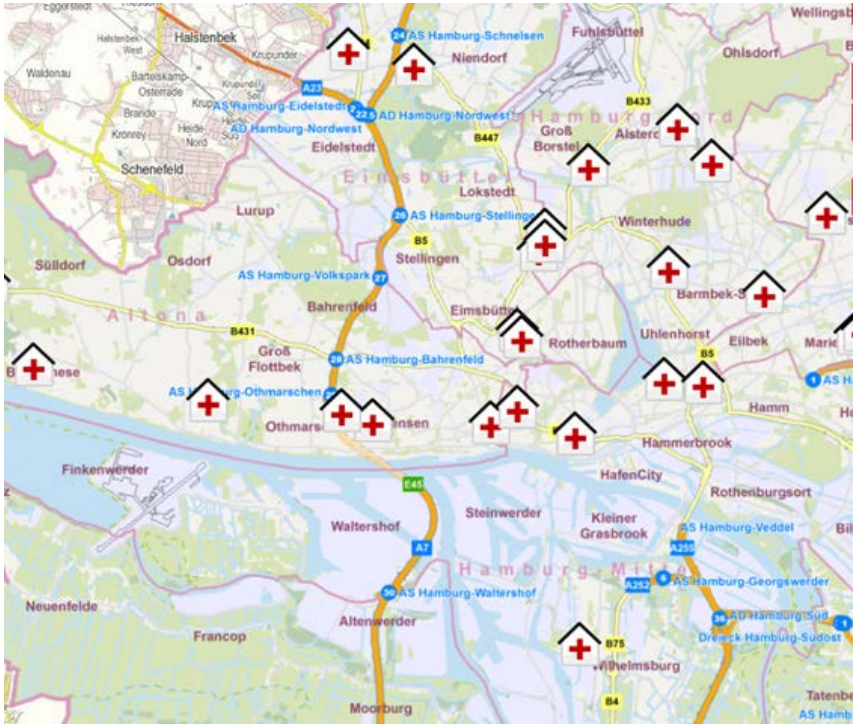


Bild: Krankenhausportal - hamburg.de

Zusammenfassung

- Die 42. BImSchV ist zum 19.07.2017 in Kraft getreten
- Gilt für Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider
- Soll Legionellenausbrüche verhindern
- Bis zum 19.08.2018 mussten die Anlagen gemeldet werden
- Regelmäßige mikrobiologische Untersuchungen sind zwingend
- Eine Gefährdungsbeurteilung ist vorgeschrieben
- Bis zum 19.08.2019 sind die ersten Anlagen zu prüfen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit