

A photograph of a large industrial building with a curved roof and a metal facade. Scaffolding is visible on the left side, and various pipes and structures are in the foreground. The sky is clear and blue.

Dipl.-Phys. Thomas Wollstein VDI  
technisch-wissenschaftlicher  
Mitarbeiter der VDI-Gesellschaft  
Bauen und Gebäudetechnik

Ansprechpartner für:

- Facility-Management
- Aufzugstechnik
- Reinraumtechnik
- Sanitärtechnik

# Kühlturmhygiene-Quickie

## Schnelldurchlauf durch die VDI 2047 Blatt 2

1. Warum diese Richtlinie?
2. Eigenlob stinkt (aber nicht immer).
3. Struktur der Richtlinie
4. Highlights
5. Kompetenz vermitteln/erwerben – Schulungen



## Warum diese Richtlinie?

Verdunstungskälte ist einfach zu haben:

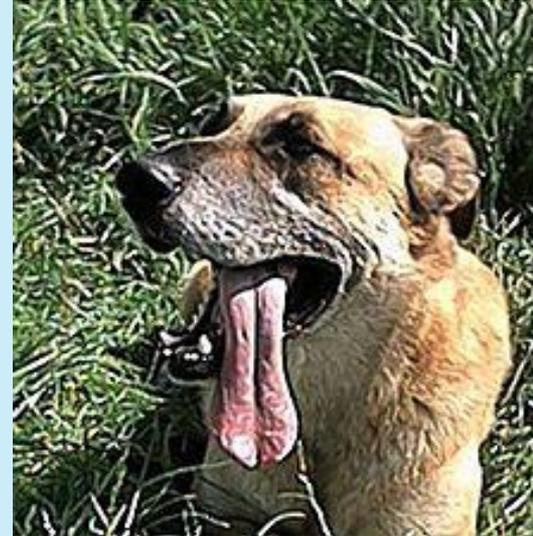
1 kg Wasser → 2,3 MJ (!)

Wasser ist

- preiswert
- (fast) überall verfügbar
- umweltfreundlich

Daher:

- vermutlich 6-stellige Zahl von Verdunstungskühlanlagen in Deutschland
- ca. 4000 geschätzt in den Niederlanden



## Was kann passieren?

Aber:

Wasser  
+ Wärme  
+ luftgetragenes Material =

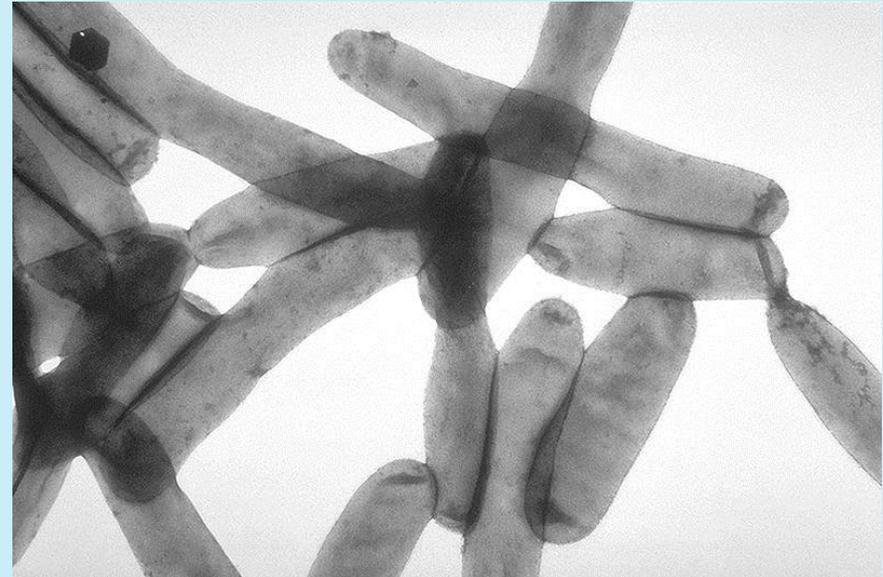
Ulm, 2010:

5 Tote, ca. 60 Erkrankte

Warstein, 2013:

2 Tote, ca. 160 Erkrankte

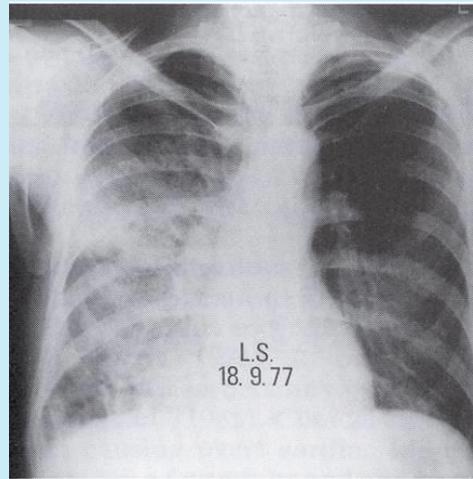
Absage Montgolfiade mit 200000  
erwarteten Gästen



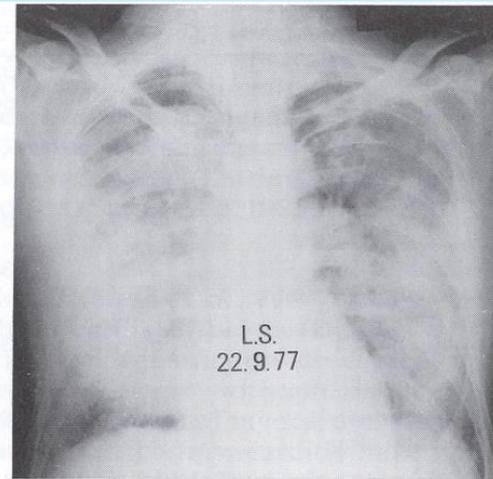
## Das können Legionellen bewirken!



gesunde Lunge



bei Einlieferung

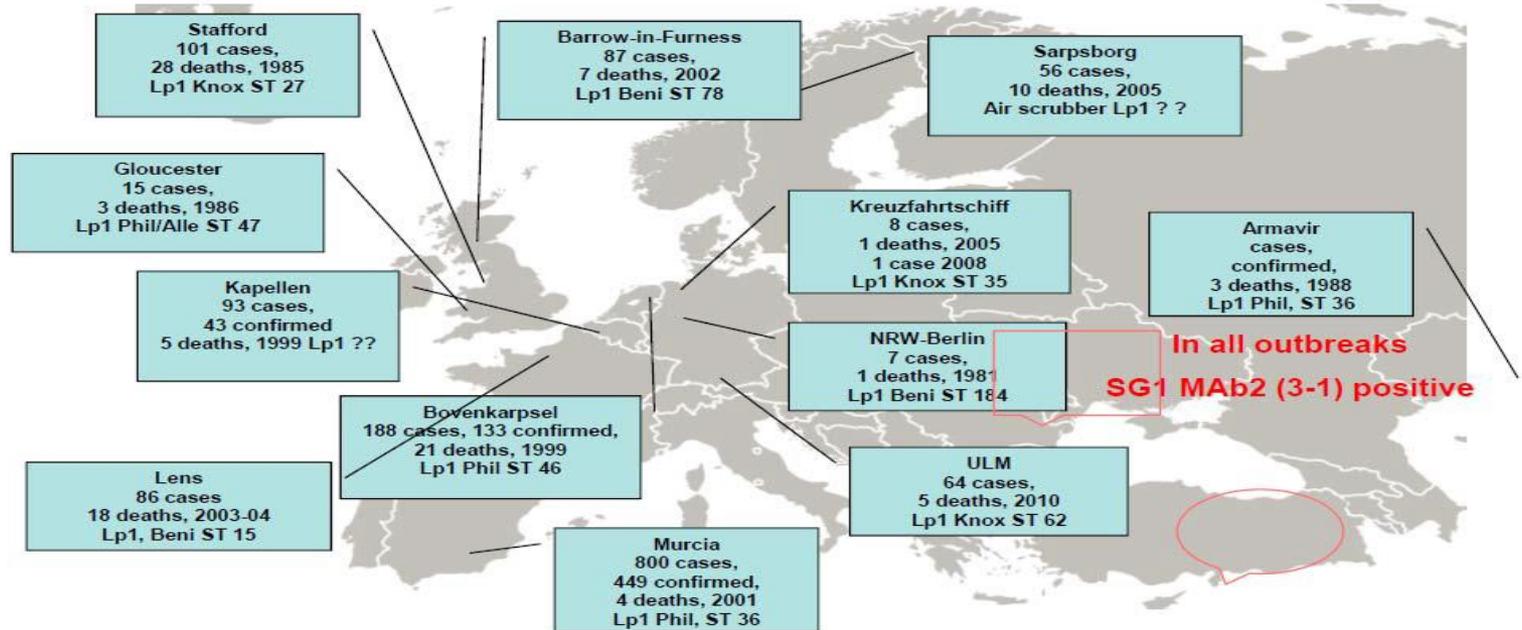


Tag 4

Wenn Sie mit legionellenhaltigem Wasser arbeiten und Symptome einer Lungenentzündung haben, gehen Sie **sofort** zum Arzt und bitten um **Untersuchung auf Legionellen** und ein gegen Legionellen **wirksames Antibiotikum**.

# Ist das ein deutsches Problem?

## Ausbrüche Legionnaires' disease in Europa



## Also: Was tun?

Keine offenen/nassen Systeme mehr  
(in besiedelten Gebieten) erlauben

oder

Legionellen in der Anlage nach dem  
Stand der Technik beherrschen

?

*Rainer Kryschi, Vorsitzender  
Richtlinienausschuss VDI 2047 Blatt 2:  
**„Legionellen sind technisch  
beherrschbar!“***



Bei Betrieb nach VDI 2047 Blatt 2 ist die Frage  
nach dem Aufstellort untergeordnet.

## Eigenlob stinkt (aber nicht immer).

- Januar 2010: Ulm
- März 2010: VDI-Fachausschuss beantragt Richtlinienprojekt.
- Mai 2010: Arbeit an der Richtlinie beginnt.
- Januar 2014: Entwurf veröffentlicht.
- Juli 2014: Einsprüche liegen vor, werden mit den Einsprechern besprochen und im Ausschuss bearbeitet.
- Januar 2015: Richtlinie VDI 2047 Blatt 2 veröffentlicht
- Stand März 2015: ca. 400 Richtlinien verkauft, ca. 500 Interessierte geschult

Das alles dank **engagierter, kompetenter ehrenamtlich arbeitender Fachleute!**

*Die Technik passt auf sich selber auf!*

# Struktur der Richtlinie

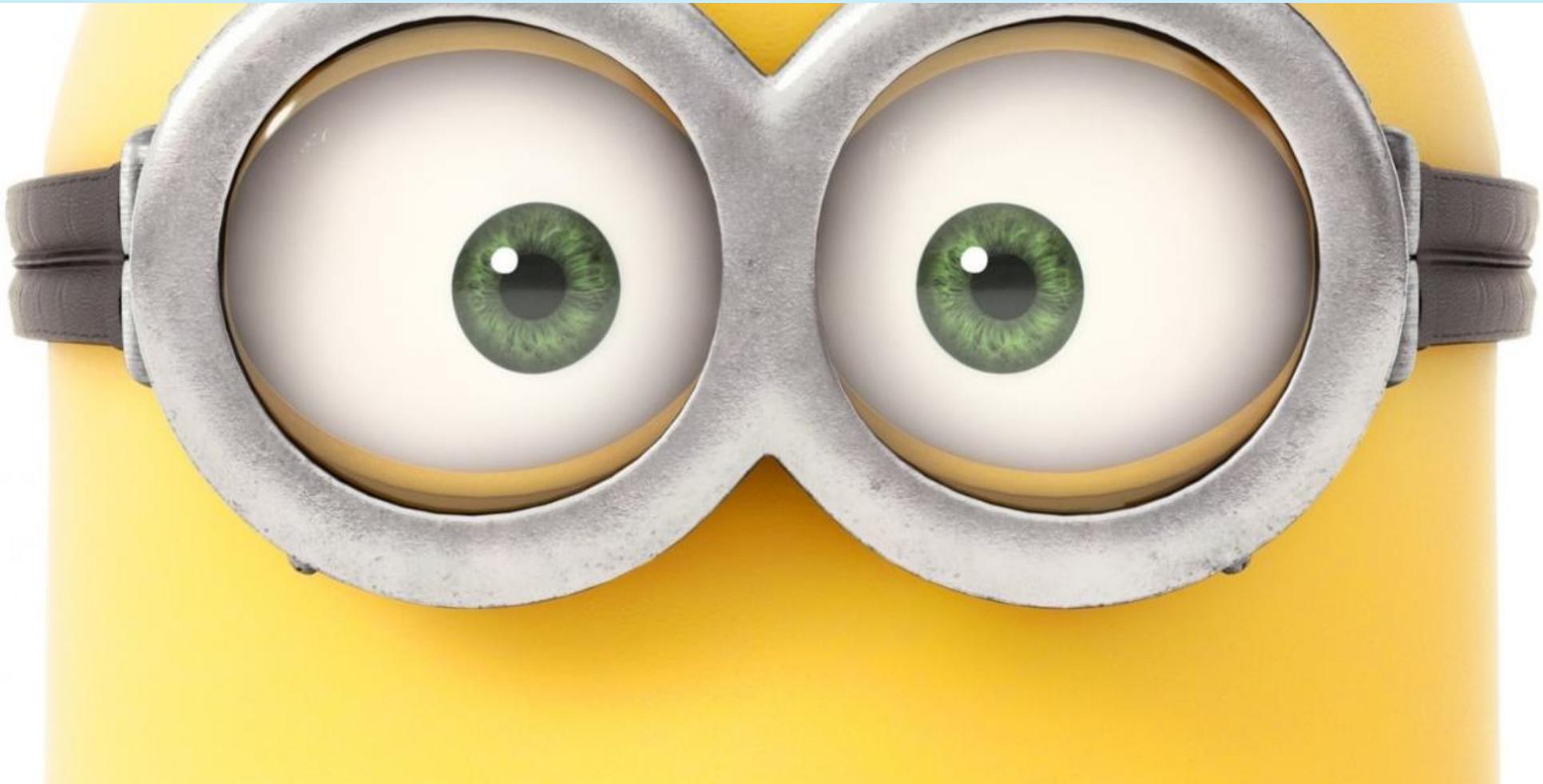
ICS 27.200	VDI-RICHTLINIEN	Januar 2015 January 2015
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Rückkühlwerke Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln) Open re cooler systems Securing hygienically sound operation of evaporative cooling systems (VDI Cooling Tower Code of Practice)	VDI 2047 Blatt 2 / Part 2  Ausg. deutsch/englisch Issue German/English

5. Rechtliche Rahmenbedingungen
6. Gesundheitsrisiken
7. Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen
8. Planung, Errichtung, Inbetriebnahme
9. Betrieb und Instandhaltung
10. Qualifikation und Schulung von Personal

Anhänge:

Bauarten, Biozide, Probenahme, Checkliste Risikoanalyse,  
Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht

Richtiges Betreiben fängt an mit richtigem Hinschauen

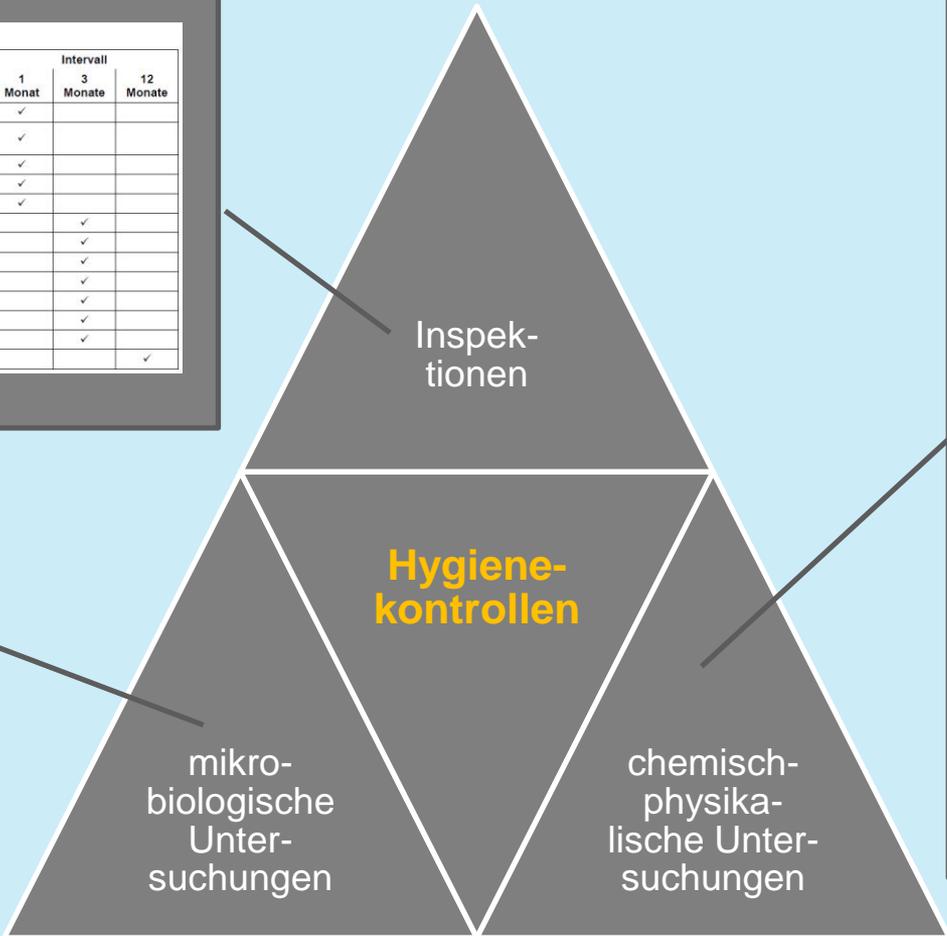


# „richtiges Hinschauen“ heißt ...

Tabelle 1. Beispiel – Checkliste für regelmäßige Inspektionen (orientierend)

Prüfungen auf	Bauteile/ Komponenten	Maßnahme(n)	Intervall		
			1 Monat	3 Monate	12 Monate
Funktion	Mess- und Regelorgane	Instandsetzen	✓		
	Abflutung/Absalzung/ Abschlammung		✓		
	Pumpen		✓		
	Filter		✓		
Mineralische Ablagerungen	Mess- und Regelorgane	weitergehende Untersuchungen,	✓		
	Wärmeübertrager	gegebenenfalls mikro- biologische Bestim- mung		✓	
Schmutz- und Schlamm- ablagerungen	Filter			✓	
	Füllkörper			✓	
Biofilm (biologische Ablagerungen)	Sprühdüsen	Entfernen der Ablage- rungen		✓	
	Tropfenabscheider			✓	
	Rohrleitungen			✓	
Beschädigung und Korrosion	Kühlumtassen			✓	
	alle Komponenten	Instandsetzen			✓

- regelmäßige Laboruntersuchungen
- betriebsinterne Kontrolle



- Minimum:  
Leitfähigkeit  
(kontinuierlich, mind. 14-tägig)
- je nach Prozess und Anlage:
- Ca
  - Gesamthärte oder  $\Sigma$  Erdalkalien
  - Chlorid
  - Sulfat
  - $KS_{4,3}$
  - Nitrat
  - Ammonium
  - Gesamtphosphor
  - Fe
  - TOC
  - abfiltrierbare Stoffe oder Trübung
  - Silikat
  - pH
  - Konz. d. Konditionierungsmittels

## regelmäßige Laboruntersuchungen

Probenahme und Auswertung durch qualifizierte Probenehmer und akkreditierte Labore

- *Legionella* spp.
- allg. Koloniezahl
- *Pseudomonas aeruginosa* (fakultativ, Erstbesiedler von Biofilm, als „Frühwarnzeichen“)

**Aus den Resultaten leiten sich Maßnahmen ab!**



## Normalzustand (Nulllinie) allgemeine Koloniezahl

Dieser ist über wiederholte Bestimmungen, z.B. wöchentlich, über einen Zeitraum von mindestens drei Monaten zu ermitteln. Bei anschließenden regelmäßigen Untersuchungen können dadurch anomale Veränderungen der Beschaffenheit des Kreislaufwassers zeitnah erfasst sowie prozessrelevante Störungen durch Mikroorganismen erkannt werden. Nach Wiederinbetriebnahme (z.B. nach Winterbetrieb oder Stillstandszeiten) ist der „Normalzustand“ gegebenenfalls erneut zu ermitteln.

# Maßnahmen bei Abweichungen vom Normalzustand

Tabelle 3. Maßnahmen bei Veränderung der allgemeinen Koloniezahl

Allgemeine Koloniezahl: Veränderung	Maßnahmen
Keine	keine
≥ 10-fach	Ursachenermittlung unter Einbeziehung einer Inspektion (siehe Tabelle 1 und Abschnitt 9.3.1) und Mängelbeseitigung, gegebenenfalls Anpassung der Betriebsweise erneute mikrobiologische Untersuchungen; bei Bestätigung der Konzentration Kontrolle der Wasseraufbereitung und -behandlung (gegebenenfalls Desinfektion) und Korrektur
≥ 100-fach	Nachbeprobung und bei Bestätigung sofortige Stoßdosierung Biozid sonst gleiche Maßnahmen wie bei 10-fach gegebenenfalls Erweiterung der Probenahmestellen (siehe Abschnitt 9.2 )

**Anmerkung:** In vielen Regelwerken wird als Maßnahmenwert 10000 KBE/m<sup>l</sup> genannt. Dieser Wert kann als Orientierungswert verwendet werden, wenn der Normalzustand nicht bestimmt wurde oder nicht bekannt ist.

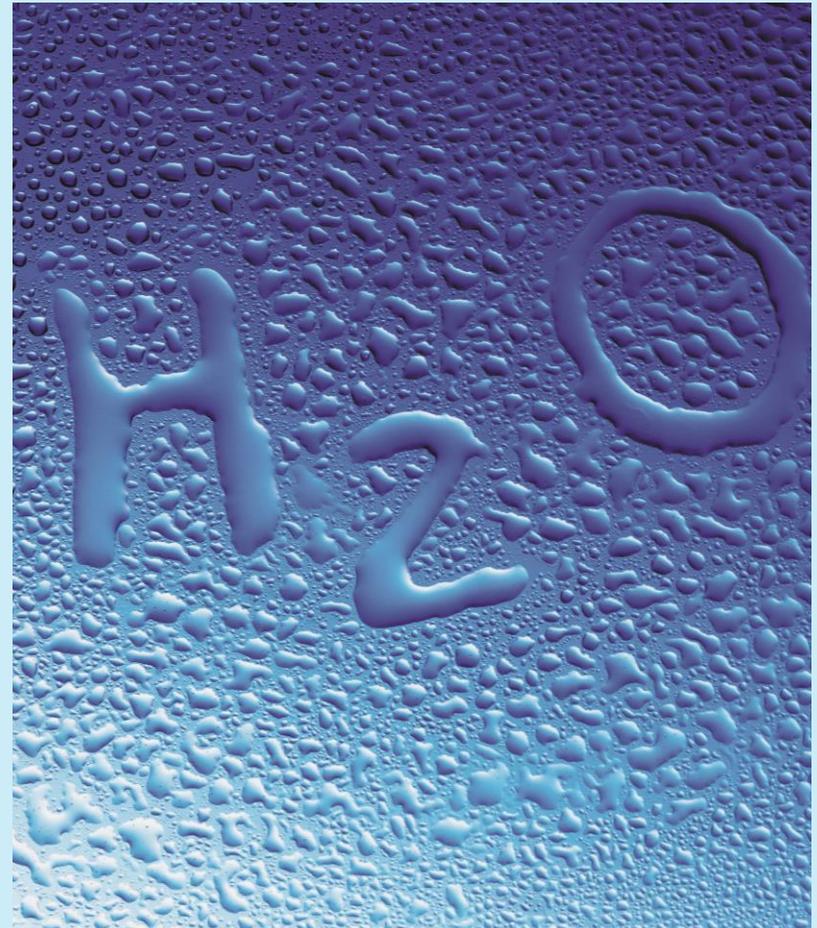
## Was ist zu beproben?

Natürlich:  
das Kreislaufwasser  
(denn das wird verrieselt)

aber auch

regelmäßig das Zusatzwasser  
(denn das beeinflusst die  
Kreislaufwasserqualität)

und das auch dann, wenn es sich  
um **Trinkwasser** handelt!



## Nochmal: Was ist zu beproben?



Auch trockene Kühlanlagen, die bei Spitzenlast feucht gefahren werden (sogenannte „Gardenia-Kühlung“) bergen ein Verkeimungsrisiko und fallen unter die Richtlinie VDI 2047 Blatt 2!

# Schulungen

Die Verantwortung (und Haftung) für die Anlage liegt beim **Betreiber**.

Delegation funktioniert nur, wenn der Delegationsempfänger **geeignet** ist.

Gute Qualifikation ist Vorsorge gegen eine Anklage wegen **Fahrlässigkeit**.



## Exkurs: Wer trägt die Verantwortung für Schäden?

### Planung:

Nach Werkvertragsrecht gilt für AG und AN die *Pflicht zur Zusammenarbeit*, jeder muss dem anderen (eigentlich unaufgefordert) die nötigen Informationen zur Verfügung stellen.

### Übernahme/Betrieb:

Die/der Übernehmende sollte im eigenen Sinn **auf Mängel hinweisen** und diese **dokumentieren**.

Also:

- Mitarbeiter: Mund aufmachen!
- Chef: Zuhören!!



Greifen Sie zum Äußersten:  
**REDEN** Sie mit den Menschen!

Andreas Wokittel (Vors. VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik)

## VDI-Partnerschulungen: gesicherte Qualität

- vom VDI anerkannte Referenten (Berufsabschluss und -erfahrung)
- vom VDI geprüfte Schulungsunterlagen (Themen abgedeckt, wie in VDI 2047 Blatt 2 vorgegeben)
- Sonderdruck der Richtlinie für jede Teilnehmerin/jeden Teilnehmer
- Prüfung
- Schulungskontrollen durch die Hauptgeschäftsstelle

⇒ Teilnehmer erhält **VDI-Urkunde**.



# Legionellen sind technisch beherrschbar

**KÜHLTECHNIK:** 39 Menschen erkrankten zwischen August und Oktober in Jülich durch Legionellen an einer schweren Lungenentzündung. Zum Glück gab es keine Todesfälle. Ins Visier des Gesundheitsamts Düren kam dabei auch das Kraftwerk in Weisweiler; Betreiber RWE handelte, aber die eigentliche Quelle der Krankheitserreger bleibt ungeklärt. Währenddessen erarbeitet der VDI eine Richtlinie, um die Verbreitung von Legionellen aus Verdunstungskühlanlagen zu vermeiden.

VDI nachrichten, Düsseldorf, 28. 11. 2014, www.vdi-nachrichten.de

Das Bonner Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit untersuchte mehr als 200 Umweltproben aus Jülich auf Legionellen. In vielen fand das Institut Legionellen. So wies es im Kühlwasser des Blocks F des RWE-Braunkohlekraftwerks Weisweiler bis zu 61 500 Kolonien/100 ml nach.

„Es gibt aber keinen Beleg, dass die Legionellen daher kommen“, betont Norbert Schnitzler. Der Leiter des Gesundheitsamts in Düren ergänzt: „Und auch keinen Beleg, dass die Bakterien nicht von dort kommen.“ Das Bonner Institut fand Legionellen auch in Rückkühlwerken zweier Industriebetriebe und in dem des Forschungszentrums Jülich.

Ein Speziallabor – das Konsiliarlabor Legionellen der Uni Dresden – testete, ob die Legionellen, an denen vier Patienten erkrankten, mit denen der Umweltproben identisch sind. „Das Ergebnis war negativ“, so Schnitzler. Die Suche nach der Ursache in Jülich geht also weiter.

Währenddessen handelte RWE: Die Rückkühlwerke sind außer Betrieb. Das geschah am 30. Oktober im laufenden Betrieb, so RWE-Pressesprecher Manfred Lang. Erst hat RWE dem Kühlkreislauf ein Benetzungsmittel zugegeben, um den vorhandenen Biofilm zu lösen. Daraufhin wurden Kühlturm und Kühlwasser mit dem Biozid Ferrocid 8580 der Firma ICL Watersolution desinfiziert und anschließend wurde noch einmal gespült, um letzte Reste des Biofilms zu entfernen. RWE misst die Legionellenkonzentration seit Anfang 2014 monatlich und wird diese Messungen auch weiter fortsetzen.

Jülich ist kein Einzelfall. Legionellen führten in Ulm um den Jahreswechsel 2009/2010 bei 64 Bürgern zu einer Lungenentzündung und im Sommer 2013 in Warstein bei 165. In Ulm starben fünf, in Warstein zwei Menschen. In Warstein verbreitete das Rückkühlwerk eines Rohrher-

stellers die Bakterien über Aerosole aus. Er betrieb die Verdunstungskühlanlage mit Wasser aus dem Flüsschen Wester, in der später jene Legionellen nachgewiesen wurden, welche die Krankheiten auslösten. In Ulm fanden sich Legionellen in einem Verdunstungskühlturm der Telekom. Da dessen Ventilator nicht lief, konnte er aber letztlich nicht für die Infektionen verantwortlich sein.

„Die Suche nach der Ursache wurde dadurch erschwert, dass die Gesundheitsämter nicht wissen, wer überall Verdunstungskühlanlagen betreibt“, so Rainer Kryschki. Zudem machten viele Unternehmen bei der Bekämpfung der Legionellen Fehler, so der Inhaber der Firma Kryschki Wasserhygiene in Kaarst.

Beides kann sich bald ändern: So begann der VDI nach der Ulmer Erkrankungswelle, Blatt 2 der Richtlinie VDI 2047 mit Hygieneanforderungen an Planung, Errichtung, Betrieb und Instandhaltung zu Rückkühlwerken zu erstellen. Der VDI wird dieses Regelwerk im Januar 2015 veröffentlicht. Betreiber von Verdunstungskühlanlagen müssen diese Regeln von da an einhalten. Diese Regeln werden aber nicht für große Naturzugkühltürme ab 200 MW thermischer Leistung wie die des Kraftwerks in Weisweiler gelten. Dem Arbeitskreis zur VDI-Richtlinie fehlte hierzu die Datengrundlage.

„Kleine und große Verdunstungskühlanlagen sind offene Systeme“, erklärt Gabriel Reymann, Leiter der Forschung und Entwicklung des Kühlanlagenbauers GEA Energietechnik in Herne. Daher sei es unvermeidbar, dass Bakterien und Nährstoffe von außen in solche Anlagen gelangen. Da ein Teil des Kühlwassers verdampft, muss immer Wasser nachgespeist werden – bei Kühltürmen in Großkraftwerken seien das oft 1000 m<sup>3</sup> stündlich.

Wird Kühlwasser nicht richtig behandelt und eine Verdunstungskühlanlage nicht

regelmäßig gereinigt, wachsen schnell Algen, Moose und Bakterien wie Legionellen auf den Oberflächen der Bauteile. Das nennt man Biofilm, so Reymann. In der Folge „können legionellenhaltige Aerosole durch vorbeiströmende Luft mitgerissen werden und sich im Umkreis der Anlage verbreiten“. Um solche Hygienemängel zu vermeiden, schreibt die kommende VDI-Richtlinie vor, Kühlwasser alle drei Monate auf Legionellen zu testen. „Stellt ein Labor fest, dass sich aus einer 100-ml-Probe weniger als 100 Legionellen-Kolonien bilden, ist alles in Ordnung“, so Kryschki, der den Ausschuss zur Richtlinie VDI 2047 leitet.

## VDI-Richtlinie zur Hygiene bei Rückkühlwerken kommt bald

Werden mehr Kolonien nachgewiesen, sollte das Unternehmen die Ursache suchen und bei Bedarf die Kühlanlage reinigen. Übersteigt die Kolonienzahl den Wert 1000/100 ml, muss die Ursache sofort ermittelt und beseitigt werden. Bei Werten über 10 000/100 ml ist Gefahr im Verzug und umfangreiche Instandhaltungsmaßnahmen sind sofort einzuleiten.

Dabei kann man es Legionellen durch bauliche und betriebliche Maßnahmen erschweren, sich anzusiedeln, erläutert GEA-Experte Reymann. Hohlräume und Totzonen mit stagnierendem Kühlwasser seien zu vermeiden.

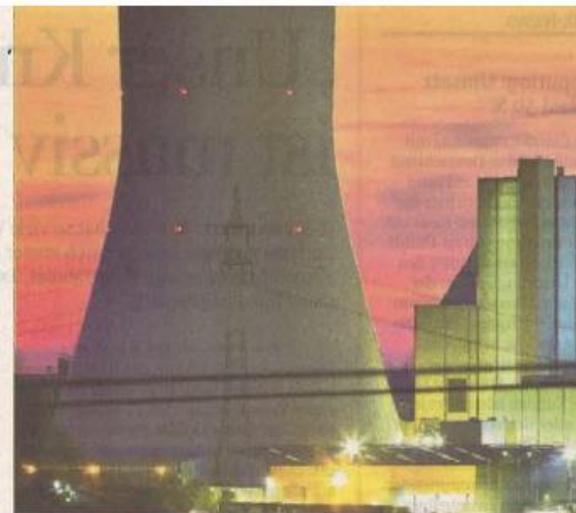
Jede Anlage sollte auch gut begehbar sein. Zudem gebe es Kühleinsbauten, die durch Zusatzstoffe die Bildung eines Biofilms und damit die Vermehrung von Legionellen auf der Oberfläche verhinderten.

Die VDI-Richtlinie enthält auch Vorgaben zur Desinfektion des Kühlwassers. Dafür stehen mehrere oxidative und nichtoxidative Biozide zur Verfügung.

Künftig muss, bevor ein Biozid eingesetzt werden darf, nachgewiesen sein, dass es wirksam ist. Nichtoxidative Biozide müssen bis zu viermal im Jahr gegen andere Wirkstoffe ausgetauscht werden, um Resistenzbildung zu vermeiden.

Kryschki kennt Fälle, in denen Bakterien wie Legionellen nach zehn bis zwölf Wochen gegen nichtoxidative Biozide resistent wurden. Kleinere Verdunstungskühlanlagen können auch durch dauerhafte Bestrahlung mit ultravioletem Licht geschützt werden.

„Werden alle Maßnahmen der Richtlinie eingehalten, geht von Verdunstungskühl-



**Kraftwerkskühltürme** sind auch potenzielle Quellen von Legionellen, die sich leicht verbreiten können. Technisch gilt diese Gefahr als beherrschbar. Foto: Thomas Pfaff

anlagen keine gesundheitliche Gefährdung aus“, ist sich Kryschki sicher. Er rechnet damit, dass die Bundesregierung bis Ende 2015 eine entsprechende Verordnung zu Verdunstungskühlanlagen im Rahmen des Bundesimmissionsschutzgesetzes erlassen wird.

Damit würden viele Regelungen der VDI-Richtlinie rechtlich verbindlich sein. Die Verordnung eine Meldepflicht für Verdunstungskühlanlagen einführen, so Kryschki, könnten Gesundheitsämter ge-

## Legionellen

- ▶ Legionellen fühlen im warmen Wasser bei 28 °C bis 45 °C am wohlsten. Bekannt sind insgesamt rund 50 Arten.
- ▶ Vor allem die Art Legionella pneumophila löst schwere Lungenentzündungen – Legionellose (Legionärskrankheit) – aus. Legionellen verursachen auch das grippeähnliche Pontiac-Fieber.
- ▶ Legionellen-Lungenentzündungen sind seit 2001 meldepflichtig. Das Robert Koch-Institut registrierte in

den letzten Jahren 644 (2011), 656 (2012) und 923 (2013) Fälle.

- ▶ Vermutlich erkrankten viel mehr Menschen an der Legionellen-Lungenentzündung als gemeldet, so Benedikt Schaefer, beim Umweltbundesamt zuständig für die Bewertung mikrobiologischer Risiken aus Wassersystemen.
- ▶ Eine Schätzung geht von jährlich 30 000 Menschen aus, von denen etwa 3000 Patienten an dieser Lungenentzündung sterben. rha

# PS...

- Eckpunktepapier zu immissionsschutzrechtlicher Verordnung
- Verordnung erwartet in 2015 mit
  - Meldepflicht für Anlagen (Anlagenkataster)
  - Vorgaben zum hygienegerechten Betrieb (orientiert an VDI 2047 Blatt 2)



Bildquelle: illustration-konzept.de, Michael Schulz

Ach ja...

Informationen und FAQ zur  
Richtlinie:

[www.vdi.de/2047](http://www.vdi.de/2047)

(allgemein: [www.vdi.de/xxxx](http://www.vdi.de/xxxx))

Schulungstermine usw.:

[www.vdi.de/schulung-vdi2047](http://www.vdi.de/schulung-vdi2047)



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Phys. Thomas Wollstein VDI  
technisch-wissenschaftlicher Mitarbeiter  
der VDI-Gesellschaft Bauen und  
Gebäudetechnik

Ansprechpartner für:

- Facility-Management
- Aufzugstechnik
- Reinraumtechnik
- Sanitärtechnik