

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Rückkühlwerke  
Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von  
Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln)

VDI 2047

Blatt 2 / Part 2

Entwurf / Draft

Open cooler systems  
Securing hygienically sound operation of  
evaporative cooling systems  
(VDI Cooling Tower Code of Practice)

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich. /

The German version of this standard shall be taken  
as authoritative. No guarantee can be given with  
respect to the English translation.

Einsprüche bis 2018-04-30

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal  
<http://www.vdi.de/einspruchportal>
- in Papierform an  
VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik  
Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung .....	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>5</b>	<b>1 Scope.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Normative Verweise.....</b>	<b>6</b>	<b>2 Normative references.....</b>	<b>6</b>
<b>3 Begriffe.....</b>	<b>6</b>	<b>3 Terms and definitions.....</b>	<b>6</b>
<b>4 Abkürzungen.....</b>	<b>7</b>	<b>4 Abbreviations.....</b>	<b>7</b>
<b>5 Rechtliche Rahmenbedingungen.....</b>	<b>8</b>	<b>5 Legal framework.....</b>	<b>8</b>
5.1 Allgemeines.....	8	5.1 General.....	8
5.2 Arbeitsschutz.....	9	5.2 Occupational health and safety.....	9
5.3 Verwendung von Bioziden.....	10	5.3 Use of biocides.....	10
<b>6 Gesundheitsrisiken.....</b>	<b>12</b>	<b>6 Health hazards.....</b>	<b>12</b>
<b>7 Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen.....</b>	<b>13</b>	<b>7 Design of evaporative cooling systems.....</b>	<b>13</b>
7.1 Bauarten.....	13	7.1 Types.....	13
7.2 Hygieneanforderungen an die Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen.....	14	7.2 Hygiene requirements to be met by the design of evaporative cooling systems.....	14
7.3 Werkstoffe.....	15	7.3 Materials.....	15
<b>8 Planung, Errichtung, Inbetriebnahme.....</b>	<b>16</b>	<b>8 Planning, installation, and commissioning..</b>	<b>16</b>
8.1 Anforderungen an Planung, Herstellung und Errichtung.....	16	8.1 Requirements to be met by planning, manufacture and installation.....	16
8.2 Standortwahl, Aufstellort.....	17	8.2 Siting, installation site.....	17
8.3 Stoffeintrag.....	17	8.3 Carryover of substances.....	17
8.4 Prozesssteuerung.....	17	8.4 Process control.....	17
8.5 Planerische Vorkehrungen für Stillstand..	19	8.5 Measures to be planned for standstills.....	19
8.6 Empfehlungen zur MSR-Technik.....	19	8.6 Recommendations regarding I&C.....	19
8.7 Wasserbeschaffenheit.....	20	8.7 Water quality.....	20
8.8 Inbetriebnahme.....	26	8.8 Commissioning.....	26
<b>9 Betrieb und Instandhaltung.....</b>	<b>28</b>	<b>9 Operation and maintenance.....</b>	<b>28</b>
9.1 Allgemeine Hinweise.....	28	9.1 General guidance.....	28
9.2 Gefährdungsbeurteilung.....	28	9.2 Hazard assessment.....	28
9.3 Hygienekontrollen.....	30	9.3 Hygiene checks.....	30

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Sanitärtechnik  
VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Raumlufttechnik

Inhalt	Seite
<b>10 Qualifikation und Schulung von Personal</b> ....	39
10.1 Grundsätzliches .....	39
10.2 Schulungsziele .....	39
10.3 Anforderungen an die Schulung.....	40
10.4 Schulungsinhalte .....	42
<b>Anhang A Bauarten von Verdunstungskühlanlagen</b> .....	44
A1 Offene Nasskühltürme (offene Systeme – ohne geschlossenen Primärkreislauf) .....	44
A2 Nasskühltürme mit geschlossenem Kreislauf (nass, nass/trocken, hybrid).....	48
A3 Nass-Trocken-Kühltürme mit geschlossenem Kreislauf (luftgekühlte Wärmeübertrager mit Saison-Nassbetrieb oder Hybridkühltürme).....	51
A4 Offene oder geschlossene Nasskühltürme mit Fortluft heater .....	55
A5 Wärmeübertrager mit adiabater Vorkühlung .....	57
<b>Anhang B Eigenschaften gebräuchlicher Biozide</b> .....	61
<b>Anhang C Probenahme – Schritt-für-Schritt-Anleitung</b> .....	65
<b>Anhang D Checkliste Risikoanalyse</b> .....	66
<b>Anhang E Abscheidung von Kalziumkarbonat, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht</b> .....	68
<b>Schrifttum</b> .....	69

Contents	Page
<b>10 Qualification and training of personnel</b> .....	39
10.1 General .....	39
10.2 Training goals .....	39
10.3 Requirements regarding training .....	40
10.4 Training contents .....	42
<b>Annex A Types of evaporative cooling systems</b> .....	44
A1 Open wet cooling towers (open systems – no closed primary circuit) .....	44
A2 Wet cooling towers with closed primary circuit (wet, wet/dry, hybrid).....	48
A3 Wet-dry cooling towers with closed circuit (air-cooled heat exchangers with seasonal wet operation or hybrid cooling towers) .....	51
A4 Open or closed wet cooling towers with exhaust air heater .....	55
A5 Heat exchangers with adiabatic precooling .....	57
<b>Annex B Properties of common biocides</b> .....	61
<b>Annex C Sampling – Step-by-step instructions</b> .....	65
<b>Annex D Checklist for risk analysis</b> .....	66
<b>Annex E Precipitation of calcium carbonate, carbonate/carbonic acid equilibrium</b> .....	68
<b>Bibliography</b> .....	69

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dr. *Susanne Grobe*, Düsseldorf

RA *Hartmut Hardt* VDI, Essen

Dr. *Hans-Martin Hartmann* VDI, Vaihingen (stellvertretender Vorsitzender)

Dipl.-Chem. *Walter Hoffmann*, Bergheim

Dr. *Stefanie Hommer*, Bonn

Dr. *Jörg Klauer*, Frankfurt am Main

Dipl.-Ing. Dipl.-Chem. *Rainer Krysch* VDI, Kaarst (Vorsitzender)

Dipl.-Ing. *Werner Nissing* VDI, Dinslaken

Dr. *Stefan Pleischl*, Bonn

*Gabriel Reymann*, Herne

Dr. *Simone Schulte* VDI, Essen

Dr. *Christoph Sinder* VDI, Dortmund

Dr. *Martin Strathmann*, Mülheim an der Ruhr

Dr. *Hiltrud Thiem*, Freiberg

M. Sc. *Stefan Widmann*, Getzersdorf (AU)

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2047](http://www.vdi.de/2047).

## Einleitung

Verdunstungskühlanlagen werden eingesetzt, um Wärmelasten, z.B. aus technischen Prozessen, an die Umgebung abzuführen.

Hinsichtlich der Hygiene sind nur luftgekühlte Verfahren von Interesse, bei denen Wasser in direktem Kontakt mit der Luft gebracht wird. Die unterschiedlichen Verfahren und die daraus resultierenden vielfältigen Apparateformen werden in Abschnitt 7 beschrieben. Grundsätzlich besteht bei allen Technologien, bei denen Wasser in einen Luftstrom geleitet wird, die Neigung zur Aerosolbildung. Trotz des Einsatzes von Tropfenabschei-

## Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) specified in the VDI Notices.

Contributions to this standard were made by:

Dr. *Susanne Grobe*, Düsseldorf

RA *Hartmut Hardt* VDI, Essen

Dr. *Hans-Martin Hartmann* VDI, Vaihingen (Vice Chairman)

Dipl.-Chem. *Walter Hoffmann*, Bergheim

Dr. *Stefanie Hommer*, Bonn

Dr. *Jörg Klauer*, Frankfurt am Main

Dipl.-Ing. Dipl.-Chem. *Rainer Krysch* VDI, Kaarst (Chairman)

Dipl.-Ing. *Werner Nissing* VDI, Dinslaken

Dr. *Stefan Pleischl*, Bonn

*Gabriel Reymann*, Herne

Dr. *Simone Schulte* VDI, Essen

Dr. *Christoph Sinder* VDI, Dortmund

Dr. *Martin Strathmann*, Mülheim an der Ruhr

Dr. *Hiltrud Thiem*, Freiberg

M. Sc. *Stefan Widmann*, Getzersdorf (AU)

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2047](http://www.vdi.de/2047).

## Introduction

Evaporative cooling systems are used to dissipate thermal loads originating in, e.g., technical processes, to the environment.

From the point of view of hygiene, only such air-cooled processes are of interest where water is in direct contact with the air. The various techniques and the ensuing variety of types of apparatus are described in Section 7. The basic propensity to form aerosols is inherent in all technologies where water is introduced into an air flow. Even though drift eliminators are used, there is a potential for droplets to be entrained by the extract air flow,

den können Tröpfchen von der Abluft mitgerissen werden und in die Umgebung gelangen.

Aufgrund günstiger Vermehrungsbedingungen (Feuchte, Nährstoffangebot, Temperaturen) für Mikroorganismen (Bakterien, Algen, Schimmelpilze, Protozoen) im Wasser und auf den Oberflächen können die mitgerissenen Wassertröpfchen Mikroorganismen, z.B. Legionellen, enthalten. Diese stellen ein gesundheitliches Risiko dar, da sie im Fall des Einatmens Ursache für Infektionskrankheiten sein können. Hochrechnungen [1] ergaben, dass in Deutschland mit etwa 15000 bis 30000 ambulant erworbenen Legionellenpneumonien pro Jahr gerechnet werden muss, die zum Teil durch Verdunstungskühlanlagen entstanden sein können. Beispiele sind die Legionelloseausbrüche in Ulm im Jahr 2010 und in Warstein im Jahr 2013. Das Pontiac-Fieber wird aufgrund des grippeähnlichen, leichten Verlaufs der Erkrankung nur in seltenen Fällen als Infektion durch Legionellen erkannt. Die mikrobiologische Beschaffenheit des Wassers ist daher entscheidend für den sicheren Betrieb derartiger Anlagen.

Darüber hinaus müssen für Maßnahmen der Instandhaltung die Belange des Arbeitsschutzes berücksichtigt werden; dies gilt insbesondere im Hinblick auf das Vorkommen von Krankheitserregern im Biofilm auf den Oberflächen.

In dieser Richtlinie werden die baulichen, technischen und organisatorischen Anforderungen für einen hygienisch einwandfreien Betrieb für die Planung, das Errichten und das Betreiben einschließlich der erforderlichen Instandhaltung von Verdunstungskühlanlagen genannt. Bei der Einhaltung dieser Anforderungen werden Risiken für Beschäftigte und Dritte, z.B. durch Legionellen, minimiert.

Diese Richtlinie wendet sich insbesondere an Bauherren, Architekten, Planer, Anlagenhersteller, Gerätehersteller, Genehmigungs- und Überwachungsbehörden, Betreiber, Gebäudemanager, Dienstleister (z.B. für Instandhaltung), Sachverständige, Unfallversicherungsträger sowie Betriebs- und Amtsärzte.

Diese Richtlinie unterstützt das Ziel, die Betriebssicherheit von Verdunstungskühlanlagen sicherzustellen. Unter dieser Voraussetzung ist die Wahl des Aufstellungsorts von untergeordneter Bedeutung. Bei unter Hygienegesichtspunkten einwandfreiem Betrieb sind die Risiken minimiert, können jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Bestehende Anlagen, die die konstruktiven Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllen, können weiter betrieben werden, sofern die Hygieneanforderungen dieser Richtlinie erfüllt sind.

thereby being discharged into the environment.

Conditions in the water and on surfaces (humidity, nutrients, temperatures) favour the proliferation of microorganisms (bacteria, algae, moulds, protozoae); entrained droplets can thus carry microorganisms such as legionella. This gives rise to health hazards as inhalation can cause infectious diseases. According to projections [1], about 15000 to 30000 legionella-induced non-nosocomial cases of pneumonia are likely to occur in Germany per year, part of which may be attributable to evaporative cooling systems. Examples are outbreaks of legionellosis in Ulm, in 2010, and in Warstein, in 2013. Due to its moderate, influenza-like symptoms, Pontiac fever is only rarely recognised as a legionella-induced infection. As a matter of consequence, the microbiological quality of the water is pivotal to the safe operation of such systems.

Furthermore, occupational health and safety shall be considered where maintenance activities are performed; particular consideration shall be given to the occurrence of pathogens in the biofilm on surfaces.

This standard lists the structural, technical and organisational requirements pertaining to hygienically sound operation; these requirements concern the planning, installation and operation including the required maintenance of evaporative cooling systems. Economic aspects are taken into account. Risks posed by, e.g. legionella, for employees and third parties will be minimised if these requirements are met.

This standard is addressed in particular to builders, owners, architects, planners, system manufacturers, device manufacturers, approving and supervisory authorities, operators, building managers, service providers (e.g. for maintenance), authorised experts, accident insurers and company physicians as well as public medical officers.

This standard supports the aim to ensure safe operation of evaporative cooling systems. If this condition is fulfilled, the siting is of minor importance. Where operation is hygienically sound, risks are minimised, although they cannot be ruled out entirely.

Existing evaporative cooling systems not satisfying the design requirements of this standard may continue operation if the hygiene requirements of this standard are met.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Verdunstungskühlanlagen und -apparate, bei denen Wasser verrieselt oder versprüht wird oder anderweitig in Kontakt mit der Atmosphäre kommen kann.

**Anmerkung:** Sie gilt auch für Trockenanlagen mit zeitweisem Nassbetrieb und für Anlagen mit adiabater Vorkühlung.

Dabei ist es unerheblich, ob das Kreislaufwasser als Kühlmedium im Prozess direkt eingesetzt wird oder die Prozesswärme über Wärmeübertrager aus einem Primärkühlkreislauf auf einen Wasserkühlkreislauf übertragen wird. Diese Richtlinie gilt auch für Systeme ohne Kreislaufführung (Ablaufkühlung). Anlagen und Apparate, bei denen Kondenswasserbildung durch Taupunktunterschreitung möglich ist, z.B. solche mit Kaltwassersätzen, werden nicht behandelt.

Die Richtlinie gilt ebenfalls nicht für Wärmeübertrager, in denen das Fluid (Wasser) in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird und die Prozesswärme direkt über Luftwärmeübertrager an die zur Kühlung herangeführte Luft übertragen wird (Trockenbetrieb).

Sie gilt ferner für Befeuchtungseinrichtungen, die kein integrierter Bestandteil der luftführenden Bereiche einer RLT-Anlage nach VDI 6022 sind; solche Befeuchtungseinrichtungen sind z.B. adiabate Fortluftbefeuchter.

Die Hygieneanforderungen an Verdunstungskühlanlagen mit offenen Kühlwasserkreisläufen und einer Kühlleistung über 200 MW je Luftaustritt fallen in den Anwendungsbereich der Richtlinie VDI 2047 Blatt 3.

VDI 2047 Blatt 2 gilt auch für Hybridkühltürme über 200 MW, wenn nicht nachgewiesen wird, dass deren Emissionsverhalten dem einer Anlage nach VDI 2047 Blatt 3 entspricht. Sie gilt ferner für saugende Ventilatorkühlssysteme über 200 MW Kühlleistung.

Die Einleitung von Abwasser aus Verdunstungskühlanlagen ist nicht Thema dieser Richtlinie. Die gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der Abwassereinleitung sind im laufenden Betrieb (Absalzung) sowie beim Entleeren einzuhalten.

Diese Richtlinie stellt keine Prüfgrundlage für die Zertifizierung von Geräten und Komponenten dar.

## 1 Scope

This standard applies to evaporative cooling systems and apparatus where water is trickled or sprayed over a surface or can otherwise come into contact with the atmosphere.

**Note:** It also applies to dry installations temporarily used in wet operating mode and for installations with adiabatic pre-cooling.

It is irrelevant to this standard whether the circulating water is used as a direct cooling medium in the process or whether the process heat is transferred from a primary cooling circuit to a water cooling circuit via heat exchangers. The standard also applies to non-circulating systems (discharge cooling). Systems and apparatus where condensation can occur at temperatures below dewpoint, e.g. those involving water chillers, are not considered.

Neither does this standard apply to heat exchangers in which the fluid (water) is circulated in a closed circuit and the process heat is transferred directly via air heat exchangers to the air supplied for cooling (dry operation).

Furthermore, the standard applies to humidifiers which are not an integral part of the air-handling sections of a ventilating and air-conditioning system according to VDI 6022; adiabatic exhaust-air humidifiers are an example of such humidifiers.

Hygiene requirements for evaporative cooling systems with open cooling-water circuits and a cooling power in excess of 200 MW per air outlet fall in the scope of the standard VDI 2047 Part 3.

VDI 2047 Part 2 also covers hybrid cooling towers in excess of 200 MW unless proof is furnished that their emission behaviour corresponds to that of an installation according to VDI 2047 Part 3. It also applies to suction-type cooling fan systems with a cooling power in excess of 200 MW.

This standard does not address the discharge of wastewater from evaporative cooling systems. Legal requirements pertaining to wastewater discharge shall be observed during operation (blow-down) and for emptying.

This standard does not constitute test regulations for the certification of devices and components.

## 2 Normative Verweise / Normative references

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich: /

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

DIN EN ISO 6222:1999-07 Wasserbeschaffenheit; Quantitative Bestimmung der kultivierbaren Mikroorganismen; Bestimmung der Koloniezahl durch Einimpfen in ein Nähragarmedium (ISO 6222:1999); Deutsche Fassung EN ISO 6222:1999 (Water quality; Enumeration of culturable micro-organisms; Colony count by inoculation in a nutrient agar culture medium (ISO 6222:1999); German version EN ISO 6222:1999)

DIN EN ISO 8199:2008-01 Wasserbeschaffenheit; Allgemeine Anleitung zur Zählung von Mikroorganismen durch Kulturverfahren (ISO 8199:2005); Deutsche Fassung EN ISO 8199:2007 (Water quality; General guidance on the enumeration of micro-organisms by culture (ISO 8199:2005); German version EN ISO 8199:2007)

DIN EN ISO 11731-2:2008-06 Wasserbeschaffenheit; Nachweis und Zählung von Legionellen; Teil 2: Direktes Membranfiltrationsverfahren mit niedriger Bakterienzahl (ISO 11731-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 11731-2:2008 (Water quality; Detection and enumeration of Legionella; Part 2: Direct membrane filtration method for waters with low bacterial

counts (ISO 11731-2:2004); German version EN ISO 11731-2:2008)

DIN EN ISO 16266:2008-05 Wasserbeschaffenheit; Nachweis und Zählung von *Pseudomonas aeruginosa*; Membranfiltrationsverfahren (ISO 16266:2006); Deutsche Fassung EN ISO 16266:2008 (Water quality; Detection and enumeration of *Pseudomonas aeruginosa*; Method by membrane filtration (ISO 16266:2006); German version EN ISO 16266:2008)

DIN EN ISO 17994:2014-06 Wasserbeschaffenheit; Anforderungen für den Vergleich der relativen Wiederfindung von Mikroorganismen durch zwei quantitative Verfahren (ISO 17994:2014); Deutsche Fassung EN ISO 17994:2014 (Water quality; Requirements for the comparison of the relative recovery of microorganisms by two quantitative methods (ISO 17994:2014); German version EN ISO 17994:2014)

DIN EN ISO 19458:2006-12 Wasserbeschaffenheit; Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen (ISO 19458:2006); Deutsche Fassung EN ISO 19458:2006 (Water quality; Sampling for microbiological analysis (ISO 19458:2006); German version EN ISO 19458:2006)

ISO 11731:2017-05 Water quality; Enumeration of Legionella (Wasserbeschaffenheit; Zählung von Legionellen)

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik (Terminology of civil engineering and building services)