

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

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

VDI 2047  
Blatt 2 / Part 2  
Entwurf / Draft

Open recooler 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 2026-05-31

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal <https://www.vdi.de/2047-2>
- 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.....	4	Introduction.....	4
<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>7</b>	<b>3 Terms and definitions.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Abkürzungen.....</b>	<b>9</b>	<b>4 Abbreviations.....</b>	<b>9</b>
<b>5 Rechtliche Rahmenbedingungen.....</b>	<b>10</b>	<b>5 Legal framework.....</b>	<b>10</b>
5.1 Allgemeines.....	10	5.1 General information.....	10
5.2 Immissionsschutz.....	12	5.2 Immission control.....	12
5.3 Arbeitsschutz.....	12	5.3 Occupational health and safety.....	12
5.4 Verwendung von Bioziden.....	14	5.4 Use of biocides.....	14
<b>6 Gesundheitsrisiken.....</b>	<b>15</b>	<b>6 Health risks.....</b>	<b>15</b>
<b>7 Biofilm.....</b>	<b>16</b>	<b>7 Biofilm.....</b>	<b>16</b>
<b>8 Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen.....</b>	<b>18</b>	<b>8 Construction of evaporative cooling systems.....</b>	<b>18</b>
8.1 Bauarten.....	18	8.1 Types of construction.....	18
8.2 Hygieneanforderungen an die Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen.....	20	8.2 Hygiene requirements for the design of evaporative cooling systems.....	20
8.3 Werkstoffe.....	20	8.3 Materials.....	20
<b>9 Planung, Errichtung, Inbetriebnahme.....</b>	<b>22</b>	<b>9 Planning, installation, commissioning.....</b>	<b>22</b>
9.1 Anforderungen an Planung, Herstellung und Errichtung.....	22	9.1 Requirements for planning, manufacture, and installation.....	22
9.2 Standortwahl, Aufstellort.....	22	9.2 Choice of location, installation site.....	22
9.3 Stoffeintrag.....	23	9.3 Substance input.....	23
9.4 Prozesssteuerung.....	23	9.4 Process control.....	23
9.5 Planerische Vorkehrungen für Betriebsunterbrechungen und Stillstände.....	25	9.5 Planning precautions for operational interruptions and shutdowns.....	25
9.6 Empfehlungen zur MSR-Technik.....	25	9.6 Recommendations for I&C technology... ..	25
9.7 Wasserbeschaffenheit.....	27	9.7 Water quality.....	27
9.8 Inbetriebnahme.....	34	9.8 Commissioning.....	34

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)  
Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Sanitärtechnik  
VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Raumluftechnik

Inhalt	Seite
<b>10 Betrieb und Instandhaltung</b> .....	35
10.1 Allgemeine Hinweise.....	35
10.2 Hygiene-Gefährdungsbeurteilung .....	36
10.3 Reinigung.....	38
10.4 Hygienekontrollen.....	39
<b>11 Qualifikation und Schulung von Personal</b> ....	49
<b>Anhang A</b> Betriebs- und Bauarten von Kühlsystemen und Rückkühlwerken.....	51
A1 Kühlsysteme mit Nutzung eines Vorfluters .....	51
A2 Geschlossene Kühlsysteme .....	54
A3 Offene Kühlsysteme.....	54
A4 Trockenkühler .....	56
A5 Ausführungsbeispiele von Rückkühlwerken als Verdunstungskühlanlagen.....	61
A6 Nasskühltürme mit geschlossenem Kreislauf (nass, nass/trocken, hybrid).....	63
A7 Nass-Trocken-Kühltürme mit geschlossenem Kreislauf (luftgekühlte Wärmeübertrager mit Saison- Nassbetrieb oder Hybridkühltürme).....	65
A8 Offene oder geschlossene Nasskühltürme mit Fortluftrechner .....	68
A9 Wärmeübertrager mit adiabater Vorkühlung .....	70
A10 Unterschiede im Emissionsverhalten verschiedener Bauarten.....	75
<b>Anhang B</b> Eigenschaften gebräuchlicher Biozide.....	78
<b>Anhang C</b> Ursachenermittlung und Maßnahmen bei mikrobiologischen Belastungen .....	85
Schrifttum .....	92

Contents	Page
<b>10 Operation and maintenance</b> .....	35
10.1 General information.....	35
10.2 Hygiene risk assessment .....	36
10.3 Cleaning.....	38
10.4 Hygiene controls.....	39
<b>11 Qualification and training of personnel</b> .....	49
<b>Annex A</b> Operating and design types of cooling systems and open recoler systems.....	51
A1 Cooling systems with utilisation of a receiving water course .....	51
A2 Closed cooling systems.....	54
A3 Open cooling systems.....	54
A4 Dry cooler.....	56
A5 Design examples of recooling units as evaporative cooling systems.....	61
A6 Wet cooling towers with closed circuit (wet, wet/dry, hybrid) .....	63
A7 Wet/dry cooling towers with closed circuit (air-cooled heat exchangers with seasonal wet operation or hybrid cooling towers) .....	65
A8 Open or closed wet cooling towers with exhaust air heater .....	68
A9 Heat exchanger with adiabatic pre-cooling.....	70
A10 Differences in the emission behaviour of different designs .....	75
<b>Annex B</b> Properties of commonly used biocides .....	78
<b>Annex C</b> Determination of causes and measures in the event of microbiological contamination.....	85
Bibliography .....	92

## 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:

*Ulf Bergmann*, Mörlenbach

*Wolfgang Czolkoss*, Essen

*Markus Decker*, Frechen

*Jan Frösler*, Mülheim

*Jens Habersaat*, Bochum

*Hartmut Hardt*, Bochum

*Guido Hilden*, Wilnsdorf

*Anja Jürgensen*, Düsseldorf

*Kerstin Keppler*, Ludwigshafen

*Nina Neuberger*, St. Wendel

*Holger Ohme*, Bergheim

*Stefan Pleischl*, Bonn

*Gabriel Reymann*, Bochum

*Rita Schickel*, Wiesbaden

*Dirk Schneidereit*, Leverkusen

*Christoph Sinder*, Dortmund

*Roland Suchenwirth*, Hannover

*Otto Theobald*, Fischach

*Mark Thorand*, Bergheim

*Dirk Tutas*, Katzweiler

*Martin Ugi*, Moorenweis

*Birgit Walther*, Berlin

*Jörg Weißer*, Gütersloh

*Heiko Woizick*, Köln

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2047](http://www.vdi.de/2047).

## 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:

*Ulf Bergmann*, Mörlenbach

*Wolfgang Czolkoss*, Essen

*Markus Decker*, Frechen

*Jan Frösler*, Mülheim

*Jens Habersaat*, Bochum

*Hartmut Hardt*, Bochum

*Guido Hilden*, Wilnsdorf

*Anja Jürgensen*, Düsseldorf

*Kerstin Keppler*, Ludwigshafen

*Nina Neuberger*, St. Wendel

*Holger Ohme*, Bergheim

*Stefan Pleischl*, Bonn

*Gabriel Reymann*, Bochum

*Rita Schickel*, Wiesbaden

*Dirk Schneidereit*, Leverkusen

*Christoph Sinder*, Dortmund

*Roland Suchenwirth*, Hanover

*Otto Theobald*, Fischach

*Mark Thorand*, Bergheim

*Dirk Tutas*, Katzweiler

*Martin Ugi*, Moorenweis

*Birgit Walther*, Berlin

*Jörg Weißer*, Gütersloh

*Heiko Woizick*, Cologne

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

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at [www.vdi.de/2047](http://www.vdi.de/2047).

## Einleitung

Verdunstungskühlanlagen werden eingesetzt, um Wärmelasten, z.B. aus technischen Prozessen, an die Umgebung abzuführen. Im Vergleich unterschiedlicher Kühlsysteme führt die Ausnutzung des Verdunstungskühleffekts zu der größten spezifischen Flächen- und Energieeffizienz.

Hinsichtlich der Hygiene sind nur Verfahren von Interesse, bei denen Wasser in direkten Kontakt mit der Luft gebracht wird. Die unterschiedlichen Verfahren und die daraus resultierenden vielfältigen Apparateformen werden beschrieben. Grundsätzlich besteht bei allen Technologien, bei denen Wasser in einen Luftstrom geleitet wird, die Neigung zur Aerosolbildung. Trotz des Einsatzes von Tropfenabscheidern können Tröpfchen von der Abluft mitgerissen werden und in die Umgebung gelangen.

Aufgrund günstiger Vermehrungsbedingungen (insbesondere Feuchte, Nährstoffangebot, Temperatur) für Mikroorganismen (Bakterien, Algen, Schimmelpilze, Protozoen) im Wasser und auf den Oberflächen können die mitgerissenen Wassertröpfchen Mikroorganismen enthalten, z.B. Legionellen. Diese stellen ein gesundheitliches Risiko dar, da sie im Fall des Einatmens Ursache für Infektionskrankheiten sein können. Hochrechnungen 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 (siehe VGBE-S-455). Beispiele sind die Legionelloseausbrüche in Ulm (2010), Warstein (2013), Bremen (2022/23) und Weinsberg (2023). 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 in Biofilmen auf Oberflächen und in Bioaerosolen.

In dieser Richtlinie werden die baulichen, technischen und organisatorischen Anforderungen für einen hygienisch einwandfreien Betrieb genannt. Diese beziehen sich auf die Planung, das Errichten und das Betreiben einschließlich der erforderlichen Instandhaltung von Verdunstungskühlanlagen.

Bei der Einhaltung dieser Anforderungen werden Risiken für Beschäftigte und Dritte, z.B. durch Legionellen, minimiert.

Diese Richtlinie wendet sich insbesondere an Personen und Organisationen in Bauträgerschaft, Archi-

## Introduction

Evaporative cooling systems are used to dissipate heat loads, e.g. from technical processes, into the environment. When comparing different cooling systems, the utilisation of the evaporative cooling effect leads to the greatest specific area and energy efficiency.

In terms of hygiene, only processes in which water is brought into direct contact with the air are of interest. The different processes and the resulting variety of apparatus forms are described. In principle, all technologies in which water is channelled into an air stream have a tendency to form aerosols. Despite the use of droplet separators, droplets can be carried along by the exhaust air and released into the environment.

Due to favourable propagation conditions (especially humidity, nutrient supply, temperature) for microorganisms (bacteria, algae, moulds, protozoa) in the water and on the surfaces, the entrained water droplets may contain microorganisms, e.g. Legionella. These pose a health risk as they can cause infectious diseases if inhaled. Projections have shown that around 15000 to 30000 cases of community-acquired Legionella pneumonia can be expected in Germany each year, some of which may have been caused by evaporative cooling systems (see VGBE-S-455). Examples include the legionellosis outbreaks in Ulm (2010), Warstein (2013), Bremen (2022/23) and Weinsberg (2023). Pontiac fever is only rarely recognised as a Legionella infection due to the flu-like, mild course of the disease. The microbiological quality of the water is therefore crucial for the safe operation of such systems.

In addition, occupational health and safety concerns shall be taken into account for maintenance measures; this applies in particular with regard to the occurrence of pathogens in biofilms on surfaces and in bioaerosols.

This standard specifies the structural, technical, and organisational requirements for hygienic operation. These relate to the planning, installation, and operation, including the necessary maintenance of evaporative cooling systems.

Compliance with these requirements minimises risks for employees and third parties, e.g. from Legionella.

This standard is aimed in particular at individuals and organizations involved in property develop-

tektur, Planung, Anlagenerstellung, Geräteherstellung, Betrieb, Gebäudemanagement, Dienstleistung (z.B. Instandhaltung), Sachverständigenwesen, Unfallversicherung sowie betriebs- und amtsärztliches Personal.

Diese Richtlinie unterstützt das Ziel, die Betriebssicherheit von Verdunstungskühlanlagen sicherzustellen. Auch bei hygienisch einwandfreiem Betrieb können Risiken nicht vollständig ausgeschlossen werden.

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

## 1 Anwendungsbereich

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

Dabei ist es unerheblich, ob das Nutzwasser 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, da sich auch hier auf den benetzten Oberflächen Legionellen vermehren können.

**Anmerkung:** Hinweise zu Bauarten und zum Emissionsverhalten finden sich in Abschnitt 8.1 und Anhang A.

Befeuchtungseinrichtungen in RLT-Anlagen, die ausschließlich die Zuluft zu Innenräumen beeinflussen, liegen nicht im Anwendungsbereich dieser Richtlinie.

Die Richtlinie gilt auch für Trockenanlagen mit zeitweiligem Nassbetrieb und für Anlagen mit adiabater Vorkühlung. Dabei ist es unerheblich, ob die adiabate Vorkühlung bereits herstellereitig vorhanden war oder zu einem späteren Zeitpunkt nachgerüstet wurde. Besitzen diese Anlagen in Luftrichtung vor dem Wärmeübertrager Befeuchter, z.B. in Form von Matten (umgangssprachlich: Padsystem), die zum Zweck der adiabaten Vorkühlung der Außenluft mit Wasser in Kontakt kommen, so fallen auch diese Anlagen in den Anwendungsbereich dieser Richtlinie. Dabei ist es unerheblich, ob das verrieselte Wasser im Kreislauf geführt wird oder direkt abläuft.

**Anmerkung:** Wärmepumpen, die auch zur Kühlung eingesetzt und mit Befeuchtungseinrichtungen versehen werden, sind Verdunstungskühlanlagen im Sinne dieser Richtlinie.

ment, architecture, planning, plant construction, equipment manufacturing, operations, building management, services (e.g., maintenance), expert assessment, accident insurance, and occupational and public health personnel.

This standard supports the goal of ensuring the operational safety of evaporative cooling systems. Risks cannot be completely ruled out, even in the case of hygienically perfect operation.

Existing systems that do not fulfil the design requirements of this standard can continue to be operated as long as the hygiene requirements of this standard are met.

## 1 Scope

This standard applies to evaporative cooling systems and cooling towers in which water is trickled or sprayed and may come into contact with the atmosphere.

It is irrelevant whether the process water is used directly as a 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. This standard also applies to systems without recirculation, as Legionella can also multiply on the wetted surfaces.

**Note:** Information on types of construction and emission behaviour can be found in Section 8.1 and Annex A.

Humidification systems in ventilation and air conditioning systems (VAC systems) that only affect the supply air to indoor rooms are not within the scope of this standard.

The standard also applies to dry systems with intermittent wet operation and to systems with adiabatic pre-cooling. Where this is the case, it is irrelevant whether the adiabatic pre-cooling was already provided by the manufacturer or was retrofitted at a later date. If these systems have humidifiers upstream of the heat exchanger, e.g. in the form of mats (colloquially: pad system), which come into contact with water for the purpose of adiabatic pre-cooling of the outside air, these systems also fall within the scope of this standard. It is irrelevant whether the trickled water is recirculated or drained directly.

**Note:** Heat pumps that are also used for cooling and are equipped with humidification devices are evaporative cooling systems within the meaning of this standard.

Ausgenommen vom Anwendungsbereich sind

- Wärmeübertrager, in denen die Prozesswärme aufnehmende Fluid ausschließlich in einem geschlossenen Kreislauf geführt wird und die Prozesswärme direkt über Luftwärmeübertrager an die zur Kühlung herangeführte Luft übertragen wird (Trockenbetrieb),
- Anlagen im ausschließlichen Trockenbetrieb, auch wenn Kondenswasserbildung durch Taupunktunterschreitung möglich ist.

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

#### **Wichtiger Hinweis**

Diese Richtlinie stellt keine Prüfgrundlage für die Zertifizierung von Geräten und Komponenten dar. Die Erfüllung der Anforderungen dieser Richtlinie kann nicht durch Prüfung von Musteranlagen sichergestellt werden. Es ist ausgeschlossen, dass ein Anlagentyp aufgrund von allgemeinen Herstellerdokumenten oder einer generischen Begutachtung pauschal aus dem Anwendungsbereich dieser Richtlinie herausgenommen wird (z. B. „Baumusterprüfung“, „Zertifizierung nach VDI 2047“, „Konformitätsbewertung“).

Excluded from the scope are

- heat exchangers in which the fluid absorbing the process heat is conducted exclusively in a closed circuit and the process heat is transferred directly via air heat exchangers to the air supplied for cooling (dry operation),
- systems in exclusively dry operation, even if condensation is possible due to falling below the dew point.

Introduction of wastewater from evaporative cooling systems is not the subject of this standard. The legal requirements regarding the discharge of wastewater shall be complied with during operation (desalination) and when emptying.

#### **Important remark**

This standard does not constitute a test basis for the certification of devices and components. The fulfilment of the requirements of this standard cannot be ensured by testing sample systems. It is not possible for a system type to be excluded from the scope of this standard on the basis of general manufacturer documents or a generic assessment (e.g. “type examination”, “certification in accordance with VDI 2047”, “conformity assessment”).