

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Rückkühlwerke  
Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von  
Verdunstungskühlanlagen  
Kühltürme über 200 MW Kühlleistung  
(VDI-Kühlturmregeln)  
Open recoler systems  
Securing hygienically sound operation of  
evaporative cooling systems  
Cooling towers with a  
cooling power greater than 200 MW  
(VDI Cooling Tower Code of Practice)

VDI 2047  
Blatt 3 / Part 3

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.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung.....	2
Einleitung.....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Normative Verweise.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Begriffe.....</b>	<b>4</b>
<b>4 Technische Eigenschaften.....</b>	<b>4</b>
4.1 Funktionsweise.....	4
4.2 Hygieneanforderungen an die Konstruktion.....	5
4.3 Werkstoffe.....	5
<b>5 Planung, Errichtung, Inbetriebnahme.....</b>	<b>5</b>
5.1 Anforderungen an Planung, Herstellung und Errichtung.....	5
5.2 Stoffeintrag.....	6
5.3 Betrieb.....	6
5.4 Planerische Vorkehrungen für Betriebsunterbrechungen und Stillstände.....	7
5.5 Empfehlungen zur MSR-Technik.....	7
5.6 Wasserbeschaffenheit.....	8
5.7 Inbetriebnahme.....	9
<b>6 Betrieb und Instandhaltung.....</b>	<b>10</b>
6.1 Allgemeine Hinweise.....	10
6.2 Gefährdungsbeurteilung.....	11
6.3 Maßnahmen zur Verbesserung des hygienegerechten Betriebs.....	12
6.4 Hygienekontrollen.....	14
<b>7 Qualifikation und Schulung von Personal.....</b>	<b>18</b>
7.1 Grundsätzliches.....	18
7.2 Wesentliche Änderung dieser Richtlinie.....	19
<b>Anhang A Checkliste Risikoanalyse.....</b>	<b>20</b>
<b>Anhang B Funktions- und Betriebsweisen von   Kühlsystemen.....</b>	<b>22</b>
B1 Betriebsarten von Verdunstungskühlanlagen.....	22
B2 Bauarten von Verdunstungskühlanlagen.....	25
B3 Unterschiede im Emissionsverhalten der verschiedenen Kühlturbauarten.....	30
Schrifttum.....	34

Contents	Page
Preliminary note.....	2
Introduction.....	2
<b>1 Scope.....</b>	<b>3</b>
<b>2 Normative references.....</b>	<b>4</b>
<b>3 Terms and definitions.....</b>	<b>4</b>
<b>4 Technical properties.....</b>	<b>4</b>
4.1 Functional principle.....	4
4.2 Hygiene requirements regarding the design.....	5
4.3 Materials.....	5
<b>5 Planning, installation, commissioning.....</b>	<b>5</b>
5.1 Requirements regarding planning, manufacture, and installation.....	5
5.2 Carryover of substances.....	6
5.3 Operation.....	6
5.4 Measures to be planned for interruptions of operation and standstills.....	7
5.5 Recommendations regarding I&C.....	7
5.6 Water quality.....	8
5.7 Commissioning.....	9
<b>6 Operation and maintenance.....</b>	<b>10</b>
6.1 General guidance.....	10
6.2 Hazard assessment.....	11
6.3 Measures to improve hygiene-compliant operation.....	12
6.4 Hygiene checks.....	14
<b>7 Qualification and training of personnel.....</b>	<b>18</b>
7.1 General.....	18
7.2 Substantial modification to this standard.....	19
<b>Annex A Risk analysis checklist.....</b>	<b>20</b>
<b>Annex B Functional principles and modes   of operation of cooling systems.....</b>	<b>22</b>
B1 Modes of operation of evaporative cooling systems.....	22
B2 Types of evaporative cooling systems.....	25
B3 Differences in emission behaviour between the different cooling-tower types.....	30
Bibliography.....	34

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)  
Fachbereich Energiewandlung und -anwendung

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Sanitärtechnik

## 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.

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 Verfahren von Interesse, bei denen Wasser in direkten Kontakt mit der Luft gebracht wird. 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 (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, z.B. Legionellose oder Pontiac-Fieber. Beispiele sind die Legionelloseausbrüche in Ulm (2010), Warstein (2013), Jülich (2014) und Bremen (2015, 2016). Hochrechnungen [1] ergaben, dass in Deutschland mit etwa 15000 bis 30000 ambulant erworbenen Legionellenpneumonien pro Jahr gerechnet werden muss, die z.B. durch belastete Sanitärsysteme (z.B. Duschen) und raumluftechnische Anlagen, zum Teil aber auch durch Verdunstungskühlanlagen entstanden sein können. Die mikrobiologische Beschaffenheit des Wassers ist daher entscheidend für den sicheren Betrieb derartiger Anlagen.

Darüber hinaus müssen die Belange des Arbeitsschutzes (z.B. bei Probenahme und Instandhal-

## 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.

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 from, e.g. technical processes, to the environment.

From the point of view of hygiene, only such processes are of interest where water is brought into direct contact with the air. The basic propensity to form aerosols is inherent in all technologies where water is introduced into an airflow. Even though drift eliminators are used, there is a potential for droplets to be entrained by the exhaust airflow, thereby being released into the environment.

Due to conditions in the water and on surfaces (humidity, nutrients, temperatures) which promote the proliferation of microorganisms (bacteria, algae, moulds, protozoae), entrained droplets can carry microorganisms, e.g. legionella. This gives rise to health hazards as their inhalation can cause infectious diseases, e.g. Legionnaires' disease or Pontiac fever. Examples are outbreaks of Legionnaires' disease in Ulm (2010), Warstein (2013), Jülich (2014), and Bremen (2015, 2016). According to projections [1], about 15000 to 30000 legionella-induced non-nosocomial cases of pneumonia are likely to occur in Germany per year, which can be due to, e.g., contaminated sanitary systems (e.g. showers) and ventilation and air-conditioning systems, but partly also due to evaporative cooling systems. As a matter of consequence, the microbiological quality of the water is pivotal to the safe operation of such systems.

Furthermore, matters of occupational health and safety shall be considered (e.g. during sampling

tungsmaßnahmen) berücksichtigt werden; dies gilt auch im Hinblick auf das Vorkommen von Krankheitserregern in Biofilmen 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 großen Kühltürmen mit einer Kühlleistung von mehr als 200 MW je Luftaustritt genannt, wie sie in der Energiewirtschaft verwendet werden. Die Funktions- und Betriebsweisen von großen Rückkühlanlagen werden beispielhaft in Anhang B beschrieben.

Diese Richtlinie wurde unter Berücksichtigung der Richtlinie VDI 2047 Blatt 2 erarbeitet, die die Anforderungen an kleinere Verdunstungskühlanlagen und Zellenkühler benennt, wie sie z.B. in der Gebäudetechnik und für industrielle Prozesse verwendet werden. Aufgrund von Unterschieden in der Konstruktion und im Betrieb sowie im Emissions- und Ausbreitungsverhalten sind die von Verdunstungskühlanlagen nach dieser Richtlinie möglicherweise ausgehenden Gesundheitsgefährdungen als deutlich geringer einzustufen als bei Verdunstungskühlanlagen nach VDI 2047 Blatt 2. Dies rechtfertigt, allgemein höhere Prüf- und Maßnahmenwerte zuzulassen. Um dem Besorgnisgrundsatz gerecht zu werden, wird dies auf einen Faktor 5 begrenzt.

Diese Richtlinie wendet sich insbesondere an Bauherren, Planer, Anlagenhersteller, Genehmigungs- und Überwachungsbehörden, Betreiber, Dienstleister (z.B. für Instandhaltung), Sachverständige, Unfallversicherungsträger sowie Betriebs- und Amtsärzte. Ziel dieser Richtlinie ist es, die Betriebssicherheit sicherzustellen. Unter dieser Voraussetzung ist die Wahl des Aufstellungsorts von untergeordneter Bedeutung. Bei unter Hygiene Gesichtspunkten einwandfreiem Betrieb sind die Risiken minimiert, können jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Bestehende Anlagen, die die konstruktiven Anforderungen dieser Richtlinie nicht erfüllen, können ohne konstruktive Änderungen weiter betrieben werden, sofern die Hygieneanforderungen (siehe Abschnitt 6) dieser Richtlinie erfüllt sind.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Verdunstungskühlanlagen mit offenen Kühlwasserkreisläufen und einer Kühlleistung > 200 MW je Luftaustritt. Für Hybridkühltürme und Kühltürme mit zusätzlichen drückenden Ventilatoren > 200 MW je Luftaustritt gilt sie nur dann, wenn nachgewiesen wird, dass deren Emis-

and maintenance activities), also with a view to the occurrence of pathogens in biofilms on surfaces.

This standard specifies the structural, technical and organisational requirements pertaining to hygienically sound operation which shall be met in the planning, installation, and operation, including the required maintenance, of large cooling towers with a cooling power greater than 200 MW per air outlet, as typically used in the power supply industry. The functional principles and modes of operation of large open recoler systems are described in Annex B by means of examples.

This standard has been drafted taking into account the VDI 2047 Part 2 standard which specifies the requirements to be met by smaller evaporative cooling systems and cell cooling towers as used in, e.g., the building services and for industrial processes. Given the differences in design and operation and in the emission and propagation behaviour, the health hazards possibly arising from evaporative cooling systems as per this standard can be rated considerably lower than those from evaporative cooling systems as per VDI 2047 Part 2. This justifies to allow generally higher test values and action limits. To satisfy the principle of duty of care, this increase is limited to a factor of 5.

This standard is addressed in particular to builder-owners, planners, system manufacturers, approving and supervisory authorities, operators, service providers (e.g. for maintenance), authorised experts, accident insurers, and company physicians as well as public medical officers. The standard aims to ensure safe operation. If this condition is fulfilled, the siting is of minor importance. Where operation is hygienically sound, the risks are minimised, although they cannot be entirely ruled out.

Continuation of operation of existing systems not satisfying the design requirements of this standard is possible without design modifications if the hygiene requirements (see Section 6) of this standard are met.

## 1 Scope

This standard applies to evaporative cooling systems with open cooling-water circuits and a cooling power > 200 MW per air outlet. Hybrid cooling towers and cooling towers with additional forced-draught fans > 200 MW per air outlet only fall in the scope of this standard if their emission behav-

sionsverhalten (siehe Tabelle B4 in Anhang B) dem einer Anlage nach dieser Richtlinie entspricht. Sie gilt nicht für saugende Ventilator Kühlsysteme.

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

## 2 Normative Verweise

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

DIN EN ISO 19458:2006-12 Wasserbeschaffenheit; Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen (ISO 19458:2006); Deutsche Fassung EN ISO 19458:2006

VDI 2047:1992-07 Kühltürme; Begriffe und Definitionen

VDI 2047 Blatt 2:2017-11 Rückkühlwerke; Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln)

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik

ious (see Table B4 in Annex B) is demonstrated to be equal to that of a system according to this standard. The standard does not apply to induced-draught fan cooling systems.

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 emptying.

## 2 Normative references

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

DIN EN ISO 19458:2006-12 Water quality; Sampling for microbiological analysis (ISO 19458:2006); German version EN ISO 19458:2006

VDI 2047:1992-07 Cooling towers; Terms and definitions

VDI 2047 Part 2:2017-11 Open recoler systems; Securing hygienically sound operation of evaporative cooling systems (VDI Cooling Tower Code of Practice)

VDI 4700 Part 1:2015-10 Terminology of civil engineering and building services