

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

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

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	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4
2 Normative Verweise	5	2 Normative references	5
3 Begriffe	5	3 Terms and definitions	5
4 Abkürzungen	6	4 Abbreviations	6
5 Rechtliche Rahmenbedingungen	6	5 Legal framework	6
5.1 Allgemeines.....	6	5.1 General.....	6
5.2 Arbeitsschutz.....	8	5.2 Occupational health and safety.....	8
5.3 Verwendung von Bioziden.....	9	5.3 Use of biocides.....	9
6 Gesundheitsrisiken	10	6 Health hazards	10
7 Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen	12	7 Design of evaporative cooling systems	12
7.1 Bauarten.....	12	7.1 Types.....	12
7.2 Hygieneanforderungen an die Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen.....	13	7.2 Hygiene requirements to be met by the design of evaporative cooling systems.....	13
7.3 Werkstoffe.....	14	7.3 Materials.....	14
8 Planung, Errichtung, Inbetriebnahme	15	8 Planning, installation and commissioning ... 15	15
8.1 Anforderungen an Planung, Herstellung und Errichtung.....	15	8.1 Requirements to be met by planning, manufacture and installation.....	15
8.2 Standortwahl, Aufstellort.....	15	8.2 Siting, installation site.....	15
8.3 Stoffeintrag.....	16	8.3 Carryover of substances.....	16
8.4 Prozesssteuerung.....	16	8.4 Process control.....	16
8.5 Planerische Vorkehrungen für Stillstand.....	18	8.5 Measures to be planned for standstills.....	18
8.6 Empfehlungen zur MSR-Technik.....	18	8.6 Recommendations regarding I&C.....	18
8.7 Wasserbeschaffenheit.....	19	8.7 Water quality.....	19
8.8 Inbetriebnahme.....	25	8.8 Commissioning.....	25
9 Betrieb und Instandhaltung	26	9 Operation and maintenance	26
9.1 Allgemeine Hinweise.....	26	9.1 General guidance.....	26
9.2 Gefährdungsbeurteilung.....	27	9.2 Hazard assessment.....	27
9.3 Hygienekontrollen.....	28	9.3 Hygiene checks.....	28

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

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

	Seite
10 Qualifikation und Schulung von Personal	37
10.1 Grundsätzliches.....	37
10.2 Schulungsziele.....	37
10.3 Anforderungen an die Schulung.....	38
10.4 Schulungsinhalte.....	40
Anhang A Bauarten von Verdunstungskühlanlagen.....	42
A1 Offene Nasskühltürme (offene Systeme – ohne geschlossenen Primärkreislauf).....	42
A2 Nasskühltürme mit geschlossenem Kreislauf (nass, nass/trocken, hybrid).....	46
A3 Nass-Trocken-Kühltürme mit geschlossenem Kreislauf (luftgekühlte Wärmeübertrager mit Saison-Nassbetrieb oder Hybridkühltürme).....	49
A4 Offene oder geschlossene Nasskühltürme mit Fortlufterhitzer.....	53
A5 Wärmeübertrager mit adiabater Vorkühlung.....	55
Anhang B Eigenschaften gebräuchlicher Biozide.....	59
Anhang C Probenahme – Schritt-für-Schritt-Anleitung.....	63
Anhang D Checkliste Risikoanalyse.....	64
Anhang E Abscheidung von Kalziumkarbonat, Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht.....	66
Schrifttum.....	67

	Page
10 Qualification and training of personnel	37
10.1 General.....	37
10.2 Training goals.....	37
10.3 Requirements regarding training.....	38
10.4 Training contents.....	40
Annex A Types of evaporative cooling systems.....	42
A1 Open wet cooling towers (open systems – no closed primary circuit).....	42
A2 Wet cooling towers with closed primary circuit (wet, wet/dry, hybrid).....	46
A3 Wet-dry cooling towers with closed circuit (air-cooled heat exchangers with seasonal wet operation or hybrid cooling towers).....	49
A4 Open or closed wet cooling towers with exhaust air heater.....	53
A5 Heat exchangers with adiabatic precooling.....	55
Annex B Properties of common biocides.....	59
Annex C Sampling – Step-by-step instructions.....	63
Annex D Checklist for risk analysis.....	64
Annex E Precipitation of calcium carbonate, carbonate/carbonic acid equilibrium.....	66
Bibliography.....	67

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

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter 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 direkten 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 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. 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.

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) 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.

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, 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.

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 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 weiter betrieben werden, sofern die Hygieneanforderungen dieser Richtlinie erfüllt sind.

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. 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. 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 nicht für Befeuchtungseinrichtungen in raumluftechnischen Anlagen, die integrierter Bestandteil der luftführenden Bereiche der RLT-

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 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. 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. 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).

This standard does not apply to humidifiers in ventilating and air-conditioning systems where these humidifiers are integral parts of the air-handling

Anlage sind. Deren Hygiene-Anforderungen sind in den Richtlinien VDI 6022 und VDI 3803 Blatt 3 geregelt.

Die Hygieneanforderungen an Naturzugkühltürme größer als 200 MW thermischer Rückkühlleistung fallen nicht in den Anwendungsbereich dieser Richtlinie; diese sollen in einer weiteren Richtlinie behandelt werden.

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

2 Normative Verweise

Das folgende zitierte Dokument ist 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

sections of the ventilating and air-conditioning systems; pertinent hygiene requirements are specified in VDI 6022 and VDI 3803 Part 3.

Hygiene requirements for natural-draught cooling towers with a cooling power in excess of 200 MW do not fall in the scope of this standard; such cooling towers will be dealt with in a further standard.

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.

2 Normative references

The following referenced document is 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