

VDMA 24649



ICS ...

Vorgesehen als Ersatz für
VDMA 24649:2005-05

Betriebsempfehlungen für Verdunstungskühlanlagen

Operational recommendations for evaporative cooling equipment

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte VDMA-Einheitsblatt von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an peter.gebhart@vdma.org
- oder in Papierform an den Fachverband Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate im VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Postfach 71 08 64, 60498 Frankfurt.

Fortsetzung Seite 2 bis 35

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA)

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Erhaltung der Kühleffektivität	3
3.1 Verdunstung und Abflutung	4
3.2 Wasserqualität	4
3.2.1 Kalkbildung	4
3.2.2 Korrosion	4
3.2.3 Biofilmbildung	5
3.2.4 Verschmutzung (Fouling)	5
3.3 Instandhaltung und Sauberkeit	5
4 Verdunstungskühlanlagen	6
5 Betriebsmodi	6
5.1 Beschreibung	6
5.2 Technische Hygieneanforderungen	7
5.2.1 Geräte für Betriebsmodi A und C	7
5.2.2 Geräte für Betriebsmodus B	7
5.2.3 Geräte für Betriebsmodus D	7
5.3 Hygieneanforderungen bei der Planung	7
6 Systemsicherheit	8
6.1 Auswahl, Konzeptionierung und Aufstellung des Rückkühlwerkes	8
6.2 Risikoanalyse	9
6.3 Wasseraufbereitung und -behandlung	9
6.4 Betriebshandbuch	9
6.5 Inspektion und Wartung	10
6.5.1 Inspektionen	10
6.5.2 Wartungsprogramm	10
6.6 Kontrolle der Wasserqualität und –aufbereitung	11
6.6.1 Probenahme	11
6.6.2 Veränderliche Qualität des Zusatzwassers	11
6.6.3 Wasserqualität des Zusatzwassers und des Sprühwassers	11
6.6.4 Funktion der Wasseraufbereitungs- und –behandlungsanlagen prüfen	11
6.6.5 Allgemeine Koloniezahl	12
6.6.6 Untersuchungen auf Legionella spp.	12
Anhang A Betriebshandbuch	13
Erläuterungen	33
Literaturhinweise	34

Vorwort

Dieses VDMA-Einheitsblatt trägt dazu bei, dass beim Betrieb von Verdunstungskühlanlagen durch eine angemessene Kontrolle der Wasserqualität und eine regelmäßige Wartung unkontrolliertem biologischem Wachstum vorgebeugt wird und die Kühleffektivität der Anlage erhalten bleibt. Dieses VDMA-Einheitsblatt beschränkt sich auf Rückkühlwerke. Eine Betrachtung des gesamten Kühlsystems ist nicht Gegenstand dieses VDMA-Einheitsblattes. Es richtet sich insbesondere an Planer, Hersteller, Betreiber und Instandhalter von Verdunstungskühlanlagen sowie technischen Anlagen, in denen diese Bauteile Verwendung finden.

Die geplante Instandhaltung aller Anlagenkomponenten ist ein wesentlicher Faktor für die dauerhafte Funktions- und Betriebssicherheit der Anlagen und Bauteile. Zusätzlich leistet sie einen wichtigen Beitrag bezüglich der Wirtschaftlichkeit und dem Werterhalt der Gesamtanlage. Zentraler Bestandteil der geplanten Instandhaltung ist die Wartung.

Verdunstungskühler in allen ihren Bauarten, auch Hybridkühltürme oder Verdunstungsverflüssiger, bieten eine wirksame und kostengünstige Lösung zur Abfuhr von Überschusswärme aus Klima- und Kälteanlagen und industriellen Prozessen. Die Verwendung dieser Technologie ist seit vielen Jahrzehnten weit verbreitet. Verdunstungskühlgeräte können unter Berücksichtigung der nachstehenden Empfehlungen wirksam und sicher betrieben werden.

Um unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit und Umweltbelastung aus der Vielfalt der angebotenen Rückkühlsysteme die für den jeweiligen Anwendungsfall optimale Lösung auszuwählen, ist das VDMA-Einheitsblatt 24659 „Wirtschaftlichkeit und partieller CO₂-Fußabdruck von Verdunstungskühlern – Leitfaden zur Berechnung“ zu beachten.

Wirksame Kühlung bei niedrigen Temperaturen ist bei zahlreichen Prozessen wichtig, weil hierdurch ein besserer Prozesswirkungsgrad mit geringerem Gesamtenergiebedarf erreicht werden kann. In diesem Sinne kann Verdunstungskühlung einen Beitrag dazu leisten, natürliche Ressourcen einzusparen und eine geringere Belastung der Umwelt zu ermöglichen. Ziel dieser Empfehlungen ist es, Maßnahmen zu beschreiben, die erforderlich sind, die Effizienz der Wärmeübertragung zu erhalten und das Wachstum von schädlichen Bakterien, u.a. auch Legionellen, im Kühlsystem zu verhindern.

1 Anwendungsbereich

Dieses VDMA-Einheitsblatt gibt Empfehlungen für den Betrieb von Verdunstungskühlanlagen.

Dabei beschränkt sich das VDMA-Einheitsblatt auf Rückkühlwerke. Eine Betrachtung des gesamten Kühlsystems ist nicht Gegenstand dieses VDMA-Einheitsblattes. Es richtet sich insbesondere an Planer, Hersteller, Betreiber und Instandhalter von Verdunstungskühlanlagen sowie technischen Anlagen, in denen diese Bauteile Verwendung finden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die jeweils letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

DIN EN 149:2009-08, Atemschutzgeräte - Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Deutsche Fassung EN 149:2001+A1:2009

TRBA-220, Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen

VDI 6022, Raumluftechnik, Raumlufqualität - Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte

3 Erhaltung der Kühleffektivität

Die Erhaltung der Kühleffektivität ist von großer Wichtigkeit, sowohl im Hinblick auf die Wärmeübertragung, als auch die Umweltbelastung. Wenn die im Neuzustand vorhandene Kühleffektivität erhalten bleibt, werden nur die geplanten Mengen an Wasser und Energie benötigt. Darüber hinaus wird ein sicherer Betrieb gewährleistet, wenn man das unkontrollierte Wachstum von Mikroorganismen verhindern kann. Die hierfür wichtigsten Erfordernisse sind eine angemessene Kontrolle der Wasserqualität sowie Wasserbehandlungs-

und Wartungsprogramme, welche sicherstellen, dass die Verdunstungskühlgeräte hygienisch sicher betrieben werden können.

3.1 Verdunstung und Abflutung

Der Kühleffekt wird durch Verdunstung von Wasser erreicht. Da die im Kühlwasser vorhandenen Stoffe nicht mitverdunsten, bleiben sie im Wasser zurück, wo sie sich anreichern und z. B. Verkalkung oder Korrosion verursachen können. Um dies zu verhindern, muss ein Teil des Kühlwassers abgeflutet werden. Um die im System erforderliche Gesamtwassermenge zu erhalten, muss sowohl die verdunstete, als auch die abgeflutete Wassermenge ersetzt werden. Die erforderliche Zusatzwassermenge kann mit nachstehender Formel berechnet werden:

$$\text{Zusatzwassermenge} = \text{Verdunstungsverlust} + \text{Abflutwassermenge.}$$

Der Verdunstungsverlust ist in erster Linie von der abzuführenden Wärmemenge und vom Zustand der Umgebungsluft abhängig. Als Faustregel für den Verdunstungsverlust bei Auslegungsbedingungen kann man davon ausgehen, dass ca. 0,4 Liter Wasser verdunsten, wenn man eine Wärmemenge von 1000 kJ abführt. Die Abflutwassermenge wird durch die Eindickung des Umlaufwassers bestimmt, mit der das System betrieben wird. Die maximal zulässige Eindickung hängt von der Qualität des Zusatzwassers und den Vorgaben zur Umlaufwasserqualität ab. Letztere sind durch den Lieferanten des Rückkühlsystems zu erstellen. Als Eindickung bezeichnet man das Verhältnis der Konzentration der Mineralien im Umlaufwasser zur Konzentration der Mineralien im Zusatzwasser. Die maximal zulässige Eindickung gibt die erforderliche Abflutwassermenge vor:

$$\text{Abflutwassermenge} = \frac{\text{Verdunstungsverlust}}{\text{Eindickung} - 1}$$

In der Praxis liegen Eindickungen in Umlaufsystemen zwischen zwei und fünf. Die Einsparung an Abflutwasser bei mehr als fünffacher Eindickung ist relativ gering. Hohe Eindickungen erhöhen das Risiko bezüglich Verkalkung, Korrosion und unkontrolliertem mikrobiellem Wachstum.

3.2 Wasserqualität

Die Qualität des Umlaufwassers wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, z. B. durch das Zusatzwasser, die Umgebungsluft oder die Anlage. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, über die unbedingt notwendige Abflutung hinaus, ein Wasserbehandlungsprogramm zu erstellen, welches Kalkbildung und Korrosion verhindert und die bakteriologische Kontrolle des Wassers sicherstellt. Die hierfür notwendigen Einrichtungen müssen bei der Erstinbetriebnahme vorhanden sein, die Funktion der Wasserbehandlungsanlagen ist bei Inbetriebnahme sicherzustellen und danach regelmäßig zu überwachen. Hierzu bedarf es eines Kontrollprogramms, welches die Einhaltung der erforderlichen Wasserqualität sicherstellt (siehe auch Abschnitt 6.6).

3.2.1 Kalkbildung

Eine übermäßige Ablagerung von Kalk in Verdunstungskühlgeräten vermindert die Kühleffektivität erheblich. Dies wiederum führt zu höheren Kühlwassertemperaturen, Wirkungsgradverlusten und gegebenenfalls sogar zum Ausfall der Anlage. Kalkbelag erhöht den Energiebedarf. Obwohl Kalk kein Nährstoff für Mikroorganismen ist, bieten starke Kalkablagerungen Brutstätten für Mikroorganismen und insofern stellen sie ein erhöhtes Risiko im Hinblick auf mikrobiologische Verunreinigungen dar. Je nach der Qualität des Zusatzwassers und dem Betrieb der Rückkühlanlage, kann Kalkbildung durch eine Aufbereitung des Zusatzwassers, z. B. Enthärtung, eine Behandlung des Kreislaufwassers, z. B. Härtestabilisierung und Kontrolle der Eindickung oder einer Kombination dieser Verfahren verhindert werden. Die Kontrolle der Kalkbildung gilt für alle Rückkühlanlagen, ganz gleich aus welchen Werkstoffen die Komponenten gefertigt sind. Kalk kann sich auf allen Werkstoffen ablagern.

3.2.2 Korrosion

Korrosionserscheinungen sind schädlich für eine Rückkühlanlage und können die Betriebssicherheit der Anlage beeinträchtigen. Korrosionsprodukte, wie z. Bsp. Eisenoxid fördern darüber hinaus das

mikrobiologische Wachstum. Aus diesen Gründen muss Korrosion in Rückkühlanlagen minimiert werden. Um dies zu erreichen, ist die Umlaufwasserqualität in den Grenzen zu halten, die durch den Lieferanten vorgeschrieben sind. In vielen Fällen wird die Dosierung von Korrosionsinhibitoren zu empfehlen sein.

3.2.3 Biofilmbildung

Richtige Abflutung und angemessene Wasserbehandlung zur Verhinderung von Kalk- und Korrosionserscheinungen bieten keine ausreichende Garantie für eine Kontrolle der Keimzahlen im Umlaufwasser. Die Kontrolle der Keimzahlen erfordert eine gesonderten Betrachtung. Verunreinigungen durch Biofilme beeinträchtigen nicht nur die Kühleffektivität der Rückkühlanlage, sondern können auch ein Gesundheitsrisiko darstellen. Es gibt eine große Bandbreite von Verfahren, die eine wirksame Kontrolle des mikrobiologischen Wachstums ermöglichen. Bei der Auswahl des Verfahrens ist ein Spezialist/Fachfirma zu Rate zu ziehen.

3.2.4 Verschmutzung (Fouling)

Die Verschmutzung von Wärmeübertragerflächen führt nicht nur zum Verlust der Kühleffektivität, sondern kann auch das mikrobiologische Wachstum fördern. Aus diesem Grund sind Maßnahmen zu treffen, die eine Anhäufung von Schmutz und Schlamm im System verhindern. Vorhandene Verschmutzungen sind bei Bedarf zu entfernen.

Für Anlagen, die mit Wasser mit hohem Feststoffanteil betrieben werden oder die sehr viele Feststoffe aus der Umgebung aufnehmen, ist es sinnvoll, eine Filtrierung des Umlaufwassers vorzunehmen. Üblicherweise erfolgt dies über einen Nebenstrom.

3.3 Instandhaltung und Sauberkeit

Es ist erforderlich, ein strukturiertes Programm der Wartung und Reinigung zu erstellen. Die Wartung der Anlage hat gemäß den Hinweisen des Lieferanten zu erfolgen (siehe auch Abschnitt 6.5). Darüber hinaus wird es von Zeit zu Zeit notwendig sein, das System zu reinigen. Wenn eine übermäßige mikrobiologische Verunreinigung festgestellt wird (Veränderungsraten der Allgemeinen Koloniezahl), muss eine Desinfektion der Anlage erfolgen. Weitere Angaben hierzu finden sich in Abschnitt 6.5 und im Anhang A. Sachgemäße Wartung und Sauberkeit im System sind für den sicheren Betrieb von großer Wichtigkeit.

4 Verdunstungskühlanlagen

Verdunstungskühlanlagen sind all diejenigen, in denen mit Hilfe der Verdunstung von Wasser Wärme an die Umgebungsluft abgeführt wird. Verdunstungskühlanlagen gibt es in vielen Bauformen, Größenordnungen, mit und ohne Ventilatoren. Typische Verdunstungskühlanlagen sind Nasskühltürme mit offenem Kreislauf, Nasskühltürme mit geschlossenem Kreislauf und Verdunstungsverflüssiger. Verdunstungskühlanlagen im Sinne dieses Einheitsblattes sind aber auch Nass-/Trocken-Kühler, Hybridkühltürme mit offenem oder geschlossenem Kreislauf oder luftgekühlte Wärmetauscher mit vorgeschalteter adiabatischer Luftbefeuchtung.

Aerosole

Das Prinzip der Verdunstungskühlung besteht darin, dass ein direkter Kontakt zwischen Wasser und Luft entsteht. Dadurch können Aerosole entstehen, die im Abluftstrom mitgerissen und in die Umgebung gelangen können. Wenn die Aerosole mit Legionellen kontaminiert sind, können sie eine Gefahr für Menschen in der Umgebung darstellen.

Das Austreten von Aerosolen ist durch geeignete Massnahmen zu minimieren. Weil das Austreten nicht vollständig ausgeschlossen werden kann, sind angemessene Massnahmen im Hinblick auf Inspektionen, Wartung und Hygiene bei allen Verdunstungskühlanlagen zu treffen. Diese können je nach Betriebsmodus unterschiedlich sein. Im Abschnitt 5 (Betriebsmodi) wird näher auf diese Unterschiede eingegangen.

5 Betriebsmodi

5.1 Beschreibung

Je nach verwendeter Technik und Betriebsart können Rückkühlwerke in vier verschiedenen Betriebsmodi zum Einsatz kommen. Die zu treffenden Hygienemaßnahmen sind für jeden der möglichen Betriebsmodi verschieden.

Im **Betriebsmodus A** wird das zur Wärmeübertragung verwendete Wasser in einer Wanne aufgefangen und der Wasserverteilung wieder zugeführt (Kreislaufführung).

Im **Betriebsmodus B** hat die Rückkühleinheit keine Wanne mit stehendem Wasser. Nicht verdunstetes Wasser wird abgeleitet und nicht der Wasserverteilung wieder zugeführt (keine Kreislaufführung).

Im **Betriebsmodus C** wird kein Wasser zur Rückkühlung verwendet, es befindet sich jedoch noch Wasser in der Wanne.

Im **Betriebsmodus D** wird kein Wasser zur Rückkühlung verdunstet. Eine ggf. vorhandene Wanne ist entleert.

Verdunstungskühlung	A <i>Wasser in Wanne</i>	B <i>keine Wanne zur Kreislaufführung</i>
	C <i>Wasser in Wanne</i>	D <i>keine Wanne oder kein Wasser in Wanne</i>
Trockenkühlung		

Bild 1 – Betriebsmodi

Ausgehend von der Art der Anlage und der vorgesehenen Betriebsweisen, ist jeder Betreiber in der Lage, zu bestimmen in welchem Betriebsmodus oder ggf. in welchen Betriebsmodulen gefahren wird. Im Weiteren werden die empfohlenen technischen und betrieblichen Hygieneanforderungen für die Betriebsmodi A, B, C und D beschrieben.

5.2 Technische Hygieneanforderungen

5.2.1 Geräte für Betriebsmodi A und C

- Reinigung und Desinfektion muss möglich sein; hierfür muss Zugänglichkeit gegeben sein
- wasserberührte Werkstoffe, die die Vermehrung von Mikroorganismen begünstigen, sind zu vermeiden
- Zonen, in denen Wasser stagnieren kann, sind zu vermeiden
- Verdunstungskühlkreisläufe sollen vollständig entleert werden können (gilt nicht für Kreisläufe, die nicht mit der Umgebungsluft in Kontakt kommen)
- bei Unterbrechungen oder Stillstand ist Wasser wie im Betrieb zu behandeln oder die Wanne zu entleeren
- Tropfenauswurf ist durch geeignete Maßnahmen zu minimieren; die Durchrissgeschwindigkeit vorhandener Tropfenabscheider darf nicht überschritten werden; Tropfenabscheider sollen entnehmbar sein
- Schutzgitter und Blenden sollen das Eindringen von Schmutz und Sonnenlicht weitgehend verhindern
- Werkstoffe müssen unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen hinreichend korrosionsbeständig sein
- Holz muss druckimprägniert sein

5.2.2 Geräte für Betriebsmodus B

- Reinigung und Desinfektion muss möglich sein; Hierfür muss Zugänglichkeit gegeben sein
- wasserberührte Werkstoffe, die die Vermehrung von Mikroorganismen begünstigen, sind zu vermeiden
- Zonen, in denen Wasser stagnieren kann, sind zu vermeiden
- Sprühwasserzuleitungen müssen entleert werden können
- Tropfenauswurf ist durch geeignete Maßnahmen zu minimieren; die Durchrissgeschwindigkeit vorhandener Tropfenabscheider darf nicht überschritten werden; Tropfenabscheider sollen entnehmbar sein
- Werkstoffe müssen unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen hinreichend korrosionsbeständig sein

5.2.3 Geräte für Betriebsmodus D

- eine ggf. vorhandene Wanne muss entleert sein
- Regen- und Schmelzwasser müssen ablaufen können
- Werkstoffe müssen unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen hinreichend korrosionsbeständig sein

5.3 Hygieneanforderungen bei der Planung

Im Rahmen der Planung sind eine Risikoanalyse und ein Betriebsplan zu erstellen. Die Hygieneanforderungen sind für die verschiedenen Betriebsmodi unterschiedlich. Naturgemäß ergeben sich die höchsten Anforderungen beim Betriebsmodus A, wohingegen im Betriebsmodus D vergleichsweise geringe Anforderungen bestehen. Die Risikoanalyse muss folgende Punkte enthalten:

- Hygienische Sicherheit (Betriebsmodi A, B und C)
- Prozesssicherheit (alle Betriebsmodi)
- Anlagensicherheit (alle Betriebsmodi)
- Bewertung der Rohwasserqualität (Betriebsmodi A, B)

- Kontrolle von Ablagerungen (Scaling und Fouling) (Betriebsmodi A und B)
- Eindickung und Werkstoffwahl (Betriebsmodi A und C)
- Anforderungen an Wasseraufbereitung/-behandlung (Betriebsmodi A, B und C)
- Standortwahl nach VDI 6022 (Betriebsmodi A und B)
- Stoffeintrag (Betriebsmodi A und C)
- Wechsel des Betriebsmodus (von C zu A und von D und B)

Tabelle 1 – Hygieneanforderungen bei der Planung

Betriebsmodus	A	B	C	D
Kühlung durch Verdunstung				
Wasser in Wanne				
Betriebsplan auf Basis Risikoanalyse und -beurteilung umfassend:				
Prozesssicherheit	x	x	x	x
Anlagensicherheit	x	x	x	x
Hygienische Sicherheit	x	x	x	
Rohwasserqualität	x	x		
Wasseraufbereitung	x	x		
Scaling und Fouling	x	x		
Eindickung	x			
Wasserbehandlung	x	x	x	
Standortwahl nach VDI 6022	x	x		
Stoffeintrag (in Wasserkreislauf)	x		x	
Wechsel des Betriebsmodus	→ C		→ A	→ B,C

6 Systemsicherheit

Wesentliche Maßnahmen zur Minimierung des Hygienrisikos von Verdunstungskühlanlagen sind:

- Konzeptionierung und Aufstellung der Rückkühlinheit
- Erstellen einer Risikoanalyse mit Maßnahmenplan
- Installation und Betrieb einer angemessenen Wasseraufbereitung und –behandlung
- Erstellen und Führen eines Betriebshandbuches nach Anhang A
- Regelmäßige Inspektionen und Wartungen
- Regelmäßige Überprüfung und Dokumentation der Wasserqualität
- Aufzeichnung aller Vorkommnisse in einem Logbuch nach Anhang A.

6.1 Auswahl, Konzeptionierung und Aufstellung des Rückkühlwerkes

Rückkühlwerke sind so auszuwählen, dass

- sie in Bezug auf die Rückkühlaufgabe angemessen sind,
- sie den Anforderungen des Aufstellungsortes Rechnung tragen,
- schonend mit Ressourcen umgehen.

Rückkühlwerke sind so zu konzeptionieren, dass

- sie zugänglich, zu warten und zu reinigen sind,
- keine unzugänglichen Toträume aufweisen,
- Werkstoffe verwendet werden, die einen hinreichenden Korrosionsschutz bieten,
- keine Werkstoffe zum Einsatz kommen, die unter den Einsatzbedingungen einen Nährboden für Mikroorganismen darstellen,
- der Tropfenaustritt durch Tropfenabscheider oder andere geeignete Maßnahmen minimiert wird.

Rückkühlwerke sind so aufzustellen, dass

- ihre Abluft nicht von raumluftechnischen Anlagen angesaugt wird,
- ihre Abluft nicht über geöffnete Fenster in Aufenthaltsräume gelangt,
- die Abluft nicht in Bereiche mit Publikumsverkehr gelangt,
- diese für Wartungs-, Inspektions- und Reinigungsarbeiten zugänglich sind.

6.2 Risikoanalyse

Zusammen mit der Planung ist bis spätestens zur Inbetriebnahme eine Risikoanalyse zu erstellen, die auch

- hygienischen Risiken,
- chemische Risiken,
- und dabei insbesondere das Auftreten von Legionellen und die Folgen daraus betrachtet.

Darüber hinaus ist darzulegen welche präventiven Maßnahmen gegen Legionellen getroffen werden und wie zu handeln ist, falls eine zu hohe Konzentration an Legionellen auftritt.

Das nähere Umfeld der Verdunstungskühlanlage ist entsprechend zu würdigen.

6.3 Wasseraufbereitung und -behandlung

Mit dem Rückkühlwerk ist, soweit erforderlich, eine angemessene Wasseraufbereitung und Wasserbehandlung zu installieren, die spätestens mit der Befüllung der Anlage in Betrieb genommen wird.

6.4 Betriebshandbuch

Es ist ein Betriebshandbuch nach oder in Anlehnung an Anhang A zu erstellen und zu führen.

Vom Lieferanten sind geeignete Betriebs- und Wartungsvorschriften zu Verfügung zu stellen. Diese sind in das Betriebshandbuch zu übernehmen.

Im Betriebshandbuch sind mindestens festzuhalten:

- eine Beschreibung der gesamten Anlage,
- eine Beschreibung einer jeden Rückkühleinheit,
- eine Beschreibung der Wasseraufbereitung und Behandlung,
- ein hydraulische Schema der Anlage,
- die Risikoanalyse mit Handlungsvorschriften,
- die Dokumentation der Inbetriebnahme,
- der verantwortliche Betreiber,
- der Eigentümer,
- zugelassene Dienstleister.

Zum Handbuch gehört auch eine Betriebsdokumentation mit:

- a) Aufzeichnungen über
 - Inspektionen,
 - Wartungen,
 - Betriebsstörung, -unterbrechung und Anlagenstillstand,
 - Reparaturen,
 - Umbauten,
 - Wasseranalysen,
- b) einem Logbuch mit einer chronologischen Aufzeichnung aller durchgeführten Arbeiten und Vorkommnisse.

Mit dem Handbuch aufzubewahren sind auch die Originale oder Kopien der Wasseranalysen.

6.5 Inspektion und Wartung

Vor Beginn und während der Durchführung einer Inspektion und/oder Wartung ist zu beachten und sicherzustellen:

- Die Sicherheit und Gesundheit der Mitarbeiter oder anderer Personen, die sich in der Nähe der Anlage befinden können, muss gewährleistet sein. Alle einschlägigen Gesetze und Vorschriften sind zu beachten.
- Vor Beginn von Arbeiten oder Inspektionen ist sicherzustellen, dass Lüfter, Pumpen, Heizungen etc. abgeschaltet sind.
- Atemschutz ist zu tragen. Geeignet sind z.B. partikelfiltrierende Halbmasken (FFP3) mit Ausatemventil als Mindestanforderung (vgl. DIN EN 149). Bei Benutzung der Masken ist darauf zu achten, dass diese dicht abschließen. Partikelfiltrierende Halbmasken FFP3 sind nach der Benutzung zu verwerfen (*vgl. TRBA-220, Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen*).

6.5.1 Inspektionen

Visuelle Inspektionen:

Es wird empfohlen, die Anlage regelmäßig hinsichtlich des Vorhandenseins von sichtbaren Belägen z. B. Biofilmen, Korrosion, Kalk zu kontrollieren. Da eine vollständige Kontrolle des Systems aus praktischen Gründen nicht möglich ist, kann sich diese auf die „kritischen“ Zonen beschränken. Ober- und Unterseite der Einbauten, Tropfenabscheider, Wasserverteilung und Becken, sowie diejenigen Zonen, in denen das Wasser zeitweilig stillstehen kann, sind als „kritisch“ zu betrachten. Wird Biofilm festgestellt, ist das System zu reinigen und zu desinfizieren. Es wird ebenfalls empfohlen, eine Funktionsprüfung der Entkeimungsanlage vorzunehmen, da das Vorhandensein von Biofilmen möglicherweise auf eine Störung der Desinfektion zurückzuführen ist.

Zu Umfang und Rhythmus der Inspektionen siehe Anhang A, A4.1.

6.5.2 Wartungsprogramm

Es ist ein den Betriebserfordernissen angemessenes Wartungsprogramm zu erstellen (vgl. Anhang A, A4.2) und durchzuführen. Die Durchführung ist zu überwachen und zu dokumentieren. Lieferantenangaben sind dabei zu berücksichtigen.

6.6 Kontrolle der Wasserqualität und –aufbereitung

6.6.1 Probenahme

Wasserproben sind an für den Betrieb repräsentativen und relevanten Stellen zu nehmen.

Bei Systemen ohne Rezirkulation ist die Wasserprobe direkt vor der Wasserverteilung zu nehmen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Probe nicht durch eine diskontinuierliche Wasserbehandlung beeinflusst ist.

Bei Systemen mit Rezirkulation ist die Wasserprobe des Umlaufwassers vorzugsweise direkt vor der Wasserverteilung, alternativ aus der Wanne zu nehmen. Die Wasserprobe des Zusatzwassers ist direkt an der Nachspeisung zu nehmen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Probe nicht durch eine diskontinuierliche Wasserbehandlung beeinflusst ist.

Proben sollen nicht kurz nach einem Reinigungsvorgang oder nach Neubefüllung entnommen werden.

Proben sind mit Ort und Datum der Entnahme und dem Namen der Person, die diese entnommen hat zu kennzeichnen.

Analysen sind unmittelbar nach Probenahme durchzuführen.

Die Resultate der Analysen sind mit den Vorgaben für die Wasserqualität zu vergleichen. Wenn die Richtwerte oder Vorgabewerte überschritten werden, sind gegebenenfalls Maßnahmen gemäß Risikoanalyse und Anhang A, A4.6, erforderlich.

6.6.2 Veränderliche Qualität des Zusatzwassers

Ist die Qualität des Zusatzwassers veränderlich, wird empfohlen eine leitfähigkeitsgesteuerte Absalzung einzusetzen. Darüber hinaus ist eine genaue Überwachung des Wasserbehandlungsprogramms erforderlich. Hier sollte eine Fachfirma zu Rate gezogen werden. Besondere Maßnahmen sind im Betriebshandbuch nach Anhang A unter A2.3 festzuhalten. Gegebenenfalls ist der Abschnitt A4.1 im Betriebshandbuch anlagenspezifisch anzupassen.

6.6.3 Wasserqualität des Zusatzwassers und des Sprühwassers

Die Kontrolle der Wasserqualität umfasst mindestens folgende Werte

- pH-Wert
- Leitfähigkeit
- Gesamthärte
- Chlorid Konzentration
- Sulfat Konzentration
- soweit zutreffend: Konzentrationen der Konditionierungsmittel (Härtestabilisator, Korrosionsschutzmittel, Biozid, ...).

Die Werte sind monatlich zu prüfen. Die Leitfähigkeit jedoch wenigstens alle 14 Tage. Sind die Werte bei drei aufeinander folgenden Messungen stabil, kann die Kontrolle vierteljährlich erfolgen. Siehe hierzu auch Anhang A, A4.1.

Die Werte sind mit den Vorgaben der Lieferanten zu vergleichen und bei Überschreitungen sind geeignete Maßnahmen zu treffen.

6.6.4 Funktion der Wasseraufbereitungs- und –behandlungsanlagen prüfen

Es ist von besonderer Bedeutung, dass Wasseraufbereitungs- und -behandlungsanlagen bei Erstinbetriebnahme funktionsbereit sind und danach richtig betrieben und gewartet werden.

Eine funktionierende Wasseraufbereitung und -behandlung verringert den Aufwand bei Reinigung und Desinfektion.

Soweit vorhanden sind insbesondere zu prüfen:

- die ausreichende Bevorratung von Chemikalien
- die Funktionsfähigkeit von Dosiereinrichtungen und Absalzvorrichtungen
- die Funktionsfähigkeit von Umkehrosmoseanlagen
- die Funktionsfähigkeit von Enthärtungsanlagen
- die Funktionsfähigkeit von Filtern und das Vorhandensein von zugehörigen Ersatz- und Verschleißteilen.

6.6.5 Allgemeine Koloniezahl

Anforderungen an die Häufigkeit der Bestimmung der Allgemeinen Koloniezahl finden sich in Anhang A, A4.6.1. Dort sind auch Maßnahmenwerte und zu treffende Maßnahmen angegeben.

6.6.6 Untersuchungen auf Legionella spp.

Anforderungen an die Häufigkeit der Bestimmung der Konzentration von Legionella spp. finden sich in Anhang A, A4.6.2. Dort sind auch Maßnahmenwerte und zu treffende Maßnahmen angegeben.

Anhang A

Betriebshandbuch

INHALT

	Seite
A.1 Allgemein	14
A.1.1 Betriebsmodi.....	14
A.1.2 Technische Hygieneanforderungen	15
A.1.2.1 Geräte für Betriebsmodi A und C	15
A.1.2.2 Geräte für Betriebsmodus B	15
A.1.2.3 Geräte für Betriebsmodus D	15
A.1.3 Hygieneanforderungen bei der Planung.....	15
A.1.4 Hygieneanforderungen bei Inbetriebnahme und Betrieb.....	17
A.1.4.1 Erstinbetriebnahme (Betriebsmodi A, B, C, D).....	17
A.1.4.2 Änderung des Betriebsmodus	18
A.2 Anlagenbeschreibung.....	18
A.2.1 Anlagenbeschreibung.....	18
A.2.2 Beschreibung der Rückkühleinheiten.....	18
A.2.3 Beschreibung der Wasseraufbereitung/-behandlung	19
A.2.4 Hydraulisches Anlagenschema	20
A.2.5 Risikoanalyse (Planung/Überarbeitung)	20
A.2.6 Inbetriebnahme-Dokumentation	20
A.3 Verantwortliche.....	22
A.3.1 Betreiber	22
A.3.2 Eigentümer	22
A.3.3 Zugelassene Dienstleister	23
A.3.4 Planer/Anlagenbauer (optional)	23
A.4 Betriebsdokumentation	23
A.4.1 Inspektionen	24
A.4.2 Wartung	26
A.4.3 Betriebsstörung, Betriebsunterbrechung und Anlagenstillstand.....	26
A.4.4 Reparaturen	27
A.4.5 Umbauten	27
A.4.6 Mikrobiologische Wasseranalysen.....	27
A.4.6.1 Allgemeine Koloniezahl	27
A.4.6.2 Legionella spp.	28
A.5 Logbuch	30

A.1 Allgemein

A.1.1 Betriebsmodi

Je nach verwendeter Technik und Betriebsart, können Rückkühlwerke in verschiedenen Betriebsmodi zum Einsatz kommen. Die zu treffenden Hygienemaßnahmen sind für jeden der möglichen Betriebsmodi verschieden.

Im **Betriebsmodus A** wird das zur Wärmeübertragung verwendete Wasser in einer Wanne aufgefangen und der Wasserverteilung wieder zugeführt (Kreislaufführung).

Im **Betriebsmodus B** hat die Rückkühleinheit keine Wanne mit stehendem Wasser. Nicht verdunstetes Wasser wird abgeleitet und nicht der Wasserverteilung wieder zugeführt (keine Kreislaufführung).

Im **Betriebsmodus C** wird kein Wasser zur Rückkühlung verwendet, es befindet sich jedoch noch Wasser in der Wanne.

Im **Betriebsmodus D** wird kein Wasser zur Rückkühlung verdunstet. Eine ggf. vorhandene Wanne ist entleert.

Verdunstungskühlung	A <i>Wasser in Wanne</i>	B <i>keine Wanne zur Kreislaufführung</i>
	C <i>Wasser in Wanne</i>	D <i>keine Wanne oder kein Wasser in Wanne</i>
Trockenkühlung		

Bild A.1 – Betriebsmodi

Ausgehend von der Art der Anlage und der vorgesehenen Betriebsweisen, ist jeder Betreiber in der Lage, zu bestimmen in welchem Betriebsmodus oder ggf. in welchen Betriebsmodulen gefahren wird. Im Weiteren werden die empfohlenen technischen und betrieblichen Hygieneanforderungen für die Betriebsmodi A, B, C und D beschrieben.

A.1.2 Technische Hygieneanforderungen

A.1.2.1 Geräte für Betriebsmodi A und C

- Reinigung und Desinfektion muss möglich sein; hierfür muss Zugänglichkeit gegeben sein
- wasserberührte Werkstoffe, die die Vermehrung von Mikroorganismen begünstigen, sind zu vermeiden
- Zonen, in denen Wasser stagnieren kann, sind zu vermeiden
- Verdunstungskühlkreisläufe müssen vollständig entleert werden können (gilt nicht für Kreisläufe, die nicht mit der Umgebungsluft in Kontakt kommen)
- bei Unterbrechungen oder Stillstand ist Wasser wie im Betrieb zu behandeln oder die Wanne zu entleeren.
- Tropfenauswurf ist durch geeignete Maßnahmen zu minimieren; die Durchrissgeschwindigkeit vorhandener Tropfenabscheider darf nicht überschritten werden; Tropfenabscheider sollen entnehmbar sein
- Schutzgitter und Blenden sollen das Eindringen von Schmutz und Sonnenlicht weitgehend verhindern
- Werkstoffe müssen unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen hinreichend korrosionsbeständig sein
- Holz muss druckimprägniert sein

A.1.2.2 Geräte für Betriebsmodus B

- Reinigung und Desinfektion muss möglich sein; hierfür muss Zugänglichkeit gegeben sein
- wasserberührte Werkstoffe, die die Vermehrung von Mikroorganismen begünstigen, sind zu vermeiden
- Zonen, in denen Wasser stagnieren kann, sind zu vermeiden
- Sprühwasserzuleitungen müssen entleert werden können
- Tropfenauswurf ist durch geeignete Maßnahmen zu minimieren; die Durchrissgeschwindigkeit vorhandener Tropfenabscheider darf nicht überschritten werden; Tropfenabscheider sollen entnehmbar sein
- Werkstoffe müssen unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen hinreichend korrosionsbeständig sein

A.1.2.3 Geräte für Betriebsmodus D

- eine ggf. vorhandene Wanne muss entleert sein
- Regen- und Schmelzwasser müssen ablaufen können
- Werkstoffe müssen unter den vorgesehenen Betriebsbedingungen hinreichend korrosionsbeständig sein

A.1.3 Hygieneanforderungen bei der Planung

Im Rahmen der Planung sind eine Risikoanalyse und ein Betriebsplan zu erstellen. Die Hygieneanforderungen sind für die verschiedenen Betriebsmodi unterschiedlich. Naturgemäß ergeben sich die höchsten Anforderungen beim Betriebsmodus A, wohingegen im Betriebsmodus D vergleichsweise geringe Anforderungen bestehen. Die Risikoanalyse muss folgende Punkte enthalten:

- Hygienische Sicherheit (Betriebsmodi A, B und C)
- Prozesssicherheit (alle Betriebsmodi)
- Anlagensicherheit (alle Betriebsmodi)
- Bewertung der Wasserqualität (Betriebsmodi A und B)
- Kontrolle von Ablagerungen (Scaling und Fouling) (Betriebsmodi A und B)
- Eindickung und Werkstoffwahl (Betriebsmodi A und C)

- Anforderungen an Wasseraufbereitung/-behandlung (Betriebsmodi A, B und C)
- Standortwahl nach VDI 6022 Betriebsmodi A, B)
- Stoffeintrag (Betriebsmodi A und C)
- Wechsel des Betriebsmodus (von C zu A und von D und B)

Tabelle A.1 – Hygieneanforderungen an die Planung

Betriebsmodus	A	B	C	D
Kühlung durch Verdunstung				
Wasser in Wanne				
Betriebsplan auf Basis Risikoanalyse und -beurteilung umfassend:	x	x	x	x
Prozesssicherheit	x	x	x	x
Anlagensicherheit	x	x	x	x
Hygienische Sicherheit	x	x	x	
Rohwasserqualität	x	x		
Wasseraufbereitung	x	x		
<u>Scaling</u> und <u>Fouling</u>	x	x		
Eindickung	x			
Wasserbehandlung	x	x	x	
Standortwahl nach VDI 6022	x	x		
Stoffeintrag (in Wasserkreislauf)	x		x	
Wechsel des Betriebsmodus	→ C		→ A	→ B,C

A.1.4 Hygieneanforderungen bei Inbetriebnahme und Betrieb

A.1.4.1 Erstinbetriebnahme (Betriebsmodi A, B, C, D)

Nachfolgende Checkliste ist bei der Erstinbetriebnahme auszufüllen und rechtsverbindlich zu unterschreiben, mindestens 10 Jahre aufzubewahren und auf Verlangen den Behörden vorzulegen.

Checkliste zur Erstinbetriebnahme von Verdunstungskühlanlagen		
Erstinbetriebnahme durchgeführt am:		
1. Verunreinigungen, Ablagerungen in der Anlage, sowie ggf. Rückstände von Zusatzstoffen wurden entfernt. (Betriebsmodi A, B, C, D)	<input type="checkbox"/>	
2.* Die chemische und mikrobiologische Beschaffenheit des Rohwassers wurde bestimmt. Grenzwerte dieses Einheitsblattes oder nationaler Vorschriften (falls strenger) wurden eingehalten. (Betriebsmodi A, B, C)	<input type="checkbox"/>	
3.* Zwischen dem Vorliegen der Ergebnisse der Rohwasseranalyse und dem Befüllen der Anlage lagen nicht mehr als 7 Tage. (Betriebsmodi A, B, C)	<input type="checkbox"/>	
4. Eine Wasserbehandlung oder Wasseraufbereitung wurde entsprechend den Erfordernissen der Wasserqualität installiert und mit Befüllung der Anlage in Betrieb genommen (entsprechend den Erfordernissen der Wasserqualität). (Betriebsmodi A, B, C)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nicht erforderlich
5. Die hygienerelevante Ausführung der Anlage wurde auf Übereinstimmung mit der Anlagenplanung überprüft und Abweichungen korrigiert. (Betriebsmodi A, B, C, D)	<input type="checkbox"/>	
6. Die Anlagendokumentation liegt vor und wurde übergeben. (Betriebsmodi A, B, C, D)	<input type="checkbox"/>	
7. Die chemische und mikrobiologische Beschaffenheit des Verdunstungskühlwassers wurde bestimmt. Grenzwerte dieses Einheitsblattes oder nationaler Vorschriften (falls strenger) wurden eingehalten. (Betriebsmodi A, B, C)	<input type="checkbox"/>	
8. Das Bedienpersonal der Anlage wurde eingewiesen. (Betriebsmodi A, B, C, D)	<input type="checkbox"/>	
9. Die vom Hersteller der Rückkühleinheit genannten Anforderungen an die Wasserqualität wurden erfüllt. (Betriebsmodi A, B, C, D)	<input type="checkbox"/>	
10. Alle Einzelschritte der Inbetriebnahme wurden durchgeführt und dokumentiert. (Betriebsmodi A, B, C, D)	<input type="checkbox"/>	
* Wenn das Rohwasser aus einer überwachungspflichtigen Trinkwasserversorgungsanlage stammt und eine aktuelle Netzanalyse vorliegt, entfallen Punkt 2 und Punkt 3.		
Die Anlage darf erst in den vollständigen Betrieb gehen, wenn alle og. Punkte erledigt sind Diese Checkliste ist vom Betreiber/Eigentümer auszufüllen und den Behörde zu übermitteln.		
Anlagendaten:		
Anschrift des Standortes der Anlage:		
Name, Anschrift des zuständigen Betreibers/Eigentümers:		
Datum/Ort/Unterschrift Betreiber		

A.1.4.2 Änderung des Betriebsmodus

Es ist möglich, dass der Betriebsmodus einer Anlage, je nach Bedürfnissen und Umgebungsbedingungen geändert wird, z.B. von Betriebsmodus A auf C und umgekehrt oder von B auf D und umgekehrt.

Ein manuell herbeigeführte Verriegelung oder Freigabe eines Betriebsmodus ist im Betriebshandbuch zu dokumentieren.

Ist dies nicht der Fall, sind die Hygienemaßnahmen zu treffen, die für den Betrieb des Betriebsmodus mit den höchsten Hygieneanforderungen erforderlich sind.

A.2 Anlagenbeschreibung

A.2.1 Anlagenbeschreibung

Tabelle A.2 – Anlagenbeschreibung

Aufstellungsort:	
Anzahl der Rückkühleinheiten (RKE): ANMERKUNG Eine Rückkühleinheit ist eine Einheit, die sowohl hydraulisch, als auch luftseitig autonom betrieben werden kann.	
Bezeichnung der Rückkühleinheiten: ANMERKUNG Zum Beispiel RKE 1; RKE 2; RKE 3 etc..	

A.2.2 Beschreibung der Rückkühleinheiten

(für jede Rückkühleinheit ist ein eigenes Formblatt anzulegen)

Tabelle A.3 – Beschreibung der Rückkühleinheiten

Bezeichnung der Rückkühleinheit:	
Hersteller:	
Modellbezeichnung:	
Serien-Nummer:	
Baujahr:	
Datum Inbetriebnahme:	
Rückkühlleistung (kW):	
Vorgesehene Betriebsmodi:	
Anlagen: (zulässige Wasserqualität / Angaben des Herstellers / besondere Anforderungen):	

A.2.3 Beschreibung der Wasseraufbereitung/-behandlung

(für jede Einheit bestehend aus Absalzung, Biozidbehandlung und ggf. Härtestabilisierung/ Korrosionsinhibitoren ist ein eigenes Formblatt anzulegen)

Tabelle A.4 – Beschreibung der Wasseraufbereitung/-behandlung

Beschreibung der Absalzung: <ul style="list-style-type: none"> • kontinuierlich über Ventil • über Messung der Frischwasserzufuhr • über Messung der Leitfähigkeit 	
Lieferant/Installateur der Absalzanlage:	
Härtestabilisatoren/Korrosionsinhibitoren: <ul style="list-style-type: none"> • Name des Produkts • Lieferant • Art der Dosierung 	
Umkehrosmose: <ul style="list-style-type: none"> • Modell • Lieferant 	
Behandlung biologischen Wachstums (chemisch): <ul style="list-style-type: none"> • oxydierend • Produkt • Lieferant • Lagerung • nicht oxydierend • Produkt • Lieferant • Lagerung 	
Behandlung biologischen Wachstums (nicht chemisch): <ul style="list-style-type: none"> • Art der Behandlung • Modellbezeichnung • Hersteller 	
Filteranlage: <ul style="list-style-type: none"> • ja/nein • Voll- oder Seitenstromfilter 	
Anlagen: (Produktdaten- und Sicherheitsdatenblätter der zugeführten Wasserbehandlungsprodukte bzw. Biozide)	

Angaben zu Herkunft und Qualität des Rohwassers (Analysen beilegen):

A.2.4 Hydraulisches Anlagenschema

(ist vom Betreiber hier zu hinterlegen)

A.2.5 Risikoanalyse (Planung/Überarbeitung)

(ist vom Betreiber hier zu hinterlegen)

A.2.6 Inbetriebnahme-Dokumentation

(Checkliste Inbetriebnahme plus Ablage von Dokumenten/Belegen)

Checkliste zur Erstinbetriebnahme von Verdunstungskühlanlagen

Erstinbetriebnahme durchgeführt am:

- | | | |
|--|--------------------------|---|
| 1. Verunreinigungen, Ablagerungen in der Anlage, sowie ggf. Rückstände von Zusatzstoffen wurden entfernt.
(Betriebsmodi A, B, C, D) | <input type="checkbox"/> | |
| 2.* Die chemische und mikrobiologische Beschaffenheit des Rohwassers wurde bestimmt. Grenzwerte dieses Einheitsblattes oder nationaler Vorschriften (falls strenger) wurden eingehalten.
(Betriebsmodi A, B, C) | <input type="checkbox"/> | |
| 3.* Zwischen dem Vorliegen der Ergebnisse der Rohwasseranalyse und dem Befüllen der Anlage lagen nicht mehr als 7 Tage.
(Betriebsmodi A, B, C) | <input type="checkbox"/> | |
| 4. Eine Wasserbehandlung oder Wasseraufbereitung wurde entsprechend den Erfordernissen der Wasserqualität installiert und mit Befüllung der Anlage in Betrieb genommen (entsprechend den Erfordernissen der Wasserqualität).
(Betriebsmodi A, B, C) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> nicht erforderlich |
| 5. Die hygienerrelevante Ausführung der Anlage wurde auf Übereinstimmung mit der Anlagenplanung überprüft und Abweichungen korrigiert.
(Betriebsmodi A, B, C, D) | <input type="checkbox"/> | |
| 6. Die Anlagendokumentation liegt vor und wurde übergeben.

(Betriebsmodi A, B, C, D) | <input type="checkbox"/> | |
| 7. Die chemische und mikrobiologische Beschaffenheit des Verdunstungskühlwassers wurde bestimmt. Grenzwerte dieses Einheitsblattes oder nationaler Vorschriften (falls strenger) wurden eingehalten.
(Betriebsmodi A, B, C) | <input type="checkbox"/> | |
| 8. Das Bedienpersonal der Anlage wurde eingewiesen.

(Betriebsmodi A, B, C, D) | <input type="checkbox"/> | |
| 9. Die vom Hersteller der Rückkühleinheit genannten Anforderungen an die Wasserqualität wurden erfüllt.
(Betriebsmodi A, B, C, D) | <input type="checkbox"/> | |
| 10. Alle Einzelschritte der Inbetriebnahme wurden durchgeführt und dokumentiert.

(Betriebsmodi A, B, C, D) | <input type="checkbox"/> | |

* Wenn das Rohwasser aus einer überwachungspflichtigen Trinkwasserversorgungsanlage stammt und eine aktuelle Netzanalyse vorliegt, entfallen Punkt 2 und Punkt 3.

Die Anlage darf erst in den vollständigen Betrieb gehen, wenn alle og. Punkte erledigt sind
Diese Checkliste ist vom Betreiber/Eigentümer auszufüllen und den Behörde zu übermitteln.

Anlagendaten:

Anschrift des Standortes der Anlage:

Name, Anschrift des zuständigen Betreibers/Eigentümers:

Datum/Ort/Unterschrift Betreiber

Anlagen (Dokumente/Belege):

A.3 Verantwortliche

Bei Betreiber- oder Eigentümerwechsel sind die Tabellen A.5. und A.6 auf eigener Seite neu anzulegen.

A.3.1 Betreiber

Tabelle A.5 – Betreiber

Firmenname:	
Adresse:	
Verantwortliche Person:	
Tel.:	
Fax:	
E-Mail:	
Genaue Bezeichnung der Anlage: (Grenzen des Verantwortungsbereiches)	
Datum der Übergabe: (Beginn der Verantwortlichkeit)	

A.3.2 Eigentümer

Tabelle A.6 – Eigentümer

Firmenname:	
Adresse:	
Ansprechpartner:	
Tel.:	
Fax:	
E-Mail:	
Datum der Übernahme: (Beginn der Verantwortlichkeit)	

A.3.3 Zugelassene Dienstleister

(je Dienstleister ein eigenes Blatt)

Tabelle A.7 – Zugelassene Dienstleister

Art der Tätigkeit:	
Firmenname:	
Adresse:	
Tel.:	
Fax:	
E-Mail:	
Zuständiger Sachbearbeiter:	
Funktion:	
Tel.:	
Fax:	
E-Mail:	
Mitarbeiter, denen Zugang zur Anlage gestattet ist ... Name: Name: Name:	

A.3.4 Planer/Anlagenbauer (optional)

(jeweils Angabe einer vollständigen Kontaktinformation)

A.4 Betriebsdokumentation

(Dokumentation aller relevanten Arbeiten an der Anlage)

Ausgehend vom Tag der Übergabe trägt der Verantwortliche das Datum von Arbeiten, in das Logbuch ein. Durchgeführte Arbeiten werden dokumentiert, ggf. mit Bemerkungen (besondere Vorkommnisse, Beobachtungen usw.). Die Protokolle werden in den entsprechenden Abschnitten des Betriebshandbuchs abgelegt.

A.4.1 Inspektionen

Tabelle A.8 – Inspektionen

Betriebsmodus	Betriebsmodus	Alle 14 Tage	Monatlich	Vierteljährlich	Halbjährlich	Jährlich
Zustandskontrollen						
Ablagerungen ⁽¹⁾	ABC				X	
Biofilm ⁽¹⁾	ABC				X	
Korrosion ⁽¹⁾	ABC				X	
Schmutz ⁽¹⁾	ABC				X	
Algen ⁽¹⁾	ABC				X	
Wasserverteilung ⁽²⁾	ABC				X	
Tropfenabscheider ⁽³⁾ (Lage/Zustand)	ABC				X	
Saugsieb ⁽⁴⁾ (Sauberkeit)	ABC				X	
Chemikalien ⁽⁵⁾	ABC		X			
Funktionskontrollen ⁽⁸⁾						
Absalzung ⁽⁶⁾	A	X				
Dosierpumpe ⁽⁶⁾	AC		X			
Beckenheizung ⁽⁷⁾	C				X	
Wasserbehandlung/⁽⁶⁾ Aufbereitung	ABC		X			
Umkehrosmose ⁽⁶⁾	ABC		X			
Filter ⁽¹⁾, Andere ⁽¹⁾	ABC		X			
Überwachung						
Leitfähigkeit ⁽⁹⁾	AC	X				
Wasserqualität ⁽¹⁰⁾	ABC		X			

Werden bei den Kontrollen Abweichungen festgestellt, dann sind der Art und dem Umfang der Abweichung angemessene Korrekturmaßnahmen zu planen und zeitgerecht durchzuführen.

Anmerkungen zu hygienerelevanten Kontrollen:

(1)	Eine flächendeckende Kontrolle des Zustands innerhalb eines gesamten Verdunstungskühlkreislaufs ist nicht möglich. Die Kontrollen sind an den Stellen durchzuführen, die zugänglich sind und deren Zustand, soweit dies möglich ist, repräsentativ für den Zustand des gesamten Kreislaufs angesehen werden kann.
(2)	Wasserverteilung gemäß der Angaben des Herstellers; prüfen ob vorhandene Düsen, vollständig vorhanden, richtig installiert und sauber sind.
(3)	Bei Tropfenabscheidern - falls vorhanden - prüfen: korrekte Lage, keine Beschädigungen vorhanden.
(4)	Prüfen, ob Saugsieb sauber und richtig installiert ist.
(5)	Die Kontrolle der Chemikalien umfasst <ul style="list-style-type: none">– korrekte Auswahl des Produkts– Beachtung des Verbrauchsdatums– Ausreichende Füllmenge
(6)	Kontrollen nach Angaben des Lieferanten.
(7)	Kontrollieren, dass Beckenheizung (falls vorhanden) nur im Betriebsmodus C aktiviert werden kann und das Überhitzung des Beckenwassers durch Thermostat verhindert wird.
(8)	Je nach Art der Anlage können andere Funktionskontrollen notwendig sein. Dies ergibt sich aus den Angaben der Lieferanten.
(9)	Leitfähigkeit in $\mu\text{S}/\text{cm}$
(10)	Die Kontrolle der Wasserqualität umfasst mindestens folgende Werte. <ul style="list-style-type: none">– pH Wert– Leitfähigkeit– Gesamthärte– Chlorid– Sulfat– Konzentration des Konditionierungsmittels (falls zutreffend) Diese Werte werden monatlich kontrolliert. Wenn sie an drei aufeinanderfolgenden Messungen stabil sind, kann die Kontrolle vierteljährlich erfolgen.

A.4.2 Wartung

Tabelle A.9 – Wartung

Art der Arbeit	Monatlich	Vierteljährlich	Halbjährlich	Jährlich

Die Art der Arbeit ist mit der dazugehörenden Frequenz gemäß Herstellerangaben in die obige Tabelle einzutragen, ggf. pro Zelle, wenn die Zellen verschiedene Wartungserfordernisse haben.

Eine Übertragung in das Logbuch wird empfohlen.

A.4.3 Betriebsstörung, Betriebsunterbrechung und Anlagenstillstand

Betriebsstörungen, -unterbrechungen oder Stillstände sind zu dokumentieren.

Eine Übertragung in das Logbuch wird empfohlen.

Bei Unterbrechungen oder Stillstand ist das Wasser weiter wie im Betrieb zu behandeln oder die Wanne zu entleeren.

Tabelle A.10 – Betriebsstörung, Betriebsunterbrechung und Anlagenstillstand

Art von Betriebsstörung, Betriebsunterbrechung, Anlagenstillstand	Wann (von, bis)?	Maßnahmen	Behoben am:

A.4.4 Reparaturen

Reparaturen sind in nachstehender Tabelle zu dokumentieren.

Eine Übertragung der Angaben in das Logbuch wird empfohlen.

Tabelle A.11 – Reparaturen

Reparatur	Datum	Verantwortlich	Anmerkungen
1.			
2.			
3.			
4.			
...			

A.4.5 Umbauten

Umbauten sind in nachstehender Tabelle zu dokumentieren.

Eine Übertragung der Angaben in das Logbuch wird empfohlen.

Tabelle A.12 – Umbauten

Umbau	Datum	Verantwortlich	Anmerkungen
1.			
2.			
3.			
4.			
...			

A.4.6 Mikrobiologische Wasseranalysen

A.4.6.1 Allgemeine Koloniezahl

Zur Bestimmung des Normalzustandes ermittelt der Betreiber nach Erstinbetriebnahme die allgemeine Koloniezahl über einen Zeitraum von 10 Wochen im wöchentlichen Rhythmus.

Zur Bestimmung der Allgemeinen Koloniezahl sind verschiedene Methoden verfügbar. Nähere Hinweise geben bspw. DIN EN ISO 6222 oder TrinkwV 2001.

Tabelle A.13 – Allgemeine Koloniezahl (Intervalle)

Parameter	Intervall Betriebsmodi A, C	Intervall Betriebsmodi B, D
Allgemeine Koloniezahl	14-tägig	nicht erforderlich

Die Resultate sind zu dokumentieren. Bei Veränderungen des Normalzustandes sind nachstehende Maßnahmen zu treffen und ebenfalls zu dokumentieren.

Tabelle A.14 – Allgemeine Koloniezahl (Maßnahmen)

Allgemeine Koloniezahl: Veränderung	Maßnahmen
< 10-fach	Keine
< 10-fach (bei 5 Messungen in Folge)	Intervall der Bestimmung kann auf monatlich ausgeweitet werden.
> 10-fach	<ul style="list-style-type: none"> – Erneute Messung der allgemeinen Koloniezahl; bei Bestätigung nachfolgende Maßnahmen durchführen – Inspektion und Ursachenermittlung, ggf. Korrektur der Betriebsweise und Mängelbeseitigung sowie erneute Untersuchungen, bis der Normalzustand erreicht ist – ein möglicherweise erweitertes Intervall ist auf 14-tägige Bestimmung zurück zu setzen
> 100-fach	<ul style="list-style-type: none"> – sofortige Desinfektion ggf. Reinigung – sonst wie bei > 10-fach – ggf. Bestimmung an einer zusätzlichen Stelle

A.4.6.2 Legionella spp.

Zur Bestimmung der Konzentration von Legionella spp. sind verschiedene Methoden verfügbar. Nähere Hinweise geben ISO 11731 und DIN EN ISO 11731-2.

Tabelle A.15 – Legionella spp. (Intervalle)

Parameter	Intervall Betriebsmodi A, C	Intervall Betriebsmodus B *	Intervall Betriebsmodus D
Legionella spp.	3 Monate	3 Monate	nicht erforderlich

** Wenn im Betriebsmodus B Wasser aus einer Trinkwasserversorgung verwendet wird, kann die Bestimmung entfallen.*

Die Laboranalysen sind aufzubewahren. Bei Überschreitung von Maßnahmenwerten gelten nachstehende Regeln. Alle Maßnahmen sind zu dokumentieren.

Tabelle A.16 – Legionella spp. (Maßnahmen)

Legionella spp. (in KBE/100 ml)	Maßnahmen
< 1000	Keine
1000 bis 9999	<ul style="list-style-type: none"> – Es sind je nach Anlage sofort Maßnahmen zu ergreifen, wie z.B.: <ul style="list-style-type: none"> – Stoßdosierung Biozid – Erhöhung der Absalzung – Entleerung – Reinigung und Desinfektion – Ursachenermittlung, Kontrolle des Wasseraufbereitung und -behandlung sowie Einbeziehung einer Inspektion und Mängelbeseitigung, gegebenenfalls Anpassung der Betriebsweise – erneute mikrobiologische Untersuchungen im monatlichen Rhythmus; bei Bestätigung der Konzentration weitere Korrekturmaßnahmen – gegebenenfalls Erhöhung der Anzahl der Probenahmestellen
ab 10000	<p>Unverzögliche Gefahrenabwehr ist notwendig.</p> <p>Es ist unverzüglich zu sanieren, je nach Anlage z.B. mittels:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stoßdosierung Biozid – Erhöhung der Absalzung – Entleerung – Reinigung und Desinfektion – Umsetzung von bau- und betriebstechnischen Maßnahmen <p>Überprüfung der Wirksamkeit durch zeitnahe zusätzliche mikrobiologische Untersuchungen bei fehlendem Sanierungserfolg:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Außerbetriebnahme der Anlage und Einleitung von weiteren Sanierungsmaßnahmen – bei Wiederinbetriebnahme sofortige mikrobiologische Untersuchungen

A.5 Logbuch

(chronologische Übersicht aller an der Anlage durchgeführten Arbeiten)

Anlagendaten der Rückkühlanlage		Seite 1
Standort		
Hersteller der Rückkühleinheit		
Modell, Typ		
Anzahl der Zellen		
Name, Anschrift des Eigentümers		
Name, Anschrift des Betreibers		

Bild A.2 – Beispiel Logbuch (Seite 1, Anlagendaten der Rückkühlanlage)

Erstinbetriebnahme					Seite 2
Datum	Modi	Tätigkeit	Durchführendes Unternehmen Verantwortlicher	Befund Anmerkung	Unterschrift Betreiber / Eigentümer
	alle	Verunreinigungen, Ablagerungen in der Anlage, sowie ggf. Rückstände von Zusatzstoffen wurden entfernt			
	A, B, C	Die chemische und mikrobiologische Beschaffenheit des Rohwassers wurde bestimmt. Die Grenzwerte der Verordnung wurden nicht überschritten *			
	A, B, C	Zwischen dem Vorliegen der Ergebnisse der Rohwasseranalyse und dem Befüllen der Anlage lagen nicht mehr als 7 Tage *			
	A, B, C	Eine Wasserbehandlung oder Wasseraufbereitung wurde entsprechend den Erfordernissen der Wasserqualität installiert und mit Befüllung der Anlage in Betrieb genommen (entsprechend den Erfordernissen der Wasserqualität)			
	alle	Die hygienerrelevante Ausführung der Anlage wurde auf Übereinstimmung mit der Anlagenplanung überprüft und Abweichungen korrigiert			
	alle	Die Anlagendokumentation liegt vor und wurde übergeben			
	A, B, C	Die chemische und mikrobiologische Beschaffenheit des Verdunstungs Kühlwassers wurde bestimmt und die Grenzwerte nicht überschritten			
	alle	Das Bedienpersonal der Anlage wurde eingewiesen			
	alle	Die vom Hersteller des Rückkühlwerkes genannten Anforderungen an die Wasserqualität wurden erfüllt			
	alle	Alle Einzelschritte der Inbetriebnahme wurden durchgeführt und dokumentiert			
<p>* Wenn das Rohwasser aus einer überwachungspflichtigen Trinkwasserversorgungsanlage stammt und eine aktuelle Netzanalyse vorliegt, entfallen Punkt 2 und 3. Die Anlage darf erst in den vollständigen Betrieb gehen, wenn alle og. Punkte erledigt sind Dieses Inbetriebnahmeprotokoll ist vom Betreiber/Eigentümer auszufüllen und den Behörden zu übermitteln.</p> <p>Name, Anschrift des zuständigen Betreibers/Eigentümers:</p> <p>Datum/Ort/Unterschrift Betreiber</p>					

Bild A.3 – Beispiel Logbuch (Seite 2, Erstinbetriebnahme)

Betrieb und Betriebsunterbrechungen						Seite 3 - n
Kürzel	Tätigkeit Inspektion, Wartung	Rhythmus		Kürzel	Vorgang	
MBU	Mikrobiologische Untersuchung Kühlwasser	3 Monate		REP	Störung/Reparatur	
CBS	Chemische Beschaffenheit Kühlwasser	1 Monat		BU	Betriebsunterbrechung	
BKZ	Bestimmung der allgemeinen Kolonienzahl	1 Monat		AB	Außerbetriebsetzung (Stillstand)	
WKT	Wartung des Kühlturms	Herstellerang.		WB	Wiederinbetriebnahme	
WWB	Wartung der Wasserbehandlung	6 Monate		UB	Umbauten	
FP	Funktionsprüfung der Anlage	1 Monat				
AP	Prüfung Ablagerungen im Kühlturm	3 Monate				
KP	Korrosionsprüfung der Anlage	12 Monate				
Datum	Tätigkeit (Kürzel)	Durchführendes Unternehmen	Befund Dauer der Unterbrechung	Nächste Unter- suchung	Unterschrift Betreiber	Bemerkungen Maßnahmen

Betrieb und Betriebsunterbrechungen						Seite 4 - n
Datum	Tätigkeit (Kürzel)	Durchführendes Unternehmen	Befund Dauer der Unterbrechung	Nächste Unter- suchung	Unterschrift Betreiber	Bemerkungen Maßnahmen

Bild A.4 – Beispiel Logbuch (Seite 3 ff., Betrieb und Betriebsunterbrechungen)

Erläuterungen

Dieses VDMA-Einheitsblatt wurde als Aktivität der Fachabteilung Rückkühltechnik des VDMA-Fachverbandes Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate mit der Zielsetzung erarbeitet, einheitliche Standards für die Wartung und Inspektion von Verdunstungskühlanlagen zu setzen sowie Empfehlungen für den Betrieb zu geben.

Sollten sich bei der Anwendung dieses VDMA-Einheitsblattes Hinweise oder Stellungnahmen ergeben, so bitten wir, diese an den VDMA-Fachverband Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate, Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt, zu richten.

An der Überarbeitung des zu ersetzenden Einheitsblattes VDMA 24649:2005-05 (Hinweise und Empfehlungen zum wirksamen und sicheren Betrieb von Verdunstungskühlanlagen) bis zum vorliegenden Einheitsblatt VDMA 24649:2015-07 (Betriebsempfehlungen für Verdunstungskühlanlagen) haben mitgewirkt:

Dr.-Ing. Markus Nickolay, KTK Kühlturm Karlsruhe GmbH
(Obmann des Arbeitskreises)

Ulf Bergmann, Balticare GmbH

Lambert Bosche, SPX Cooling Technologies GmbH (ausgeschieden)

Thomas Koch, GEA 2H Water Technologies GmbH

Friedhelm Körner, SPX Cooling Technologies GmbH (ausgeschieden)

Christoph Korinth, E.W. Gohl GmbH

Georg Mager, Baltimore Aircoil International N.V. (ausgeschieden)

Thomas Odrich, JAEGGI Hybridtechnologie AG

Michael Rabenstein, EVAPCO Europe GmbH

Ulrich Schmalfuß, E.W. Gohl GmbH

Elmar Stupfel, GEA Polacel Cooling Tower B.V.

Peter Gebhart, VDMA

Literaturhinweise

- Aqua Nederland: Legionellabestrijding in koel- en proceswater: een praktische handreiking
- ASHRAE Guideline 12-2000, Minimizing the risk of Legionellosis associated with building water systems, 2000
- BMG: Erste Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung, 2011
- BMUB: Eckpunktepapier des BMUB für eine Rechtsverordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verdunstungskühlanlagen inkl. Naturzugkühltürme und Nassabscheider) vom 20.6.2014, 2014
- Cooling Technology Institute (CTI): Legionellosis Guideline: Best Practices for Control of Legionella (WTP-148), 2008
- DIN, DIN-Taschenbuch 255/1: Instandhaltung Gebäudetechnik - Normen, Technische Regeln
- DIN 31051:2012-09, Grundlagen der Instandhaltung
- DIN EN 13741:2004-05, Wärmetechnische Abnahmeprüfungen an zwangsbelüfteten standardisierten Nasskühltürmen; Deutsche Fassung EN 13741:2003
- 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
- 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
- European Commission - IPPC Bureau: Reference document on the application of best available techniques for industrial cooling systems, 2001
- EUROVENT: 9/5 Empfehlungen zum wirksamen und sicheren Betrieb Ihrer Verdunstungskühlanlage, 2000
- Eurovent: 9/7 Recommended code of practice to keep your cooling system efficient and safe, 2011
- Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG), 1996
- Health and Safty Executive (HSE) : Legionnaires' disease – the control of legionella bacteria in water systems, 4. Auflage, 2013
- ISO 11731:1998-05, Wasserbeschaffenheit - Nachweis und Zählung von Legionellen
- KIWA N.V.: Omvang en preventie van vermeerdering van Legionella in koeltorens en luchtbehandelingsapparaturen, 2001
- Mager, G.: Empfehlungen zum wirksamen und sicheren Betrieb einer Verdunstungskühlanlage (Vortrag/Tagungsband), 6. VDMA Kühlturmtagung, 2003.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap: Voorkom Legionellose, 2002
- Müller, H.E. et al.: Legionellen - ein aktuelles Problem der Sanitärhygiene, Expert, 3. Auflage, 2008
- Olkis, Dr. A: Mikrobiologische Kontrolle in Rückkühlsystemen (Vortrag/Tagungsband), 6. VDMA-Kühlturmtagung, 2003.
- Republik Frankreich / französische Ministerien: Guide des bonnes pratiques: Legionella et tours aéroréfrigérantes, 2001
- The Water Management Society (WMG): Keeping your cooling tower safe (W047)
- Trinkwasserverordnung (TrinkwV) 2001, Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
- VDI 2047, Blatt 2, Rückkühlwerke – Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln)
- VDI 3803, Raumlufttechnik, Geräteanforderungen (Richtlinienreihe)

VDMA, AIG, Instandhaltungs-Information Nr. 20: Wasser in der Gebäudetechnik, 2004

VDMA - Merkblatt Hinweise und Empfehlungen zum Betrieb und zur Wartung von Verdunstungskühlanlagen, 2008

VDMA 24186-0:2007-01, Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden - Teil 0: Übersicht und Gliederung, Nummernsystem, Allgemeine Anwendungshinweise

VDMA 24186-3:2002-09, Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden - Teil 3: Kältetechnische Geräte und Anlagen zu Kühl- und Heizzwecken

VDMA 24424:2000-01, Baustellen- und Montagevorbereitung für Kühltürme

VDMA 24428:1995-09, Vorgaben für Anfrage und Angebot eines zwangsbelüfteten Nasskühlturms

VDMA 24659, Wirtschaftlichkeit und partieller CO₂-Fußabdruck von Verdunstungskühlern - Leitfaden zur Berechnung (Entwurf 2015:07) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung - BioStoffV), 2013