



VDI

Guido Hilden | Miriam Moritz | Dirk Tutas

# Rückkühlwerke

Kommentar zur Richtlinienreihe VDI 2047

Hygienegerechter Betrieb  
von Verdunstungskühlanlagen

Beuth

**Rückkühlwerke –  
Kommentar zur Richtlinienreihe VDI 2047**





Guido Hilden  
Miriam Moritz  
Dirk Tutas

# **Rückkühlwerke**

Kommentar zur  
Richtlinienreihe VDI 2047

Hygienegerechter Betrieb  
von Verdunstungskühlanlagen

1. Auflage 2021

Herausgeber:  
VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.

Beuth Verlag GmbH · Berlin · Wien · Zürich

Herausgeber: VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V.

© 2021 **Beuth Verlag GmbH**

**Berlin · Wien · Zürich**

Am DIN-Platz

Burggrafenstraße 6

10787 Berlin

Telefon: +49 30 2601-0

Telefax: +49 30 2601-1260

Internet: [www.beuth.de](http://www.beuth.de)

E-Mail: [kundenservice@beuth.de](mailto:kundenservice@beuth.de)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in elektronische Systeme.

Die im Werk enthaltenen Inhalte wurden von Verfasser und Verlag sorgfältig erarbeitet und geprüft. Eine Gewährleistung für die Richtigkeit des Inhalts wird gleichwohl nicht übernommen. Der Verlag haftet nur für Schäden, die auf Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens des Verlages zurückzuführen sind. Im Übrigen ist die Haftung ausgeschlossen.

© für VDI-Richtlinien VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf.

Titelbild: BAC

Satz: Beuth Verlag GmbH, Berlin

Druck: Plump Druck & Medien, Rheinbreitbach

Gedruckt auf säurefreiem, alterungsbeständigem Papier nach DIN EN ISO 9706

ISBN 978-3-410-26745-4

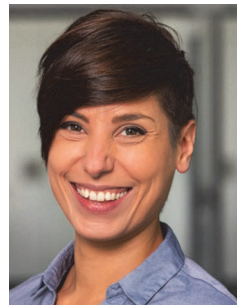
ISBN (E-Book) 978-3-410-26746-1

## Die Autoren

**Dipl.-Ing. (FH) Guido Hilden VDI** arbeitet nach seinem Studium der Verfahrenstechnik/Umwelttechnik bereits über 25 Jahre für verschiedene Unternehmen im Bereich der Wasseraufbereitung, Wasserbehandlung und Optimierung von wasserführenden Systemen, davon über 20 Jahre für die Schweitzer-Chemie GmbH. Er ist als Referent im Bereich Technik für die Hygiene-richtlinien VDI 6022 und VDI 6023 tätig und bei der VDI 2047 sowohl für die Technik als auch für die Hygiene zugelassen. Seit 2017 arbeitet er beim VDI für verschiedene Arbeitskreise der VDI 3810 und der VDI 6023 ehrenamtlich in der Richtlinienarbeit mit. Seit Juli 2020 ist er als ö.b.u.v. Sachverständiger für die Überprüfung von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern nebenberuflich für sein Unternehmen Guido Hilden Wasserhygiene aktiv.



**Dr. Miriam Moritz** ist promovierte Mikrobiologin. Nach ihrem Studium der Wasserwissenschaften in Duisburg mit Forschungsaufenthalten am Public Health Institute in Kuopio, Finnland und am Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit in Bonn promovierte sie am Biofilm Centre der Universität Duisburg-Essen und war anschließend vier Jahre bei der Firma Ashland Water Technologies (später Solenis) als Anwendungstechnikerin im Bereich der industriellen Wasseraufbereitung tätig. Seit 2015 ist sie bei der Schweitzer-Chemie GmbH beschäftigt. Hier leistet sie anwendungstechnische Unterstützung in Fragen der Wasseraufbereitung, Wasserbehandlung und Hygiene in wasserführenden Systemen verschiedenster Industrieanwendungen. Sie arbeitet als Referentin für den Bereich Hygiene für die Richtlinien VDI 6022, VDI 6023 und VDI 2047 mit.



**Dipl.-Ing. (FH) Dirk Tutas VDI** studierte Bauingenieurwesen mit dem Schwerpunkt Umwelttechnik und Wasserwirtschaft an der Fachhochschule Kaiserslautern und bildete sich an der Universität Kassel zum Anlagenplaner Erneuerbare Energien sowie an der FernUniversität in Hagen zum Umweltmanager fort. Seit 2013 ist er in der Wasseraufbereitung und -behandlung sowie im Anlagenbau von wasserführenden Systemen in verschiedenen Industriezweigen tätig. Seit 2019 ist er mit seinem Ingenieurbüro Tutas Energie+Umwelt hauptberuflich selbstständig und als ö.b.u.v. Sachverständiger für die Überprüfung von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern aktiv. Er ist vom VDI zugelassener Technik-Referent für die Richtlinie VDI 2047.



## Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die vielen Diskussionen und Anregungen mit weiteren Sachverständigen und vielen Fachleuten aus der Branche, vor allem beim VDI, Herrn Thomas Wollstein, und beim Beuth Verlag, Frau Kathrin Bandow für die konstruktive Zusammenarbeit.

Mit der Zustimmung von zwei Betreibern werden reale Praxisbeispiele auszugsweise benannt und aus hygienischer Sicht bewertet. Für diese offene Bereitschaft bedanken wir uns herzlich bei der Debeka Krankenversicherungsverein a. G. und Debeka Lebensversicherungsverein a. G., Koblenz (im Text kurz als Debeka Versicherung a. G., Koblenz) und der EGF EnergieGesellschaft Frankenberg mbH, Frankenberg. Danke auch an Frau Luisa Gröls von Tutas Energie+Umwelt für die Aktualisierung der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung bei der EGF, die als Anlage nahezu vollständig zur Verfügung gestellt wird.

Wir bedanken uns bei Frau Dr. Elisabeth Edom vom Niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz und bei Herrn Thomas Tersappen von der Bezirksregierung Köln für den guten Austausch und die behördliche Sichtweise auf die Verknüpfung der Richtlinienreihe VDI 2047 mit der 42. BImSchV sowie bei Herrn Dr. Roland Suchenwirth für die Anregungen zu den gesundheitlichen Aspekten.

Danke auch an Herrn Dr. Jan Frösler vom IWW Zentrum Wasser für den offenen Informationsaustausch und die Zurverfügungstellung der Statistiken zur Laboranalytik von Legionellen und an Herrn Prof. Dr.-Ing. Dieter Wurz und Herrn Stefan Hartig von der ESG für die Abstimmung zur Aerosolentstehung.

Ein großer Dank gilt Herrn Dr.-Ing. Markus Nickolay für seine Unterstützung und Zuarbeit im Bereich der Konstruktion und den Bauarten von Verdunstungskühlanlagen. Herrn Rechtsanwalt Hartmut Hardt für seine fundierte Unterstützung bei den rechtlichen Einstufungen und bei der Betreiberverantwortung, sowie Herrn Otto Theobald und Herrn Dr. Christoph Sinder für die Abstimmungen zu den Schwerpunkten der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung.

Unser besonderer Dank gilt der Schweitzer-Chemie GmbH für die Unterstützung und die Zurverfügungstellung der zahlreichen Abbildungen und Schemata aus den Schulungsunterlagen zur VDI-2047-Schulungspartnerschaft der Schweitzer-Chemie GmbH. Dies verstärkt den praktischen Nutzen für den Leser erheblich.



## Hinweise zum Lesen des Kommentares

Zur einfachen Lesbarkeit des Kommentars sind unterschiedliche Formatierungen definiert, sodass direkt ersichtlich wird, welche Quelle der Originaltext hat. Zitate sind mit einem farblichen Hintergrund dargestellt, umrahmt und mit Quellenangabe definiert.

Die Kommentare und Hinweise der Autoren sind in der normalen Schriftart des Buches dargestellt, nicht umrahmt und stehen jeweils nach den entsprechend hinterlegten und zitierten Originaltexten. Je nach Länge des Kapitels werden die Originaltexte in sinnvolle Abschnitte unterteilt und mit Kommentierungen versehen.

Originaltexte der Richtlinienreihe der VDI 2047, „Sicherer Betrieb von Verdunstungskühlanlagen“, sind in blau den jeweiligen Kommentierungen vorangestellt.

Beispiel eines blau hinterlegten Originaltextes aus der Richtlinie:

### **VDI 2047 Blatt 2:**

#### **1 Anwendungsbereich**

Diese Richtlinie gilt für Verdunstungskühlanlagen und -apparate, bei denen Wasser verrieselt oder versprüht wird oder es anderweitig zu Aerosolbildung kommen kann.

Die Reihenfolge der Absätze der Kapitel dieses Kommentars stimmt mit der Reihenfolge der Kapitel der Richtlinie VDI 2047 Blatt 2 überein. Dadurch ergänzt und bewertet der Kommentar die Inhalte der VDI 2047 kapitelweise. In einigen Kapiteln wurden im Kommentar zum besseren Verständnis weitere Unterkapitel eingefügt, die in der Richtlinie VDI 2047 nicht vorhanden sind.

Soweit im Kommentartext Gesetze, Verordnungen und Empfehlungen des Umweltbundesamts zitiert werden, sind diese als rechtliche Anforderungen *in einem hellen Rot* hinterlegt.

Beispiel eines rot hinterlegten Zitates aus einem Gesetz oder einer Verordnung:

## 42. BImSchV:

### § 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Verordnung gilt für die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb folgender Anlagen, in denen Wasser verrieselt oder versprüht wird oder anderweitig in Kontakt mit der Atmosphäre kommen kann:

1. Verdunstungskühlanlagen,
2. Kühltürme und
3. Nassabscheider.

Werden im Kommentartext Anforderungen anderer technischer Regelwerke zitiert, sind diese als normative Anforderungen grau hinterlegt.

Beispiel für ein Regelwerk-Zitat:

### VDI 3810 Blatt 1:

5 Anforderungen an das Betreiben von TGA-Anlagen

5.1 Betreiberverantwortung

Der Kommentar ist anwendungs- und praxisorientiert verfasst und bewusst mit vielen Bildern und Darstellungen ausgeführt. Mit der Zustimmung von zwei Betreibern dürfen reale Betriebsweisen von Verdunstungskühlanlagen benannt und veröffentlicht werden. Im Kommentar wird an verschiedenen Stellen immer wieder auf diese Praxisbeispiele konkret eingegangen. Diese sind innerhalb des Kommentares gekennzeichnet und werden zur Wiedererkennung mit einem *grünen Hintergrund* dargestellt:

### Praxisbeispiel A: EGF EnergieGesellschaft Frankenberg mbH, Frankenberg:

Zwei Einkreisrieselkühler werden im Verbund betrieben (ca. 1.300 kW Kühlleistung und ca. 15 m<sup>3</sup> Systeminhalt) und kühlen je nach Außenbedingungen entweder über 2 Plattenwärmeübertrager oder über 2 Kältemaschinen einen Betriebskreis in einer Produktion. Als Zusatzwasser wird sowohl Trinkwasser als auch Brunnenwasser verwendet, in einem Vorratstank je nach Wasserqualität anteilig vermischt und zur Nachspeisung vorgehalten. Die Anlagenbetreuung und die Wasserbehandlung wurden in mehreren Schritten optimiert, und der Betreiber hat sich frühzeitig den Anforderungen durch die VDI 2047 gestellt. Schon 2015 wurden die betreuenden Mitarbeiter nach

VDI 2047 qualifiziert. 2017 wurden Optimierungen im Zuge einer wasserseitigen Hygienebegehung ausgesprochen, die 2018 teilweise umgesetzt wurden. Die im Dauerbetrieb laufende Anlage wurde im Februar 2019 mit den realisierten Optimierungen in einer ersten Hygiene-Gefährdungsbeurteilung bewertet, wie dies in der Aktualisierung der VDI 2047 Blatt 2 seit Januar 2019 gefordert wird. Hier wurden konkrete weitere Empfehlungen (z. B. Stagnationsminimierung) ausgesprochen, die auch zeitnah umgesetzt wurden. Die §-14-Überprüfung nach 42. BImSchV durch einen ö.b.u.v. Sachverständigen wurde Anfang 2020 durchgeführt, wobei eine anforderungskonforme Fahrweise mit nur geringen Mängeln (Laborbereich/Schulung) festgestellt wurde. Nach der Auffrischung der VDI-2047-Qualifikation (wobei auch der Geschäftsführer qualifiziert wurde) wurde eine Aktualisierung der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung durchgeführt. Wegen weiteren Änderungen an der Anlage (bessere Inspektionszugänge zur regelmäßigen Überprüfung) wurde Anfang 2021 eine neue Revision der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung erstellt und im Betriebstagebuch dokumentiert.

Diese aktuelle Revision der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung ist in teilweise anonymisierter Form fast vollständig als Anhang beigefügt. Die HygieneEinstufungen gemäß eines schulnotenähnlichen Systems sind darin enthalten. Die erste Hygiene-Gefährdungsbeurteilung bewertete die Anlage 2019 mit 2,0, die Bewertung der 1. + 2. Revision verbesserte nach Optimierungen die Einstufung auf 1,4 und bei der aktuellen 3. Revision konnte der Wert sogar auf 1,2 verbessert werden. Darüber wird dokumentiert, dass Risiken des Anlagenbetriebes immer weiter reduziert werden konnten; genau das ist das Ziel der Richtlinienreihe VDI 2047.

### **Praxisbeispiel B: Debeka Versicherung a.G., Koblenz**

Im Zuge der Erneuerung der Gebäudekühlung der Hauptverwaltung der Debeka Versicherung a.G. in Koblenz wurde 2015 der Betrieb von 3 Verdunstungskühlern (2.800 kW Kühlleistung und 12 m<sup>3</sup> Systeminhalt) durch die Inbetriebnahme von 4 Cabero ‚Adiabatik-Kühlern‘ mit Sprühsystem abgelöst. Zeitgleich mit dem Erscheinen des ersten Weißdruckes der VDI 2047 Blatt 2 hat der Betreiber die Anlagen anforderungskonform realisiert. Schon im Februar 2015 wurden zwei Betreiberverantwortliche über das Schulungsangebot der VDI 2047 qualifiziert. Mit einer umfangreichen Wasseraufbereitung sind die Anlagen im Frühjahr 2015 mit aufbereitetem Wasser in Betrieb gegangen und werden seither wöchentlich kontrolliert. Aufgrund des Aufstellungsortes in der Nähe der Luftansaugung für eine Raumlufttechnische Anlage wird durch die Zugabe geringer Mengen an

Desinfektionsmittel auf Basis von Wasserstoffperoxid ins Zusatzwasser der hygienische Betrieb abgesichert. Die 4 Anlagen sind aufgrund der gemeinsamen Zusatzwasserqualität und der gleichmäßigen Betriebsweise der Anlagen mit regelmäßigen Spülzyklen bei der Behörde nur als eine Anlage gemeldet, jedoch werden hier die beiden äußeren Anlagen regelmäßig beprobt, sodass zwei Entnahmestellen in einem gemeinsamen Betriebstagebuch dokumentiert werden.

Bisher wurde im Betrieb keine einzige Prüfwertüberschreitung festgestellt und auch die betreiberseitig erfassten mikrobiologischen Überprüfungen weisen ein dauerhaft niedriges Belastungsniveau auf. Die Sachverständigenüberprüfung nach § 14 der 42. BImSchV wurde vor Kurzem fristgerecht erfolgreich abgeschlossen.

Aus dem Praxisbeispiel der EGF stammen die Anlagen der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung sowie Maßnahmenplan, Instandhaltungsplan und Betriebstagebuch. Dadurch werden weitere Hintergrundinformationen zu den jeweiligen Einstufungen bei der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung gegeben und ersichtlich. Diese Unterlagen können als Grundlage für andere Systeme genutzt werden.

Im Anhang selbst wird auf die Hintergrundfarbe und den Rahmen in der Darstellung verzichtet, da ohne die grüne Hintergrundfarbe die Farbeinstufungen in der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung besser zu erkennen sind.



# Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Anwendungsbereich</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Normative Verweise</b> .....	<b>26</b>
<b>3</b>	<b>Begriffe</b> .....	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Abkürzungen</b> .....	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b> .....	<b>31</b>
5.1	Allgemeines. ....	31
5.1.1	Stellenwert der VDI-Richtlinie .....	31
5.1.2	Begriff des Anlagenbetreibers .....	32
5.1.3	Verkehrssicherungspflicht .....	34
5.1.4	Mitgeltende Gesetze und Verordnungen .....	35
5.2	Arbeitsschutz .....	36
5.3	Verwendung von Bioziden .....	41
<b>6</b>	<b>Gesundheitsrisiken</b> .....	<b>43</b>
6.1	Biofilme .....	44
6.2	Legionellen .....	45
6.3	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	50
6.4	Sonstige Mikroorganismen .....	51
6.5	Aerosole und Tropfen .....	53
6.6	Minimierung der Gesundheitsrisiken .....	54
<b>7</b>	<b>Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen</b> .....	<b>56</b>
7.1	Bauarten .....	56
7.2	Hygieneanforderungen an die Konstruktion von Verdunstungskühlanlagen .....	71
7.3	Werkstoffe .....	75
<b>8</b>	<b>Planung, Errichtung, Inbetriebnahme</b> .....	<b>78</b>
8.1	Anforderungen an Planung, Herstellung und Errichtung .....	78
8.2	Standortwahl, Aufstellort .....	81
8.3	Stoffeintrag .....	86
8.4	Prozesssteuerung .....	90
8.4.1	Regelung, MSR .....	90
8.4.2	Betrieb .....	90

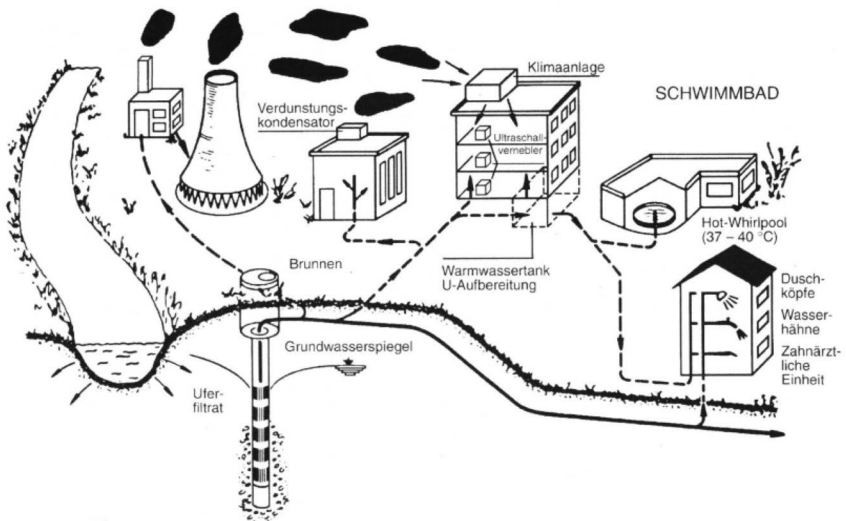
8.5	Planerische Vorkehrungen für Betriebsunterbrechungen und Stillstände . . . . .	94
8.6	Empfehlungen zur MSR-Technik. . . . .	98
8.7	Wasserbeschaffenheit . . . . .	100
8.7.1	Wasseraufbereitung und -behandlung . . . . .	100
8.7.2	Auslegung von Wasseraufbereitungsanlagen . . . . .	126
8.8	Inbetriebnahme . . . . .	127
<b>9</b>	<b>Betrieb und Instandhaltung</b> . . . . .	<b>132</b>
9.1	Allgemeine Hinweise . . . . .	132
9.2	Hygiene-Gefährdungsbeurteilung. . . . .	132
9.3	Hygienekontrollen . . . . .	137
9.3.1	Inspektionen . . . . .	141
9.3.2	Mikrobiologische Untersuchungen . . . . .	143
9.3.3	Chemische und chemisch-physikalische Untersuchungen . . . . .	163
9.4	Betreiberseitige Maßnahmen und Dokumentation . . . . .	165
<b>10</b>	<b>Qualifikation und Schulung von Personal</b> . . . . .	<b>169</b>
<b>11</b>	<b>Anhang</b> . . . . .	<b>172</b>
11.1	Hygiene-Gefährdungsbeurteilung. . . . .	172
11.1.1	Einleitung . . . . .	174
11.1.2	Aufgabenstellung und Aufbau . . . . .	174
11.1.3	Zusammenfassende Risikobewertung . . . . .	175
11.1.4	Beschreibung der Verdunstungskühlanlage. . . . .	176
11.1.5	Risikobewertung und Maßnahmen . . . . .	184
11.1.6	Bilddokumentation . . . . .	203
11.1.7	Fachbegriffe . . . . .	206
11.1.8	Literatur und Quellen . . . . .	210
11.1.9	Nachweise über die Qualifikationen . . . . .	211
11.2	Instandhaltungsplan . . . . .	212
11.3	Maßnahmenpläne. . . . .	215
11.3.1	Maßnahmenplan Prüfwertüberschreitung . . . . .	215
11.3.2	Maßnahmenplan Maßnahmenwertüberschreitung . . . . .	216
11.3.3	Anlagenspezifischer Maßnahmenplan . . . . .	217
11.4	Betriebsanweisungen. . . . .	218
11.4.1	Nach BioStoffV . . . . .	218
11.4.2	Nach GefStoffV/TRGS 555 . . . . .	219
11.5	Betriebstagebuch . . . . .	220

## 0 Einführung

Die Corona-Pandemie unterstreicht noch einmal sehr deutlich, wie wichtig Hygiene ist und welche teilweise drastisch einschränkende Maßnahmen zum Gesundheitsschutz erforderlich werden können. In der Corona-Pandemie wurden Verordnungen und Gesetze im Eiltempo umgesetzt, und es gab erhebliche Einschränkungen für die gesamte Bevölkerung. Die Entwicklung der Regelungen zum Schutz vor Legionellen hat im Vergleich dazu deutlich länger gedauert.

In luftgetragenen Aerosolen können eine Vielzahl an Krankheitserregern, z. B. Corona-Viren und Legionellen, enthalten sein, die eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen. Das Corona-Virus SARS-CoV-2 ist im Vergleich zu *Legionella pneumophila* und anderen *Legionella* Spezies in eine höhere Risikogruppe eingestuft, unter anderem, weil durch die Übertragung von Mensch zu Mensch eine stärkere Verbreitung stattfinden kann.

Einschränkungen für die Bevölkerung aufgrund von Infektionsgeschehen gab es bereits vor den Maßnahmen durch die Corona-Pandemie. Bei dem Legionelloseausbruch in Warstein im August 2013 wurde die Montgolfiade in Warstein abgesagt, und die Stadt Warstein begründete dies wie folgt: „Zum Schutz der Gesundheit aller Bürger und Gäste von Warstein folgte die Stadt den Empfehlungen des Kreises Soest, die Großveranstaltung nicht zu genehmigen.“



**Bild 1:** Legionellen in technischen und natürlichen Wassersystemen  
(Quelle: M. Exner, R. Schulze-Röbbcke, Öff. Gesundh.-Wes. 1987; 49; 90–96)



Legionellen wurden erstmals 1976 bei einem Ausbruch in den USA entdeckt und als Gefahrenquelle erkannt. Danach gab es immer wieder durch Legionellen verursachte Erkrankungs- und Todesfälle, die verschiedene Quellen hatten. Aufgrund des Erkenntnisgewinns und vor allem durch verbesserte Analytik wurden Zusammenhänge erkannt und Gefahrenquellen identifiziert und lokalisiert.

Bild 1 von 1987 zeigt eine Übersicht der Anlagen, die ein potenzielles Risiko darstellen, wenn es bei legionellenhaltigem Wasser zur Bildung von Aerosolen kommt. Legionellenbelastungen in Rückkühlwerken können durch hohe Luftmengen und weiträumige Aerosolverbreitung für große Flächen und damit für sehr viele Menschen ein Risiko bedeuten. Über den Aerosolweg können sich selbst weit entfernte Anlagen gegenseitig Belastungen zutragen und beeinflussen.

Die Minimierung des grundsätzlichen Betriebsrisikos wird bei den in Bild 1 gezeigten Anwendungsbereichen (Trinkwasser, Schwimmbadwasser, Befeuchterwasser und Kühlwasser) über Gesetze, Verordnungen, Empfehlungen und technische Regelwerke angestrebt. Trotz vielfältiger Regelwerke (VDI 6022 und VDMA 24649) und gesetzlichen Vorgaben (BGB, ArbSchG, ArbStättV, BetrSichV, IfSG, BioStoffV) gab es für Verdunstungskühlanlagen bis zum Jahr 2014 kein einschlägiges und überall anzuwendendes Regelwerk und auch keine spezifische gesetzliche Regelung.

Die Legionelloseausbrüche in Ulm (2010) und in Warstein (2013) konnten konkret auf den Betrieb von Verdunstungskühlanlagen zurückgeführt werden, bei denen die hygienischen Aspekte nicht ausreichend berücksichtigt wurden. Um zu vermeiden, dass sich derartige Vorfälle wiederholen, wurde eine eigenständige VDI-Richtlinie und eine rechtliche Verordnung für die Hygiene auf den Weg gebracht.

Im Juli 2017 wurde die 42. Bundes-Immissionsschutzverordnung (42. BImSchV) verabschiedet, die einen Monat später, am 19. August 2017, in Kraft getreten ist. Diese rechtsverbindliche Verordnung auf Grundlage des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) stellt erstmals Anforderungen zur Registrierung der betroffenen Anlagen und zur Meldung von kritischen Legionellenkonzentrationen. Für den Betrieb von Verdunstungskühlanlagen, Kühltürmen und Nassabscheidern macht sie sehr konkrete Vorgaben. Neben der Forderung nach einer Gefährdungsbeurteilung gibt es konkrete Anforderungen für die Beschaffenheit der Anlagen und auch für deren Betrieb. Es wurden konkrete Intervalle für Kontrollen und Laboruntersuchungen festgelegt und Informationspflichten definiert, für den Fall, dass labortechnisch Belastungen oberhalb eines Maßnahmenwertes nachgewiesen werden. Technische Details können in einer Verordnung nicht ausreichend geregelt werden. Dies muss über ein technisches Regelwerk konkretisiert werden, daher weisen Verordnungen gezielt auf solche technischen Regelwerke.

Der VDI leistet als technischer Regelsetzer seinen Beitrag und hat frühzeitig mehrere technische Regeln für die Hygiene erarbeitet. Bereits 1998 wurden die VDI-Hygienerichtlinien VDI 6022 und VDI 6023 für die Hygiene bei dem Betrieb von Raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) und Trinkwasser-Installationen veröffentlicht. Der Betrieb von Rückkühlwerken war zu diesem Zeitpunkt zusammen mit RLT-Anlagen in der VDI 6022 geregelt. Der Anwendungsbereich für Rückkühlwerke in der VDI 6022 war jedoch auf Anlagen definiert, die einen Einfluss auf die Zuluftqualität von RLT-Anlagen haben können. Da hierzu keine konkreten Abstandsregeln definiert wurden, konnte ein Betreiber dies letztendlich selbst interpretieren. So konnten sich einige Betreiber von Rückkühlwerken den Auflagen der VDI 6022 entziehen. Es mangelte somit an einem eigenständigen Regelwerk für alle Rückkühlwerke zur Minimierung des Betriebsrisikos unabhängig vom Aufstellungsort.

Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) hat als Industrieverband 2005 mit dem VDMA-Einheitsblatt 24649 gute hygienische Hinweise zum Betrieb von Rückkühlwerken zur Verfügung gestellt und darin die Betreiber zu Maßnahmen zur Minimierung der Problematik aufgefordert. Die Anforderungen aus den Veröffentlichungen des VDMA, als Interessenverband der Rückkühlhersteller, wurden nicht konsequent von allen Betreibern umgesetzt.

Ein ordnungsgemäßer und kontrollierter Betrieb von Rückkühlwerken minimiert die Ausbildung von mineralischen Ablagerungen, Korrosionen und Biofilmen und sichert dadurch auch eine ausreichende Wärmeabfuhr als eigentliche Hauptaufgabe von Rückkühlwerken. Es gab daher auch schon zur Jahrtausendwende viele verantwortungsbewusste Betreiber von Rückkühlwerken, die das Risiko der Vermehrung und Verbreitung von Legionellen effektiv minimiert und viel in die Hygiene investiert hatten.

Die Umsetzung eines konkreten technischen Regelwerkes verlief über den VDI deutlich schneller als die Umsetzung der Verordnung. Der mit 30 Personen aus allen interessierten Kreisen zusammengesetzte Richtlinienausschuss hat nach vielen Sitzungen und Diskussionen die VDI-Richtlinie VDI 2047 Blatt 2 im Januar 2014 im Gründruck verabschiedet. Da die zur VDI 6022 und VDI 6023 benachbarten Nummern schon vergeben waren, wurde für diese neue Hygiene-Richtlinie auf die Nummer der seit 1992 vorhandenen VDI 2047 Blatt 1 zurückgegriffen, in der Begriffsdefinitionen zu Rückkühlwerken enthalten waren. Der Gründruck dieser VDI-Richtlinie hatte damals die höchste Anzahl an Einsprüchen, die es seither bei der Erstellung von VDI-Richtlinien gegeben hatte. Diese Einsprüche wurden ausführlich diskutiert, und so dauerte es bis Januar 2015, bis der Weißdruck der VDI 2047 Blatt 2 verabschiedet wurde und damit ein neues technisches Regelwerk für den Betrieb von Verdunstungskühl-

anlagen vorhanden war. Mit der VDI 2047 Blatt 3 für (Naturzug-)Kühltürme wurde die Richtlinienreihe im April 2018 ergänzt.

Die Reichweite und Bedeutung von VDI-Hygienerichtlinien beruht neben den hygienisch-technischen Inhalten vor allem auf einem Schulungskonzept, welches über VDI-Schulungspartnerschaften die Vermittlung wichtiger Hygieneregeln für möglichst alle am Betrieb beteiligten Personen (Bauherr, Anlagenplaner, Hersteller, Errichter, Betreiber, Dienstleister, Behörde, Labor ...) anbietet. Die Schulungen informieren, sensibilisieren und qualifizieren die Teilnehmer. Sie bieten zudem eine Plattform zum Austausch und zur Diskussion. VDI-Hygienerichtlinien haben grundsätzlich nicht den Anspruch, vorhandenes technisches Regelwerk zu ersetzen, sondern sie ergänzen bestehende Gesetze, Verordnungen, Empfehlungen und Regeln um spezifische hygienische Aspekte und Erläuterungen.

VDI-Richtlinien werden regelmäßig auf Aktualität geprüft, um abzusichern, dass diese die allgemein anerkannten Regeln der Technik wiedergeben und diesen entsprechen. Dazu werden bei Änderungsbedarf neue Richtlinienausschüsse berufen und die Richtlinie inhaltlich überarbeitet und ergänzt. Seit 2018 werden VDI-Richtlinien, die Schulungen beschreiben, diversifiziert und in mehrere Blätter aufgeteilt. Die Details zu Schulungen wurden aus den technischen Blättern der Richtlinien herausgenommen und in jeweils neue Blätter der Richtlinie mit einer Kennzeichnung MT (Mensch und Technik) separiert. VDI-MT-Richtlinien entstehen nach demselben streng reglementierten Verfahren wie VDI-Richtlinien, behandeln jedoch Themen, die nicht rein technischer Natur sind, sondern in einem engen Bezug zur Technik stehen. Bei der VDI 2047 wurde dies Anfang 2019 umgesetzt und dabei das Blatt 2 auch an die 2017 erschienene 42. BImSchV angepasst. Die aktuelle Übersicht der Richtlinienreihe der VDI 2047 im Juli 2021:

- VDI 2047 Blatt 1 – Begriffe zu Verdunstungs- und Trockenkühlanlagen und Durchlaufkühlsystemen (Weißdruck 01-2021)
- VDI 2047 Blatt 2 – Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln) (Weißdruck 01-2019)
- VDI 2047 Blatt 3 – Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen – Kühltürme über 200 MW Kühlleistung (VDI-Kühlturmregeln) (Weißdruck 04-2018)
- VDI-MT 2047 Blatt 4 – Rückkühlwerke – Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI-Kühlturmregeln) – Qualifikation von Personal zum Betreiben von Verdunstungskühlanlagen (Weißdruck 01-2019)

Über die verschiedenen Schulungsangebote zu den VDI-Hygienerichtlinien (VDI 6022 und VDI 6023 seit 1998 und VDI 2047 seit 2015) wurden bereits weit über 100.000 Personen qualifiziert, allein über 70.000 Personen zwischen 2008 und 2020. Über die VDI 2047 wurden seit 2015 bis Ende 2020 bereits über 20.000 Personen qualifiziert. Die hohe Anzahl der Qualifizierten zeigt, dass die VDI-Hygienerichtlinien als anerkannte Regel der Technik (aRdT) angenommen werden. Diese Qualifikationen werden in der TGA-Branche benötigt und auch immer häufiger von Auftraggebern gefordert. Die zu hygienisch fachkundigen Personen qualifizierten Teilnehmer können dadurch an den in ihrem Verantwortungsbereich liegenden Anlagen entsprechend sensibel agieren. Es muss jedoch klar sein, dass eine einmalige Teilnahme an einer Tagesschulung keine Fachausbildung ersetzen kann und qualifizierte Teilnehmer durch die Teilnahme keine Hygieneexperten werden können. Die Schulungen dienen der Sensibilisierung, sodass die Teilnehmer die Tragweite der Arbeiten verstehen und einen hygienischen Blickwinkel bekommen. Durch weiterführenden fachlichen Austausch und durch regelmäßiges Wiederholen der Qualifikation bleibt die Sensibilität erhalten. Damit tragen die Schulungen auch zur Betriebssicherheit bei. Dadurch können hygienische Probleme frühzeitig erkannt und gelöst werden. Zahlreiche mögliche Erkrankungsfälle sind so sicherlich schon vermieden worden. In allen Hygiene-Schulungsrichtlinien wird immer wieder auf die Betreiberverantwortung verwiesen, die in der Richtlinienreihe VDI 3810 zusammengefasst ist.

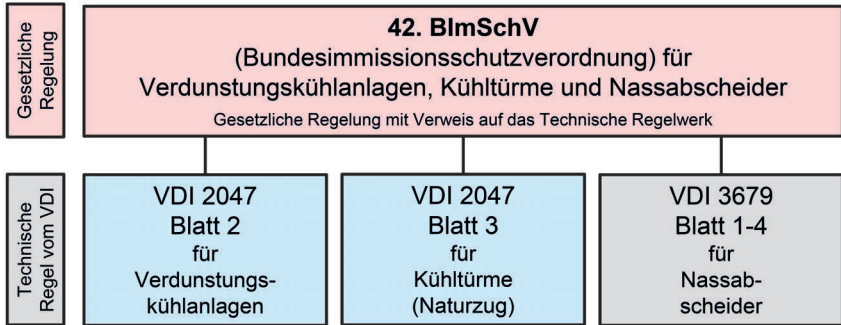
Die Einhaltung und Delegation der Betreiberverantwortung durch Schulungen und Qualifikationen sind in allen Hygienerichtlinien fest verankert. Auch wenn einige Begriffe in den Richtlinienreihen unterschiedlich angewendet werden, bleibt das gemeinsame Ziel nach dem sicheren Betrieb der jeweiligen Anlagen. Die Richtlinien stellen die Forderung auf, alle am Betrieb einer Anlage beteiligten Personen aus Sicht der Hygiene zu qualifizieren. Jede einzelne Anlage im Anwendungsbereich der Richtlinien ist objektspezifisch zu betrachten, die jeweiligen Gefährdungen sind aus hygienischer Sicht zu analysieren und zu beurteilen. Vor der Inbetriebnahme von Neuanlagen ist eine Überprüfung erforderlich (Hygiene-Erstinspektion, Hygiene-Gefährdungsbeurteilung). Anstelle einer reaktiven Instandsetzung bei Abweichungen wird eine vorbeugende Instandhaltung mit einem anlagenbezogenen und individuell zu erstellenden Konzept zur Wartung vorgegeben. Die detaillierte Dokumentation dieser Kontrollen und deren Ergebnisse in einem Betriebstagebuch sorgt für Betriebssicherheit und Transparenz.

Eine regelmäßige labortechnische Kontrolle auf Legionellenbelastungen verbunden mit zu ergreifenden Maßnahmen sowie regelmäßigen Anlagenüber-

prüfungen sind wichtige Bausteine für die Absicherung des hygienegerechten Betriebes. Ein hygienegerechter Betrieb zeichnet sich durch dauerhaft geringe mikrobiologische Belastungen im Wasser aus. In allen Richtlinienreihen werden Legionellen als wichtigster Parameter betrachtet. Bei Ergebnissen von Laboruntersuchungen oberhalb von 100 KBE/100 ml sind in allen Regelwerken entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, weil derartige Belastungen technisch vermeidbar sein sollten. Je höher die festgestellte Belastung, um so risikobehafteter ist der Betrieb der Anlage einzustufen; bei Konzentrationen oberhalb von 10.000 KBE/100 ml sind sofortige Maßnahmen zur Gefahrenabwehr durchzuführen. Die Laboruntersuchungen dürfen ausschließlich durch entsprechende akkreditierte Labore durchgeführt werden, wobei auch die Probenentnahme in die Akkreditierung eingeschlossen sind. Somit kann der Betreiber durch diese regelmäßigen Laborkontrollen den hygienegerechten Betrieb letztendlich nachweisen.

Das Vertrauen in die anforderungskonforme Fahrweise des Betreibers ist gut – eine Kontrolle ist besser. Die 42. BImSchV fordert daher die regelmäßige Überprüfung der Anlagen auf den ordnungsgemäßen Betrieb (alle 5 Jahre) durch Sachverständige, die über die IHK zum ö.b.u.v. Sachverständigen (inzwischen über 65 Personen) bestellt wurden, oder über eine akkreditierte Inspektionsstelle Typ A (inzwischen über 80 Personen) zugelassen sind. Das konsequente Überprüfen von Betreiberverhalten hat eine erhebliche Auswirkung auf die Betriebssicherheit. Dies wurde schon in anderen Bereichen mittels Kontrollen erreicht. Die Anzahl von LKW-Unfällen ist erst durch die Einführung von Tachoscheiben und die darüber möglichen Kontrollen auf Einhaltung von Geschwindigkeit und Ruhezeiten deutlich zurückgegangen. Hier besteht eine gewisse Analogie zu den Sachverständigenprüfungen und den regelmäßigen Laborkontrollen. So dienen auch hier die Ergebnisse der Anlagenüberprüfung durch Sachverständige oder akkreditierte Inspektionsstellen Typ A den zuständigen Überwachungsbehörden – neben deren eigenen Ermittlungen – als wichtige Grundlage für ihr Verwaltungshandeln.

Die 42. BImSchV hat den Stellenwert der Richtlinienreihe VDI 2047 angehoben und fordert die Einhaltung der Betreiberverantwortung ein. Dies wird durch erforderliche Sachverständigenüberprüfungen kontrolliert und abgesichert. Behörden haben die Möglichkeit, erhebliche Abweichungen als Ordnungswidrigkeit mit einem Bußgeld zu sanktionieren oder sogar ein Verwaltungsverfahren einzuleiten. Neben nachträglichen Anordnungen zur Herstellung des hygienegerechten Betriebs kann die Behörde bei erheblichen Abweichungen und erheblichen Gefahren auch eine Außerbetriebnahme anordnen.



**Bild 2:** 42. BImSchV und die dazugehörigen VDI-Richtlinien

Dabei kann die 42. BImSchV als ‚Pflicht‘ der Vorgaben angesehen werden und die VDI 2047 als eine Art ‚Kür‘. An den Pflichtteil haben sich Betreiber betroffener Anlagen vollumfänglich zu halten, und dies wird sehr detailliert durch Sachverständige überprüft. Die Bewertung des Sachverständigen erfasst nicht ausschließlich den Pflichtteil, sondern auch die Kür wird bewertet. In der Kür kann der Betreiber auf die individuellen Aspekte seiner Anlage einwirken und den Betrieb technisch entsprechend absichern. So wird z. B. ausschließlich in der VDI 2047 auf die Umsetzung einer möglichst feinen Bypassfiltration und auch auf das Minimierungsgebot zum Biozideinsatz, sowie Vorgaben zu einem Wirksamkeitsnachweis für Biozide gegen Legionellen nach DIN EN 13623 eingegangen.

Die Umsetzung der Anforderungen der VDI 2047 und der 42. BImSchV haben dazu geführt, dass sich Betreiber intensiver mit dem Betrieb ihrer Anlagen auseinandergesetzt haben und diese auch viel häufiger labortechnisch überprüft wurden. Dadurch kommt der Betreiber dem Ziel der Richtlinie, die Betriebssicherheit von Verdunstungskühlanlagen sicherzustellen, kontinuierlich näher, auch wenn die betriebsbedingten Risiken nie vollständig ausgeschlossen werden können.

Nach inzwischen über 6 Jahren Anwendungszeit der VDI 2047 Blatt 2 und 4 Jahren 42. BImSchV kann festgestellt werden, dass eine höhere Betriebssicherheit sowohl bestehender als auch neuer Anlagen erreicht wurde. In den letzten Jahren wurde in Deutschland keine weitere Häufung in der Größenordnung Warstein oder Ulm von Legionelloseerkrankungen durch Verdunstungskühlanlagen erkannt oder in Zusammenhang gebracht. Die Betreiber übernehmen die Verantwortung, und auch die Hersteller und Anlagenbauer setzen die Vorgaben um.

Die Umsetzung der Anforderungen verursacht für Betreiber einen höheren Aufwand und vor allem zusätzliche Kosten. Dies hat gerade bei kleineren Rückkühlanlagen zu einem Umdenken bei den Betreibern geführt, und so wurden bestehende Anlagen teilweise zurückgebaut oder für neue Anwendungen keine Verdunstungskühlanlagen mehr berücksichtigt. Trockenkühler sind jedoch aus energetischer Sicht und damit vor dem Hintergrund der CO<sub>2</sub>-Einsparung deutlich ungünstiger als Verdunstungskühlanlagen. Die Begriffsdefinition für Verdunstungskühlanlage und Kühlturm haben zu vielen Diskussionen geführt. Texte von Gesetzen, Verordnungen, Empfehlungen und Technischen Regeln werden immer aus verschiedenen Blickwinkeln gelesen und unterschiedlich interpretiert. Um die in der Anwendung bestehenden Unklarheiten im Kommentar zu erfassen, haben die Autoren auch den auf der VDI-Homepage zur VDI 2047 veröffentlichten Fragen- und Antwortkatalog sowie den Auslegungsfragenkatalog der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI) berücksichtigt. Hier werden Antworten zu konkreten Fragen gegeben, die nach der Veröffentlichung der 42. BImSchV in der Praxis und bei den Behörden aufgetreten sind. Diese Fragen und Antworten sollen die Auslegung der 42. BImSchV nachvollziehbarer machen und den Behördenvertretern eine Entscheidungshilfe geben. Der Katalog selbst stellt keine Änderung oder Ergänzung der Verordnung dar, er sorgt jedoch für mehr Klarstellungen.

Die Autoren dieses Kommentars zur Richtlinienreihe VDI 2047 haben bei der Erstellung ihre langjährige Expertise und ihre Erfahrungen aus durchgeführten Sachverständigenüberprüfungen einfließen lassen. Die Sichtweisen anderer Fachleute wurden nach vielen intensiven und kontroversen Diskussionen berücksichtigt.

Auf dem Markt werden inzwischen immer mehr Anlagen angeboten, die nach Einstufungen der Hersteller nicht im Anwendungsbereich der Verordnung liegen sollen. Darüber hinaus werden immer mehr Ausnahmeanträge bei Behörden gestellt, um den Betreuungsaufwand für den Betreiber zu minimieren. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass derartige Unbedenklichkeitsanfragen im Widerspruch zur Aussage der VDI 2047 stehen.

### **VDI 2047 Blatt 2 – Einleitung**

Bei unter Hygienegesichtspunkten einwandfreiem Betrieb sind die Risiken minimiert, können jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Hygienische Risiken können selbst bei einem einwandfreien Anlagenbetrieb nur minimiert, aber nie ausgeschlossen werden. Auf diese Entwicklungen und die unterschiedlichen Sichtweisen wird im Kapitel „Anwendungsbereich“ konkret eingegangen.

Wenn ein Betreiber mit dem Betrieb einer Verdunstungskühlanlage eine Gefahrenquelle schafft, um die technisch günstigen Eigenschaften von Wasser zur kostengünstigen Verdunstungskühlung (auch mit geringer CO<sub>2</sub>-Belastung) zu nutzen, muss er die notwendige Risikoanalyse und Risikobewertung umsetzen. Aufgrund des vorhandenen Risikos im Betrieb sollten alle Rückkühlanlagen mit Verdunstung über die Verordnung erfasst bleiben oder werden.

Aus Sicht der Autoren kann es nicht zielführend sein, dass Gefahrenquellen unerkannt vorhanden bleiben. Anlagen, die bisher außerhalb der Verordnung umgesetzt sind, wurden nicht bei der Behörde gemeldet und sind nicht von dem Online-Kataster KaVKA erfasst. Diese Anlagen werden nicht über die Verordnung mit labortechnischer Kontrolle und Sachverstand regelmäßig überprüft. Alle Verdunstungskühlanlagen sollten grundsätzlich im Kataster gemeldet, erfasst und mit einer ausführlichen Hygiene-Gefährdungsbeurteilung objektbezogen betrachtet werden. Der Umfang der Hygiene-Gefährdungsbeurteilung ist ein wichtiger Schwerpunkt in diesem Kommentar, der erläutert und mit Beispielen ergänzt wird. Auch die Möglichkeit von Ausnahmen wird im Kommentar behandelt. Dieser Kommentar soll als Praxishilfe genutzt werden können und beinhaltet Beispiele eines Betriebstagebuchs, eines Instandhaltungsplans und eines Maßnahmenplans. Aufgrund der engen Verknüpfung der VDI 2047 und der 42. BImSchV enthält dieser Kommentar zur Richtlinienreihe der VDI 2047 folgerichtig auch umfangreiche Kommentare und Gegenüberstellungen zur 42. BImSchV.

Die Autoren freuen sich über Anregungen und stehen ausdrücklich auch für Diskussionen zur Verfügung. Die drei Autoren haben die Erstellung des Kommentars im Juni 2021 abgeschlossen und den zu diesem Zeitpunkt bekannten Stand berücksichtigt.

Das Bestreben nach einem hygienisch sicheren und technisch einwandfreien Anlagenbetrieb sollte die Basis für den Betreiber sein, der für sehr viele Menschen eine entsprechende Verantwortung trägt.

Die Richtlinienreihe der VDI 2047 gibt ausreichend Hinweise und Empfehlungen für den sicheren Betrieb. Dieser Kommentar ergänzt dies mit Erklärungen und benennt konkrete Beispiele und weitere Arbeitshilfen. Durch das Einhalten des technischen Regelwerkes sind Risiken durch Legionellenbelastungen auf ein Minimum zu reduzieren. Nur wer seine Betreiberverantwortung wahrnimmt, sichert den Betrieb ab.



Die Autoren schließen die Einleitung mit der Ergänzung einer alten handlungsempfehlenden japanischen Weisheit. Dieser ist eine neue und eigene abschließende Textzeile hinzugefügt:

**Wenn es nicht deins ist, nimm es nicht.**

**Wenn es nicht richtig ist, tue es nicht.**

**Wenn es nicht wahr ist, sag es nicht.**

**Wenn Du es nicht weißt, sei still.**

***Wenn Du für etwas verantwortlich bist, kümmere Dich gut darum!***