

# DIE PLANER.

NETZWERK FÜR ENERGIE, UMWELT UND GEBÄUDETECHNIK

VDI<sup>7</sup>



# 7. Schweizer Hygienetagung 2023

## Dokumentation

Freitag, 5. Mai 2023

Kongresszentrum Trafo Baden



**aktinova, der offizielle Schulungspartner des VDI**  
für Hygieneschulungen gemäss VDI 6022 und VDI 2047:

**VDI 6022 Blatt 1 / SWKI VA 104-01** (in Deutscher + Französischer Sprache)

Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte

- Techniker, Ingenieure und Meister, Kategorie A: 2 Tage
- Service- und Unterhaltsfachkräfte, Kategorie B: 1 Tag

**VDI 2047 Blatt 2, Kühlturmschulung**

Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen

- Planer, Installateure, Unterhalts- und Reinigungsfachkräfte: 1 Tag

Anmeldungen, Themen und Schulungstermine sowie Anfragen für  
Inhausschulungen unter [www.aktinova.ch](http://www.aktinova.ch) oder [info@aktinova.ch](mailto:info@aktinova.ch)

**aktinova - die Zertifizierungsstelle für Hersteller**

für Raumluftechnischen Anlagen und Geräte nach VDI 6022 und gui-lab

**aktinova - der kompetente Partner**

für Hygiene Erstinspektionen von RLT-Anlagen. Ausarbeitung von wirtschaftlichen Lösungsmöglichkeiten. Unser Wirkungskreis umfasst dabei die gesamte Schweiz.

**aktinova - für Analysen und Beratung**

bietet umfassende und aussagekräftige Betriebs- und Risikoanalysen für RLT-Anlagen. Schwachstellen werden aufgezeigt und fundierte Empfehlungen formuliert. Dabei unterstützt aktinova ihre Kunden in der Erstellung von professionellen Gefahrenanalysen und Checklisten.

**aktinova AG**

Kanalweg 8, CH-3322 Schönbühl | +41 31 850 10 60 | [info@aktinova.ch](mailto:info@aktinova.ch)

# Ihre Raumlufthygiene – unsere Passion

## Dienstleistungen und Produkte

- ☞ Lüftungsreinigung
- ☞ Desinfektion
- ☞ Hygieneinspektion
- ☞ Kamerainspektion
- ☞ Verdampfer- und Klimareinigungen, Umluftkühler, Reinigung Kühlräume
- ☞ Brandschutzreinigungen & Beratung
- ☞ Schulungen und Weiterbildung
- ☞ Professionelle Beratung und Planung von Massnahmen
- ☞ Individuelle Reinigungskonzepte
- ☞ Individuelle Wartungskonzepte
- ☞ Luftreiniger

**Nutzen Sie unseren Gutschein für eine kostenlose visuelle Inspektion Ihrer Lüftungsanlage.**

## Kontaktieren Sie uns.

Wir beraten Sie gerne rund um das Thema Raumlufthygiene.

tiventa AG, Staffeleggstrasse 5,  
5024 Küttigen  
0848 000 458, 062 844 42 05,  
tiventa@tiventa.ch, tiventa.ch

**Unsere Standorte:** Basel, Bern,  
Freiburg, Zürich, Schwyz, Graubünden



**tiventa**  
Kompetenzzentrum  
für Raumlufthygiene®



# 7. Schweizer Hygienetagung

## Veranstalter

DIE PLANER, SWKI – Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren  
VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik

## Patronat

Bundesamt für Gesundheit BAG  
Hochschule Luzern – Technik & Architektur HSLU

## Tagungspartner

IFMA, MINERGIE®, ProKlima, SIA, suissetec, SVLW, VSSH

## Leitung/Organisation

Benno Zurfluh, Benno Zurfluh GmbH, 6370 Stans  
David Burkhardt, defors GmbH, 6204 Sempach  
Roger Matt, ROMACO AG, 8853 Lachen  
Prof. Reto von Euw, defors GmbH, 6204 Sempach  
Stefan Kötzsch, Vadea AG, 8304 Wallisellen  
Stefan Mennel, mennelEngineering, 6340 Baar  
Ruth Hess, Sekretariat, 3322 Urtenen-Schönbühl

## Moderation

Benno Zurfluh, Benno Zurfluh GmbH, 6370 Stans  
Stefan Kötzsch, Vadea AG, 8304 Wallisellen

## Redaktion

Nicole Hess, Sekretariat, 3322 Urtenen-Schönbühl

## Disclaimer

Für den Inhalt der Fachartikel und Referate sind allein die Autoren verantwortlich. DIE PLANER, SWKI haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.





# KLIMA AUF WOLKE 7



Seven-Air Gebr. Meyer AG, Klimagerätebau, Werk Hitzkirch LU



Roche Bau 1, Z, pRED



Sphinx, Jungfraujoch



Berggasthof Schönenberg Hotel, Arosa



Goldard Basistunnel, Erstfeld



Prime Tower, Zürich



Bundeshaus, Bern



Kultur- und Kongresszentrum Luzern (KKL)

## In der Zentralschweiz zu Hause. Bei den Weltbesten dabei.

Seven-Air Gebr. Meyer AG ist der führende Schweizer Hersteller und Anbieter von Lüftungs- und Klimageräten für den Komfort- und Prozessbereich.

### Seven-Air Gebr. Meyer AG / Klimagerätebau

Baselstrasse 19 / 6000 Luzern 7 / T 041 249 85 85 / [seven-air.com](http://seven-air.com)

**SWISS  
MADE**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Prof. em. Dr. Rüdiger Külpmann</b> Neubearbeitung der VDI 6022 Blatt 3: Raumluftechnik, Beurteilung der Raumlufqualität	12
<b>Prof. Dr. Dirk Müller</b> Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen und seine Gesundheit	17
<b>Harald Kannewischer</b> SWKI VA106-01 – Raumluftechnische Anlagen in Hallenbädern	22
<b>Prof. em. Heinrich Huber</b> Messungen der Aerosolübertragung durch Rotations-Wärmeübertrager	24
<b>Christian Maeder</b> prSWKI RE200-02 – Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen	31
<b>Lukas Trümpi</b> Aktionsplan Legionellosebekämpfung Bund – Rückblick und Ausblick	37
<b>Dr. Markus Petzold</b> Legionellen – finden wir die Infektionsquellen?	41
<b>Dr. des. Fabienne Beatrice Fischer</b> Epidemiologische Abklärungen zu Legionellosefällen in der Schweiz	44



## Gebäude gesünder machen

Gesunde Gebäude sind das  
Ergebnis vieler Faktoren.  
Broschüre bei uns anfordern:



**Condair AG**  
Gwattstrasse 17  
8808 Pfäffikon SZ  
Tel. 055 416 61 11  
[ch.info@condair.com](mailto:ch.info@condair.com)  
[www.condair.ch](http://www.condair.ch)

 **condair**

Luftbefeuchtung, Entfeuchtung  
und Verdunstungskühlung

# Programm

- 09.00–09.05**    **Begrüssung und Einleitung**  
Tagungsleiter Lufthygiene: [Benno Zurfluh](#)
- 09.05–09.30**    **Neubearbeitung der VDI 6022 Blatt 3:  
Raumluftechnik, Beurteilung der Raumlufqualität**  
Referent:            [Prof. em. Dr. Rüdiger Külpmann](#)
- 09.30–10.00**    **Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen  
und seine Gesundheit**  
Referent:            [Prof. Dr. Dirk Müller](#)
- 10.00–10.40**    **Podiumsdiskussion: Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen  
und seine Gesundheit**  
Teilnehmende:    [Prof. Dr. Dirk Müller](#)  
                          [Prof. Urs Rieder](#)  
                          [Roger Waeber](#)  
Moderation:        [Benno Zurfluh](#)
- 10.40–11.10**    **Pause / Begleitausstellung / Networking**
- 11.10–11.40**    **SWKI VA106-01 – Raumluftechnische Anlagen in Hallenbädern**  
Referent:            [Harald Kannewischer](#)
- 11.40–12.10**    **Messungen der Aerosolübertragung durch  
Rotations-Wärmeübertrager**  
Referent:            [Prof. em. Heinrich Huber](#)
- 12.10–13.40**    **Stehlunch / Begleitausstellung / Networking**



# Programm

- 13.40–13.45**      **Einleitung**  
Tagungsleiter Wasserhygiene: [Stefan Kötzsch](#)
- 13.45–14.15**      **prSWKI RE200-02 – Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen**  
Referentin: [Christian Maeder](#)
- 14.15–14.35**      **Aktionsplan Legionellosebekämpfung Bund – Rückblick und Ausblick**  
Referent: [Lukas Trümpi](#)
- 14.35–15.20**      **Podiumsdiskussion: Trinkwasserinstallationen bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen – Herausforderungen und Lösungen**  
Teilnehmende: [Darko Klaric](#)  
[Jannik Küng](#)  
[Andreas Janisch](#)  
[Bianca Schmidt](#)  
Moderation: [Stefan Kötzsch](#)
- 15.20–15.50**      **Pause / Begleitausstellung / Networking**
- 15.50–16.20**      **Legionellen – finden wir die Infektionsquellen?**  
Referent: [Dr. Markus Petzold](#)
- 16.20–16.50**      **Epidemiologische Abklärungen zu Legionellosefällen in der Schweiz**  
Referentin: [Dr. des. Fabienne Beatrice Fischer](#)
- 16.50–17.00**      **Tagungsabschluss**  
[Stefan Kötzsch](#) und [Benno Zurfluh](#)



## ionair inaktiviert Viren um über 99 %

Die Qualität der Raumlufth ist ein bestimmender Faktor für unsere Gesundheit, unser Wohlbefinden und unsere Leistungsfähigkeit. Die innovativen Produkte von ionair sind weltweit führend im Bereich Komfortklima, Raumlufthqualität und -hygiene.

### Grosse Effizienz bestätigt

Eine Studie des Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) bestätigt nun die Wirksamkeit von ionair mit klaren Zahlen: So konnte beispielsweise die Virenkonzentration in der Luft um über 99 % reduziert werden.



**Zur ausführlichen Studie:**

[ionair.com/wirksamkeit](http://ionair.com/wirksamkeit)

Viren  
**-99.5%**

Gerüche  
**-50%**

Mikroorganismen  
**-99%**

VOCs  
**-80%**

Feinstaub  
**-50%**

ionair ag  
Staldenhof 3A  
6014 Luzern, Schweiz

+41 41 261 05 05  
[info@ionair.ch](mailto:info@ionair.ch)  
[www.ionair.ch](http://www.ionair.ch)

**ionair**<sup>®</sup>  
NATURALLY FRESH AIR

Gesundheit | Sicherheit | Energie

*Mehr als Lüftung, Klima, Kälte!*

Zürich | Reinach BL

[www.meier-kopp-service.ch](http://www.meier-kopp-service.ch)



**MOUNTAIR**



Erstklassige Schweizer-Monoblocs  
nach SWKI-/VDI-Hygienestandards

*Wir wünschen allen eine interessante  
Hygienetagung 2023 in Baden*



- Planung, Konzeptentwicklung und Engineering nach Kundenwünschen
- Befeuchtung und Trocknungsprozesse energieoptimiert angewendet
- Speditive und zielgerichtete Bearbeitung
- Herstellung in und Vertrieb aus der Schweiz

**Mountair AG**  
Lufttechnischer  
Apparatebau

8280 Kreuzlingen  
4142 Münchenstein  
1258 Perly

T 071 686 64 64  
[info@mountair.com](mailto:info@mountair.com)  
[www.mountair.com](http://www.mountair.com)



# Neubearbeitung der VDI 6022 Blatt 3: Raumluftechnik, Beurteilung der Raumlufqualität



## Rüdiger Külpmann

Prof. em. Dr.  
Grosse Hamburger Str. 1  
D-10115 Berlin  
ruediger.kuelpmann@web.de

### Einordnung der Richtlinie

Eine gute Raumlufqualität wird seit langem von unserer Gesellschaft wie selbstverständlich erwartet. Gerade in den letzten Jahren ist zudem das Bewusstsein etwas gestiegen, dass Raumlufqualität hergestellt werden muss und als ein zu pflegendes Gut zu betrachten ist. Vor diesem Hintergrund hat der Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI) schon vor nunmehr fast 25 Jahren die Richtlinienreihe VDI 6022 herausgegeben, die sich speziell dem Thema der Raumlufqualität widmet. Sie gliedert sich in die Hygieneanforderungen bei der Herstellung einer guten Zuluftqualität und die Beurteilung der Raumlufqualität bei der Gebäudenutzung. Aus Sicht der Raumnutzer ist nur die vorhandene Raumlufqualität massgebend. Sie kann bekanntlich sowohl von der Zuluftqualität, dem Zuluftstrom und der Raumlufstromung beeinflusst werden, aber auch von Raumeinbauten und Raumlasten durch Nutzer. Nicht alle Quellen mögen bei der Gebäudeplanung bekannt sein und erst bei der Nutzung zu einer Verschlechterung der Raumlufqualität führen. Zur lufthygienege rechten Planung einer raumluftechnischen Anlage (RLT-Anlage) und Feststellung der lufthygienisch einwandfreien Zuluftqualität bietet daher das Blatt 1 der VDI 6022 Informationen und das Blatt 3 die Möglichkeit zur Feststellung und Beurteilung der Raumlufqualität bei der Gebäudenutzung.

Die Reihe VDI 6022 umfasst auch die Blätter 2 und 4. Sie beschäftigen sich mit der Schulung von lufthygienischen Inhalten, da diese bis heute nicht standardmässig gelehrt werden können und infolgedessen als Richtlinientext niedergeschrieben sind. Die

se Vorgehensweise hat ausserdem den Vorteil, dass bei dem erfolgreichen Abschluss einer Schulung eine Qualifizierung für die Fachperson bescheinigt werden kann.

Der Vollständigkeit halber seien noch die Blätter 5–7 der Reihe VDI 6022 erwähnt, die auf Hygieneaspekte bei speziellen Geräten und Komponenten fokussieren.

Auch in internationalen Regelwerken wie zum Beispiel der DIN bzw. SN EN 16798-1 und Hauptnormen, wie der SIA 382/1 sind die Begriffe «Raumlufqualität» oder das «Innenraumklima» zu finden. Diese Regelwerke fokussieren auf die Anforderungen an RLT-Anlagen zum Erreichen einer vereinbarten Raumlufqualität bzw. eines Innenraumklimas aufgrund bereits bei der Planung und Ausführung bekannten Raumlasten. Insofern unterscheidet sich das Blatt 3 von diesen Regelwerken, denn Blatt 3 fokussiert auf die Feststellung der Raumlufqualität bei der Raumnutzung, wenn also u. U. noch andere Raumlasten wirksam sind, die bei der Planung noch nicht bekannt waren bzw. berücksichtigt werden konnten.

Für Nutzer ist das Raumklima nur als Ganzes wahrzunehmen, also auch die thermischen Behaglichkeitsgrössen wie z. B. Temperaturen, Feuchte und Luftgeschwindigkeiten. Auf diese geht die VDI 6022 aber nicht ein, sondern weist auf deren gleichzeitige Ermittlung und Beurteilung im Zuge der Luftqualitätsbestimmungen hin.

### Neubearbeitungsbedarf

Die erste Ausgabe der VDI 6022 Blatt 3 erschien im Juli 2011. Bei der Anwendung des

Regelwerks haben sich die definierten Beurteilungsstufen 1–3 als irritierend erwiesen. Die Stufungen sind aus Sicht des steigenden Qualifizierungsbedarfs für die Beurteiler entstanden. Bei der praktischen Anwendung ist diese Stufenbetrachtung jedoch wenig hilfreich, denn aus Nutzersicht wird über eine schlechte Raumluftqualität im Allgemeinen berichtet, die eine Einstufung nicht ermöglicht und auch nicht erfordert. Bei der Neubearbeitung sollte daher auf diese Abstufung zugunsten einer Gesamtliste von Beurteilungsparametern verzichtet werden.

Ebenso hat sich gezeigt, dass bei dem Kapitel «Messtechnik» zwar umfassende Angaben über die Arten und Eigenschaften von Messgeräten gemacht wurden, aber keine genügenden Angaben über Messzeiträume und die Anzahl von Messungen.

In der ersten Ausgabe sind zudem konkret viele Limits von Beurteilungswerten angegeben, die zum damaligen Stand des Wissens gültig waren, sich aber weiterentwickelt haben und in anderen Regelwerken und Empfehlungen zeitnäher fortgeschrieben werden (z. B. beim deutschen Umweltbundesamt). Bei der Neubearbeitung sollten daher Verweise auf relevante Regelwerke und Literaturstellen konkreten Zahlenangaben weichen, sofern sie noch laufenden Erkenntnisprozessen unterliegen.

Weiterhin wurden in der ersten Ausgabe noch Filterklassen empfohlen. In der neuen Ausgabe sollte stattdessen auf die gültige Filterrichtlinie verwiesen werden.

### **Inhalt und Neuigkeiten**

An der Gliederung der Richtlinie hat sich nichts geändert, weil sie dem üblichen Aufbau von VDI-Regelwerken zu entsprechen hat.

Beim Kapitel «Anwendungsbereich» wird ein erstes Mal ausgeführt, dass die Richtlinie zur Beurteilung der Raumluftqualität anzuwenden ist. Für Betreiber dient sie somit zur Feststellung der tatsächlichen Raumluftqualität und für Vertragspartner bei der

Herstellung von Gebäuden zum Nachweis der Zielerreichung. Die Richtlinie gilt für ortsfeste Innenräume, die regelmässig genutzt werden und in denen keine Freisetzung von Stoffen erfolgt, für die die Gefahrstoffverordnung zuständig ist.

Die Auflistung der Begriffe beschränkt sich auf die im Regelwerk verwendeten. So wird z. B. für den Beurteilungswert ausgeführt: «An anerkannte Grenz-, Richt-, Leit- und Referenzwerte sowie auf Erfahrung basierende Messgrösse zur Beurteilung der Raum- bzw. Atemluftqualität.»

Und für die Raum- und Atemluftqualität wird definiert: «Eine Raum- bzw. Atemluftqualität, bei der keine negative gesundheitliche Beeinflussung der Nutzer zu erwarten ist. Sie ist definiert über entsprechende thermodynamische Zustandsgrössen wie Temperatur, Feuchte sowie Luftgeschwindigkeiten, akustischen Einflüssen und Konzentrationen an ggf. vorhandenen Schadstoffen in der Raum- beziehungsweise Atemluft.»

Obwohl in dem Regelwerk im weiteren Verlauf nur auf gasförmige Schadstoffe eingegangen wird, sind bei der Bestimmung der Raumluftqualität also immer die thermischen und akustischen Behaglichkeitsparameter mitzubestimmen und in die Beurteilung einzubeziehen.

Anfangs werden im Regelwerk die Begriffe Atemluft- und Raumluftqualität unterschieden. Massgebend ist für Nutzer immer nur die Atemluftqualität. Während sie in Räumen mit Mischluftströmung nahezu ortsunabhängig ist, gilt in Räumen mit Schichtlüftung nur die Luftqualität in der Aufenthaltszone und ist daher auch nur dort zu bestimmen. Der Einfachheit halber wird im Regelwerk dann aber nur noch von Raumluftqualität gesprochen.

Das Kapitel «Verantwortlichkeiten» erhielt zur Verdeutlichung zusätzlich eine Aufzählung der Personenkreise, die je nach Zeitpunkt der Regelwerkanwendung relevant sind: z. B. Bauherr, Architekten, Planer, Errichter, Bauüberwachung, Betreiber, Nutzer.

Neu ist ausserdem der Hinweis, dass zum Zwecke der Zuordnung von Verantwortlichkeiten bei Mängelfeststellungen schon im Raumbuch alle relevanten Daten zu hinterlegen sind. Dann sind Überprüfungen leichter mit Zuordnung der Verantwortlichkeiten zu fällen.

Das erste Sachkapitel «Raumluft- bzw. Atemluftqualität» weist zunächst noch mal darauf hin, dass immer die Atemluftqualität am Aufenthaltsort der Nutzer relevant ist und hier auch die Messorte zu vereinbaren sind.

Das schon in der ersten Ausgabe enthaltene Kapitel «Möglichkeiten der Lufttechnik mit Vorteilen und Nachteilen» wurde vervollständigt und um eine grafische Darstellung erweitert.

Stark verändert hat sich die Einteilung der Raumluftklassen. Zum einen sind nur noch 3 statt 4 Klassen zu beurteilen, die sich in der Erwartung an die Raumluftqualität unterscheiden. Zum anderen sollte die Pra-

xisierung einfließen, dass eine schlechte Raumluftqualität besonders häufig bei neu errichteten oder frisch sanierten Gebäuden festzustellen ist. Hier verursachen noch starke Ausdünstungen die meisten Beschwerden. Mit laufender Abnahme der Ausdünstungen lassen dann aber auch die Beschwerden nach.

Dieser Beobachtung folgend empfiehlt die Neufassung mindestens die Raumluftklasse RAL 2 für Bestandsgebäude und RAL 3 für neu errichtete oder renovierte Gebäude, wobei diese Qualität nur für maximal ein Jahr hinzunehmen ist (siehe Abb. 1).

Weitgehend unverändert blieben die Ausführungen zur Aussenluftqualität und den erreichbaren Raumluftqualitäten bei Anwendung der freien (natürlichen) Lüftung bzw. nur Fortluftanlagen.

Bei der Wiederverwendung von Abluft als Umluft oder als Sekundärluft wurde in der entsprechenden Tabelle auf die Beschreibung verzichtet. Ebenso verweist die

Bezeichnung	Raumluftqualität	Typische Anwendungsbereiche
RAL 1	Hoch Hohes Mass an Erwartungen <sup>1)</sup>	Räume, in denen sich gesundheitlich anfällige Personen mit besonderen Bedürfnissen aufhalten
RAL 2	Mittel Normales Mass an Erwartungen <sup>1)</sup>	Räume im Bestand ohne Renovierung mit Einfluss auf die Raumluftqualität, wie z. B. - Büros - Wohnräume - Versammlungsräume - Unterrichtsräume
RAL 3	Mässig Noch annehmbares Mass an Erwartungen <sup>1)</sup>	Räume in neu errichteten oder renovierten <sup>1)</sup> Gebäuden, wie z. B. - Büros - Wohnräume - Versammlungsräume - Unterrichtsräume  <sup>1)</sup> mit Einfluss der Renovierung auf die Raumluftqualität
<b>Nicht im Anwendungsbereich dieser Richtlinie</b>		
RAL 4	Niedrig Werte ausserhalb der oben genannten Kategorien	Räume mit zeitlich begrenztem Aufenthalt, wie z. B. - Treppenträume - Flure - Nebenräume

<sup>1)</sup> Erwartungen der Raumnutzer

Abb. 1: Entwurf Tabelle 1 zu den Raumluftqualitäten in VDI 6022 Blatt 3, Bearbeitungsstand März 2023

Neufassung nur noch auf die relevanten Richtlinien für die Herstellung der Zu- luftqualitäten (z. B. VDI 3803 Blatt 4 und VDI 6022 Blatt 1).

Wie weiter oben schon geschrieben ist eine wesentliche Änderung in der Neufassung der Richtlinie der Verzicht auf Beurteilungsstufen zugunsten einer nicht weiter abgestuften Auflistung von Beurteilungswerten. Diese neue Liste enthält Parameter, einen erläuternden Kommentar und den eigentlichen Beurteilungswert. Die Werte sind aus einer Vielzahl von Literatur- und Erfahrungswerten ermittelt worden und jeweils als solche gekennzeichnet. Sie gelten als Empfehlungswerte zur Vereinbarung bzw. können objektspezifisch angepasst werden.

Erweitert wurde die Tabelle 9. Hier wird die Betrachtung von Schimmelpilzsporen auf die Bestimmung der Sporen in der Raumluft und auf Oberflächen erweitert.

Aufgrund der Erfahrungen aus der Coronapandemie wurden auch Aerosole in die Betrachtung aufgenommen, an denen infektiöse Keime haften können. Eindeutig sind die Erfahrungen, dass man durch bedarfsgerechte Lüftung und Mund-Nasen-Schutzmasken die Infektionsgefahr nachhaltig reduzieren kann. Es gibt aber bisher weder genügende Erkenntnisse über Richt- oder Leitwerte noch ist die Bestimmung der Keimbelastung einfach und vielfach noch nicht sicher. Die Spalte «Beurteilungswert» reduziert sich daher speziell beim Thema «infektiöse Viren» auf die Verwendung von Lüftungstechnischen Kenngrössen, nämlich ein CO<sub>2</sub>-Monitoring oder die Feststellung der Luftreinigungsleistung von Luftreinigern gemäss VDI-EE 4300 Blatt 14. Den Ausschussmitgliedern war es wichtig, mit dieser Beschreibung von krankmachenden Aerosolen zur Sensibilisierung des Themas beizutragen.

Gleiches gilt für den zunehmend aufkommenden Parameter «Mikroplastik».

Der Parameter «Luftionen» wurde als Beurteilungswert nicht mehr aufgenommen. Zwar werden die gesundheitlichen Effekte angesprochen, doch fehlen bisher allgemein anerkannte Erkenntnisse über Beurteilungswerte.

Eine grössere Veränderung hat auch das Kapitel «Messtechnik» erfahren. Hier hat sich in der Praxis gezeigt, dass es nicht hilfreich ist, die notwendige Messtechnik je Parameter zu beschreiben, sondern stattdessen auf die relevanten Regelwerke zu verweisen, in denen die Messtechniken genau beschrieben sind.

In der Neufassung wurden aber die Kapitel zur fachlichen Qualifikation der beteiligten Personen, die Zeitpunkte und Anzahl der Messungen bei Neubauten und Umbauten neu aufgenommen. Diese Kapitel ersetzen zudem den Leitfaden bei der Vorgehensweise zur Ermittlung der Raumluftqualität, der insgesamt als wenig hilfreich angesehen wurde.

### **Ausblick**

Die Neubearbeitung wird seitens des Ausschusses in Kürze beendet. Zum Zeitpunkt der Drucklegung von diesem Tagungsband ist der konkrete Publikationstermin des Gründruckes noch nicht bekannt.

Der Verfasser ist der Auffassung, dass die VDI 6022 Blatt 3 nach der Neufassung eine bessere Vollständigkeit der lufthygienischen Beurteilung der Raumluftqualität ist, dies nach der Errichtung mit hohen Anforderungen an die Raumluftqualität. Für bestehende Gebäude wird die Feststellung der Raumluftqualität unter allen Nutzungseinflüssen ermöglicht.

# NICHTS IST EINFACHER.



## **Der zertifizierte Luftkeimsammler für Hygieneinspektionen.**

Verunreinigte Luft in Gebäuden und Arbeitsplätzen gefährdet die Gesundheit und senkt die Leistungsfähigkeit. Prüfen Sie Ihre Raumluftanlagen mit dem Luftkeimsammler MAS-100 NT®. Noch nie war ein Messgerät so einfach, so exakt, so hochwertig, so langlebig und so effizient.

**[www.mbv.ch/hygieneinspektion](http://www.mbv.ch/hygieneinspektion)**

**mbv**



# Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen und seine Gesundheit



## Dirk Müller

Univ.-Prof. Dr.-Ing.  
RWTH Aachen University  
Mathieustrasse 10, 52074 Aachen  
[www.eonerc.rwth-aachen.de/ebc](http://www.eonerc.rwth-aachen.de/ebc), [dmueller@eonerc.rwth-aachen.de](mailto:dmueller@eonerc.rwth-aachen.de)

Die relative Feuchte in Räumen beeinflusst den Komfort und die Gesundheit des Menschen. Insbesondere nach der Pandemie sollte dieses Thema neu bewertet werden, da der Infektionsschutz in Gebäuden an Bedeutung gewonnen hat. In diesem Beitrag wird eine Zusammenfassung bekannter und neuerer experimenteller Daten zur Wirkung der relativen Feuchte in Räumen vorgestellt.

## Einleitung

In der wissenschaftlichen Literatur, in Normen und in Richtlinien werden unterschiedliche Empfehlungen für untere und obere Grenzwerte der relativen Luftfeuchte für Innenräume genannt, um Beeinträchtigungen der Menschen und deren Gesundheit zu verringern. Diese Grenzen sind allerdings nicht einheitlich und in manchen Quellen wird nur eine untere oder eine obere Grenze angegeben. In diesem Beitrag werden anhand der Bewertungskriterien Komfort, Gesundheit sowie Einfluss auf Krankheitserreger und Schadstoffe die Ergebnisse ausgewählter Quellen analysiert und die Empfehlungen zusammengefasst.

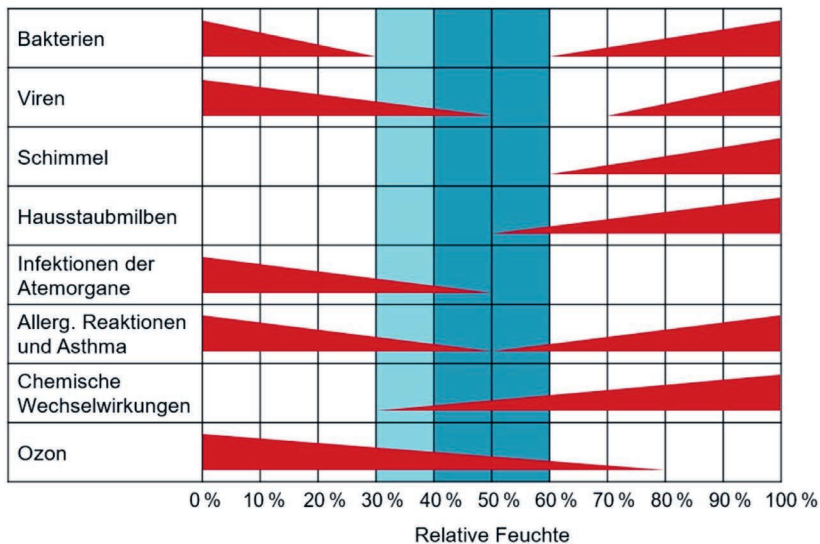
## Wissenschaftliche Basis der heutigen Normen und Richtlinien

Die Daten aus unterschiedlichen Studien zeigen, dass die Einflüsse der relativen Luftfeuchte für jedes Kriterium individuell betrachtet werden sollten und dass die Forderung nach einem konkreten Zielbereich immer einen Kompromiss darstellt. So können niedrige relative Luftfeuchten zu einer höheren Akzeptanz der empfundenen Luftqualität und zu einer Reduktion der Vermehrung von Staubmilben und den entsprechenden Gesundheitsbeeinträchti-

gungen führen. Das Einhalten von mittleren relativen Luftfeuchten kann gesundheitliche Beeinträchtigungen der Augen, Haut und Atemwege und damit verbundene Fehlzeiten signifikant verringern.

In Bezug auf Krankheitserreger kann je nach Virustyp durch die relative Luftfeuchte deren Inaktivierung beeinflusst werden. So werden Polioviren bei niedrigen, Influenzaviren bei mittleren und Coronaviren bei mittleren bis hohen relativen Luftfeuchten zu einem maximalen Grad inaktiviert. Hohe relative Luftfeuchten verringern die Suspensionszeit von Partikeln und Aerosolen, sollten jedoch aufgrund der Gefahr von mikrobiellem Wachstum und Schimmelbildung vermieden werden. Insgesamt zeigen sich somit für den Kompromiss eines mittleren Bereichs der relativen Luftfeuchte die wenigsten Beeinträchtigungen in Bezug auf den Menschen und seine Gesundheit.

In den in dieser Studie verwendeten Quellen wird der heute oft genannte Bereich für die relative Feuchte von 40–60 % zuerst 1985 von *Sterling et al.* und 1986 von *Arun-del et al.* genannt. Die Ergebnisse dieses Forscherteams wurden zuerst in ASHRAE Transactions und im folgenden Jahr erneut in Environmental Health Perspectives veröffentlicht [1, 2]. In Abbildung 1 werden die Ergebnisse der Autoren für unterschiedliche Einflussgrößen wie Bakterien, Viren, Schimmel aber auch auf Infektionsverläufe der Atemorgane vereinfacht visualisiert. Ein ansteigender roter Balken verdeutlicht eine zunehmende Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit. In dem Diagramm wird ersichtlich, dass der für den Menschen op-



- + ■ Optimaler Bereich nach ASHARE Handbook - HVAC Systems and Equipment
- Optimaler Bereich nach Sterling et al., 1985

Abbildung 1 – Optimaler Bereich der relativen Luftfeuchte zur Verringerung von Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit, eigene Darstellung nach [2] und [71].

timale Bereich in erster Näherung zwischen 40–60 % relativer Luftfeuchte liegt (dunkelblauer Bereich). Im Vergleich mit dem empfohlenen Grenzbereich im ASHRAE Handbook «HVAC Systems and Equipment» von 30–60 % (hellblauer und dunkelblauer Bereich) wird hier zugunsten der einfacheren technischen Realisierbarkeit der empfohlene untere Grenzwert um 10 % geringer gewählt, wenngleich als Grundlage für den angeführten Grenzbereich die Ergebnisse von *Arundel et al.* angegeben werden [71].

### Auswertung neuerer Studien

In den Review-Papers von *Baughman* und *Arens*, *Tang*, *Derby* und *Pash*, *Wolkoff* und *Moriyama et al.* wird direkt auf *Sterling* und *Arundel* Bezug genommen und die Forderung dieses Feuchtebereichs explizit genannt [5, 8, 39, 78, 79]. In diesen Review-Papers werden jedoch auch neuere Quellen zitiert, die prinzipiell die Erkenntnisse von *Sterling et al.* und *Arundel et al.* bestätigen und ergänzen. *Dietz et al.* nennen in ihrem Review zudem die gleichen Grenzen

von 40–60 %, ohne direkt auf *Arundel* und *Sterling* zu referenzieren [6]. Dabei werden von *Dietz et al.* vor allem neuere Quellen zitiert, die insbesondere im Kontext mit dem SARS-CoV-2-Erreger stehen und auch in der hier vorliegenden Veröffentlichung in den Abschnitten 2 und 3 beschrieben werden. *Derby et al.* weisen zudem darauf hin, dass in einer Vielzahl an Studien oftmals nur wenige konkrete Feuchtwerte untersucht worden sind und benennen den Bedarf für weitere Untersuchungen insbesondere mit grösseren Stichproben in realen Umgebungen wie zum Beispiel in Feldtests [79, 80].

Um einen besseren Überblick über die Studien zu erhalten, in denen eigene experimentelle Untersuchungen durchgeführt und die insbesondere nach der Veröffentlichung von *Arundel et al.* publiziert worden sind, werden die Ergebnisse aus diesen Studien systematisch in Abbildung 2 zusammengetragen. Dort sind die jeweils untersuchten Bereiche oder Werte der relativen Luftfeuchte aus den zuvor zusammengefassten

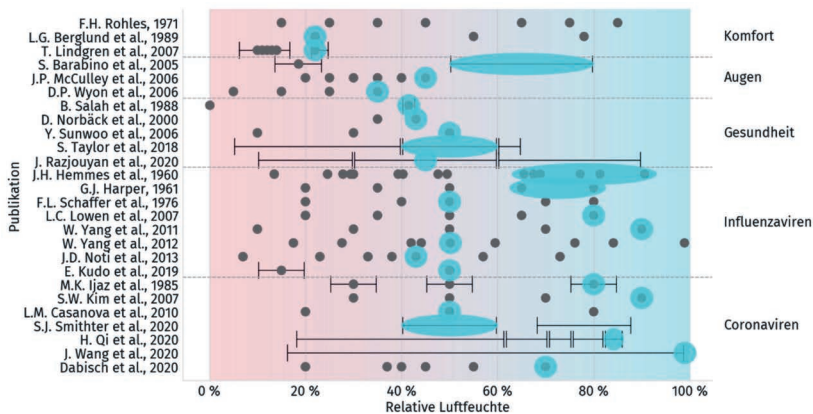


Abbildung 2 – Darstellung der experimentell untersuchten relativen Luftfeuchten der vorgestellten Publikationen. Hervorhebung der Werte und Bereiche, welche für den Menschen die jeweils geringsten gesundheitlichen Beeinträchtigungen bedeuten.

Veröffentlichungen dargestellt. Die grauen Punkte markieren die jeweils in der Veröffentlichung konkret angegebenen Werte der untersuchten relativen Luftfeuchte. Falls anstatt von konkreten Einzelwerten ein Bereich der untersuchten relativen Luftfeuchte angegeben wird, erfolgt die Darstellung anhand von schwarzen Balken. Mit den blauen Kreisen und Ellipsen werden die für den Menschen besten Werte oder Bereiche der jeweiligen Untersuchung hervorgehoben. Dabei gilt es zu beachten, dass die blauen Markierungen immer nur das Optimum für den Menschen in Bezug auf die jeweils untersuchten Feuchtwerte und nicht immer ein für den gesamten Bereich zwischen 0–100 % geltendes globales Optimum darstellen. Um die Übersichtlichkeit zu verbessern, werden die Untersuchungen hinsichtlich der Kriterien Komfort, Augen, Gesundheit sowie der Einflüsse auf Influenzaviren und Coronaviren unterschieden.

### Zusammenfassung

Auch diese Zusammenstellung der neueren Untersuchungsergebnisse zeigt, dass die Einflüsse der relativen Luftfeuchte für jedes Kriterium individuell betrachtet werden sollten. Dies gilt insbesondere hinsichtlich der Einflüsse auf die Inaktivierung von Krankheitserregern. Insgesamt überwiegen jedoch bei mittleren relativen Luftfeuchten die Vor-

teile für den Menschen. Wird in Abbildung 2 zusätzlich die obere Grenze von etwa 70 % zur Vermeidung von mikrobiellem Wachstum und Schimmelbildung berücksichtigt, so ergibt sich in guter Übereinstimmung mit den Empfehlungen von *Arundel et al.* ein optimaler Bereich der relativen Luftfeuchte von 40–60 % bzw. 40–70 %. Diese Erkenntnisse lassen sich auch grösstenteils in den Forderungen der Normung wiederfinden. Dass in der deutschen Normung die empfohlenen oberen Grenzwerte mit 65% bzw. 11,5–12 g/kg absoluter Feuchte konservativ angesetzt werden, kann wahrscheinlich auf den gewünschten Schutz des Gebäudes vor einer Schimmelpilzbildung zurückgeführt werden. Der oft empfohlene untere Grenzwert von 30 % für die relative Feuchte ist vermutlich der Überlegung geschuldet, dass dieser Wert bei bestimmten Nutzungen und Aussenluft-Volumenströmen auch ohne aktive Befeuchtung eingehalten werden kann.

Auch wenn die direkten und indirekten Einflüsse der relativen Luftfeuchte in Innenräumen auf die menschliche Gesundheit mittlerweile prinzipiell erkannt sind, so sind dennoch weitere Studien notwendig, um einzelne und kombinierte Effekte insbesondere in Feldversuchen noch genauer verstehen und quantifizieren zu können. Weiterhin werden Studien benötigt, um den energie-

tischen und wirtschaftlichen Aufwand von technischen Lösungen zur Sicherstellung der abgeleiteten Innenraumbedingungen in den Kontext der verringerten Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit und Produktivität zu setzen.


### **Danksagung**

Diese Studie und die Darstellung aller Ergebnisse wurden von dem Fachverband Gebäude-Klima e. V. und der Heinz Trox Wissenschafts gGmbH finanziell unterstützt.

### **Literatur**

Eine ausführliche Beschreibung aller Zusammenhänge und ein ausführliches Verzeichnis der gesichteten Literatur kann frei zugänglich unter folgender Adresse bezogen werden:

<https://publications.rwth-aachen.de/record/811532>



Für ein gesundes  
und komfortables  
Raumklima.



reddot winner 2022

## Raumgeräte von Belimo

Die neuen Raumgeräte (Raumsensoren und Raumbediengeräte) sind die perfekte Ergänzung zum bestehenden Sortiment.

- Ästhetisches, zeitloses Design
- Raumbediengeräte mit ePaper-Touch-Display
- Schnelle Installation dank Federzugklemmen und Einrastdeckel
- Parametrierung und Diagnose der aktiven Geräte via Belimo Assistant App



Erfahren Sie mehr  
[www.belimo.ch](http://www.belimo.ch)



**BELIMO Automation AG**  
+41 43 843 62 12, [verkauf@belimo.ch](mailto:verkauf@belimo.ch)

**BELIMO**<sup>®</sup>

# SWKI VA106-01 – Raumluftechnische Anlagen in Hallenbädern



## Harald Kannewischer

Dipl. Ingenieur HTL / FH / SIA  
Kannewischer Ingenieurbüro AG  
CH-6330 Cham  
www.kannewischer.ch, info@kannewischer.ch

### Einleitung

Hallenbäder sind energetische Grossverbraucher. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass bei der Planung der technischen Gebäudeausrüstung sämtlichen spezifischen Anforderungen eines Hallenbades Rechnung getragen wird. Um ein behagliches Baderlebnis zu ermöglichen und einen problemlosen Betrieb zu gewährleisten, ist es von grosser Bedeutung, dass die Lüftung bedarfsgerecht dimensioniert und konzipiert wird.

### Ausgangslage

Die ursprüngliche Richtlinie für raumluftechnische Anlagen in Hallenbädern stammt aus dem Jahre 1985. Vor bald 20 Jahren wurde sie bereits einmal überarbeitet und in der SWKI 2004-1 festgehalten. Im Verlaufe der letzten 15 Jahre hat sich die Technik zunehmend weiterentwickelt und die Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden sind stark gestiegen. Daher war es notwendig, die Richtlinie erneut zu überarbeiten und an den heutigen Stand der Technik anzupassen. Im Rahmen der Überarbeitung der Richtlinie wurden die Verdunstungsvorgänge in den Badehallen intensiv mittels Langzeitmessungen untersucht. Dabei wurden die empirischen  $\epsilon$ -Werte (Verdunstungsbeiwerte) mit Messdaten verglichen.

### Ergänzungen und Anpassungen

#### Nutzungsvereinbarung

Die Nutzungsvereinbarung soll als Grundlage der Planung dienen. In dieser werden die wichtigsten Parameter, die einen direk-

ten Einfluss auf die haustechnischen Anlagen haben, definiert. Sie beinhaltet unter anderem:

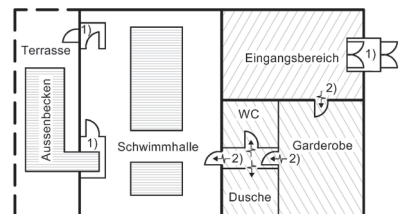
- ein Betriebskonzept mit den erwarteten Besucherzahlen
- Raum- und Beckentemperaturen
- Messkonzepte
- Auslegungsabweichungen zu den aktuellen Normen
- Betriebsarten sind mit der Bauherrschaft klar zu definieren (Badebetrieb, Ruhebetrieb, Reinigungsbetrieb, Revisionsbetrieb, Abwesenheit usw.); Liste ist nicht abschliessend und kann je nach Objektart variieren.

### Raumkonditionen

Die verschiedenen Räumlichkeiten, die in einem Hallenbad vorzufinden sind, wurden tabellarisch erfasst und dienen als Planungsgrundlage.

### Druckverhältnisse

Um einen optimalen Betrieb zu gewährleisten, ist es zwingend notwendig, den verschiedenen klimatischen Zonen und den damit einhergehenden Druckverhältnissen Beachtung zu schenken.



- 1) Windfang    □ Zone Eingang    □ Zone Schwimmhalle  
2) Überströmung    □ Zone Garderobe    □ Becken

### **Verdunstungsbeiwerte**

Um die empirischen  $\epsilon$ -Werte zu überprüfen, wurden in diversen Anlagen Messungen durchgeführt. Die Messungen erfolgten über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr. Mit den daraus gewonnen Erkenntnissen konnten die bisherigen Werte bestätigt respektive angepasst werden. Insbesondere bei Hallenbädern, die einen reinen Schulbetrieb haben, zeigte sich, dass der bisherige  $\epsilon$ -Wert zu hoch angesetzt war. Neu kann der  $\epsilon$ -Wert bei einem reinen Schulbetrieb um 1 bis 2 (von 18)  $\text{g/m}^2 \text{ h mbar}$  tiefer angesetzt werden.

### **Wärmerückgewinnung**

Um die Vergleichbarkeit von Wärmerückgewinnungssystemen zu gewährleisten, sind folgende einheitliche Parameter bzw. Grundlagen für die Wärmerückgewinnung von Lüftungsanlagen in Schwimmhallen zu berücksichtigen:

- Aussenluft:  $+5 \text{ }^\circ\text{C}$  / 80 % r. F.
- Abluft:  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  / 51 % r. F.
- Aussenluft-Volumenstrom 100 % = Fortluft-Volumenstrom 100 %
- Aufstellungsort (m ü. M.)

### **Fazit**

Die bestehende Richtlinie SWKI 2004-1 wurde sanft angepasst. Ein grosses Augenmerk wurde auf die Nutzungsvereinbarung gelegt, die sowohl für den Bauherrn als auch für die Planerinnen und Planer von grösster Bedeutung ist.

Das Thema Druckverhältnisse wurde so überarbeitet, dass die verschiedenen klimatischen Zonen deutlich voneinander getrennt werden. Somit kann man sowohl der energetischen Thematik wie auch der Behaglichkeit für die Nutzerinnen und Nutzer gerecht werden.

Durch die Messungen konnte eruiert werden, dass der  $\epsilon$ -Wert bei Hallenbädern mit reinem Schulbetrieb um 1 bis 2  $\text{g/m}^2 \text{ h mbar}$  reduziert werden kann. Dies ermöglicht in vielen Fällen eine Reduktion des Luftvolumenstroms, wodurch nebst Investitionskosten auch Betriebskosten eingespart werden können.

# Messungen der Aerosolübertragung durch Rotations-Wärmeübertrager



## Prof. em. Heinrich Huber

Dozent Gebäudetechnik  
Hochschule Luzern (HSLU)  
Technikumstrasse 21, 6048 Horw  
www.hslu.ch/IGE, heinrich.huber@hslu.ch

### Koautoren:

Florian Brzezinski, HSLU, Horw / Dr. Michael Riediker, SCOEH, Winterthur

## Einleitung

Rotations-Wärmeübertrager (RWÜ) sind wegen ihrer hohen Effizienz und Kompaktheit eine weit verbreitete Wärmerückgewinner-Kategorie in RLT-Anlagen. Ein Nachteil ist, dass wegen der Mitrotation ein höheres Abluftübertragungsverhältnis (EATR) auftreten kann als bei anderen Bauarten. Weiter wird die Oberfläche von RWÜ sowohl von der Zu- als auch von der Abluft überströmt. Dies ermöglicht eine Feuchterückgewinnung, birgt aber das Risiko, dass unerwünschte Stoffe übertragen werden könnten. Es stellt sich daher die Frage, ob es zu einer relevanten Aerosolübertragung kommen kann und ob sich diese von dem EATR unterscheidet. Auf Initiative des deutschen Fachverbands Gebäude-Klima e. V. (FGK) hat die Hochschule Luzern (HSLU) zusammen mit dem Schweizerischen Zentrum für Arbeits- und Umweltgesundheit (SCOEH) dazu experimentelle Untersuchungen durchgeführt [1].

## Methode

Die Untersuchungen wurden auf dem WRG-Prüfstand der HSLU durchgeführt, der in Abbildung 1 dargestellt ist. In allen vier Anschlüssen werden standardmässig Temperatur, Feuchte, Luftvolumenstrom und Spurengaskonzentration gemessen. Für die Aerosolmessungen wurden zusätzlich ein Partikelgenerator im Ablufteintritt und Sensoren in allen vier Luftanschlüssen installiert. Untersucht wurde ein RWÜ ohne Beschichtung (Kondensationsrotor) und ein RWÜ mit Beschichtung (Sorptionsrotor). Bei beiden RWÜ wurden Messungen mit und ohne Spülzone bei unterschiedlichen

Luftkonditionen und Drehzahlen gemäss Tabelle 1 durchgeführt. Die Anströmgeschwindigkeit betrug dabei immer 2,0 m/s.

Das Abluftübertragungsverhältnis (EATR für engl. *Exhaust Air Transfer Ratio*) wird gemäss SN EN 308:2022 [2] mit Spurengas bestimmt und nach folgender Formel berechnet:

$$EATR = \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} - a_{21}} \times 100 \quad [\%] \quad (1)$$

wobei die Spurengas-Konzentration [ppm]  $a_{11}$  am Ablufteintritt,  $a_{21}$  am Aussenlufteintritt und  $a_{22}$  am Zuluftaustritt ist.

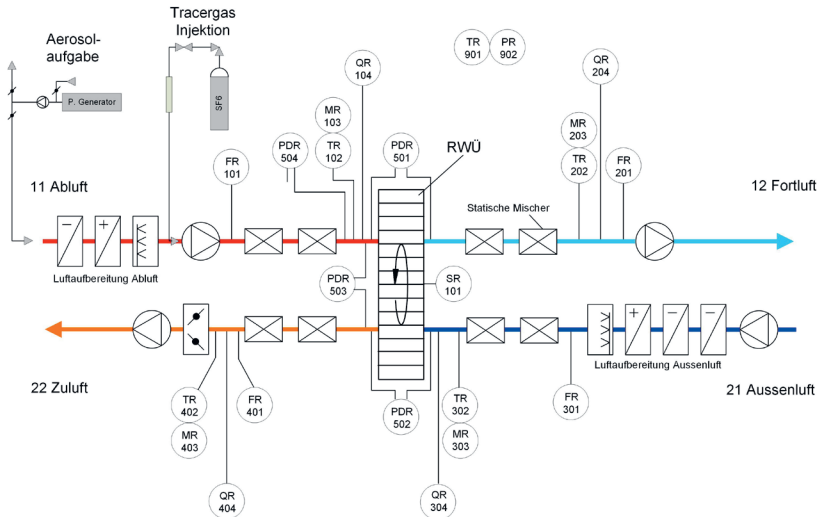
**Tabelle 1: Messpunkte**

Messpunkt	Druckdifferenz 22-11 Kond./Sorp. a	Drehzahl Kond./ Sorp. a	Lufteintritt Temperatur; rel. Feuchte	
			t21; φ21 °C; %	t11; φ11 °C; %
1	10 / 20	9 / 10	20; 50	20; 50
2	10 / 20	10 / 15	20; 50	20; 50
3	10 / 20	12 / 20	20; 50	20; 50
4	10 / 20	9 / 10	2; 70	22; 45
5	10 / 20	10 / 15	2; 70	22; 45
6	10 / 20	12 / 20	2; 70	22; 45
7	10 / 20	9 / 10	-3; 70	22; 45
8	10 / 20	10 / 15	-3; 70	22; 45
9	10 / 20	12 / 20	-3; 70	22; 45
10 <sup>b</sup>	- / 20	- / 10	35; 50	25; 50
11 <sup>b</sup>	- / 20	- / 15	35; 50	25; 50
12 <sup>b</sup>	- / 20	- / 20	35; 50	25; 50

<sup>a</sup> Werte vor Schrägstrich für den Kondensationsrotor, nach Schrägstrich für den Sorptionsrotor

<sup>b</sup> nur Messungen mit Sorptionsrotor





**Abbildung 1: Schema des WRG-Prüfstandes.** Symbole: erster Buchstabe F Luftvolumenstrom, P Druck, T Temperatur, M Feuchte, Q Konzentration; folgender Buchstabe D Differenz; zusätzlicher Buchstabe R Aufzeichnung; Luftart: 1.1 Ablufteintritt, 1.2 Fortluftaustritt, 2.1 Aussenlufteintritt, 2.2 Zuluftaustritt

Die Messung der Aerosolübertragung erfolgte analog zum EATR. Aerosolmessgeräte wurden paarweise in jedem der vier Luftströme installiert. Die Sensoren zählen die Partikel auf der Grundlage von Laserstreuung in einer Grösse von 0,3 bis 10 µm und liefern eine gute Bewertung der Konzentrationen über einen breiten Bereich [3]. Während der Messung wurde Aerosol in Pulsen in den Abluftkanal eingebracht. Das verwendete Aerosol hat einen durchschnittlichen Durchmesser von etwas mehr als einem Mikrometer und ist damit in seiner Grösse mit ausgeatmetem Aerosol vergleichbar [4]. Wie das menschliche Ausatemsaerosol ist das verwendete Aerosol bei normalen Umgebungstemperaturen flüssig, hygroskopisch und mässig viskos. Es wird durch Verdunstung und Kondensation eines Wasser-Glykol-Gemischs in einer Nebelmaschine erzeugt und ist in der Luft über längere Zeit stabil [5].

Das Aerosolübertragungsverhältnis (ASTR für engl. *Aerosol Transfer Ratio*) wird mit den Spitzenhöhen der Aerosolkonzentration im Ablufteintritt, Aussenlufteintritt und Zuluftaustritt nach folgender Formel berechnet:

$$ASTR = \frac{b_{22} - b_{21}}{b_{11} - b_{21}} \times 100 \text{ [\%]} \quad (2)$$

wobei der Spitzenwert der Aerosolkonzentration [P/cm<sup>3</sup>]  $b_{11}$  beim Ablufteintritt,  $b_{21}$  beim Aussenlufteintritt und  $b_{22}$  beim Zuluftaustritt ist.

Alle Messpunkte wurden fünfmal wiederholt. Da die Linearität für beide Messverfahren gegeben ist, kann die Messunsicherheit durch die Standardabweichung und einen Erweiterungsfaktor bestimmt werden, um ein Vertrauensniveau von 95 % zu erreichen.

## Resultate

Die Abbildungen auf der nächsten Seite fassen die Messresultate des FGK-Projekts sowie eines Vorgängerprojekts [6] zusammen. Der Kondensationsrotor 1 und Sorptionsrotor 1 wurden im FKG-Projekt untersucht. Der Kondensationsrotor 2 und der Sorptionsrotor 2 wurden im Vorgängerprojekt untersucht.

Abbildung 2 zeigt das ASTR und Abbildung 3 das EATR des Kondensationsrotors 1 mit und ohne Spülzone als Funktion der Rotordrehzahl bei unterschiedlichen

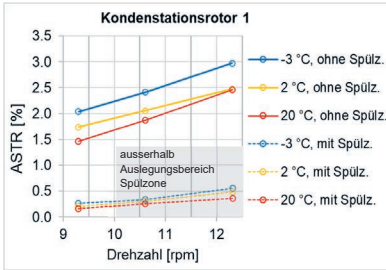


Abbildung 2: ASTR von Kondensationsrotor 1 mit und ohne Spülzone, in Funktion der Drehzahl bei verschiedenen Aussenlufttemperaturen und einer Anströmgeschwindigkeit von 2 m/s

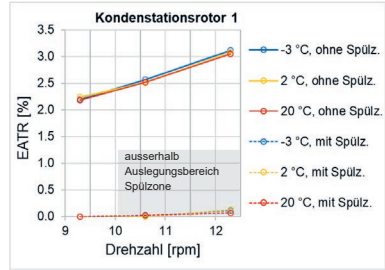


Abbildung 3: EATR von Kondensationsrotor 1 mit und ohne Spülzone, in Funktion der Drehzahl bei verschiedenen Aussenlufttemperaturen und einer Anströmgeschwindigkeit von 2 m/s

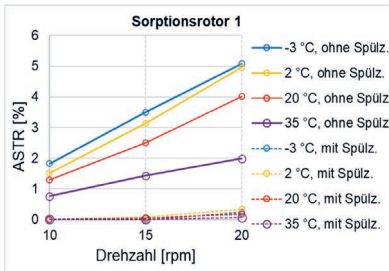


Abbildung 4: ASTR von Sorptionsrotor 1 mit und ohne Spülzone, in Funktion der Drehzahl bei verschiedenen Aussenlufttemperaturen und einer Anströmgeschwindigkeit von 2 m/s

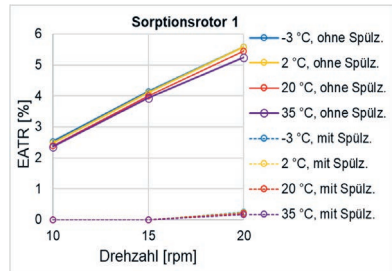


Abbildung 5: EATR von Sorptionsrotor 1 mit und ohne Spülzone, in Funktion der Drehzahl bei verschiedenen Aussenlufttemperaturen und einer Anströmgeschwindigkeit von 2 m/s

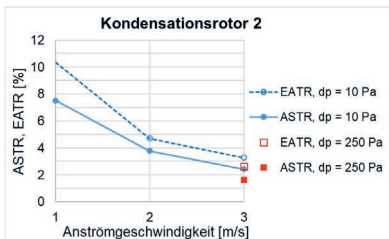


Abbildung 6: ASTR und EATR von Kondensationsrotor 2 in Funktion der Anströmgeschwindigkeit bei zwei verschiedenen Druckdifferenzen  $\Delta p_{22,11}$ , isotherme Bedingungen

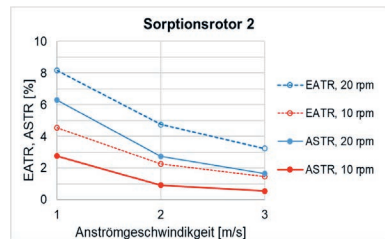


Abbildung 7: ASTR und EATR von Sorptionsrotor 2 in Funktion der Anströmgeschwindigkeit bei zwei verschiedenen Drehzahlen, isotherme Bedingungen

Aussenlufttemperaturen bei einer Anströmgeschwindigkeit von 2 m/s. Im grauschraffierten Bereich liegt die Drehzahl über dem Auslegungsbereich der Spülzone. Analog stellen Abbildung 4 und 5 das ASTR und EATR des Sorptionsrotors 1 dar.

Abbildung 6 zeigt das ASTR und EATR des Kondensationsrotors 2 als Funktion der Anströmgeschwindigkeit bei zwei verschiedenen Druckdifferenzen  $\Delta p_{z2-11}$ .

Abbildung 7 zeigt das ASTR und EATR des Sorptionsrotors 2 als Funktion der Einströmgeschwindigkeit bei zwei verschiedenen Rotordrehzahlen. Die Messungen des Vorgängerprojekts fanden bei isothermen Bedingungen und ohne Spülzone statt.

### Diskussion der Messergebnisse

Bei den Messungen ohne Spülzone von Kondensationsrotor 1 und Sorptionsrotor 1 ist zu erkennen, dass mit steigender Aussenlufttemperatur das ASTR sinkt. Für den Sorptionsrotor ist diese Tendenz deutlicher als für den Kondensationsrotor. Diese Temperaturabhängigkeit könnte teilweise darauf zurückzuführen sein, dass einige der hygroskopischen Aerosoltröpfchen mit abnehmender relativer Luftfeuchtigkeit unter die Nachweisgrenze der Sensoren schrumpfen. Die Beobachtung, dass der Rückgang vor allem beim Sorptionsrotor auftritt, unterstützt diese Interpretation.

Die leichte Tendenz zur Temperaturabhängigkeit des EATR lässt sich durch die Definition der Anströmgeschwindigkeit erklären, da diese auf Standardbedingungen basiert.

Bei den Messungen mit Spülzone wird nur der Bereich innerhalb des Auslegungsbereichs der Spülzone betrachtet. Dabei beträgt das EATR maximal 0,1 %, was im Bereich der Messunsicherheit liegt. Das ASTR liegt beim Sorptionsrotor 1 zwischen 0,01 % und 0,12 % (Messunsicherheit etwa 0,02 % abs.) und beim Kondensationsrotors 1 zwischen 0,17 % und 0,35 % (Messunsicherheit etwa 0,10 % abs.). Im Vergleich zu den Messungen ohne Spülzone zeigen

die Messungen mit Spülzone ein ASTR, das höher ist als das EATR. Beim Sorptionsrotor 1 liegt die Differenz zwischen 0,01 % und 0,12 %. Beim Kondensationsrotor 1 beträgt die Differenz zwischen ASTR und EATR 0,17 % bis 0,33 %. Es ist zu erwähnen, dass selbst die höchsten EATR- und ASTR-Werte mit Spülzone im Vergleich zu anderen Leckage- und Abluftübertragungsrisiken in Lüftungsanlagen immer noch gering sind.

### Relevanz

Das ASTR ist relevant für die Beurteilung des Infektionsrisikos durch luftgetragene Krankheitserreger wie Covid-19. Für die Abschätzung wird für RWÜ ohne Spülzone ein ASTR von 5 % angenommen. Das korrespondiert mit der Anforderung der prSIA 382/1:2022 [7], Ziff. 5.13.2 an das EATR für Fälle mit geringen Verunreinigungen in der Abluft (Klasse ETA 1). Mit Spülzone wird von einem ASTR von 1 % ausgegangen, was der Anforderung an das EATR für Fälle mit mässigen Verunreinigungen in der Abluft (Klasse ETA 2) entspricht. Im Vergleich mit den Messwerten sind das konservative Annahmen.

Die Aerosolübertragung von der Abluft in die Zuluft (gemessen beim Austritt aus dem RLT-Gerät) wird durch die Filtrierung reduziert. Die Anforderungen der Hygienerichtlinien und damit auch der prSIA 382/1:2022 führen dazu, dass die Abluft, die in die Zuluft übertragen wird, mindestens eine Filterklasse ISO ePM<sub>1</sub> 50 % durchströmt. Als Schätzwert für die Abscheideleistung von Lungenaerosolen kann für diese Filterklasse der gravimetrische Abscheidegrad bis zu einer Partikelgrösse von PM<sub>10</sub> mit 85 % angenommen werden [8]. Zusammen mit den angenommenen ASTR ergibt sich damit bei einem RWÜ ohne Spülzone eine Aerosolübertragung von 0,75 % und mit Spülzone von 0,15 %.

Die Menge, der von infizierten Personen in die Luft freigesetzten Viren, lässt sich durch Kombination der Viruskonzentration in der Lungenschleimhautflüssigkeit mit der Grössenverteilung der beim Atmen und

Sprechen freigesetzten Mikrotropfchen und unter Berücksichtigung des Anteils, der sich schnell ablagert, bestimmen [9]. Um die Virenkonzentration im stationären Zustand in verschiedenen Situationen abzuschätzen, wurde ein Innenraumsimulator verwendet, der auf diesem Emissionskonzept basiert [10]. Drei verschiedene Szenarien wurden simuliert:

- Ruhiges Büro mit 5 % leise Sprechenden
- Callcenter (lautes Büro) mit 50 % laut Sprechenden
- Krankenhaustrakt mit hustenden Covid-19-Patienten (100 % «laut Sprechende»)

Generell wird von einer leichten Aktivität ausgegangen. Für die allgemeine Bevölkerung wird eine Infektionsrate von 1 % angenommen, für den Krankenhaustrakt mit Covid-19-Patienten eine Rate von 50 % (50 % Patienten, 50 % Personal). Pro 10 Infizierte sei eine Person hochansteckend (sogenannter Superemittent). Bei allen Szenarien wird davon ausgegangen, dass sich ein Superemittent in einem Raum mit 100 m<sup>3</sup> Volumen und 3 Luftwechseln pro Stunde aufhält. Es wird angenommen, dass sich in den Gebäuden 1'000 Personen aufhalten, wobei ein Luftvolumenstrom von 30'000 m<sup>3</sup>/h zugrunde liegt. Tabelle 2 fasst die simulierten Viruskonzentrationen im Gleichgewichtszustand in den einzelnen Räumen und in der Abluft des Gebäudes zusammen.

**Tabelle 2: Simulierte Viruskonzentrationen (Gleichgewichtszustand) in einzelnen Räumen und in der Abluft bei verschiedenen Szenarien**

Szenario	Infektionsrate	Raumluft	Abluft
	%	Kopien/m <sup>3</sup>	Kopien/m <sup>3</sup>
Ruhiges Büro	1	1200	12
Callcenter	1	40'000	410
Spital, Covid-19-Abteilung	50	80'000	40'000

Die Konzentrationen geben die durch RNA-Tests ermittelten Viruskopien an. Für die

Omikron-Variante wurde festgestellt, dass etwa 1 zu 100 dieser Kopien in der Lage sind, Zellen zu infizieren [11]. Somit scheinen Dosen über 100 Viruskopien für Infektionen kritisch zu sein. Dies wird durch Simulationen von Super-Spreading-Ereignissen bestätigt, bei denen die Virusdosis (die aufgenommene Menge) auf einige tausend Viren geschätzt wurde.

Im Szenario «Callcenter» mit einem RWÜ ohne Spülzone resultiert eine Viruskonzentration in der Zuluft von 3 Kopien/m<sup>3</sup>. Selbst wenn das Personal während einer 8-Stunden-Schicht die Zuluft direkt einatmet (Atemluftvolumen 0,6 m<sup>3</sup>/h), liegt die Menge der eingeatmeten Viren um den Faktor 7 unter dem kritischen Wert für ein Infektionsrisiko. Beim ruhigen Büro und einem RWÜ mit Spülzone ist der Faktor > 1'000. Zudem sind die getroffenen Annahmen konservativ. In einem Krankenhaus mit vielen stark emittierenden Patienten könnte die Situation jedoch schnell kritisch werden. Daher ist die Anforderung, in solchen Umgebungen Wärmerückgewinner zu verwenden, bei denen kein Übertragungsrisiko besteht, gerechtfertigt.

### Fazit

In zwei Projekten wurde untersucht, wie Aerosole, die sich ähnlich wie menschliche Lungenaerosole verhalten, in Rotations-Wärmeübertragern (RWÜ) übertragen werden. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass RWÜ, die nach heutigen Standards konzipiert und betrieben werden, nur eine nicht relevante geringe Menge an Aerosolen übertragen und somit in Anwendungen wie Büros, in denen die Häufigkeit hochinfektöser Personen gering bis moderat ist, kein Infektionsrisiko für Covid-19 darstellen. Eine Aerosolübertragung in hygienisch relevanten Mengen ist jedoch bei schlecht konzipierten und mangelhaft betriebenen RLT-Anlagen denkbar, was aber längst nicht nur RWÜ betrifft.

Unabhängig von Pandemie- und Epidemiesituationen soll die Abluftübertragung auch wegen der Raumluftqualität mög-

licht gering sein. Die Eurovent-Empfehlung 6/15 - 2021 [12] befasst sich umfassend mit der Vermeidung von Leckagen und Abluftübertragungen in RLT-Geräten. Eine elementare Massnahme ist die Sicherstellung der richtigen Druckverhältnisse, was in erster Linie von den Ventilatorpositionen abhängt. Bei Räumen, die primär für den Aufenthalt von Personen bestimmt sind, sollen zudem RWÜ mit Spülzone eingesetzt werden.

### Verdankung

Die Autoren danken dem Fachverband Gebäude-Klima e. V. für die Initiierung des Projekts, den technischen Austausch und die finanzielle Unterstützung.

### Quellen

- [1] Huber, H., Brzezinski, F., Riediker, M. Measurements of Aerosol Transfer by Rotary Heat Exchangers. TGA Report Nr. 8. Fachverband Gebäude-Klima e.V. (FGK), Ludwigsburg. 2022-03
- [2] SN EN 308:2022 Heat exchangers – Test procedures for establishing performance of air to air heat recovery components
- [3] Tryner, J. et al. Effects of aerosol type and simulated aging on performance of low-cost PM sensors. Journal of Aerosol Science, Dec 2020; 105654
- [4] Johnson G.R. et al. Modality of human expired aerosol size distributions. Journal of Aerosol Science 2011; 42.
- [5] Maximoff S.N. et. al. Molecular dynamics simulations of homogeneous nucleation of liquid phase in highly supersaturated propylene glycol vapors. Journal of Aerosol Science 2011; 154
- [6] Prüfstelle Gebäudetechnik. Test Report No.: HP-202084 Measurements on two Rotary Heat Exchangers. HSLU, Horw. 2021-03-09.

- [7] prSIA 382/1:2022 Mechanische Lüftung in Gebäuden – Grundlagen und Anforderungen (Vernehmlassung Entwurf)
- [8] Brunner A. SWKI VA101-01 und VDI 3803 Blatt 4 – Bilaterale Luftfilter-Standards. 6. Schweizer Hygienetagung, 2021-09-10.
- [9] Riediker, M., Tsai, D.-H.. Estimation of Viral Aerosol Emissions From Simulated Individuals With Asymptomatic to Moderate Coronavirus Disease 2019. JAMA Netw Open 2020; 3, e2013807.
- [10] Riediker, M., Monn, C.. Simulation of SARS-CoV-2 Aerosol Emissions in the Infected Population and Resulting Airborne Exposures in Different Indoor Scenarios. Aerosol Air Qual. Res. 2021; 21, 200531.
- [11] Riediker, M. et al. Higher viral load and infectivity increase risk of aerosol transmission for Delta and Omicron variants of SARS-CoV-2. Swiss Med Wkly. 2022;152:w30133
- [12] Eurovent 6/15 – 2021. Air Leakages in Air Handling Units: Guidelines for Improving Indoor Air Quality and Correcting Performance. First edition. Eurovent European Industry Association, Brussels



# ANDY WICKART

## Haustechnik AG

Ingenieurbüro für Energie- & Haustechnik  
Heizung – Lüftung – Sanitär – Energie



Finstersee – Goldau – Zürich

041 757 1010

awiag.ch



Mehr Informationen zum Thema  
finden Sie auf unserer Website.

## Ihr Laborpartner

Ob für Wasseranalysen, Legionellen oder Lüftungshygiene:  
Unsere Laboranalysen geben Ihnen Sicherheit

Wir sind für Sie da:

Hygienehotline **041 429 31 55** / E-Mail [hygiene@bioexam.ch](mailto:hygiene@bioexam.ch)



**bioexam**

Labor für Lebensmittel - Heilmittel - Hygiene

# prSWKI RE200-02 – Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen



**Christian Maeder**

dipl. Techniker TS, Heizung/Klima

Credit Suisse AG

8070 Zürich

[www.credit-suisse.com](http://www.credit-suisse.com), [christian.maeder@credit-suisse.com](mailto:christian.maeder@credit-suisse.com)

## Einleitung

Beim Betrieb von Verdunstungskühlanlagen (VKA) können gesundheitsgefährdende Risiken auf Personen ausgehen, die fatal enden können. Der hygienegerechte Betrieb von VKA muss deshalb im ureigensten Interesse sowohl des Eigentümers der VKA bzw. des Gebäudebesitzers wie auch des Betreibers sein, um dies zu verhindern. Der Richtlinienentwurf prSWKI RE200-02:2023 «Sicherstellung des hygienegerechten Betriebs von Verdunstungskühlanlagen» formuliert ganzheitlich die Anforderungen der Hygiene hinsichtlich der Planung, der Fertigung, der Ausführung, des Betriebes und der Instandhaltung von Verdunstungskühlanlagen und den zugehörigen Nebenanlagen. Die folgenden Ausführungen fokussieren aus der Sicht eines Bauherrn und Betreibers und auf Bestandsanlagen.

## Hygiene in Verdunstungskühlanlagen

Die mögliche Gefahr einer Erkrankung durch Legionellen dürfte in der Zwischenzeit auch in der Branche der Gebäudetechnik weitläufig bekannt sein, seit 1976 die Legionärskrankheit und mit ihr das Bakterium *Legionella pneumophila* als Krankheitserreger das erste Mal beschrieben und erfasst wurden; dies, nachdem die Klimaanlage (Raumklimageräte) eines Hotels, in welchem Veteranen der «American Legion» logierten und erkrankten, als Infektionsquelle gefunden wurde.

In der Gebäudetechnik können Legionellen insbesondere in Sanitärsystemen (Warm- aber auch Kaltwassersystem), in

Lüftungsanlagen (insbesondere von Be- feuchtungsanlagen), aber auch in Verdunstungskühlanlagen – um die es in diesem Aufsatz geht – auftreten. Beim Betrieb von Verdunstungskühlanlagen (VKA) sind je nach Jahreszeit die optimalen Rahmenbedingungen gegeben, um Legionellen das Wachstum zu ermöglichen, worauf im Betrieb mit Legionellen belastete Aerosole an die Umgebungsluft abgegeben werden können. Auswertungen von Legionellose-Epidemien haben gezeigt, dass je nach Wetterbedingungen und geographischem Standort einer VKA eine Exposition von Menschen mit Bioaerosolen und entsprechender Infektionen in einem Umkreis von bis zu 10 Kilometern stattfinden können. Da die meisten VKA in der Schweiz in dicht besiedelten Regionen stehen, sind bei ungünstigen Wetterbedingungen potenziell viele Menschen betroffen.

Aber auch beim Betrieb und bei der Instandhaltung bestehen zahlreiche Risiken, sei dies bei der Wartung der VKA selbst, wie auch beim Lagern und Hantieren mit entsprechenden Chemikalien und Bioziden. Basis für einen möglichst hygienekonformen Betrieb ist die hygienekorrekte Planung durch die Planer:innen, die Lieferung hygienegerechter Komponenten der Lieferanten und die hygienegerechte Ausführung der VKA durch den Unternehmer. Die hygienekorrekte Planung von VKA mit Risikobeurteilung wurde dabei bereits an der 6. Schweizer Hygienetagung 2021 durch Mario Bernhofen vorgestellt und abgehandelt.

## Risiko- versus Gefährdungsbeurteilung

Die Richtlinie unterscheidet zwischen Risiko- und Gefährdungsbeurteilung.

Die Risikobeurteilung bezeichnet den Prozess und das Vorgehen zur Beurteilung und Minderung von hygienischen Risiken bzw. Gefahren, die von der VKA auf dritte Personen ausgeht, welche im Gegensatz zum Betriebspersonal keinen direkten Zugang zur VKA haben. Diese Personen sind nach heutigem Kenntnisstand durch die Aufnahme von mit Legionellen belasteten Bioaerosolen über die Atemwege (inhalativ) am stärksten gefährdet. Die Risikobeurteilung ist durch die Planenden stufengerecht gemäss der jeweiligen SIA-Bauplanungsphase zu erstellen respektive zu aktualisieren und zu ergänzen. Die prSWKI RE200-02:2023 enthält detaillierte Vorgaben für die Risikobeurteilung mit Bewertungsraster.

Betreiber von VKA, die aufgrund ihrer Arbeit direkten Zugang zur VKA haben, müssen eine Gefährdungsbeurteilung erstellen, welche weiter geht als die Risikobeurteilung. Der hygienische Betrieb der VKA ist im rechtlichen Sinne in der Schweiz bisher nicht speziell geregelt. Die «Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdungen durch Mikroorganismen» (SAMV) verpflichtet den Betreiber einer VKA aber, dass er alle nach dem aktuellen Stand der Technik notwendigen Massnahmen trifft, um die Gesundheit der Mitarbeitenden vor Mikroorganismen (insbesondere Legionellen oder Pseudomonaden) zu schützen. Dazu gehören nebst kollektiven Schutzmassnahmen auch das Zurverfügungstellen individueller Schutzausrüstungen, welche gemäss der «Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten» (VUV) zudem periodisch zu überprüfen sind. Darüber hinaus ist der Betreiber verantwortlich, die Mitarbeitenden über mögliche Krankheitssymptome zu informieren und das Verhalten zu schulen (z. B. bei Symptomen von Legionellose oder Pontiac-Fieber).

Aus diesem Grund empfiehlt sich für den Betreiber einer VKA bzw. für den Arbeitge-

ber, dessen Mitarbeitende an der VKA arbeiten, vorgängig eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und Schutzmassnahmen zu definieren. Das Ergebnis der Hygiene-Erstinspektion kann nebst der Risikobeurteilung als Basis hierfür genutzt werden. Persönliche Schutzausrüstungen können unter anderem folgende Mittel beinhalten:

- Atemschutz (FFP2-Maske)
- Schutzhandschuhe
- Schutzanzug

## Haftungsrisiko des Bauherrn respektive des Grundstückbesitzers

Der Bauherr, respektive der Gebäude- bzw. der Grundstückbesitzer, haftet für Schäden, die von der VKA ausgehen.

Gemäss Zivilgesetzbuch (ZGB) der Schweiz ist aufgrund des Nachbarrechts und Artikel 684 «jedermann verpflichtet, bei der Ausübung seines Eigentums, wie namentlich bei dem Betrieb eines Gewerbes auf seinem Grundstück, sich aller übermässigen Einwirkung auf das Eigentum der Nachbarn zu enthalten». «Verboten sind insbesondere alle schädlichen und nach Lage und Beschaffenheit der Grundstücke oder nach Ortsgebrauch nicht gerechtfertigten Einwirkungen durch Luftverunreinigung ...». Im Weiteren beschreibt Artikel 679: «Wird jemand dadurch, dass ein Grundeigentümer sein Eigentumsrecht überschreitet, geschädigt oder mit Schaden bedroht, so kann er auf Beseitigung der Schädigung oder auf Schutz gegen drohenden Schaden und auf Schadenersatz klagen».

Eine dem Stand der Technik entsprechend erstellte und betriebene VKA muss demnach im ureigenen Interesse des Grundstückbesitzers sein. Zu beachten ist, dass VKA häufig im Mieterausbau erstellt werden. Der Gebäude- bzw. der Grundstückbesitzer haftet aber trotzdem an erster Stelle.

Sowohl der Grundstückeigentümer wie auch ein möglicher VKA-Eigentümer sind in aller Regel in Unkenntnis über die mögliche Gesundheitsgefährdung Dritter durch VKA und der Haftung dafür. Um Schaden



abzuwenden, beschreibt die Richtlinie deshalb die Verantwortung der Planenden, die Risikobeurteilung unaufgefordert erstellen zu müssen, auch wenn dies in seiner Beauftragung nicht explizit gefordert wurde. Ergeben sich aufgrund der objektspezifischen Rahmenbedingungen nicht zu mindernde gesundheitliche Risiken, haben die Planenden sowohl den Bauherrn wie auch dessen Betreiber zu informieren, damit diese proaktiv mit einem angepassten Betrieb und angepasster Instandhaltung reagieren können.

### Hygieneinspektionen

«Hygieneinspektion» wird als übergeordneter Begriff für alle hygienische Massnahmen verstanden, die zur Feststellung und Beurteilung des hygienischen Istzustands von VKA oder deren Komponenten dienen (Prüfen, Messen, Besichtigen, Testen usw.). Ziel der Hygieneinspektionen ist es, durch:

- eine Hygiene-Erstinspektion,
- regelmässige visuelle Inspektionen (Hygienekontrollen) sowie
- regelmässige mikrobiologische und chemisch-physikalische Inspektionen (Wiederholungs-Hygieneinspektionen)

Hygienemängel frühzeitig zu erkennen und zu beheben und somit Personengefährdungen zu vermeiden.

### Hygiene-Erstinspektion (bei Bestandsanlagen)

Hygiene-Erstinspektionen sind initial bei der Erstellung der VKA, oder nach Umbauten, Erweiterungen und Sanierungen durchzuführen, wie dies bereits aus SWKI VA104-01 für RLT-Anlagen bekannt ist. Für bestehende VKA, bei denen bisher keine Hygieneinspektionen durchgeführt wurden, ist ebenfalls zuerst eine Hygiene-Erstinspektion notwendig, um festzustellen, ob die VKA gemäss der Richtlinie prSWKI RE200-02:2023 die wesentlichen konstruktiven Merkmale einhält und ob aufgrund der Besonderheiten des Aufstellorts spezielle hygienische Gefahren vorhanden sind. Der Autor empfiehlt zeitgleich mikrobiologische Laborproben vorzunehmen, um zu eruieren, ob mögliche

Resultate aus der Hygiene-Erstinspektion eine Korrelation mit den Messergebnissen aufweisen.

Die prSWKI RE200-02:2023 beinhaltet eine Muster-Checkliste für die Hygiene-Erstinspektion, welche alle Vorgaben der Richtlinie zu folgenden Themen zusammenfasst:

- Ausführung der VKA in Bezug auf Materialisierung und Ausführung
- Standort, beinhaltend Zugang zur VKA, sowie die Themen Stoffeintrag und Stoffaustrag
- Betriebsarten der VKA und deren richtlinienkonforme Funktion
- Wasseraufbereitung und -behandlung des Speise- und gegebenenfalls des Umlaufwassers
- Bisherige Instandhaltungstätigkeiten und die Ergebnisse daraus

Anhand der Ergebnisse kann eine Risikobeurteilung durchgeführt werden, wie sie initial auch durch die Planenden bei einer Neuanlage erstellt wird. Die prSWKI RE200-02:2023 stellt hierzu ein Bewertungsraster zur Verfügung.

Erfüllt eine bestehende VKA nicht in allen Punkten die Vorgaben gemäss prSWKI RE200-02:2023, bedeutet das nicht, dass die Anlage ersetzt werden muss; insbesondere auch nicht, wenn die mikrobiologischen Labormessungen keine Auffälligkeiten zeigen. Allenfalls kann sie auch bei initial auffälligen mikrobiologischen Labormessungen mit Ersatzmassnahmen weiter betrieben werden (wie häufigere Regelinspektionen und verkürzte Reinigungs- und Wartungsintervalle, falls die Folgemessungen dann unauffällig sind und bleiben). Es empfiehlt sich aber, einfache konstruktive und betriebliche Sanierungsmassnahmen wie z. B. fehlende Zugänglichkeiten und Reinigungsöffnungen zeitnah umzusetzen, um eine angemessene Inspektion, Wartung und Reinigung der VKA zu ermöglichen.

Wenn die VKA in wesentlichen Punkten nicht den Vorgaben der Richtlinie entspricht

und das Hygiene- bzw. Personenrisiko nicht oder nicht genügend durch «Ersatzmassnahmen» kompensiert werden kann, ist die Anlage zeitnah umfassend zu sanieren bzw. zu erneuern. Es wird empfohlen, die VKA bis dahin – soweit betrieblich möglich – ausser Betrieb zu nehmen, da von dieser ein erhebliches Risiko für Personenschädigungen ausgehen könnte.

### Regelmässige visuelle Inspektionen

Die regelmässigen visuellen Inspektionen sind nicht zu verwechseln mit den periodischen Wartungsarbeiten an einer VKA wie sie z. B. das Einheitsblatt VDMA 24186-3 beschreibt. Visuelle Inspektionen sind zusätzliche periodische Sichtungen und Prüfungen, um Folgendes festzustellen.

Den hygienisch einwandfreien Zustand bezüglich:

- mineralischer Ablagerungen
- Schmutz und Schlammablagerungen
- Biofilm/Algen
- Beschädigungen und Korrosion

Die hygienisch korrekte Funktion der:

- Wasseraufbereitungs- und Wasserbehandlungsanlagen
- Absalzungs- und Abschlammungseinrichtungen
- Leitfähigkeitsmessungen
- Beckenheizung

Die Periodizität der Arbeiten bezüglich der einzelnen Punkte ist unterschiedlich und zwischen 14-tägig und ½-jährlich. Details hierzu sind in prSWKI RE200-02:2023

definiert. Es ist zweckmässig, die visuellen Inspektionen zusammen mit den mikrobiologischen und chemisch-physikalischen Inspektionen durchzuführen, um den dafür nötigen Personalaufwand zu begrenzen.

### Mikrobiologische und chemisch-physikalische Inspektionen

Die Richtlinie prSWKI RE200-02:2023 unterscheidet folgende mikrobiologische und chemisch-physikalische Inspektionen:

- Messungen und Prüfungen vor Ort im Intervall von 2 Wochen
- regelmässige Labormessungen und -prüfungen im Intervall von 3 Monaten

Regelmässige, in kurzen Zeitintervallen durchgeführte, mikrobiologische Messungen des Umlaufwassers vor Ort geben einen Schnellüberblick über den hygienischen Zustand der VKA und die Möglichkeit zur Intervention bei Auffälligkeiten.

Die in grösseren Zeitabständen zusätzlich durchgeführten, vom Resultat her genaueren Laborproben sollen die Ergebnisse der Messungen vor Ort bestätigen und zusätzlich eruieren, ob Legionellen vorhanden sind.

Bei den regelmässigen Messungen vor Ort, welche durch betriebsinternes und geschultes Personal durchgeführt werden können, sind auch Proben von Speise- und Umlaufwasser zu nehmen. Mittels Kurzanalyse ist die Konformität des pH-Werts, der Leitfähigkeit und der Gesamthärte zur Richtlinie SWKI BT102-01 zu bestätigen und allenfalls Korrekturmassnahmen zu treffen.

Kontamination	Laborproben		Massnahmen (Zusammengefasst. Details siehe prSWKI RE200-02)
	Vor Ort Proben Gesamtkeimzahl: Aerobe mesophile Keime (AMK) KBE/ml	Legionella (spp.)  KBE/l	
tief	<10'000	<1'000	Keine Massnahmen/ Beobachten (Visuelle Inspektion)
hoch	10'000–100'000	1'000–10'000	Bei bestätigter Nachbeprobung Ursachenermittlung und Mängelbeseitigung / Reinigung, gegebenenfalls Anpassung der Betriebsweise; erneute mikrobiologische Untersuchungen
massiv	> 100'000	>10'000	Bei bestätigter Nachbeprobung sofortige Stossdosierung mit Biozid. Zusätzlich Massnahmen wie bei Kontamination «hoch» allenfalls erneute Hygiene-Erstinspektion durch Fachperson

Tabelle 1: Mikrobiologische Grenzwerte und Massnahmen gemäss prSWKI RE200-02:2023

### Variation der Zyklen der Inspektionen

Die prSWKI RE200-02:2023 sieht vor, dass von den vorgängig erwähnten Zyklen für die visuellen und mikrobiologischen Inspektionen abgewichen werden kann und soll, d. h. diese zu verlängern oder zu verkürzen.

Eine Verkürzung des Zyklus zeigt sich an, wenn die VKA nicht in allen Punkten den Vorgaben der Richtlinien entspricht und als Ersatzmassnahme hierfür, oder wenn die VKA regelmässig Auffälligkeiten bei den mikrobiologischen Messungen zeigt.

Die Zyklen können auch verlängert werden, wenn die Ergebnisse der Risikobeurteilung und die Erfahrungen der bisherigen mikrobiologischen Laboruntersuchungen dies offensichtlich zulassen. Die Gründe für die Verlängerung der Zyklen sind zu dokumentieren und gleichzeitig ist festzulegen, durch welche Ereignisse derartige Änderungen der Intervalle wieder aufgehoben bzw. rückgängig gemacht werden müssen. Die Intervalle der mikrobiologischen Untersuchungen können gemäss prSWKI RE200-02:2023 maximal verdoppelt werden.

### Erfahrungen aus dem Betrieb und der Instandhaltung

Häufige Mängel an Anlagen:

- Fehlende, zu kleine, oder unzugängliche Revisionsöffnungen:
  - Verhindert die Möglichkeit für die visuelle Inspektion und Reinigung.
  - Verunmöglicht den Ausbau von Tropfenabscheider und Füllkörpern für Wartungsarbeiten.
- Umlaufwanne nicht im Gefälle oder falsch angeordnete Entleerung. Dies verunmöglicht die vollständige Entleerung der Wanne bei Winterbetrieb oder zu Reinigungszwecken.
- Versteckte Ecken und Kanten, welche nicht zu reinigen sind.
- Erwärmung oder Stagnation der Wasserzuleitung zur VKA führen zur Verkeimung.

- Kurzschluss zwischen Wassereinspeisung und Abschlämmung. Durch die nicht diagonale Anordnung ist die Durchmischung im Becken nicht gewährleistet
- Nicht zweckmässige Materialwahl, welche zu Korrosionen führt. Korrodierte Bereiche können wiederum besser vermeiden.

Herausforderungen zum Thema Hygiene bei laufendem Betrieb und der Instandhaltung:

- Hoher Nährstoffeintrag in die VKA durch die Nähe zu Natur oder «naturnahe» gehaltener Umgebung (z. B. extensiv begrünte Dachflächen) führt zur schnellen Verkeimung der VKA.
- Beeinträchtigung durch Tiere, z. B. Vogelkot.
- Wartung der Wasseraufbereitung an den Betriebszyklus der VKA anpassen. Nicht ordnungsgemäss gewartete Wasseraufbereitungsanlagen sind häufig Ursache von Verkeimungen in der VKA.
- Nicht fachgerecht durchgeführte (Klein-) Reparaturen. Z. B. kann falsche Materialwahl zu Korrosionen führen.
- «Ergänzende» Komponenten (Schalldämpfer, Filter usw.) werden nicht in die Inspektionen bzw. die Wartung miteingeschlossen
- Durch die Reinigung von VKA werden Biofilme gelöst und somit Mikroorganismen freigesetzt. Anschliessende mikrobiologische Messungen können dann temporär hohe Werte aufweisen.

## FÜHREND DURCH KNOW-HOW UND QUALITÄT

### Luftbefeuchtung



- Hybridbefeuchter
- Dampfbefeuchter
- Ultraschallbefeuchter
- Befeuchtung in KWL
- Mietgeräte

### Wasseraufbereitung



- Ionentauscher - Enthärtung
- Umkehrosmosen - Entsalzung
- Silberionisierung - Desinfektion

### Dienstleistungen



- Beratung
- Konzeption
- Montage - Inbetriebsetzung
- Wartung
- Ersatzteilservice
- Seminare und Trainings



# Aktionsplan Legionellosebekämpfung Bund – Rückblick und Ausblick



## Lukas Trümpi

BSc Energie- und Umwelttechnik  
Bundesamt für Energie  
Pulverstrasse 13, 3063 Ittigen  
www.bfe.admin.ch, lukas.truempi@bfe.admin.ch

### Ausgangslage

In der Schweiz ist Legionellose seit 1988 meldepflichtig. Seit 1996 hat die Anzahl der in der Schweiz registrierten Legionärskrankheits-Fälle stetig zugenommen. Der Anstieg der registrierten Fälle wurde durch die Covid-19-Pandemie gebremst, im 2022 lagen die Werte jedoch wieder auf dem Niveau von vor der Pandemie. Die Meldequote liegt aktuell bei 6,5 pro 100'000 Einwohner. Europaweit ist die Inzidenz mit 2,2 pro 100'000 Einwohner (Jahr 2021) deutlich

tiefer als in der Schweiz. Die Gründe für die Zunahme der registrierten Fälle sind bisher ungeklärt und wahrscheinlich multifaktoriell, wobei eine gewisse Saisonalität und regionale Verteilung festzustellen sind. Aufgrund der Natur und der Übertragungswege dieser Infektionskrankheit ist die Frage nach diesen Gründen nicht nur für das Bundesamt für Gesundheit (BAG) von Relevanz, sondern auch für das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) und für das Bundesamt für Energie (BFE).

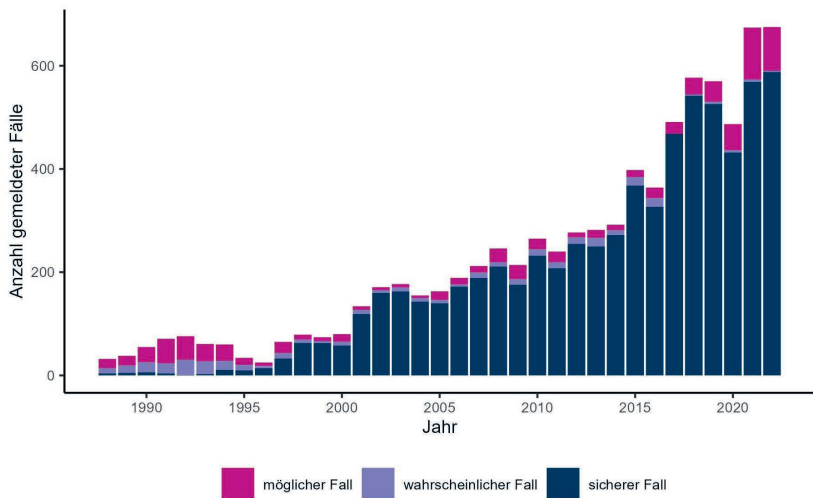


Abbildung 1: Fallzahlen von Legionellose in der Schweiz und Liechtenstein, 1988–2021. (Mögliche Fälle sind Infektionen mit einem Labornachweis aber ohne bekannte Pneumonie; wahrscheinliche und sichere Fälle haben einen Labornachweis und eine diagnostizierte Pneumonie. Nur sichere und wahrscheinliche Fälle werden für die Berechnung der Meldequote berücksichtigt.)

Quelle: Bundesamt für Gesundheit (BAG): Legionärskrankheit – Lagebericht Schweiz 2021

### Zusammenarbeit von BAG, BLV und BFE

Aufgrund der starken Zunahme von Legionärskrankheits-Fällen wurde 2019 zwischen den oben genannten Bundesämtern die Bildung eines Steuerungsausschusses sowie einer Fachgruppe zur Legionellosebekämpfung auf Stufe Bund beschlossen. Zu diesem Zweck wurde eine gemeinsame Absichtserklärung unterschrieben und ein Pflichtenheft für die Fachgruppe definiert.

Das Hauptziel dieser Zusammenarbeit besteht darin, die bundesweite Koordination zur Bekämpfung der Legionärskrankheit zu stärken. Dabei sollen Wissenslücken – möglichst auf aktuellen Entwicklungen in Forschung und Technik basierend – aufgearbeitet und darauf aufbauend neue Massnahmen erarbeitet oder bestehende Massnahmen verbessert werden. Mit einer zielgruppenorientierten Kommunikation soll die zweckmässige Umsetzung der Massnahmen sichergestellt werden.

### Laufende Aktivitäten

Zum besseren Schutz der Gesundheit der Bevölkerung besteht das übergeordnete Ziel darin, Aktivitäten zur Bekämpfung der Legionellose auf nationaler Ebene zu erarbeiten und umzusetzen. Für die Bekämpfung der Legionellose ist aufgrund derer Übertragungswege ein fach- und bereichsübergreifender Ansatz erforderlich. Dabei werden epidemiologische Aspekte (in der Zuständigkeit des BAG), Aspekte zur Überwachung des Dusch- und Badewassers (BLV) sowie energetische, planerische und bauliche Aspekte (BFE) gleichermaßen berücksichtigt.

Seit 2021 sind die betroffenen Bundesämter mit verschiedenen Massnahmen aktiv. Einerseits erhebt das BAG routinemässig die laborbestätigten Fälle von Legionellose in der Schweiz und wertet diese Daten zur Identifikation von lokalen Ausbrüchen und zur Erkennung von kurzfristigen sowie langfristigen Trends aus. Andererseits nimmt sich das BAG der Problematik an, dass über 70 % der gemeldeten Fälle eine unbekannte Exposition aufweisen. Um die Ansteckungs-

quellen (Exposition, Risikofaktoren) besser zu kennen und daraus zielgerichtete Präventionsmassnahmen abzuleiten, wird schweizweit eine Fall-Kontroll-Studie (Swiss-LEGIO) unter Verwendung von WGS (Whole Genome Sequencing) durchgeführt. Nach umfangreicher Vorbereitung hat die Studie Mitte 2022 gestartet und es wurden bereits zahlreiche Patientinnen und Kontrollpersonen rekrutiert, Interviews durchgeführt und Patienten- und Umweltproben untersucht. Erste Resultate bestätigen die Literatur bezüglich Charakteristik und Risikofaktoren der Fälle.

In Ergänzung zur SwissLEGIO-Studie befasst sich das BLV mit der Analyse der geltenden gesetzlichen Grundlagen und Identifikation von Lücken. Das wichtigste Ziel ist dabei der Gesundheitsschutz der Nutzerinnen und Nutzer. Es gilt aufgrund gesammelter Daten und neuer Erkenntnisse Kontroll- und Präventionsmassnahmen anzupassen und damit zukünftige Fälle zu vermeiden.

Ein in der Praxis breit angewendetes Werkzeug sind die BAG-/BLV-Empfehlungen zu Legionellen und Legionellose. Die Empfehlungen werden zurzeit revidiert, damit die praxisorientierten Handlungsempfehlungen für die betroffenen Zielgruppen wie Hauseigentümer:innen, Sanitärinstallateur:innen und weitere Akteur:innen auch zukünftig auf den neuesten Erkenntnissen aus der Wissenschaft basieren.

Eine einwandfreie Sanitärinstallation und deren sachgemässer Betrieb führen sowohl zu mehr Energieeffizienz als auch zur Einhaltung der Hygieneanforderungen. Um die vorhandenen Synergien zwischen Hygiene und Qualität in Gebäudetechnikinstallationen zu nutzen, integriert das BFE die jeweiligen Anforderungen in Informations- und Sensibilisierungsunterlagen und vorhandene Instrumente wie das Qualitätslabel Wärmepumpen-System-Modul (WPSM). Des Weiteren fliessen neuste Erkenntnisse aus Forschung und Wissenschaft und Hygieneempfehlungen in die betroffenen Aus- und Weiterbildungsangebote ein. Eine verstärkte

Kommunikation an die breite Bevölkerung und eine enge Zusammenarbeit mit Verbänden sind dabei entscheidend.

### **Forschungsprojekt LeCo**

Mit dem Ziel, die Ursachen der Verbreitung von Legionellen zu erforschen und Gegenmassnahmen zu entwickeln, hat 2020 das multidisziplinäre Forschungsprojekt LeCo «Legionellen-Bekämpfung in Gebäuden» gestartet. Die Arbeiten daran laufen noch bis Ende 2024. Mit den Ergebnissen möchten die genannten Bundesämter Betreibenden von Wasserversorgungen, Gebäudetechniker:innen, Sanitärinstallateur:innen und Gebäudebesitzer:innen sowie den kantonalen Lebensmittelvollzugsbehörden mehr wissenschaftliche Grundlagen zu den hygienischen Anforderungen an Wasser aus sanitären Systemen geben.



## Eine Wohnungsstation. Drei Schritte voraus.

Mit unserer **Regudis W-HTE**, der Lösung für *dezentrale Trinkwassererwärmung*, bist du auch morgen noch auf der sicheren Seite – denn sie bringt langfristig eine zuverlässige Trinkwasserhygiene. Die **Regudis W-HTE** ermöglicht dir auch eine erleichterte Planung und Selbstkontrolle nach SVGW und die tiefstmöglichen Primärtemperaturen nach SIA Warmwasserversorgungstyp 00. Trinkwasserhygiene? Mit der **Regudis W-HTE** sicher geregelt.

Oventrop ist der Partner für effizientes Wärmen, Kühlen und sauberes Trinkwasser – mit wegweisenden modularen Systemen und Services.

[regudis.ventrop.com](https://regudis.ventrop.com)



**oventrop**

Wir regeln das. Seit 1851.



# Legionellen – finden wir die Infektionsquellen?



**Markus Petzold**

Universitätsklinikum Dresden/Konsiliarlabor für Legionellen (D)  
Fetscherstr. 74, 01307 Dresden, Deutschland

[www.uniklinikum-dresden.de](http://www.uniklinikum-dresden.de), [markus.petzold@ukdd.de](mailto:markus.petzold@ukdd.de)

## Einleitung

Legionellen können beinahe jedes Süsswassersystem besiedeln, wodurch der Mensch ihnen täglich ausgesetzt sein kann. Dies erschwert bereits zu Beginn der Infektionsquellensuche im Falle einer Legionellen-erkrankung, die Quelle ausfindig zu machen. War es die Dusche, das Schwimmbad, die Ferienunterkunft, die Autowaschanlage oder eine der Rückkühlanlagen auf den Dächern der Stadt? Hinzu kommt: Legionelle ist nicht gleich Legionelle – und eine Infektionsquelle benötigt zunächst eine Infektion. Es ist ein sensibles Zusammenspiel aus klinischer Diagnostik und umweltanalytischer Detektivarbeit, um eine Quelle tatsächlich einer Infektion zuzuordnen.

## Einfach kann jeder

Schwenken wir direkt ans Ende der Suche nach einer Infektionsquelle. Juristisch sicher, absolut eindeutig sollte die Zuordnung der Quelle sein, das wäre schön. Um dies annähernd zu erreichen, sind Legionellenisolate notwendig, gewonnen aus klinischen Proben sowie Umweltproben. Dadurch kann mithilfe der Gesamtgenomsequenzierung und bioinformatischer Vergleichsanalysen, nach heutiger Kenntnis und methodischem Stand, äusserst zuverlässig eine Quelle zugeordnet werden.

Doch in der Realität findet sich diese Konstellation eher selten. Denn die meisten (80–90 %) Legionelleninfektionen werden über Urinantigenteste nachgewiesen. Diese Analysen sind schnell, wodurch eine rasche Therapie ermöglicht wird. Aber Urin eignet sich nicht, um Legionellen zu isolieren. Und sofern der Patient noch nicht beatmet werden muss, sind tiefe respiratorische Proben

zur Anzucht von Legionellen ebenfalls eher selten, da der Vorgang einer Lungenspülung den Patienten nicht unbedingt zugemutet werden möchte. Sofern doch respiratorische Proben vorliegen, dann sollten diese noch vor oder unmittelbar nach einer Antibiotikatherapie entnommen werden, da sonst die Chance auf eine Anzucht schwindet. Sofern alle Proben korrekt entnommen wurden, muss dann das Labor noch in der Lage sein, Legionellen kulturell nachzuweisen. Da dies ein langwieriger Prozess ist, wird im schnellen Diagnostikalltag der Legionellen-nachweis aus respiratorischen Proben über molekularbiologische Methoden mittels PCR abgekürzt. Es lässt sich an dieser Stelle bereits erkennen, dass die Ausgangssituation für eine Infektionsquellenuntersuchung bereits fraglich bis mangelhaft ist.

Sollte aber nun ein Legionellenisolat der erkrankten Person vorliegen, dann können sich die Detektive der Gesundheitsämter gute Chancen ausrechnen – sollte man zumindest meinen. Denn selbst nach bestem epidemiologischen Vorgehen und der Beprobung aller potenziellen Quellen, können die Legionellen, die vor zwei Wochen zum Zeitpunkt der Infektion vorhanden waren, heute schon nicht mehr nachweisbar sein. Technische Eingriffe und allgemeine Schwankungen der mikrobiellen Gemeinschaft in Wassersystemen können die Ermittlungen ins Leere führen lassen.

Doch gesetzt dem Fall, dass Legionellen kulturell (8–10 %) beim Patienten isoliert wurden und in einer potenziellen Quelle ebenfalls Legionellen nachgewiesen wurden, so müssen diese nicht zwingend gleich sein. Und wenn diese doch gleich sind, so

kann es vorkommen, dass eine ganze Region von einem Legionellentyp dominiert wird (Stichwort lokaler Klon). Und hier kommen dann auch tiefgreifende Methoden, wie die Gesamtgenomsequenzierung an Ihre Grenzen und benötigen spezielle Auswertetools.

### **Fazit**

Die Analyse von Infektionsquellen benötigt eine gute Ausgangslage, um überhaupt erfolgreich sein zu können. Sofern ein Patientenisolat vorliegt, erhöht sich die Chance, dass die Quelle zugeordnet werden kann drastisch (rund 60–70 % der Quellen können bei Vorliegen von Patient- und Umweltisolaten identifiziert werden). Jedoch ist der Aufwand sowohl zeitlich als auch personell hoch. Viele Akteure sind involviert, beginnend in der Klinik über das Gesundheitsamt zum Umwelt- sowie Speziallabor (Referenzzentrum). Um die Chance der Infektionsquellenidentifikation signifikant zu erhöhen, müssen die genannten Beteiligten informiert und geschult sein – beginnend beim den klinisch tätigen Kollegen und Kolleginnen, die neben dem Anspruch der direkten Patientenversorgung auch den Bereich des öffentlichen Gesundheitsschutzes berücksichtigen sollten. Für den öffentlichen Gesundheitsdienst ist anzuführen, dass ein Legionellenfall eine recht lange Bearbeitungszeit hat und die Ermittlungen leider oft nicht den erwünschten Erfolg bringen.

# Hygienisch perfektes Wasser

FÜR KÜHL- UND  
BEFEUCHTUNGSSYSTEME



BWT bietet einzigartige hygienische online Umkehrosmosegeräte mit anpassungsfähigen Permeatleistungen. BWT PERMAQ® Pico Vario, BWT Bestaqua Online sowie BWT UV-Systeme eignen sich besonders für den Einsatz in der Klimatechnik, für adiabate Befeuchtungstechnologien und für Kühlungssysteme.

# Epidemiologische Abklärungen zu Legionellosefällen in der Schweiz



## Fabienne Beatrice Fischer

MSc PhD

Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut

Kreuzstrasse 2, 4123 Allschwil

[www.swisstph.ch/en/staff/profile/people/fabienne-fischer](http://www.swisstph.ch/en/staff/profile/people/fabienne-fischer)

[f.fischer@swisstph.ch](mailto:f.fischer@swisstph.ch)

## Einleitung

Im Jahr 2021 wurden in der Schweiz etwa siebenmal so viele Fälle der Legionärskrankheit in der Schweiz gemeldet als noch zu Beginn des Jahrtausends. Die Legionärskrankheit ist eine schwere Lungenentzündung, welche durch verschiedene Spezies der Bakteriengattung *Legionella* verursacht wird. Auch in den vielen anderen Ländern, für welche Schätzungen der Fallzahlen vorliegen, zum Beispiel in Ländern Europas, den Vereinigten Staaten von Amerika und Kanada, wurde ein Anstieg der Fallzahlen beobachtet. Wie bei vielen (wieder-)aufflammenden Infektionskrankheiten ist nur wenig über die Epidemiologie bekannt, insbesondere über die verschiedenen Risikofaktoren und Quellen einer Infektion. Letzteres ist ein fundamentales Problem, da Legionellen in unserer alltäglichen Umgebung omnipräsent und die vermuteten Infektionsquellen zahlreich und vielfältig sind. Der Mangel an Wissen über die ursächlichen Zusammenhänge und die Dynamik der Legionärskrankheit in der öffentlichen Gesundheit stellt eine erhebliche Herausforderung für evidenzbasierte Präventions- und Kontrollmassnahmen dar. Aus diesem Grund werden in der Schweiz seit mehreren Jahren verstärkt wissenschaftliche Arbeiten zur Epidemiologie der Legionärskrankheit durchgeführt.

## Die Legionärskrankheit – eine meldepflichtige Krankheit

Fälle der Legionärskrankheit sind in der Schweiz gegenüber dem Bundesamt für Gesundheit meldepflichtig. Die Meldung erfolgt sowohl durch diagnostische Labore

als auch durch Kliniken. Diese nationalen Meldedaten zur Legionärskrankheit bilden die Grundlage für unsere derzeitigen Kenntnisse über die Epidemiologie dieser Krankheit. Die Analyse der Meldedaten ergab, dass zwischen dem Jahr 2000 und 2020, die jährliche Melderate der Legionellosefälle von 1,1 (Konfidenzintervall (KI): 0,9–1,4) auf 5,6 (KI: 5,1–6,1) pro 100'000 Einwohner stieg. Im Jahr 2020 wurden weniger klinische Meldeformulare eingesandt, so dass die Zahl der erfassten Fälle leicht zurückging. Wahrscheinlich ist dies auf eine Überlastung der meldenden Ärzte durch die COVID-19-Pandemie zurückzuführen. Der Mangel an klinischen Meldungen könnte zu einer Unterschätzung der Krankheitsfälle geführt haben, da die Falldefinition nur Krankheitsfälle mit einer klinisch nachgewiesenen Pneumonie als Legionärskrankheit einstuft. Überdies wurde im Jahr 2020 ein vorübergehender Rückgang der gemeldeten Fälle um 35 % beobachtet. Dieser Rückgang wurde mit COVID-19-Massnahmen wie Reisebeschränkungen und/oder damit verbundenen Änderungen im Verhalten in Verbindung gebracht. Im Jahr 2021 stiegen die Fallzahlen wieder an; die jüngsten Berichte des Bundesamtes für Gesundheit weisen eine Melderate der Legionärskrankheit von nunmehr 6,5 pro 100'000 Einwohner aus – eine der höchsten in Europa.

## Wie werden Legionärskrankheitsfälle erkannt?

Um die Meldedaten der Legionärskrankheitsfälle besser zu interpretieren, wurden Prozesse untersucht, die zur Diagnose und

Meldung von Krankheitsfällen beitragen. Die Positivitätsrate, welche die Anzahl der positiven Legionellenbefunde mit der Anzahl der in schweizerischen medizinischen Laboratorien durchgeführten diagnostischen Tests in Beziehung setzt, wurde über einen Zeitraum von zehn Jahren bestimmt. Die Gesamtzahl der diagnostischen Tests hat sich zwischen 2007 und 2016 mehr als verdoppelt. Der Urin-Antigentest wird Meldungen zufolge am häufigsten verwendet und wurde in den letzten 20 Jahren stets in über 80 % aller gemeldeten Legionärskrankheitsfällen in der Diagnostik eingesetzt. Der grösste Schwachpunkt dieses Tests ist seine mangelnde Sensitivität, die sich auf den Nachweis nur einer Spezies, nämlich *Legionella pneumophila* Sero-Gruppe 1 beschränkt. Die Entscheidung über den Einsatz diagnostischer Verfahren richtet sich nach klinischen Leitlinien.

In den klinischen Leitlinien für die Diagnose und Behandlung der ambulant erworbenen Lungenentzündung wird eine ätiologische Untersuchung im ambulanten Bereich nicht empfohlen. Daher stammt der grösste Teil der gemeldeten Legionärskrankheitsfälle aus Krankenhäusern. Die Hospitalisierungsrate der gemeldeten Fälle ist für gewöhnlich hoch (89,9 %). Das Ausmass und die Bedeutung von unerkannten, leichten Legionärerkrankungen für die öffentliche Gesundheit bleibt weiterhin unbekannt.

Der Anteil der schweren Fälle, die durch eine frühere Erkennung verhindert werden könnten, ist ebenfalls unbekannt. Die Sterblichkeitsrate der gemeldeten Legionärskrankheitsfälle ist zwischen 2000 und 2020 von 7,7 % auf 3,6 % gesunken. Ein Vergleich von Krankenhausstatistiken zeigt indessen, dass die Sterblichkeitsrate im Durchschnitt um 30 % unterschätzt wird. Aber selbst unter Berücksichtigung dieser Unterschätzung scheint die Todesfallrate von ca. 5,1 % in der Schweiz etwas niedriger zu sein als die des europäischen Durchschnitts von 8 %.

### **Sind die saisonalen und regionalen Schwankungen auf grossräumige Risikofaktoren zurückzuführen?**

Abgesehen von der langfristigen zeitlichen Entwicklung unterliegt die Legionärskrankheit in der Schweiz einer ausgeprägten Saisonalität; 37 % aller Fälle ereignen sich in den Sommermonaten von Juni bis August.

Hinsichtlich der regionalen Verteilung innerhalb der Schweiz meldete der Kanton Tessin in der Südschweiz mit 14,3 Fällen pro 100'000 Einwohner (KI: 12,6–16,0) kontinuierlich höhere Pro-Kopf-Fallzahlen der Legionärskrankheit als andere Kantone. Für die Jahre 2017–2021 wurden weite Teile des Kantons überdies als statistisch signifikanter, regionaler Hotspot identifiziert. In den letzten Jahren sind die Fallzahlen im Tessin allerdings rückläufig, während sie in den übrigen Regionen der Schweiz zunehmen.

Die Gründe für die Saisonalität und die regionale Heterogenität sind bislang noch unklar, aber es ist anzunehmen, dass Risikofaktoren, die grossräumig wirken, z. B. Witterungsbedingungen und der Luftverschmutzung, zu diesen Schwankungen beitragen.

Wir fanden Hinweise auf einen unmittelbaren Zusammenhang von erhöhter Tagesmitteltemperatur und mittlerem Tagesdampfdruck 6–14 Tage vor Krankheitsausbruch mit der Legionärskrankheit. Darüber hinaus fanden wir auch Anzeichen für einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Legionärskrankheit und dem Grad der Luftverschmutzung. Diese müssen sich aber in weiteren Forschungsarbeiten noch bestätigen.

### **Herausforderungen in der Abklärung der Infektionsquellen**

Die Untersuchung kleinräumiger Risikofaktoren und Expositionsorte ist für zielgerichtete Präventions- und Bekämpfungsmassnahmen von zentraler Bedeutung. Aufgrund der Erkrankungsdynamik und der Bedeutung

von Wasserversorgungssystemen bei der Übertragung von Legionellen, ist die Untersuchung jedoch äusserst komplex und erfordert geeignete Forschungsmethoden sowie ein breites Spektrum an Expertenwissen.

Die Legionärskrankheit ist auch heute noch vergleichsweise selten. Seltene Krankheiten werden üblicherweise in Fall-Kontroll-Studien untersucht, da hierbei gezielt Krankheitsfälle in die Studie eingeschlossen werden. Allerdings müssen sich Fall-Kontroll-Studien auf Selbstauskünfte der Studienteilnehmer stützen, um die Risikoexposition zu ermitteln. Selbstauskünfte sind allerdings oft abhängig von der Wahrnehmung und dem Erinnerungsvermögen der Teilnehmer. Diese Problematik wird durch die Inkubationszeit der Legionärskrankheit, welche bis zu 14 Tage dauern kann, verschärft. Somit ist der Zeitpunkt der Datenerhebung zeitlich weit nach der relevanten Exposition, was die Erinnerung erschwert. Zudem ist der Gesundheitszustand der Patienten oft schlecht.

Eine vergleichende Genomanalyse liefert, besonders und ausschliesslich in Verbindung mit epidemiologischen Daten, den aussagekräftigsten Hinweis auf eine Infektionsquelle. Dabei werden Isolate von Legionellen aus den unteren Atemwegen der Patienten und von der vermuteten Infektionsquelle mittels Ganzgenomsequenzierung verglichen. Klinische Isolate sind jedoch nur selten vorhanden, da Proben der unteren Atemwege oft nicht entnommen oder nicht auf Legionellen getestet werden. Das Vorgehen zur Entnahme und Analyse von Umweltproben birgt weitere Schwierigkeiten in sich. Durch die Ökologie der Legionellen (z. B. ihrem intrazellulären Vorkommen in Amöben) können sie nicht immer gleich gut in der Umwelt nachgewiesen werden. Zudem lassen sich Legionellen nur schwer kultivieren.

### **Das SwissLEGIO-Forschungsprojekt**

Um die Herausforderungen zu meistern und mögliche Infektionsquellen zu identifizieren, konzipierte das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) eine einjährige, nationale Fall-Kontroll-Studie, die

mit einer molekularen Untersuchung der Infektionsquellen kombiniert wurde. Die Studie hat zum Ziel, die patienten-, verhaltens- und umweltbedingten Risikofaktoren sowie die einzelnen Infektionsquellen zu ermitteln. Die Studie wird gegenwärtig in der gesamten Schweiz in Zusammenarbeit mit anderen Forschungspartnern umgesetzt.

### **Fazit**

Der Anstieg an gemeldeten Legionärskrankheitsfällen lässt sich vermutlich zumindest teilweise auf Veränderungen in der tatsächlichen Krankheitsinzidenz zurückführen und stellt nicht nur ein Überwachungsartefakt dar. Die klinischen Leitlinien für die ätiologische Untersuchung von Pneumoniefällen, die sich auf die Fallerkennung und folglich auf die gemeldeten Zahlen auswirken, sind seit langem für hospitalisierte Pneumoniepatienten standardisiert. Ebenso sind die verwendeten diagnostischen Testmethoden weitgehend unverändert geblieben. Die Erklärung des Anstieges als Überwachungsartefakt ist laut einer Hypothese potenziell auf die zunehmende Sensibilisierung der Ärzte für Legionellen und einer daraus folgenden erhöhten Fallerkennung zurückzuführen. Es ist jedoch anzunehmen, dass die Testprotokolle aus den klinischen Leitlinien auch in der Vergangenheit angewandt wurden. Ausserdem sollte der Einfluss der wachsenden Sensibilisierung der Ärzte mit der Zeit abnehmen und zu einem Plateau der gemeldeten Fälle führen. Doch auch nach 20 Jahren zeigt der Anstieg der Fallzahlen der Legionärskrankheit jedoch keinerlei Anzeichen einer Verlangsamung.

Angesichts des Klimawandels, der Urbanisierung und den demographischen Veränderungen wird die Zahl der beobachteten Legionärskrankheitsfälle in der Schweiz und im Ausland voraussichtlich weiter ansteigen. Um diese Entwicklung zu stoppen, ist ein ganzheitlicher Ansatz erforderlich, der gezielte und evidenzbasierte Massnahmen für eine gesunde (gebaute) Umwelt ermöglicht.

**STF W**

SCHWEIZERISCHE  
TECHNISCHE FACHSCHULE  
WINTERTHUR

**Wenig Theorie-Blabla. Viel Praxis-Aha!**

**Wir machen Sie zur echten Fachperson!**

«Für eine nachhaltige Zukunft bilden wir an der STFW die Fachexperten von morgen aus – von der Trinkwasserhygiene, über die Probenahme Legionellen bis zur Hygiene bei raumlufttechnischen Anlagen. Entdecken Sie unsere Weiterbildungsangebote unter [www.stfw.ch/gt](http://www.stfw.ch/gt) »



Beat Amstutz  
Leiter Bildung Gebäudetechnik STFW



# Patronat



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI  
**Bundesamt für Gesundheit BAG**

**HSLU** Hochschule  
Luzern

# Tagungspartner



**MINER****GIE**®



**sia**

schweizerischer ingenieur- und architektenverein  
société suisse des ingénieurs et des architectes  
società svizzera degli ingegneri e degli architetti  
swiss society of engineers and architects

 **suissetec**





# Sponsoren – Gönner



# Sponsoren – Aussteller





Engineering + Consulting

**Der Mensch soll nicht an seinen Gebäuden erkranken.**

Bewirb dich jetzt.



**Enthärtungsanlagen  
für Einfamilienhäuser,  
Gewerbe und Industrie.**

**Wyss Wassertechnik** 

Wasseraufbereitung  Wasserbehandlung  Entkalkung

8405 Winterthur, Telefon 052 233 50 60, [wyss-wassertechnik.ch](http://wyss-wassertechnik.ch)

# Herzlichen Dank für Ihre Teilnahme!

Auf Wiedersehen an der **8. Schweizer Hygienetagung**  
Freitag, 24. Januar 2025



## Benno Zurfluh

**OK-Präsident, Moderation Lufthygiene**

Benno Zurfluh GmbH  
Paracelsusweg 7, 6370 Stans  
[www.bennozurfluh.ch](http://www.bennozurfluh.ch)  
[kontakt@bennozurfluh.ch](mailto:kontakt@bennozurfluh.ch)



## Stefan Kötzsch

**Moderation Wasserhygiene**

Vadea AG  
Bahnhofplatz 1c, 8304 Wallisellen  
[www.vadea.ch](http://www.vadea.ch)  
[stefan.koetzsch@vadea.ch](mailto:stefan.koetzsch@vadea.ch)



## GROSSER EINSATZ FÜR DIE LÜFTUNGSHYGIENE.

HCN Clean AG, Sinslerstrasse 116, 6330 Cham  
[www.hcnclean.ch](http://www.hcnclean.ch)

Eine Partnerfirma der Clima Nova AG und der BN Control AG

**HCN Clean** AG  
Lüftungshygiene