



Leitlinie der DGKH

Hygiene-Empfehlungen zu dezentralen Sekundärluftkühlgeräten (Umluftkühlgeräten)

Sektion Krankenhausbau und Raumluftechnik der DGKH

■ Geltungsbereich

Diese Leitlinie gilt für Gebäude und Räume des Gesundheitswesens, in denen medizinische Maßnahmen direkt am Patienten durchgeführt werden, sowie die entsprechenden Nebenräume. Hierzu zählen beispielhaft:

- Krankenhäuser,
- Tageskliniken,
- ambulante Operationszentren/-einrichtungen,
- Eingriffs-, Untersuchungs-/Behandlungsräume in Arztpraxen,
- Dialysezentren sowie
- interne und externe Einheiten für die Aufbereitung von Medizinprodukten (AEMP).

Die Leitlinie konzentriert sich auf dezentrale, ortsfeste sowie mobile Sekundärluftkühlgeräte/Umluftkühlgeräte. Anforderungen zur Luftreinigungsleistung dieser Geräte werden nicht formuliert. Sie sind projektbezogen festzulegen und mit geeigneten Techniken zu erfüllen. Hierbei sind die grundlegenden Anforderungen der DIN 1946-4: 2018-09 zu beachten. Die in dieser Leitlinie formulierten Anforderungen schließen Geräte mit Luftreinigungsfunktion durch Filter ein.

■ Einsatz von Sekundärluftkühlgeräten

In den oben genannten Einrichtungen des Gesundheitswesens finden sich häufig dezentrale Sekundärluftkühlgeräte. Sie werden vor allem dort installiert,

- wo sich viele Menschen aufhalten oder bewegen (z.B. Belastungs-EKG),
- wo über lange Zeit Wärme-abgebende Geräte eingeschaltet sind (z.B. in Ultraschalluntersuchungsräumen)
- und wo Solareinstrahlung zu unangenehmen Raumtemperaturen führt.

Durch das immer wärmere Außenklima ergibt sich zunehmend auch im Gesundheitswesen die Notwendigkeit, mindestens im Sommer Innenräume zu kühlen.

Dezentrale Sekundärluftkühlgeräte haben gegenüber zentralen raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) den Vorteil, dass sie raum- und bedarfsbezogen eingesetzt bzw. nachgerüstet werden können. Ferner erfordern ihre Installation und ihr Betrieb wesentlich geringere bzw. bei mobilen Geräten keine Baumaßnahmen im Vergleich zum Umbau/Neubau einer zentralen raumluftechnischen Anlage.

Allerdings liefern sie keine Frischluft, sodass bei Neubauten immer die Bevorzugung einer zentralen RLT-Anlage zu prüfen ist. Bei mobilen Geräten sind ggf. bauseitig Möglichkeiten für die Abführung der warmen Luft erforderlich.

■ Risiken

Dezentrale Sekundärluftkühlgeräte können aus krankenhaushygienischer Sicht unten genannte Risiken generieren. Der Einsatz dieser Geräte bedarf daher einer differenzierten Betrachtung und risikobasierten Bewertung der für die Planung sowie den späteren Betrieb zuständigen Personen. Hierbei ist der Krankenhaushygieniker/die Krankenhaushygienikerin sowie ggfs. die zuständige Überwachungsbehörde einzubeziehen.

Da warme Luft mehr Feuchtigkeit (Wasser) aufnehmen kann als kalte, kommt es im Rahmen der Kühlung zur Kondensation von Wasser. Dieses muss optimaler Weise unter Zuhilfenahme einer Kondensatpumpe abgeführt werden. In schlecht konstruierten und gewarteten Sekundärluftkühlgeräten kann der Verbleib von Kondensatwasser, z.B. in Kondensatwannen, zur Vermehrung von Bakterien und Pilzen im Geräte-

Mitglieder der Sektion Krankenhausbau und Raumluftechnik

- Wolfgang Büchel, Labor Dr. Stein, Mönchengladbach
 Prof. Dr. med. Clemens Bulitta, OTH-Amberg-Weiden
 Dr. med. Maïke Herz, UKSH Campus Kiel
 Dr. rer. nat. Lars Jurzik, Landesuntersuchungsamt RLP, Trier
 Dr. med. Stefan Knapp, Helios Kliniken BW
 Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Külpmann, Hochschule Luzern
 PD Dr. med. Frank-Albert Pitten, iki GmbH, Gießen (stellv. Vorsitzender)
 Prof. Dr. med. Prof. h.c. (MGN) Walter Popp, HyKoMed Dortmund
 Uwe Schlotthauer, Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg
 Dr. med. Johannes Tatzel, Klinikum Heidenheim (Vorsitzender)
 Prof. Dr. med. Matthias Trautmann, Klinikum Stuttgart
 Dr. rer. nat. Frank Wille, Hybeta GmbH, Münster
 Dr. med. Peter Witte, Mühlenkreiskliniken, Minden

Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene / German Society of Hospital Hygiene

Joachimsthaler Straße 10
 10719 Berlin, Germany
 Tel: +49 30 88727 3730
 Fax: +49 30 88727 3737
 E-Mail: info@krankenhaushygiene.de
 Internet: www.krankenhaushygiene.de

inneren und damit zu einer erhöhten Belastung der Zuluft und im weiteren auch der Raumluft mit Mikroorganismen und Toxinen führen.

Eine Vermehrung von Viren kann in Sekundärluftkühlgeräten mangels geeigneter Wirtszellen nicht erfolgen, folglich ist die Viruslast der Zuluft gegenüber der angesaugten Raumluft nicht erhöht.

Im Rahmen der COVID-19-Pandemie erfolgten zahlreiche Untersuchungen zur Ausbreitung von infektiösen Aerosolen. Ob Sekundärluftkühlgeräte Aerosole beschleunigen und die Aerosolausbreitung vergrößern können, ist Bestandteil der aktuellen Forschung (Guenther et al. 2020).

Die meisten derzeit verbauten oder mobilen Sekundärluftkühlgeräte verfügen nur über einen Grobfilter an der Ansaugung, um das Gerät vor Verschmutzung zu schützen. Die von ihnen in den Raum abgegebene Zuluft wird nicht gefiltert. Für diese Geräte gibt es nur äußerst wenige veröffentlichte Untersuchungen zur Qualität der von ihnen abgegebenen Luft. Vor über 15 Jahren werteten Popp et al. (2005) Messungen an 38 solcher Sekundärluftkühlgeräte aus (siehe Tabelle 1).

Die Partikelkonzentrationen waren in Räumen mit Sekundärluftkühlgeräten statistisch signifikant erniedrigt. Für die Keimbelastung konnte jedoch nur ein Trend zu niedrigeren Werten in Räumen mit Kühlgeräten beobachtet werden. Eine mögliche Erklärung für die erniedrigte Partikel- und Keimbelastung ist, dass das Kondenswasser in den Geräten Aerosole bindet und somit auch die in diesen Aerosolen vorhandenen Partikel und Mikroorganismen aus

der Raumluft entfernen konnte. Folglich ist durch die Installation/das Aufstellen von Sekundärluftkühlgeräten bei turnusgemäßer technisch-hygienischer Wartung und Vermeidung eines Aufstaus von Kondenswasser zumindest nicht mit einer Zunahme der Keimlast in der Raumluft, ggf. sogar mit einer Reduktion der mikrobiellen Belastung in derselben zu rechnen. Je nach Filterleistung kann dieser positive Effekt optimiert werden.

Untersuchungen einer bislang noch unveröffentlichten Bachelorarbeit aus der technischen Hochschule Mittelhessen wiesen nach, dass die Kontamination der inneren Oberflächen von Sekundärluftkühlgeräten durch das Einsetzen eines Feinfilters (ISO ePM1 ≥ 50%) am Geräteeingang deutlich reduziert werden konnte. Außerdem führten endständig montierte Feinfilter (ISO ePM1 ≥ 80%) in dieser Untersuchung zu einer deutlichen Verringerung der Luftkeimzahlen im Zuluftstrom (Weber 2019).

Regulatorische Vorgaben

Generelle Basisanforderungen zur Lufthygiene an zentrale und dezentrale RLT-Anlagen beschreibt seit rund 20 Jahren die VDI 6022. Danach sind nicht nur für zentrale, sondern auch für dezentrale Anlagen (also z.B. Sekundärluftkühlgeräte) regelmäßige Hygieneinspektionen und Anforderungen an die Ausführung formuliert.

Neben den Anforderungen der VDI 6022 Blatt 1 2018 gelten für die Lüftungstechnik der Räume des Gesundheitswesens die Anforderungen der DIN 1946-4. In der Ausgabe von 09-2018 werden erstmals weitergehen-

de Anforderungen an dezentrale Klimageräte (Sekundärluftkühlgeräte) gestellt. Diese müssen mit einer zweistufigen Filterung ausgestattet sein: mit der Filterstufe ISO ePM1 ≥ 50% (entsprechend F7-Filter nach alter Klassifikation) am Geräteeintritt (also in der Sekundärluft) und der Filterstufe ISO ePM1/≥80% (entsprechend F9-Filter nach alter Klassifikation) am Geräteaustritt (also in der Zuluft).

Die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) führt in der Empfehlung zu Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten aus dem Jahr 2021 aus, dass Patienten mit sehr schwerer Immunsuppression (Risiko-gruppe 3) während der stationären Therapie in Räumlichkeiten mit HEPA-gefilterter Luft (Filterklasse H13) und Überdruck zur Umgebung behandelt werden sollen. Mobile Geräte werden hierfür nicht mehr als geeignet aufgeführt (KRINKO 2021).

Weiterbetrieb von vorhandenen Sekundärluftkühlgeräten

Der Weiterbetrieb von vorhandenen Sekundärluftkühlgeräten muss von der Haustechnik in Absprache mit dem Krankenhaushygieniker/der Krankenhaushygienikerin und der jeweiligen Abteilung geprüft werden. Dabei sind insbesondere die Notwendigkeit und mögliche Risiken gegeneinander abzuwägen. Falls möglich, sollte eine Aufrüstung mit stärkerer Filtrationsleistung angestrebt werden. Bereits F7-Filter in der Zuluft reduzieren Partikel im

Tabelle 1: Partikel- und Keimbelastung an 38 Umluftkühlgeräten (Popp et al. 2005)

Ort der Messung	Anzahl Partikel der Größe		Koloniebildende Einheiten (KBE)/m ³	
	≥0,5 µm × 10 ³ /m ³	≥5 µm × 10 ³ /m ³	Bakterien	Pilze
direkt am Zuluftdurchlass	556,2 (33,4 - 7626,4)	1,6 (0,047 - 27,9)	226 (15 - 950)	26 (0 - 205)
am Arbeitsplatz im Raum	579,1 (36,1 - 8030,2)	2,3 (0,3 - 24,6)	263 (20 - 1685)	27 (0 - 210)
Vergleichsräume ohne Kühlgerät	12717,4 (543,3 - 35314,6)	28,7 (6,5 - 75,1)	329 (75 - 940)	k.A.

Angegeben sind Mittelwerte (Streubereich)

Bereich 0,3–1 μm um 40–65%, im Bereich $<0,3 \mu\text{m}$ jedoch deutlich weniger. Eine fast vollständige Abscheidung wird durch H14-Filter erreicht (VDI 3803 Blatt 4). Voß et al. (2020) erwarten auch für Viren eine verbesserte Abscheidung allein durch Verwendung höherer Filterklassen.

■ Neuanschaffung von Sekundär-luftkühlgeräten

Bei der Neuanschaffung sollen die nachfolgenden Aspekte berücksichtigt werden.

Konstruktionsanforderung unter hygienischen Aspekten:

Oberflächen in dezentralen Geräten müssen im luftführenden Bereich aus Materialien bestehen, die weder gesundheitsgefährdende Stoffe emittieren noch einen Nährboden für Mikroorganismen bilden. Hierzu ist sicherzustellen, dass ausschließlich solche Geräte und Anlagenteile verwendet werden, die keine gesundheitsschädlichen Stoffe, Fasern und Gerüche in den Luftstrom bzw. die Räume abgeben und das Wachstum von Mikroorganismen nicht fördern. Die Materialien der Gehäusekonstruktion sowie die Einbauteile, die mit dem Luftstrom in Berührung kommen, müssen desinfektionsmittelbeständig sein. Poröse Auskleidungen im Luftstrom sind mit einem geeigneten abriebfesten Material abzudecken.

Die Geräte inkl. der luftführenden Oberflächen (auch Dichtungen an Filterelementen) sind konstruktiv und fertigungstechnisch so zu gestalten, dass möglichst keine Schmutzablagerungen entstehen.

Daraus folgen nachstehende Kriterien:

- keine unzugänglichen Hohlräume
- leichte Reinigbarkeit des Wärmetauschers
- Luftfilterung gemäß DIN 1946-4
- Reinigungsfähigkeit von Ventilator/Induktionsdüsen
- einfache Reinigungsfähigkeit der Kondensatwanne (eine problemlose Entnahme ist sinnvoll, um den Aufwand der regelmäßigen desinfizierenden Reinigung zu verkürzen)
- sicheres und vollständiges Ableiten des Kondensats aus dem Luftstrom
- Kondensatpumpe außerhalb des Luftstroms

Register und Kondensatwanne müssen in Stillstandzeiten trocken sein. Hier-

zu ist nach Entfall der Kühlanforderung eine ausreichend bemessene Nachlaufphase vorzusehen (Ventilator und ggf. Kondensatpumpe). Es darf zu keiner Durchfeuchtung der zweiten Filterstufe kommen. Weiterhin ist konstruktiv zu verhindern, dass die Filter bei der Außenreinigung des Gerätes beschädigt werden können.

Sicherungseinrichtung:

Unkontrolliertes Überlaufen der Kondensatwanne (beispielsweise durch Verstopfung oder Ausfall der Kondensatpumpe) ist auszuschließen. Hierzu sind geeignete Sicherungseinrichtungen vorzusehen (beispielsweise eine Abschaltung des Gerätes mit optischer/akustischer Störungsmeldung).

Luftfilter:

Die Anforderungen der DIN 1946-4 und der VDI 6022 an Filter, Dichtungen sowie deren Einbau sind zu beachten.

Geräteaufstellung in Technikräumen:

- Aus hygienischen Gründen sind keine Anforderung an die Filterstufe/n nötig, aus technischer Sicht ISO ePM10 $\geq 50\%$ (alt: M5) empfehlenswert.
- Der Raum sollte zu allen angrenzenden Räumen im Unterdruck stehen. Alternativ sollte die Tür zum angrenzenden Bereich luftdicht abschließen.

Aufstellung in administrativ genutzten Räumen / Bereichen ohne Patientenverkehr:

- Mindestens saugseitiger Filter mit ISO ePM1 $\geq 50\%$ (alt: F7) nach VDI 6022:2018-01.

Öffentliche Flächen und Aufenthaltsbereiche (z.B. Flure, Eingangsbereiche, Wartezimmer):

- Mindestens saugseitiger Filter mit ISO ePM1 $\geq 50\%$ (alt: F7) nach VDI 6022:2018-01, vorzugsweise druckseitiger Filter der Klasse F9 (ISO ePM1 $\geq 80\%$).

Räume und Bereiche, in denen medizinische Maßnahmen direkt am Patienten durchgeführt werden (Patientenzimmer, Untersuchungsräume) sowie hygienisch relevante Bereiche (Bsp.: AEMP, reine Arbeitsräume, Lagerräume für Medizinprodukte):

- Saugseitiger Filter mindestens F7 (ISO ePM1 $\geq 50\%$) und druckseiti-

ger Filter mindestens F9 (ISO ePM1 $\geq 80\%$).

Weitere hygienische Hinweise und Empfehlungen:

Wenn ein Anfall von Kondensat technisch nicht grundsätzlich vermieden werden kann, ist eine Kondensatableitung in einem geschlossenen System aus dem Raum auszuführen. Dies ist z.B. über den Anschluss an die Abwasserleitung möglich. Dieser muss jedoch durch einen freien Auslauf gegen retrograde Kontaminationen und aufsteigende Geruchsbildungen vom Abwassersystem gesichert sein (VDI 6022-1). Ein Verdunsten von Kondenswasser im Zuflutstrom ist nicht zulässig.

■ Wartung, Reinigung, Desinfektion

Die Herstellerangaben zum Umfang und zur Häufigkeit der Wartung, Reinigung und Desinfektion, mindestens jedoch die Intervalle der VDI 6022-Blatt 1 Tabelle 8 Punkt 2 (bspw. Punkt 2.6 Kondensatwanne alle 3 Monate im Entfeuchtungsfalle), sind einzuhalten. Es ist empfehlenswert, die Wartungsintervalle an den Hauptbetriebszeiten auszurichten. Bei Wartung, Reinigung, Desinfektion und Filterwechsel ist auf entsprechende Schutzkleidung zu achten. Benutzte Filter müssen in reißfeste Plastiksäcke entsorgt werden, die vor Ort verschlossen werden. Sie können dann dem Hausmüll zugeführt werden.

Es sind Regelungen mit dem Krankenhaushygieniker zu treffen, wie bei Aufenthalt von infektiösen Patienten (z.B. Tbc) zu verfahren ist (z.B. Art der Reinigung und Desinfektion des Gerätes im Rahmen der Schlussdesinfektion oder Abschaltung/Entfernung des Gerätes).

■ Hygieneinspektionen/Hygienekontrollen

- Entsprechend VDI 6022 Blatt 1.
- Qualifiziertes Personal, Kategorie A nach VDI-MT 6022 Blatt 2.
- Inspektionen: Mindestens alle 3 Jahre.
- Umfang entsprechend VDI 6022-1, Punkt 7.4 „Hygieneinspektion“. Hierbei sind die gerätespezifischen Merkmale zu berücksichtigen.
- Mikrobiologische Oberflächenproben und/oder Luftkeimmessungen sowie ggf. weitere Maßnahmen sind mit dem Krankenhaushygieniker abzusprechen (AWMF 2013).

■ Literatur:

- AWMF: Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen (RLTA). HygMed 2013, 38, 84–86
- DIN 1946-4: Raumluftechnik – Teil 4: Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens. 2018-09
- Guenther T, Czech-Sioli M, Indenbirken D, Tenhaken P, Exner M, Ottinger M, Fischer N, Grundhoff A, Brinkmann M. Investigation of a superspreading event preceding the largest meat processing plant-related SARS-Coronavirus 2 outbreak in Germany. 2020
- KRINKO: Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten. Bundesgesundheitsbl 2021, 64:232–264
- Popp W, Hansen D, Hilgenhöner M. Hygienische Qualität von Umluftkühlgeräten. Poster, GHU-Kongress 2005
- VDI 6022 Blatt 1: Raumluftechnik, Raumlufqualität – Hygieneanforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln). 2018
- VDI-MT 6022 Blatt 2: Raumluftechnik, Raumlufqualität – Qualifizierung von Personal für Raumluftechnik und Raumlufbefeuchtung. 2020
- Voß S, Gritzki A, Bux K. Infektionsschutzgerechtes Lüften – Hinweise und Maßnahmen in Zeiten der SARS-CoV-2-Epidemie. Baua, September 2020
- VDI 3803 Blatt 4: Entwurf: Raumluftechnik – Geräteanforderungen – Luftfiltersysteme (VDI-Lüftungsregeln). 2018, Beuth Verlag
- Weber K. Überprüfung der Aussagekraft von Luftkeimzahlmessungen bei Sekundärluftkühlgeräten in Bezug auf die mikrobielle Oberflächenkontamination. Bachelorarbeit THM-Mittelhessen, FB 4, 2019 (unveröffentlicht)