

**Dr. Andreas Bempohl**

Biotec GmbH

D-33332 Gütersloh



---

## Übertragung von Viren durch RLT-Anlagen und Inaktivierung durch UVC-Strahlung

### Einleitung

Mit der VDI Richtlinie 6022 2. Auflage/Juli 2007 liegt ein Regelwerk vor, das den Stand der Technik im Bereich der Lüfthygiene von Raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) definiert. Als Kernaussage der VDI 6022 kann hierbei gelten, dass die Zuluft in keiner Kategorie (organische, anorganische, biologische Inhaltsstoffe) schlechter sein darf als die Vergleichsluft (in der Regel die Außenluft). Unter den biologischen Inhaltsstoffen sind vor allem Infektionserreger zu verstehen, die den Respirationsstrakt des Menschen kolonisieren können.

Als mikrobielle Infektionserreger des Atemtraktes sind Bakterien und Pilze zu benennen, aber auch Viren stellen einen wesentlichen Anteil der Erreger von Atemwegsinfektionen dar. Bei vielen Infektionserkrankungen des oberen Atemtraktes in den Wintermonaten ist stets eine initiale Virusinfektion zu beobachten, und erst sekundär entwickelt sich dann eine bakterielle Superinfektion. Das virale Erregerspektrum umfasst hierbei Adenoviren, Coronaviren, RS-Viren, Rhinoviren, Influenza A und B Viren sowie Parainfluenzaviren und Enteroviren.

Derzeit ist wenig über die Infektiosität von Viren nach längerer Luftexposition bekannt, wobei es zahlreiche Literaturhinweise über den Transfer von Viren über das Medium Luft gibt. So ist beispielsweise für das Norovirus, einem wichtigen Erreger der Gastroenteritis bekannt, dass er äußerst umweltstabil und infektiös ist. Die Infektionsdosis liegt hier bei 10-100 Partikeln. Bei einmaligem Vomittieren können durchaus bis zu  $3 \times 10^7$  Viren in Form von Aerosolen freigesetzt werden. Ein Transfer von Viren über RLT-Anlagen mit Umluftanteil wäre denkbar.

Nach VDI 6022 sind in RLT-Anlagen Filterelemente der Klasse F5 im Umluftbetrieb einzusetzen. Im Bereich der Zuluft ist mindestens ein F7 Filterelement zu verbauen.

In dieser Studie wurde die Stabilität von Viren-aerosolen in einer RLT-Versuchsanlage analysiert und das Rückhaltevermögen von F5- und F7-Filterelementen für Virus-aerosole überprüft. Darüber hinaus wurden verschiedene UVC-Systeme in die Versuchsanlage integriert und die Inaktivierungsraten bei eingeschalteter UVC unter Standardbetriebsbedingungen gemessen.

## Material und Methoden

Die Versuchsanordnung ist im Folgenden dargestellt und bietet die Möglichkeit, optional Filterelemente bzw. UVC in den Luftstrom einzubringen.

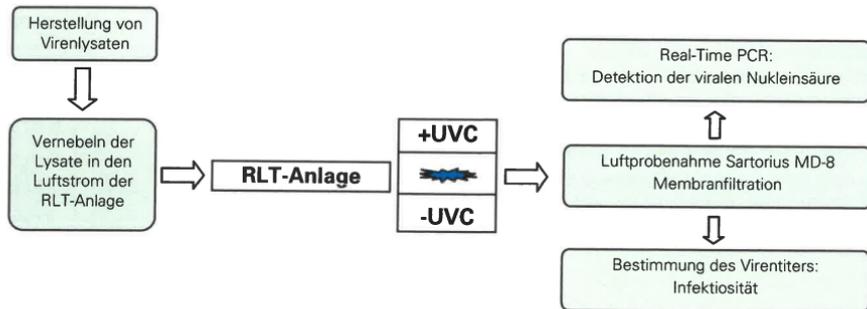


Abb. 1: Versuchsaufbau

In die oben beschriebene Versuchs-RLT-Anlage wurden über einen Pari-Aerosolgenerator (Pari-LC Plus) definierte Virenmengen eingebracht.

Die Infektiositäts-Tests erfolgten mit klassischen Agarplattierungsmethoden, wobei eine Vielzahl an morphologisch unterschiedlich gebauten Viren getestet wurde (DNA-Viren, RNA-Viren, unbehüllte Viren, behüllte Viren, filamentöse Viren). Darüber hinaus wurde die Real-Time PCR zur Detektion der viralen Nukleinsäuren eingesetzt. Die Methodik hierfür wurde in einem Forschungsprojekt, gefördert durch die Deutsche Industriefoundation zusammen mit dem Institut für Laboratoriums- und Transfusionsmedizin, Herz- und Diabeteszentrum Bad Oeynhausen, etabliert.

Sowohl für die Bestimmung der Infektiosität als auch für die PCR erfolgte die Luftprobenahme am Luftauslass mittels Sartorius Membranfiltration. Hierzu wurde eine isokinetische Luftprobenahme (Luftprobenahmegerät Sartorius MD8) mit standardisierten Gelatinefiltern durchgeführt, wobei jeweils 1 m<sup>3</sup> Luft über 10 min bei einer Saugleistung von 6 m<sup>3</sup>/h abfiltriert wurde. Die Filter wurden anschließend für die jeweilige Nachweismethodik aufbereitet.

Die Inaktivierungsexperimente wurden mit BÄRO UVC-Modulen und Virobuster UVC-Modulen (TUV, UVC 2 x 95W, Philipps) der Firma JK-Holding durchgeführt.

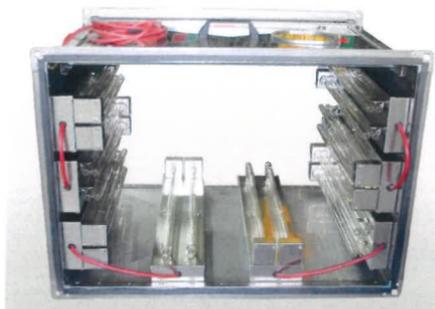


Abb. 2: UVC-Technologie der Firma BÄRO oben bzw. JK-Holding zum Einbau in RLT-Anlagen unten



## Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass F5-Filterelemente Virusaerosole (MS2) um etwa 0,2 log-Stufen reduzieren, währenddessen die Effektivität von F7-Taschenfilterelementen unter den gewählten Bedingungen bei etwa 1 log-Einheit Reduktion liegen.

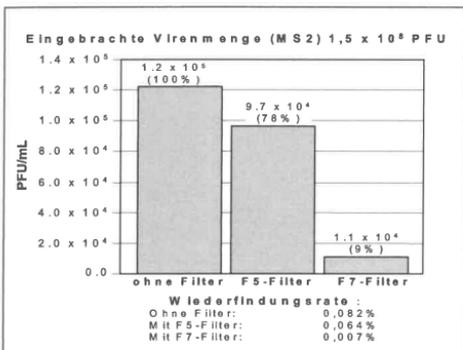


Abb. 3: Rückhaltevermögen von F5- und F7-Taschenfilterelementen exemplarisch dargestellt für den Bakteriophagen MS2 (PFU = Plaque Forming Units)

Die Abbildung 4 stellt drei Vernebelungsexperimente (A-C) mit feline Caliciviren dar, wobei jeweils die PFU ohne und mit zugeschaltetem UVC-Element bestimmt wurden.

Bei Einsatz von UVC-Modulen lassen sich Virusaerosole um drei bis vier und bei anderen Virenspecies (nicht dargestellt) sogar um sechs log-Stufen reduzieren.

## Diskussion

Die hier dargestellten Ergebnisse zeigen, dass Viren in Luftströmen von RLT-Anlagen ihre Infektiosität nicht verlieren. Selbst 4 h nach dem Einbringen in die RLT-Versuchsanlage waren noch infektiöse Virenpartikel auch bei komplex gebauten Viren nachweisbar (Ergebnisse nicht dargestellt). Mittels Real-Time PCR wurden die Ergebnisse aus den Infektionsexperimenten bestätigt. UVC-Strahlung zeigt gegenüber den getesteten F5/F7-Filterelementen eine wesentlich höhere Effektivität bei der Inaktivierung luftgetragener Viren. Inwieweit sich die Ergebnisse aus den Laborstudien auf die Realität beziehen lassen, wird derzeit in Feldstudien überprüft.

## Literatur

Ausführliche Daten und Literaturangaben siehe Forschungsprojekt unten.

Diese Arbeiten wurden gefördert durch die Stiftung Industrieforschung (Projekt S770 [U36-05]).

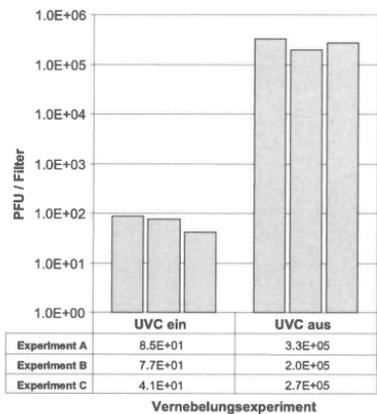


Abb. 4: Inaktivierung von Virusaerosolen durch UVC-Strahlung exemplarisch dargestellt für Virobuster UV-Module und feline Caliciviren als Testorganismus.

# SCHWEIZER HYGIENETAGUNG 2011



**SWKI**  
**SICC**  
**SITC**

Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren  
Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment  
Società svizzera degli ingegneri nella tecnica impiantistica

Affiliated with SIA, ASHRAE and REHVA



VDI-Gesellschaft  
Bauen und Gebäudetechnik



## Dokumentation

27. und 28. Januar 2011