

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 140 (2014)  
**Heft:** 14: Das Modell

**Artikel:** Gefahr liegt in der Luft  
**Autor:** Egger, Nina  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-390698>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

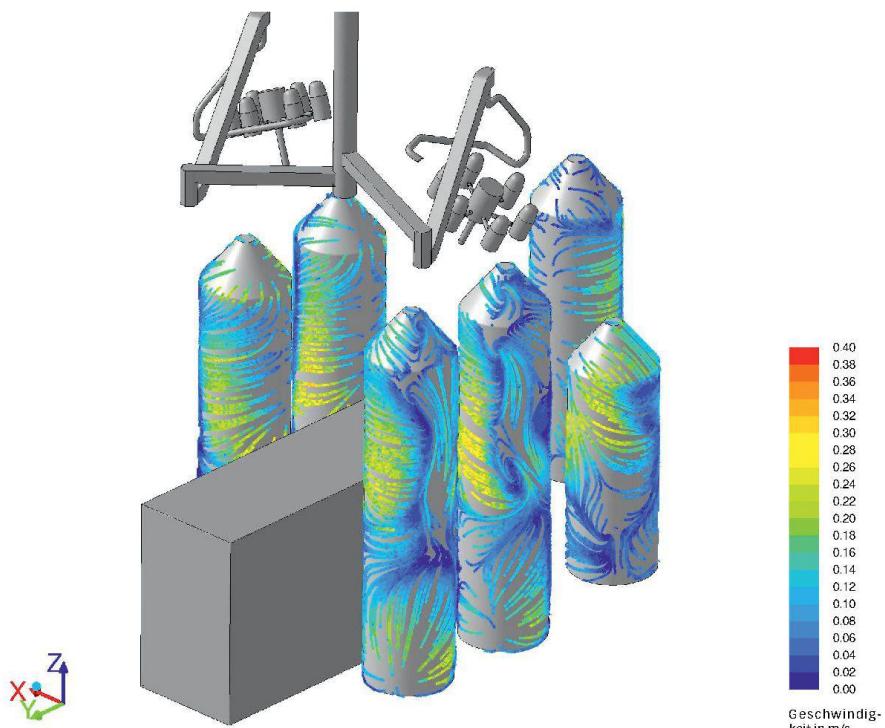
**Download PDF:** 26.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Gefahr liegt in der Luft

Keime in der Luft gefährden die Gesundheit von Patienten im Spital. Raumlufttechnik kann die Situation verschärfen – oder verbessern. An der Hochschule Luzern fand dazu ein Forschungsprojekt statt.

Text: Nina Egger



Für die Simulationsvalidierung sind die «Ärzte» gleich wie im Modell aufgestellt und abstrahiert. An den Strömungslinien lässt sich nicht nur erkennen, wie sich Partikel durch den Raum bewegen, sondern auch in welcher Geschwindigkeit. Die **Auswirkungen verschiedener Lüftungskonzepte** werden auf diese Weise visualisiert und verglichen.

**B**ei einer chirurgischen Operation ist die Infektion der offenen Wunde durch luftgetragene Keime ein Risiko. Gleichzeitig besteht für die Ärzte Ansteckungsgefahr, wenn kontaminierte Luft vom Patienten zu ihren Atemwegen gelangt. Ein intelligent konzipiertes Lüftungssystem kann helfen, der Verbreitung von Keimen im Operationssaal vorzubeugen.

Das Zentrum für Integrale Gebäudetechnik an der Hochschule Luzern betreibt eine akkreditierte

Prüfstelle, die sowohl den Fachhochschulbetrieb begleitet als auch unabhängige Aufträge von ausserhalb annimmt. Neben den typischen Messungen für kommerzielle Zwecke – Überprüfung von Leistung und Effizienz, Strömungsmessung, Akustik – führt die Prüfstelle Forschungsprojekte durch. «Gebäudetechnik im Gesundheitswesen» (GiG) ist eines davon.

Im Labor befindet sich ein 47 m<sup>2</sup> grosser Operationssaal, in dem Verunreinigungsluftströme reproduzierbar gemessen werden. Der OP-Tisch steht in der Raummitte, 1 m darüber hängen Operationsleuchten.



Im 1:1 nachgebauten Operationssaal im ZiG-Labor stehen medizinisch-technisches Equipment und Dummies für die Ärzte. Während des Prüfverfahrens messen Sensoren die Partikelkonzentration an verschiedenen Stellen.

In der Standardkonfiguration erfolgt die Zuluft gleichmäßig über dem Operationsfeld. Die Abluft wird seitlich an den Wänden in Bodennähe abgeführt.

Beim Prüfverfahren werden kontinuierlich feine Partikel im Bodenbereich in den Raum freigegeben. Je weniger Partikel auf den OP-Tisch gelangen, desto höher ist der Schutzgrad. Dieser definiert sich aus dem Verhältnis der lokalen Partikelkonzentration am Tisch und einer Referenzkonzentration im übrigen Raum und wird auf einer Skala von 0 bis 5 angegeben. An diesem Modell wurde im Zug des Forschungsprojekts GiG die Auswirkung der OP-Ausstattung auf die Luftströmung und den Schutzgrad bewertet.

### Das Problem von zwei Seiten betrachtet

In Kombination mit der Prüfung am 1:1-Modell wurde auch eine CFD-Simulation durchgeführt. CFD bedeutet Computational Fluid Dynamics und steht für numerische Strömungssimulation am Computer. In Forschung und Entwicklung, vor allem im Maschinenbau, werden Strömungen parallel am Modell gemessen und am Computer simuliert. Zuerst wird mit Grundannahmen gerechnet, dann am Prototyp getestet, mittels Simulation optimiert und schlussendlich wieder am Modell überprüft. Das Forschungsteam GiG verglich viele Varianten der Lüftungsanlage an Prüfstand und Computer. Einige Varianten hat das Team im Detail analysiert, andere per CFD nur grob parametrisiert, um zu sehen, ob die Realität dann immer noch genau genug abgebildet wird.

Nachdem die Simulationsgrundlagen durch Labormessungen validiert waren, begann die eigentliche Forschungsarbeit. Faktoren, die sich am Modell nicht messen ließen, konnten nun simuliert werden. So konn-

te der OP-Raum virtuell um ein paar Meter in jeder Richtung vergrössert werden, was im Nachbau aus Platzmangel nicht möglich war. Auch wenn technische Hindernisse dem Realversuch im Weg standen, war die Analyse am Computer machbar.

Ein grosser Vorteil des CFD-Programms liegt in der Visualisierung. Strömungstechnische Phänomene, die im Laborversuch unsichtbar bleiben, werden vom Computer berechnet und dargestellt. Davon profitiert auch der Modellaufbau; die beiden grundverschiedenen Methoden unterstützen sich also gegenseitig.

In der CFD-Berechnung kristallisierten sich drei wesentliche Faktoren für die Schutzwirkung der Raumluftanlage heraus: erstens die Störung der abwärts gerichteten Zuluft durch die OP-Lampen, zweitens das Nachlaufgebiet der resultierenden Verwirbelung und drittens, davon unabhängig, der thermische Auftrieb an den anwesenden Personen.

Zur Optimierung der Rechnungsdauer wurden andere Faktoren, die den Schutzgrad nur marginal beeinflussen, in der Berechnungsmodellierung stark vereinfacht. Damit war es möglich, den Rechenaufwand von drei Wochen auf unter einen Tag zu reduzieren, ohne Genauigkeit einzubüßen.

Die Kombination von Realversuch und Simulation brachte wesentliche neue Erkenntnisse zur OP-Belüftung: Idealerweise sollte die keimfrei gefilterte Zuluft als Verdrängungsströmung mit im Kernfeld erhöhter Geschwindigkeit eingebracht werden. Statt einer Schutzwirkung von 0 bis 1 (keine bis mässige) wird der bestmögliche Schutzgrad 5 (exzellent) erreicht. Das ist ein wesentlicher Beitrag zur Infektionsprophylaxe. •

*Nina Egger, Redaktorin Gebäudetechnik*