

Rückblick auf das 16. VERT-Forum 2026 bei METAS in Bern

Qualität der Innenraumluft im Fokus

Ultrafeine Partikel (UFP) sind bereits seit geraumer Zeit Gegenstand intensiver Forschung und während für den Verkehrssektor heute Grenzwerte eingeführt sind, zeigte das 16. VERT-Forum: Die aktuelle Herausforderung besteht in Innenräumen. Damit entsteht ein neues Handlungsfeld für die Gebäudetechnik.

Text Daniela Hochradl
Bilder Adobe Stock, micronairblue.com, Gesundheits- und Umweltdepartment Stadt Zürich,
Daniela Hochradl, Clean Air Enterprise AG

Vor dem Hintergrund steigender gesundheitlicher Belastungen durch Luftverschmutzung – insbesondere Feinstaub (PM_{2.5}) und ultrafeine Partikel – verschiebt sich der Fokus zunehmend auf Innenräume. Da Menschen den Grossteil ihrer Zeit in Gebäuden verbringen, ist die Qualität der Innenraumluft ein zentraler Gesundheitsfaktor. Neue Erkenntnisse zu ultrafeinen Partikeln werfen die Frage auf, wie Lüftungs- und Filtersysteme künftig angepasst werden müssen – auch wenn diese Partikel bislang kaum reguliert sind.

Kleine Masse, grosse Wirkung

Ein zentrales Thema des Forums war die Abgrenzung zwischen klassischen Feinstaubgrössen und ultrafeinen Partikeln. Josef Cyrus (Helmholtz Zentrum München) zeigte, dass UFP auf ihre Masse bezogen eine hohe Partikelanzahl und eine grosse spezifische Oberfläche aufweisen. Aufgrund ihrer geringen Grösse (<0,1 µm) können sie tief in die Lunge eindringen, Zellmembranen überwinden und in den Blutkreislauf gelangen.

Epidemiologische Studien deuten darauf hin, dass UFP gesundheitlich eigenständige Effekte haben, die durch PM_{2.5} nicht ausreichend erfasst werden. Neue Evidenz liefert eine gross angelegte kanadische Kohortenstudie von Scott Weichenthal (McGill University), die einen Zusammen-

hang zwischen langfristiger UFP-Exposition und erhöhter Mortalität zeigt.

Damit rückt eine grundlegende Schwäche der heutigen Luftqualitätsbewertung in den Fokus: Während regulatorische Ansätze primär auf der Partikelmasse basieren, wird die gesundheitliche Wirkung wesentlich durch die Partikelanzahl bestimmt. Für die Gebäudetechnik bedeutet dies, dass Anlagen, die bestehende Grenzwerte erfüllen, die tatsächliche Belastung durch ultrafeine Partikel unter Umständen nur unzureichend reduzieren.

Regulierungslücke

Der Chairman des Forums, Jan Czerwinski (VERT S.C.), setzte mit seiner Aussage «We are here to ring the bell» einen klaren Impuls – als Weckruf an Forschung, Industrie und Regulierung. Nach über 30 Jahren Forschung zu Nanopartikeln und aktuellen Erkenntnissen zu Bio-Nanoaerosolen gewinnt das Thema zunehmend politisch an Gewicht. Die World Health Organization empfiehlt, ultrafeine Partikel in Innenräumen stärker zu berücksichtigen, und auch die European Commission hat das Thema auf die Agenda gesetzt.

Dennoch besteht eine deutliche Regulierungslücke: Die Bewertung der Innenraumluft erfolgt häufig auf Basis theoretischer Modelle und freiwilliger Normen. In der Praxis zeigt sich dies in der Gebäudetechnik durch eine starke Orientierung an

bestehenden Standards – weitergehende Massnahmen werden oft als nicht erforderlich oder zu kostenintensiv eingeschätzt.

Gleichzeitig fehlen Mechanismen zur Qualitätssicherung und Kontrolle der tatsächlichen Filtrationsleistung. Dabei sind die technischen Voraussetzungen längst vorhanden: Erfahrungen aus der Fahrzeugtechnik zeigen, dass hochwirksame Nanofiltration und deren Qualitätssicherung realisierbar sind.

Für die Gebäudetechnik und den Immobiliensektor ergibt sich daraus ein wachsendes Risiko: Gebäude können regulatorisch konform sein, ohne die tatsächliche Exposition gegenüber ultrafeinen Partikeln ausreichend zu reduzieren. Mit der Weiterentwicklung von Messmethoden – etwa hin zu Partikelanzahl und Black Carbon (Russ) – ist mittelfristig mit einer Neubewertung bestehender Anlagen und Gebäude zu rechnen.

Neue globale Standards für Innenraumluft

Sotirios Papathanasiou (GO AQS) stellte einen Ansatz für weltweit einheitliche Standards zur Innenraumluftqualität vor. Bestehenden Regelwerke sind oft regional geprägt, berücksichtigen wichtige Indikatoren wie CO₂ unzureichend und basieren auf zeitlich stark gemittelten Grenzwerten, die gesundheitliche Risiken nur begrenzt abbilden. Zudem erfassen klassische Fein-



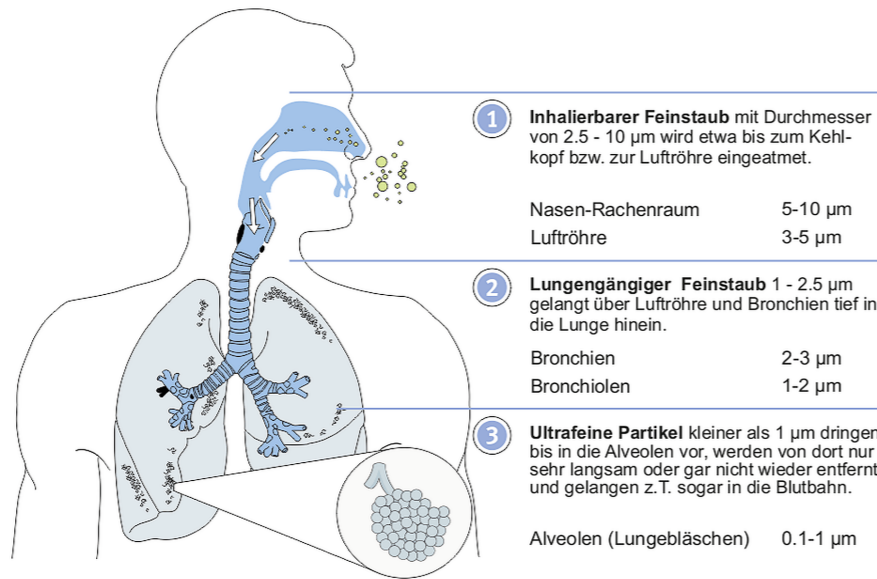
Grössenvergleich von einem menschlichen Haar gegenüber verschiedenen Partikelgrössen.

staubgrössen die Wirkung ultrafeiner Partikel nicht ausreichend.

Eine breite Expertengruppe spricht sich dafür aus, submikrone Partikel als besseren Indikator für gesundheitliche Auswirkungen zu nutzen. Vor diesem Hintergrund wurde ein globales Rahmenwerk vorgeschlagen, das einheitliche Bewertungsgrundlagen schaffen soll. Ziel der sogenannten Global Open Air Quality Standards ist es, die Vergleichbarkeit zu verbessern, gesundheitliche Risiken genauer zu erfassen und langfristig sowohl die öffentliche Gesundheit als auch die Vorsorge gegenüber zukünftigen Belastungen zu stärken.

Holzheizungen als unterschätzte Quelle ultrafeiner Partikel

Als bedeutende Quelle von Black Carbon und ultrafeinen Partikeln wurden Holzheizungen genannt. Axel Friedrich zeigte, dass



Ultrafeine Partikel (UFP) sind nochmals etwa um den Faktor 10 kleiner als submikrone Partikel (PM1) und unterscheiden sich deutlich in ihrem Verhalten und ihrer gesundheitlichen Wirkung. Beispiel: Black Carbon (Russ) entsteht bei unvollständiger Verbrennung, besteht aus ultrafeinen Partikeln (20–80 nm) und ist sowohl gesundheitsschädlich als auch ein Klimatreiber.

selbst moderne und korrekt betriebene Holzöfen erhebliche Mengen an Partikeln sowie organischen Schadstoffen emittieren und damit zur lokalen Luftbelastung beitragen. Gleichzeitig wird diese Quelle häufig unterschätzt, da Messstationen die Belastung in Wohngebieten nur unzureichend abbilden.

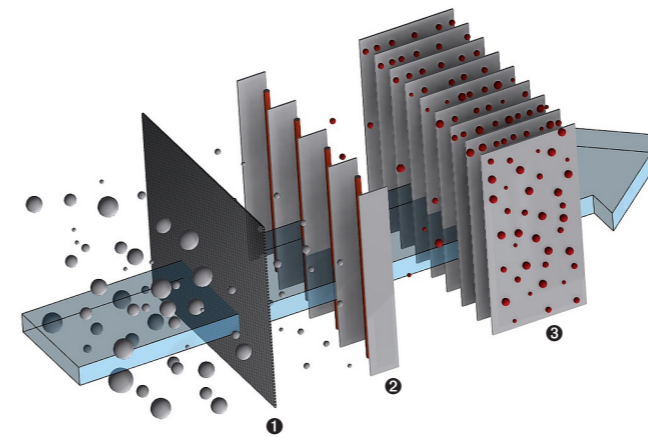
Messungen in Siedlungen zeigen deutliche Konzentrationsspitzen – insbesondere in den Abendstunden –, die auch für die Innenraumluft relevant sind, da Partikel in Gebäude eindringen. Neben den gesundheitlichen Auswirkungen wurde auch die Klimawirkung von Black Carbon hervorgehoben. Als kurzlebiger Klimatreiber trägt er zur Erwärmung bei und beeinflusst unter anderem Schnee- und Eisflächen.

Trotz vorhandener Technologien – etwa elektrostatische Abscheider – fehlen bislang in vielen Ländern verbindliche Emissionsgrenzwerte sowie systematische Kontrollen. Vorgeschlagen wurden unter anderem strengere Anforderungen an neue Anlagen, Nachrüstprogramme für bestehende Holzheizungen sowie regelmäßige Überprüfungen im Betrieb.

Filtertechnologien: Lösungen sind vorhanden

Die Erfahrungen seit der Pandemie haben die Bedeutung leistungsfähiger Lüftungs- und Filtersysteme weiter verstärkt. Im technologischen Bereich wurden unterschiedliche Ansätze vorgestellt.

Andreas Mayer (VERT S.C.) stellte keramische Multizellenfilter vor, die ursprünglich für den Einsatz in Fahrzeugen entwickelt wurden. Diese sogenannten Wallflow-Filter sind mechanisch robust und können auch in der Innenraumluft eingesetzt werden. Untersuchungen zeigen, dass sie sowohl anorganische als auch



Funktionsprinzip der Platten-Elektrofilter von Clean Air Enterprise:
 1) Vorabscheider: feinmaschiges Gitter,
 2) Ionisator: Wolframdrähte (rot) unter Hochspannung erzeugen starkes elektrostatisches Feld zwischen geerdeten Platten,
 3) Kollektor: Abfolge von Metallplatten unter Hochspannung (+/-). Das elektrostatische Feld drängt die ionisierten Partikel zu den geerdeten Platten hin, wo sie festgehalten werden.

biologische Nanopartikel – etwa Viren und Bakterien – wirksam abscheiden können. Im Vergleich zu klassischen Faserfiltern bieten sie Vorteile hinsichtlich des Bau-raums, Lebensdauer sowie Widerstandsfähigkeit gegenüber Temperatur, Feuchte und Vibrationen.

Elektrostatische Filtersysteme, wie sie von der Clean Air Enterprise AG vorgestellt wurden, basieren auf der Aufladung von Partikeln und deren Abscheidung an Sammelplatten. Vorteile liegen im geringen Druckverlust, in der Reinigbarkeit und in der Eignung für den Gebäudebestand. Systeme können bestehende F7-Filter ersetzen und dabei deutlich höhere Abscheidegrade erreichen.

Beide Ansätze zeigen: Leistungsfähige Technologien sind vorhanden. Künftig wird jedoch entscheidend sein, inwieweit sie gezielt auf ultrafeine Partikel ausgerichtet und in bestehende Anlagen integriert werden.

Anwendungen: Vom Fahrzeug bis zum Spital

Konkrete Anwendungen zeigen die Bandbreite möglicher Lösungen – von Fahrzeugkabinen über Klassenzimmer bis hin zu medizinischen Anwendungen:

- Ein besonderer Fokus liegt auf Fahrzeugkabinen, die lange Zeit als Expositionsort unterschätzt wurden. Dabei handelt es sich insbesondere für Berufsschauffeure um einen zentralen Arbeitsplatz mit hoher und dauerhafter Belastung durch ultrafeine Partikel. Im Projekt «Ultrapure» werden Filtersysteme entwickelt, die mehr als 95 % dieser Partikel entfernen können. Die Systeme werden als eigenständige Einheiten in Testfahrzeuge integriert und unter realen Fahrbedingungen erprobt. Das polnisch-schwei-

Praxisperspektive: Nachgefragt bei Adrian H. Peterhans

Für welche Gebäude sind elektrostatische Filtersysteme besonders geeignet?

Adrian H. Peterhans: Weltweit für alle Gebäude, die Aussenluft über Lüftungsanlagen in die Räume fördern.

Wie unterscheiden sich Lebensdauer, Druckverlust und Wartungsaufwand im Vergleich zu klassischen Filtern?

Klassische Filter erreichen einstufig keinen Abscheidegrad im Bereich von 99%.

Wir bieten eine Lebensdauer von bis zu 15 Jahren ohne den Einsatz von Kunststoff, Holz oder Glasfasern. Unsere Technologie ist als Kreislauflösung ausgelegt – sowohl im Filtersystem selbst als auch in der Immobilisierung (d. h. der dauerhaften Bindung) von Black Carbon. Der Druckverlust liegt anfänglich bei 20 Pascal und steigt im Betrieb auf etwa 50 Pascal. Der Wartungsaufwand entspricht dem von Fliegengittern (SWKI VA 104 oder VDI 6022), die jedoch meiner Erfahrung nach in jeder bestehenden Anlage fehlen. Die Filter werden mittels Staubsauger gereinigt und weisen danach wieder einen Druckverlust von 20 Pascal auf.

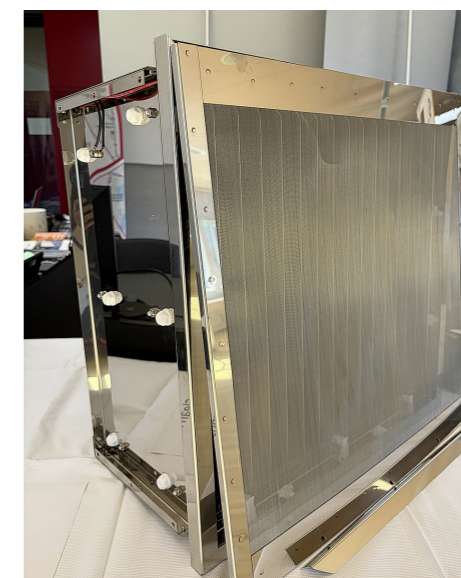
Welche normativen Entwicklungen erwarten Sie, damit ultrafeine Partikel künftig systematisch berücksichtigt werden?

Die heutigen Bewertungsansätze für die Luftqualität basieren überwiegend auf der Partikelmasse (PM10, PM2.5) in µg/m³. Ich erwarte, dass künftig vor allem die Anzahl gesundheitsschädlicher Partikel – insbesondere im Bereich von 20 nm bis 400 nm – stärker berücksichtigt wird. Die Raumluftqualität muss kontinuierlich überwacht und durch rückführbare Messungen nachgewiesen werden. Die logische Folge sind integrierte Prüfketten – also durchgängige Mess- und Kontrollsysteme von der Aussenluft über die Raumluft bis zur Abluft der Gebäude.

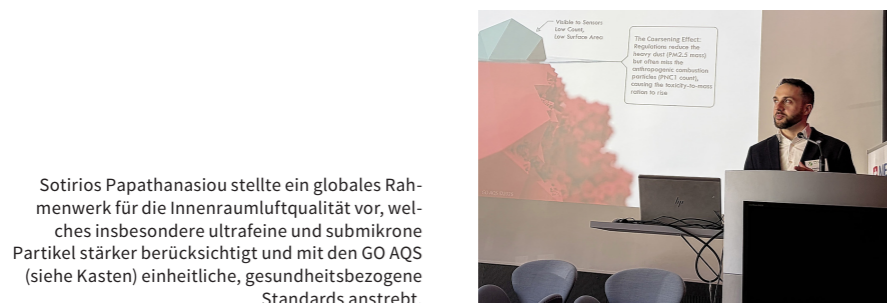


Regulationen und Vorschriften haben die Automobilindustrie verändert – nun ist es an der Zeit, auch für die Lüftungsbranche entsprechende Vorgaben zu schaffen.

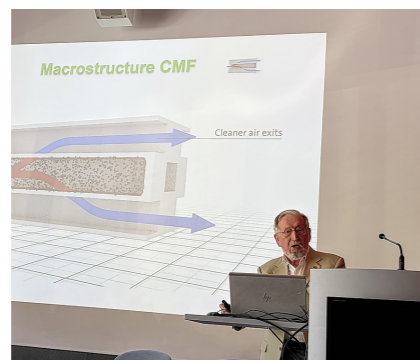
Adrian H. Peterhans, CEO der Clean Air Enterprise AG.



Der Elektro-Luftfilter von Clean Air kann problemlos ein vorhandenes, einstufiges F7-Filtermodul ersetzen und erreicht im für Black Carbon relevanten Bereich (20 – 400 nm) einen Abscheidegrad von deutlich über 99%. (Weitere Details zu Technik und Funktionsprinzip der Elektrofilter: vgl. Artikel in HK-Gebäudetechnik 4/2020, Seite 56).



Sotirios Papathanasiou stellte ein globales Rahmenwerk für die Innenraumluftqualität vor, welches insbesondere ultrafeine und submikrone Partikel stärker berücksichtigt und mit den GO AQS (siehe Kasten) einheitliche, gesundheitsbezogene Standards anstrebt.



Andreas Mayer (VERT S.C.) erläuterte die Funktionsweise von keramischen Multizellenfiltern.

VERT

(Verification of Emission Reduction Technologies) steht für den wissenschaftlich abgesicherten Nachweis der Wirksamkeit von Emissionsminderungstechnologien. Die Initiative hat massgeblich dazu beigetragen, dass Partikelfilter im Verkehrsbereich heute Standard sind. (vert-dpf.eu)

Global Open Air Quality Standards (GO AQS)

ist eine internationale Initiative mit Sitz in London, die daran arbeitet, moderne, wissenschaftlich fundierte Luftqualitätsstandards global zu vereinheitlichen – insbesondere mit Blick auf bekannte, aber bislang unzureichend regulierte Risiken wie ultrafeine Partikel. (goaqs.org)

NanoCleanAir AG

Die NanoCleanAir AG ist ein Schweizer Unternehmen, das sich auf die Entwicklung von Luftfiltersystemen zur Abscheidung von ultrafeinen Partikeln und Bioaerosolen spezialisiert hat. Im Zentrum steht der Einsatz von keramischen Partikelfiltern, sogenannten Wall-Flow-Filtern, die ursprünglich aus der Abgasnachbehandlung von Fahrzeugen stammen. Diese Technologie ermöglicht eine sehr hohe Abscheideleistung auch für kleinste Partikel und Viren. Die Systeme werden in Lüftungsanlagen eingesetzt, etwa in Schulen oder Gesundheitseinrichtungen, und zielen auf eine zuverlässige Verbesserung der Innenraumluftqualität ab. Sie zeichnen sich durch geringen Bauraum, einfache Reinigung/ Desinfektion und damit niedrige Betriebskosten aus. (nanocleanair.ch)

Clean Air Enterprise AG

Die Clean Air Enterprise AG mit Sitz im Kanton Zug entwickelt Lösungen zur Luftreinhaltung auf Basis elektrostatischer Filtrationstechnologie. Dabei werden Partikel elektrisch geladen und an Sammelplatten abgeschieden, anstatt durch klassische Einwegfilter zurückgehalten zu werden. Die Systeme sind für den Einsatz in zentralen Lüftungsanlagen konzipiert und sollen insbesondere Feinstaub und ultrafeine Partikel reduzieren. Ein zentrales Merkmal ist die Reinigbarkeit der Filterelemente, wodurch Materialverbrauch und Wartungskosten gesenkt werden sollen. Das Unternehmen positioniert seine Technologie zudem im Kontext von Energieeffizienz und nachhaltigem Gebäudebetrieb. (clean-air-enterprise.com)

Das 16. VERT-Forum wurde bei METAS in Bern durchgeführt, dem Eidgenössischen Institut für Metrologie und nationalen Kompetenzzentrum für Messwesen.

In der Hersteller Ausstellung wurden Lösungen zur Luftreinhaltung anschaulich erklärt und im Gespräch vertieft.



zerisch unterstützte Projekt verbindet Forschung, Prototypenentwicklung und Praxistests und zeigt neue Ansätze zur Reduktion von Schadstoffbelastungen im Mobilitätsbereich.

- Auch für Klassenzimmer wurde gezeigt, dass gezielte Luftführung – insbesondere vertikale Strömungskonzepte – die Ausbreitung von Aerosolen deutlich reduzieren kann. Aufbauend auf Simulationen von Christian Lämmle und realen Messungen von Heinz Burtscher von der FHNW wird die Luft durch thermisch unterstützte Aufwärtsströmung abgeführt, gefiltert und wieder in den Raum eingebracht. Messungen zeigen, dass sowohl interne Aerosole als auch von aussen eingetragene Schadstoffe deutlich reduziert werden können.
- Im medizinischen Bereich ermöglicht ein spezielles «Baldachin»-System, vorgestellt von Jörg Mayer von NanoCleanAir, die gezielte Erfassung von Bioaerosolen direkt am Patienten. Anstelle einer vollständigen Raumdurchmischung wird eine lokale, nach oben gerichtete Luftströmung genutzt, um Partikel unmittelbar am Entstehungsort zu erfassen. Studien – unter anderem am Inselspital mit Covid-19-Patienten – zeigen eine deutliche Reduktion der Partikelausbreitung sowie stabile Bedingungen für das Pflegepersonal. Der Ansatz ist insbesondere für vulnerable Patientengruppen relevant und adressiert gezielt die Grenzen konventioneller HEPA-basierter Raumluftlösungen.

Fazit

Das 16. VERT-Forum zeigte deutlich: Die technischen Lösungen zur Reduktion von

Partikeln – auch im Nanobereich – sind vorhanden und erprobt. Mit der zunehmenden Berücksichtigung von Partikelanzahl und spezifischen Schadstoffen wie Black Carbon könnte sich die Bewertung von Gebäuden grundlegend verändern – sowohl aus gesundheitlicher als auch aus wirtschaftlicher Sicht. Für Planung, Betrieb und Bewertung von Gebäuden bedeutet dies: Luftqualität ist nicht mehr nur eine Frage von Normerfüllung, sondern ein

entscheidender Faktor für Gesundheit, Werthaltigkeit und langfristige Risikobewertung. Andreas Mayer regte an, den aktuellen Stand der Belastung der Atemluft durch hochtoxische ultrafeine Partikel in modernen Schweizer Gebäuden in einer Studie zu erfassen, um den Handlungsbedarf zur Verbesserung der Luftqualität durch Nanofiltration zu dokumentieren. ■

vert-dpf.eu

Buchempfehlung:

New Perspectives in Indoor Air Quality (2025)
Aktueller Überblick zur Innenraumluftqualität – von Schadstoffen wie Feinstaub, UFP und VOCs über Messmethoden bis zu gesundheitlichen Auswirkungen. Mit praxisnahen Fallstudien und hoher Relevanz für die Gebäudetechnik.

Wir stärken Ihre Ressourcen

Industriemontage – Elektromontage – Mechanik

In der Altra arbeiten Menschen im geschützten Rahmen. Unsere Expert*innen meistern Ihre Ressourcenengpässe. Wir sind Industrie, von einfachen Aufträgen bis zur Auslagerung der kompletten Produktion inklusive Einkauf- und Warenbewirtschaftung.

Altra, Mühlenstrasse 56, 8201 Schaffhausen
Tel +41 52 632 17 17, info@altra-sh.ch, www.altra-sh.ch

Altra
Ressourcen
entdecken

