

# life

magazin Nr. 20

# TRIO



Luft + Gesundheit.

Luft ist Leben.

# TROX<sup>®</sup> TECHNIK

The art of handling air  
for indoor life quality



## projektbericht

### Innovativer Konzeptansatz für das Städtische Klinikum Karlsruhe.

Seite 4



## forum & wirtschaft

### Branchenaussichten in der Raumlufttechnik.

Seite 20



## reportage

### Richtig und gesund atmen.

Seite 26



## wissenschaft & technik

### Im Gespräch mit Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel. Über die Optimierung von Raumströmungskonzepten.

Seite 32



## feature

### Luft und Gesundheit.

Seite 40



## interview

### Im Gespräch mit dem Pneumologen Dr. med. Thomas Hermann Voshaar.

Seite 44



## trox news

### Gesunde Luft in Schulen.

Seite 52



## trox news

### TROX on the road.

Seite 58



## glosse

### Hatschi. Gesundheit!

Seite 60

## Gesundheitsfaktor intelligente Klimatisierung.

Leitthema dieser Ausgabe von TROX life ist Gesundheit – und in Zeiten der COVID-19-Pandemie kommen wir an besagtem Thema natürlich nicht vorbei. Wichtig für Sie: Wir greifen in unserer Berichterstattung ausschließlich auf unabhängige Studien sowie belastbare Quellen und Aussagen zurück. Fest steht, dass das Übertragungsrisiko durch effektive und moderne Lüftungstechnik minimiert werden kann. Die führenden Verbände der Branche, FGK und VDMA, haben sich daher sehr intensiv mit den Anforderungen an die Lüftung und Luftreinigung von Räumen in Verbindung mit den AHA+L-Regeln und den Infektionsrisiken auseinandergesetzt und klare Regeln definiert, unter welchen Umständen das „+L“ und damit ein ausreichender Infektionsschutz gegeben ist – in Abhängigkeit von der Raumgröße, der Anzahl anwesender Personen und deren Aktivität. Schade, dass diese wirklich wertvollen und vor allem funktionierenden Regeln und Vorgaben von der Politik nicht beachtet werden. Wenn mehr auf die individuelle Situation in den einzelnen Branchen geschaut würde, könnten viele Gastronomen, Hoteliers oder Betreiber von Fitnessstudios, die teilweise viel Geld in moderne Lüftungsanlagen und damit in aktiven Infektionsschutz investiert haben, schon lange geöffnet haben. Und das unabhängig von Inzidenzzahlen!

Aber vielleicht bietet ja die Messe Indoor-Air, die eigentlich im Juni in Frankfurt stattfinden sollte und aufgrund der Verschärfung des bundesweiten Infektionsschutz-Gesetzes und den daraus resultierenden Einschränkungen auf den 5. bis 7. Oktober 2021 verlegt wurde, eine Möglichkeit, die Botschaft der Klima- und Lüftungsbranche in die Öffentlichkeit zu tragen: Luft ist ein wichtiges Lebensmittel. Eine gute Luftqualität in Innenräumen erhöht nicht nur das Wohlbefinden, sondern trägt, neben anderen Aspekten, auch zur Gesundheit bei. „Indoor air quality“ ist somit ein Teil der Lösung, um zu einem normalen Alltag zurückzufinden. Ideen und funktionierende Konzepte sind in der LüKK vorhanden – sie müssen nur umgesetzt werden.

In dieser Ausgabe erwartet Sie zudem ein spannender Projektreport: Wir berichten über die raumlufttechnische Ausstattung im Klinikneubau „Haus M“ am Klinikum Karlsruhe. Dort hat die Firma Klimabau, die für die Konstruktion, Ausführung, Inbetriebnahme und Wartung zuständig ist, gemeinsam mit den TROX Experten ein ganzheitliches Klima- und Lüftungskonzept erarbeitet. Das Besondere daran: Neben TROX war auch die TROX HGI GmbH an dem Projekt beteiligt und hat als Systemhaus die gesamten Regelteile und Steuerelemente für die Gebäudeleittechnik geliefert – inklusive Aufschaltung der gesamten Haustechnik. Mit anderen Worten: alles aus einer Hand! Last, not least: Getreu unserer Mission „for indoor life quality“ liegen uns die Gesunderhaltung und das Wohlbefinden ganz besonders am Herzen. Hier hat Corona uns gelehrt, noch weiter über den Tellerrand hinauszublicken, und aus diesem Grund stehen wir in ständigem Kontakt zu Wissenschaftlern und Experten. Im vorliegenden Heft interviewen wir gleich zwei: Prof. Martin Kriegel vom Hermann-Rietschel-Institut zu seinen bahnbrechenden Forschungsergebnissen. Und Dr. Thomas Voshaar vom Bethanien-Krankenhaus in Moers zu seinen Erfahrungen als Pneumologe in Zeiten von Corona.

Ich wünsche Ihnen eine angenehme Lektüre.



Ihr Udo Jung  
Geschäftsführung TROX GmbH

# Innovativer Konzeptansatz für das Städtische Klinikum Karlsruhe.

Erstmals in unserer Firmengeschichte hatten wir alle Fäden der Lüftungstechnik in der Hand – bei Haus M am Klinikum Karlsruhe. Komponenten von A bis Z, von den Auslässen bis zu den Zentralgeräten (X-CUBE). Ein komplett abgestimmtes System: von der Regelung und Steuerung bis zur Anbindung an das Bus-System der Gebäudeleittechnik. Von der Unterstützung in der Planung über die Auslegung bis hin zur Konfiguration, Elektronik und Abnahme der Anlage und ihrer Systemsteuerung. Das hat unseren Kunden, Planern, Anlagenbauern und Betreibern entscheidende Vorteile gebracht: weniger Schnittstellen, schnellere Planung, Realisation und Abnahme. Und letztendlich blieb man unter den veranschlagten Kosten.



### Das Haus M.

Das Gebäude umfasst insgesamt 21.000 m<sup>2</sup>. Auf 7 Etagen wird es die Intensivstationen des Klinikums und den neuen zentralen Operationsbereich mit 20 Operationssälen beherbergen. Außerdem werden eine Zentralsterilisation, verschiedene Untersuchungs- und Behandlungseinheiten, die Erweiterung der zentralen Notaufnahme und die Allgemeinpflagestationen mit 240 Betten auf 2 Etagen dort untergebracht.

Ebene 02 beherbergt große Technikzentralen, insbesondere für die Aufstellung der Lüftungsanlagen der OP- und Pflegebereiche, die in 4 Unterzentralen installiert werden. Die Fortluft der Lüftung wird in separat dafür vorgesehenen Ausblasbauwerken über das Dach abgeführt.



Haus M beherbergt auf 2 Etagen 240 Betten.



### Klinikum Karlsruhe.

Das Städtische Klinikum Karlsruhe besteht seit 1907. Knapp die Hälfte des Gebäudebestandes – ein wohlproportioniertes, denkmalgeschütztes und erhaltenswertes Ensemble – stammt aus dieser Zeit. Als Haus der Maximalversorgung für die wohnortnahe medizinische Versorgung der Menschen hat es eine wichtige Aufgabe.

### Erweiterungsmaßnahmen seit 2016.

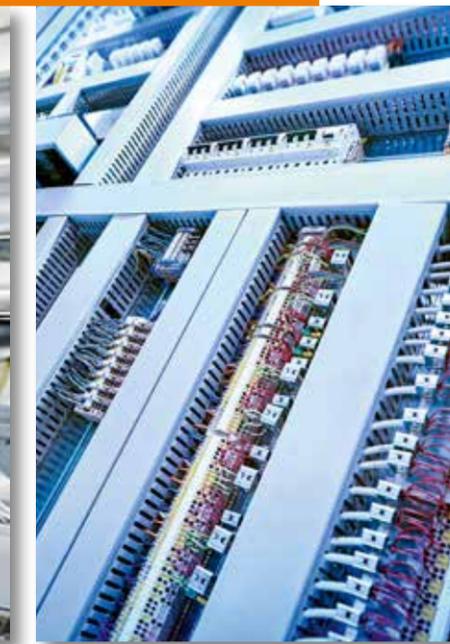
Die vorhandene Infrastruktur ist nicht mehr zeitgemäß. Aus diesem Grund sind umfassende bauliche Veränderungen nötig und das Klinikum baut etwa ein Fünftel seiner Nutzflächen neu. Neben dem Neubau des Institutsgebäudes und der Kältezentrale ist vor allem der Neubau von Haus M, dem künftigen Betten- und Funktionshaus, von besonderer Bedeutung.

Blick in den OP mit offener TAV-Decke.





Die Lüftungszentrale auf Ebene O2 versorgt den gesamten Gebäudekomplex. Die Fördermenge umfasst 32.000 m³/h.



**Die Vorgabe: alles aus einer Hand.**

Als die Klimabau Gesellschaft für lufttechnische Anlagen mbH den Auftrag zur Installation und Inbetriebnahme aller lufttechnischen Anlagen inklusive Brandschutz sowie der Installation der Regeltechnik, der Wärmerückgewinnungsanlagen und der Einzelraumregelung für den Bereich der Labore erhielt, hatten ihre Ingenieure das Ziel, die gesamte Klima- und Lüftungstechnik aus einer Hand zu beziehen.

Hersteller müssen Sorge dafür tragen, dass gebäude-technische Anlagen optimal zu handhaben sind, Verdrahtungs- und Adressierungsaufwände für die Gebäudekommunikation so gering wie möglich gehalten werden (Plug & Play) und ein Höchstmaß an Sicherheit, Zuverlässigkeit und Funktionalität gewährleistet ist. In der Gebäudeleittechnik laufen alle Informationsstränge zusammen. Über ein Monitoring werden sämtliche Zustände und Veränderungen erfasst und analysiert. Die GLT leistet also die zentrale Informationsarbeit. Daraus resultierend werden von hier aus zentrale Vorgaben an die Subsysteme und Komponenten übermittelt, wie beispielsweise der Betriebsmodus.

Damit die Gebäudeautomation die Signale innerhalb des Gebäudes versteht, werden Komponenten und Systeme der Gewerke per Bus, in diesem Anwendungsfall per BACnet, an die Gebäudeleittechnik angebunden.



Haus M steht für eine perfekt abgestimmte Lüftungstechnische Komplettlösung aus einer Hand: vom Zentralgerät über das Regelkonzept bis hin zu den Entrauchungssystemen.

**Schnittstellenprobleme überzeugend lösen.**

Die Schnittstellenproblematik war für TROX Anlass, ausgereifte Lösungen für das Luftmanagement zu entwickeln und in einem kompletten „Subsystem Raumlufttechnik“ zu denken. Das bedeutet, der Kunde erhält maßgeschneiderte, perfekt aufeinander abgestimmte Komplettlösungen. So konnten unsere Ingenieure die Planer und Anlagenbauer auf dem gesamten Luftweg vom Zentralgerät über den Luftdurchlass bis hin zu kompletten Entrauchungssystemen begleiten. Die Vorteile liegen klar auf der Hand: weniger Schnittstellen – und damit weniger Arbeitsaufwand und Kosten.

Die gute Zusammenarbeit beim Neubau der chirurgischen Klinik des Universitätsklinikums Heidelberg sprach entschieden dafür, erneut auf TROX Technik zu setzen. Vor allem die positive Erfahrung mit TROX HGI bei der gemeinsamen Konzipierung und Inbetriebnahme der Regeltechnik inklusive ihrer Anbindung an die Gebäudeleittechnik war mit ausschlaggebend, TROX den Zuschlag zu erteilen.





### Strenge Anforderungen an die RLT in puncto Hygiene und Sicherheit.

Raumlufttechnische Anlagen in Krankenhäusern müssen sicherstellen, dass eine Kontamination der Raumluft mit Keimen auf ein Minimum reduziert wird und strenge Richtwerte eingehalten werden. Darüber hinaus sind Staub, Narkosegase und Geruchsstoffe einzudämmen. Dies gilt in besonderem Maße für OP-Räume, Intensivstationen, Kreißsäle und Säuglingsstationen.

### Lufttechnische Versorgung für maximale Hygiene.

Die zwölf RLT-Anlagen inklusive der Wärmerückgewinnung sind in sechs RLT-Zentralen in den Ebenen E-2 und EO2 untergebracht. TROX X-CUBE RLT-Geräte in der Hauptlüftungszentrale versorgen die 21.000 m<sup>2</sup> von Haus M mit Außenluft. Die Luftbehandlung der RLT-Anlagen besteht aus einer separaten Filtervorwärmung, einer Wärmerückgewinnung, Luftkühler, Lufterhitzer und einem Dampfbefeuchter. Die Druckdifferenz der Luftfilter sowie der Ventilatoren wird analog an das Automationssystem gemeldet. Im Gebäude müssen Brandschutzklappen, Volumenstromregler und Absperrklappen aufgeschaltet und gesteuert bzw. geregelt werden.

Dank der Installation des TROX Kreislaufverbundsystems (KVS), eines regenerativen Wärmerückgewinnungssystems, ist sichergestellt, dass die Luftströme vollständig voneinander getrennt sind. Ein wichtiger hygienischer Aspekt, da keine Leckagen zwischen Zu- und Abluft erwünscht oder zulässig sind. Die TROX Hydraulikstation inklusive spezieller KVS-Regelung gewährleistet eine hocheffiziente Wärmerückgewinnung. Rückwärmzahlen von bis zu 80 % können durch dieses System erzielt werden.

Als Besonderheit sorgt eine zusätzliche Befeuchtung in den RLT-Anlagen für ein verbessertes Wohlbefinden der Patienten und des Personals, was sich insbesondere in der kalten Jahreszeit positiv auswirkt. Die Frischluftzufuhr der 26 OP-Räume wird über geräteinterne Volumenstromregler durch Beimischung aufbereiteter Umluftanteile energetisch optimiert.

Für die jeweils richtigen Luftmengen in den einzelnen Versorgungsbereichen sorgen 380 variable TROX Volumenstromregler unterschiedlicher Bauart und mehr als 2.150 konstante Regler.



Das Haus M verfügt über 6 Lüftungszentralen, in denen 12 TROX X-CUBE arbeiten.

### Schubventilatoren der ZNA.

Die Anbindung der ZNA (zentrale Notaufnahme) erfolgt über die Lüftungsanlagen der Ebene-2. Durch die Verortung der Lüftungsanlagen im westlichen Teil des Gebäudes müssen Kanalwege von ca. 250 m bis zur ZNA zurückgelegt werden. Am Schachteingang zur ZNA werden deshalb im Zu- und Abluftstrang Schubventilatoren eingesetzt. Um die Versorgung der ZNA zu gewährleisten, werden die Schubventilatoren redundant aufgebaut. Im Zu- und Abluftstrang sitzen je zwei Schubventilatoren mit den zugehörigen Jalousieklappen.

### Anbindung an die Gebäudeautomation.

In der Gebäudeautomation (BACnet-Automations-technik mit insgesamt 58 Informationsschwerpunkten (ISP) sowie 25 weiteren Eingangs- und Ausgangsmodulen zur Aufschaltung der Feldgeräte) laufen Steuerung und Regelung der Gewerke Lüftung, Kälte, Heizung und Sanitär gemäß DIN 18382 und DIN 1838 (Gebäudeautomation) zusammen. Die visuelle Darstellung der Zustände erfolgt über die bauseitige BACnet-Leitzentrale.

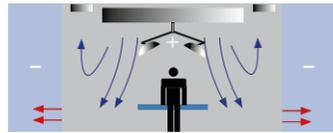
Die Darstellung der Auf- und Zu-Meldung der Brandschutzklappen mit Laufzeitüberwachung ermöglicht Predictive Maintenance. Jede Brandschutzklappe muss einzeln von der DDC (Direct Digital Control) wie auch von der Gebäudeleitzentrale schaltbar sein. Die Kommunikation zwischen der Automationsstation und den Brandschutzklappen erfolgt über das ASi-Netzwerk.

Aufschaltung und Anbindung von Fremdkomponenten wie Kältemaschine, Verbrauchszähler, Pumpen, Volumenstromregler etc. an das MSR-Automationssystem erfolgen über diverse Bus-Anbindungen. Insgesamt wurden über 117.000 m Steuerkabel und über 1.600 m Kabelrinnen verbaut. Es werden insgesamt über 15.000 Datenpunkte angesteuert.

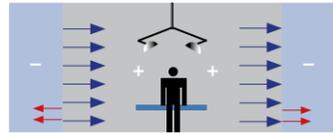
**Raumklassen gemäß DIN 1946-4 und alternative Luftführungssysteme**

**Raumklasse Ia**

Sehr hohe Hygieneanforderungen: OPs wie Transplantationen, Thorax-, Unfallchirurgie



Turbulenzarme Verdrängungsströmung



Turbulenzarme Verdrängungsströmung

**Lufteinbringung**

- Turbulenzarme Verdrängungsströmung (TAV): von oben nach unten gerichtete Zuluftströme (Umluft)

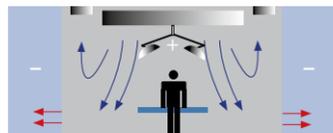
**Luftzustände**

- Positive Luftbilanz (Überdruck)
- Höhere Luftgeschwindigkeiten im Zentrum der TAV
- Temperatur Zuluft niedriger als die der Raumluft
- 3-stufige Filterung, mind. ePM10 50 %, empfohlen ePM1 60 %, ePM1 90 %, H13

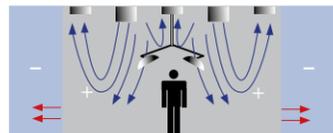
**Dynamisch abgeschirmter Schutzbereich**

**Raumklasse Ib**

Erhöhte Hygieneanforderungen: Aufwachräume, Intensivpflege



Turbulente Verdrängungsströmung



Turbulente Verdünnungsströmung

**Lufteinbringung**

- Turbulente Misch- oder Verdrängungsströmung
- Konstante Druckhaltung gegenüber untergeordneten Räumen

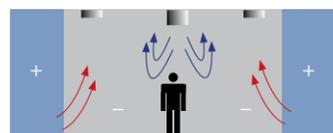
**Luftzustände**

- Positive Luftbilanz (Überdruck)
- Kein gesonderter Schutzbereich
- 3-stufige Filterung, mind. ePM10 50 %, empfohlen ePM1 60 %, ePM1 90 %, H13

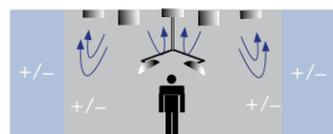
**Statische Druckhaltung**

**Raumklasse II**

Allgemeine Hygieneanforderungen: sonstige medizinisch genutzte Räume wie HNO



Mischströmung



Mischströmung

**Lufteinbringung**

- Überström- oder Mischluftprinzip. Raumdurchströmung mit hoher Lüftungseffektivität und schnelle Abführung eventueller Schadstoffe von der Emissionsquelle.

**Luftzustände**

- Luftbilanz abhängig vom Schutzziel
- 2-stufige Filterung mind. ePM10 50 %, empfohlen ePM1 60 % / ePM1 90 %

**Überström-/Mischluftprinzip**

**Die Lüftungstechnik für den OP-Bereich.**

Die höchsten Lüfthygieneanforderungen werden an den OP gestellt. Um aerogene Infektionsgefahren zu vermeiden und arbeitsmedizinische Standards zu gewährleisten, kommt der Luftführungsstrategie und Luftfilterung sowie im Besonderen einer intelligenten Regelung eine äußerst wichtige Rolle zu.

Die Hauptlüftungszentrale auf Ebene O2 mit je vier Zu- und Abluftanlagen sorgt über TAV-Decken für eine turbulenzarme Verdrängungsströmung (TAV), die für die dynamische Abschirmung des sogenannten Schutzbereichs sorgt, in dem sich OP- und Instrumententisch (1a-Anforderung) befinden. Die Absaugung der Luft erfolgt über jeweils vier Edelstahl-Eckabsaugungen mit Flusengittern. Die Zuluft für weitere acht OP-Räume in der Klasse 1b wird über je vier Schwebstofffilter-Deckenluftdurchlässe mit der Filterklasse H14 zugeführt.

**Druckverhältnisse verhindern das Eindringen in angrenzende Räume.**

Die durch Schleusen abgetrennten OP-Räume müssen eine positive Luftbilanz aufweisen. Deshalb sorgt die Lüftungstechnik für einen Überdruck, der verhindert, dass Keime aus benachbarten Räumen eindringen können.

Auch auf den drei Intensivpflegestationen sowie in den Sterilpflege- und Isolierzimmern sorgen Über- bzw. Unterdruckverhältnisse, Schleusen und eine effektive Zuluft- bzw. Abluftfilterung für eine Abschottung zur „Außenwelt“.

**Brandschutz- und Entrauchungssystem.**

Über 1.200 motorische Brandschutzklappen im Gebäude sorgen im Ernstfall dank intelligenter Steuerung für die sichere Abriegelung einzelner Bereiche.

# TROX® - alles aus einer Hand.

- weniger Schnittstellen
- schnellere Realisierung
- geringere Kosten

**TROX GEBÄUDETECHNIK UND -AUTOMATION**



- > Zuverlässigkeit
- > Planungssicherheit
- > Terminsicherheit
- > Sicherheit in der Lieferkette
- > Berechenbarkeit
- > Kostenersparnis

- Komplette Vernetzung und Verdrahtung mit der Gebäudeleittechnik (GLT)
- Anbindung und Inbetriebnahme der GLT
- Perfekt abgestimmte Systemlösungen inkl. Regelung, Steuerung und Monitoring
- Gesamte Klima- und Lüftungstechnik inkl. Wärmerückgewinnung sowie Brand- und Rauchschutztechnik
- Ständige Betreuung bei der Anlagenkonfiguration und der Montageplanung bis hin zur Bauausführung inkl. Elektrik



**Fazit.**  
Das Resümee von Anlagenbauer und Projektleiter ist durchweg positiv:

**Jochem Nordeweit**  
Prokurist der Klimabau GmbH

„Weil uns für dieses komplexe Gebäude nicht nur die Raumlufttechnikanlagen, sondern in Kooperation mit der TROX HGI GmbH die gesamte Leittechnik aufgetragen wurde, können wir es allumfassend steuern und erreichen für den Bauherrn einen deutlich höheren Effekt. Denn mit den Schwierigkeiten, mit denen er üblicherweise zu kämpfen hat, hat er hier nichts mehr zu tun.“

**Markus Riestler**  
Bauleiter Klinik Karlsruhe

„Wir sind froh, alles genau so gemacht zu haben, weil es damit weniger Schnittstellen gibt. Ganz wichtig war bei diesem Projekt, mit Klimabau einen Partner für die Planung und die Ausführung zu haben, der auch mal sagt, was wir noch verbessern oder was wir durchziehen müssen – und der nachher auch die Wartung und Instandhaltung übernimmt. Als Projektleiter bin ich dafür verantwortlich, dass wir im Budget bleiben und die Termine stimmen – und das ist auch gut gelungen.“



Das Video zum Bauvorhaben Klinikum Karlsruhe sehen Sie hier:



**Anlagenbeschreibung:**  
**Städtisches Klinikum Karlsruhe –  
Neubau Haus M**

**Gesamtvolumenstrom Zuluft:** 320.000 m<sup>3</sup>/h  
**Gesamtvolumenstrom Abluft:** 312.000 m<sup>3</sup>/h,  
plus Abluft über Einzel-Abluftventilatoren:  
21.000 m<sup>3</sup>/h insgesamt 13 Ventilatoren

**RLT-Geräte:** 12 TROX X-CUBE in 6 RLT-Zentralen  
**Filter:** Schwebstofffilter-Deckenluftdurchlässe  
mit der Filterklasse H14

**Lufteinbringung:** 472 H14 Schwebstofffilter-  
Deckenluftdurchlässe in Intensivpflegebereichen  
und 1b klassifizierten OP-Räumen

**Zuluft-/Abluftgitter:** Ergänzend zu den  
H14 Schwebstofffilter-Deckenluftdurchlässen  
sind 890 Zuluft- und 1.320 Abluftauslässe  
in verschiedensten Ausführungen verbaut  
(Drall- und Schlitzauslässe, Auslass-Gitterbänder,  
Flusengitter und Tellerventile)

**Brandschutz:** 1.200 motorische Brandschutz-  
klappen, Rauchschutzklappen und 40 Ent-  
rauchungsklappen, des Weiteren Brandschutz-  
tellerventile und F30-Auslässe sowie über  
2.500 Volumenstromregler

**Leitungsnetz:** Rund 38.000 m<sup>2</sup> Lüftungskanäle  
und 16.800 m Rohrleitungen aus verzinktem  
Stahlblech, Edelstahl V2A und PPs. Weiteres:  
Für den Bereich der Zentral-Sterilisation in  
der Ebenen EO1 wird zum Anschluss der Reini-  
gungs-, Desinfektions- und Trocknungsmaschi-  
nen eine Abluftanlage aus dem Werkstoff PVDF  
mit 3 Abluftventilatoren errichtet.

**Sanierung weltweit:  
TROX rüstet Hospitale auf.**

Corona hat die Welt im Griff – und daher ist es umso wichtiger, Gebäude des Gesundheitswesens hinsichtlich Hygiene und Lüftung mit zuverlässigen und effizienten Konzepten aufzurüsten und entsprechend zu sanieren. TROX berät, konfiguriert und begleitet gemeinsam mit Partnern zahlreiche Projekte in Krankenhäusern, Behandlungszentren und Impfstationen rund um den Globus. Die Kunden profitieren dabei vom ganzheitlichen Ansatz: perfekt aufeinander abgestimmte Systeme aus einer Hand, intelligente Regelstrategien, -konzepte und -lösungen inklusive der problemlosen Anbindung an die Gebäudeleittechnik sowie umfassende Beratung und Begleitung und Just-in-time-Belieferung. Ein Beispiel:

**Hospital Infantil Virgen del Rocío, Sevilla.**

Diese Kinderklinik hat TROX España mit einem komplett aufeinander abgestimmten System ausgerüstet. Von der Luftaufbereitung über die intelligente Regelung bis hin zur Luftführung mit hochleistungsfähigen HEPA-Filtersystemen. Dabei bewies TROX España ein hohes Maß an individueller Flexibilität. So wurde die Konfiguration der TROX HEPA-Filter für die Operationsäle vom spanischen TROX Werk exakt an jeden Raum angepasst und perfekt in die Innenraumgestaltung des Architekten integriert.



Die HEPA-Filter fügen sich harmonisch in die architektonische Raumgestaltung mit individuell kreierten Decken ein.



Die Eröffnung der Klinik nutzten zwei Repräsentanten der andalusischen Regionalregierung für einen informativen Rundgang mit den Ärzten: Gesundheitsminister Jesús Aguirre (2.v.l.) und Präsident Juanma Moreno (3.v.l.).

SPANIEN

- RLT-Zentralgeräte:** TKM 50 HE, ausgestattet mit UV-Lampen
- Filter:** HEPA-Filter F680 Einheiten, MFP-H14, TFC, MFP-H13
- Volumenstromregler:** TVR, TVR-SAT 1200 EASY und TVJ-EASY, RN und VFL
- Schalldämpfer**
- Entrauchungsklappen:** FKA2-EU
- Jalousieklappen:** JZ-LL
- Lüftungsgitter und Luftdurchlässe:** VDW

# Sicher öffnen statt pauschal schließen.

FGK und VDMA veröffentlichen ein Verfahren zur Bewertung des lüftungstechnischen Infektionsschutzes.

Die führenden Verbände der Branche haben sich sehr intensiv mit den Anforderungen an die Lüftung und Luftreinigung von Räumen in Verbindung mit den AHA+L-Regeln und den entsprechenden Infektionsrisiken in Zeiten von COVID-19 auseinandergesetzt. Der Statusreport 52 des Fachverbands Gebäude-Klima e.V. (FGK) „Anforderungen an Lüftung und Luftreinigung zur Reduktion des Infektionsrisikos über den Luftweg – AHA + Lüftung“ und das darin erläuterte Verfahren wird vom VDMA unterstützt, da es eine differenzierte Bewertung und damit eine infektionsschutzgerechte Nutzung von Räumen zulässt.

Der Status-Report des FGK – der die Grundlage des VDMA-Infoletters bildet – beschreibt, auf der Grundlage europäischer Normen hinsichtlich infektionsschutzgerechter Lüftung, ein Verfahren zur Auslegung und Bewertung des lüftungstechnischen Infektionsschutzes in Innenräumen.

Ob +L und damit ein ausreichender Infektionsschutz gegeben ist, hängt von der Raumgröße, der Anzahl anwesender Personen und deren Aktivität ab. Basis sind die in DIN 16798-1 beschriebenen Kategorien für die Raumluftqualität. Vergleicht man die Anforderungen dieser Kategorien mit aktuellen Studien, wird deutlich, dass Kategorie I erweitert um einen Aktivitätsfaktor zu einem ausreichenden lüftungstechnischen Infektionsschutz führt. Auch dass laut Experten im Hinblick auf die Lüftung CO<sub>2</sub>-Werte unterhalb 800–1.000 ppm ausreichenden lüftungstechnischen Infektionsschutz bedeuten, passt zu den Anforderungen der Kategorie I. Die Erweiterung um einen Aktivitätsfaktor ist erforderlich, da sowohl die körperliche Aktivität als auch das Sprechverhalten die Aerosolemission von Menschen signifikant beeinflussen.

Daher ist nach dem Verfahren des FGK +L erfüllt, wenn auf Basis der genannten Norm die um einen Aktivitätsfaktor erweiterte Kategorie I gegeben ist.

Zu beachten ist, dass nach DIN EN 16798-1 erforderliche Außenluftmengen bestimmt werden, aber im Hinblick auf den Infektionsschutz die gleiche Wirkung mit gereinigter Luft erzielt werden kann. Daher wird im FGK-Verfahren der Begriff „virenfreie Luft“ verwendet. Hält man eine minimale Außenluftmenge von ca. 20 m<sup>3</sup>/h pro Person ein, kann der zusätzlich erforderliche Volumenstrom für Kategorie I über einen Luftreiniger realisiert werden. Wichtig ist, dass die 20 m<sup>3</sup>/h nur im Hinblick auf den Infektionsschutz als das absolute Minimum gesehen werden sollten. Für eine gute Raumluftqualität über den Infektionsschutz hinaus werden deutlich höhere Außenluftmengen empfohlen.

Beispielhaft wird ein Seminarraum (75 m<sup>2</sup>, 25 Personen) betrachtet. Nach DIN EN 16798-1 ergibt sich ein Mindestaußenluftvolumenstrom von 1.170 m<sup>3</sup>/h für Kategorie I. Für die Erfüllung von +L kann dieser dann entweder ganz über eine maschinelle Lüftungsanlage bereitgestellt werden oder zum Teil über Luftreiniger, solange die oben genannte Mindestaußenluftmenge von ca. 20 m<sup>3</sup>/h pro Person eingehalten wird.

Ist in einem Raum +L auf dieser Basis nicht erfüllt, gibt es drei mögliche Maßnahmen, +L für den Raum dennoch zu realisieren:

- Reduktion der Belegungsdichte
- Erhöhung der Außenluftmenge
- Zusätzliche Luftreinigung

Damit erhält das „+L“ für Lüften endlich eine eindeutige und konkrete Definition. Der Gesetzgeber hat die allgegenwärtige AHA-Regelung – **A**bstand halten, **H**ygienemaße beachten und **A**lltagsmaske tragen – um das „L“ für **L**üften ergänzt. Durch das jetzt verfügbare Bewertungsverfahren ist nun einfach bewertbar, ob bzw. wann +L erfüllt ist. Damit könnten Anwendungen im Hinblick auf die Einhaltung von AHA+L vollständig bewertet und pauschale Schließungen vermieden werden.

## So gelingen die Bewertung und der Nachweis einer sachgerechten/infektionsschutzgerechten Lüftung.



Das Schaubild zeigt die einfache Vorgehensweise zur Bewertung von +L gemäß Status-Report 52. Quelle: VDMA

### Drei Beispiele zeigen, was möglich wäre:

Ein **Fitnessstudio** mit 30 Personen, 120 m<sup>2</sup> und einer Lüftungsanlage mit 2.000 m<sup>3</sup>/h Außenluft erfüllt +L zunächst nicht, kann aber durch eine der folgenden Maßnahmen zur Erfüllung von +L kommen und bei Einhaltung der AHA-Regeln als hinsichtlich des lüftungstechnischen Infektionsschutzes ausreichend sicher betrachtet werden:

- Reduktion der Belegung von 30 auf 22 Personen
- Erhöhung der Luftmenge von 2.000 m<sup>3</sup>/h auf 2.420 m<sup>3</sup>/h
- Zusätzlicher Luftreiniger mit H13-Filter und einem Volumenstrom von 420 m<sup>3</sup>/h

Ein **Theater** mit 1.000 Personen, 1.000 m<sup>2</sup> und einer Lüftungsanlage mit 20.000 m<sup>3</sup>/h Außenluft erfüllt +L zunächst nicht, kann aber durch eine der folgenden Maßnahmen zur Erfüllung von +L kommen und bei Einhaltung der AHA-Regeln als hinsichtlich des lüftungstechnischen Infektionsschutzes ausreichend sicher betrachtet werden:

- Reduktion der Belegung von 1.000 auf 455 Personen
- Erhöhung der Luftmenge von 20.000 m<sup>3</sup>/h auf 39.600 m<sup>3</sup>/h
- Mehrere zusätzliche Luftreiniger mit H13-Filter und einem Volumenstrom von in Summe 19.600 m<sup>3</sup>/h

Ein **Restaurant** mit 50 Personen, 100 m<sup>2</sup> und einer Lüftungsanlage mit 2.000 m<sup>3</sup>/h Außenluft erfüllt +L zunächst nicht, kann aber durch eine der folgenden Maßnahmen zur Erfüllung von +L kommen und bei Einhaltung der AHA-Regeln als hinsichtlich des lüftungstechnischen Infektionsschutzes ausreichend sicher betrachtet werden:

- Reduktion der Belegung von 50 auf 32 Personen
- Erhöhung der Luftmenge von 2.000 m<sup>3</sup>/h auf 2.808 m<sup>3</sup>/h
- Zusätzlicher Luftreiniger mit H13-Filter und einem Volumenstrom von 808 m<sup>3</sup>/h

**Natürliche oder maschinelle Lüftung – eine Studie der RWTH Aachen klärt auf.**

Die RWTH Aachen hat eine Studie veröffentlicht, in der Infektionsrisiken für bestimmte Anwendungen berechnet werden und der Einfluss von maschineller und natürlicher Lüftung sowie von Mund-Nase-Bedeckungen und Luftreinigern bewertet wird.

Bei der Bewertung von Infektionsrisiken wird zunächst für ein maschinell belüftetes Referenzklassenzimmer das absolute Infektionsrisiko bestimmt.

Rahmenbedingungen des Referenzklassenzimmers: 200 m<sup>2</sup>, 1 Schulstunde à 60 Minuten, 25 sitzende Personen, von denen 1 spricht, kontrollierte maschinelle Lüftung (Außenluftversorgung und Abluftabfuhr),

Außenluft- und Abluftmenge von 35 m<sup>3</sup>/h pro Person (insgesamt 875 m<sup>3</sup>/h > Luftwechselrate 4,4h<sup>-1</sup>).

Die Berechnung absoluter Infektionsrisiken ist derzeit noch recht unsicher, weil nicht alle medizinischen Rahmenbedingungen klar sind. Im Rahmen der Studie wurde das absolute Infektionsrisiko daher auf Basis von bekannten Zusammenhängen und vorherigen Studien für das Referenzklassenzimmer abgeschätzt. Die dafür erforderlichen Annahmen wurden nach echten bekannten Infektionsereignissen im Zusammenhang mit SARS-CoV-2 festgelegt.

Für diese Situation ergibt sich laut der Studie ein absolutes Infektionsrisiko von 1 %, wenn eine der 25 Personen im Raum infiziert ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine der 25 Personen in einem Klassenraum

infiziert ist, liegt bei 300.000 Infizierten in Deutschland (genauer gesagt Infektiosen) bei ca. 9 %. Damit liegt die Gesamtwahrscheinlichkeit, eine infizierte Person in diesem Szenario zu treffen und sich dann auch bei ihr anzustecken, für dieses gut gelüftete Szenario bei nur 0,09 %.

Zudem werden in der Studie die Infektionsrisiken weiterer Anwendungsszenarien mit diesem Referenzraum verglichen. Klar wird dabei immer wieder, dass gut gelüftete Räume ein deutlich geringeres Infektionsrisiko aufweisen als schlecht gelüftete.

Zum Vergleich von maschineller und natürlicher Lüftung werden die Lüftungsregeln des Umweltbundesamtes (alle 20 Minuten 5 Minuten lang lüften) mit dem Referenzklassenzimmer und anderen maschinellen Lüftungslösungen im Hinblick auf die jeweils daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Werte verglichen. Dabei gilt es, unter besagten 800–1.000 ppm zu bleiben. Mit maschinellen Lüftungssystemen ist das bei typischer Dimensionierung ganztägig garantiert. Bei Stoßlüftung wird dieser Wert schon in der ersten Stunde deutlich überschritten, bei größeren Betrachtungszeiträumen sind die Werte mehr als doppelt so hoch. Selbst mit Querlüftung gemäß Weisung des Umweltbundesamtes kann laut Studie in Schulklassen nicht garantiert werden, dass 800–1.000 ppm unterschritten werden. Für die Stoßlüftung gehen die Mitarbeiter der RWTH von 4 voll geöffneten Drehflügel Fenstern und 4 geöffneten Oberlichtern sowie 15 K Temperaturunterschied aus. Querlüftung fordert das Gleiche auf zwei gegenüberliegenden Seiten und geöffnete Türen.

So ergibt sich ein 2,5 Mal höheres Infektionsrisiko bei Stoßlüftung nach UBA gegenüber einer normal dimensionierten maschinellen Lüftung.

Da weder die Mund-Nase-Bedeckung noch Luftreiniger CO<sub>2</sub>-Werte reduzieren, stellt die RWTH zum Einfluss dieser Maßnahmen die relative Aerosolbelastung der Raumluft dar, immer zusätzlich zu Fensterlüftungsszenarien. Das Tragen einer Mund-Nase-Bedeckung halbiert die relative Aerosolbelastung gegenüber reiner Stoßlüftung nach UBA zusätzlich, ein in der Studie noch recht klein dimensionierter Luftreiniger (500 m<sup>3</sup>/h) viertelt sie sogar. Wird beides zusätzlich zur Stoßlüftung verwendet, ergibt sich das kleinste Niveau. Im Hinblick auf Infektionsrisiken

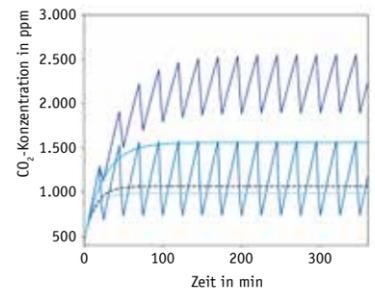
führt also die Mund-Nase-Bedeckung zusätzlich zu ca. einer Halbierung des Risikos, der Luftreiniger zu ca. einer Viertelung.

**RisiCo – das frei zugängliche Berechnungsprogramm der RWTH Aachen.**

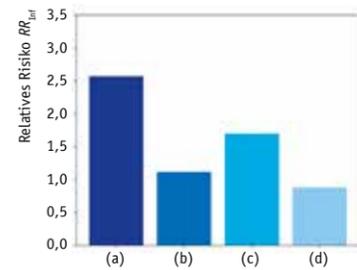
Die RWTH Aachen macht es möglich, das relative Infektionsrisiko über Aerosole in Innenräumen vorauszusagen. Die Wirksamkeit von Luftwechsel, Alltagsmaske und Luftreinigern lässt sich berechnen auf: [risico.eonerc.rwth-aachen.de](http://risico.eonerc.rwth-aachen.de)

**Fazit.**

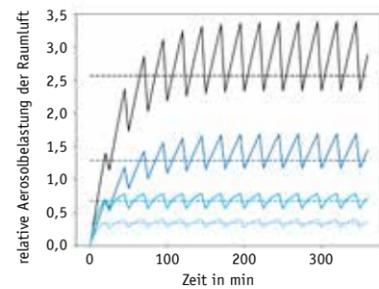
1. Frischluftzufuhr, Aktivitätsfaktor und Personenanzahl bestimmen das Infektionsrisiko. Anhand dieser Parameter und der beschriebenen Lüftungsmöglichkeiten kann eine raumbezogene Bewertung der Lüftung vorgenommen werden, auf deren Basis ggf. Maßnahmen umgesetzt werden, sodass die Räume unter Berücksichtigung der AHA-Regeln geöffnet werden könnten.
2. Am besten und am wenigsten störanfällig ist eine maschinelle Lüftungsanlage mit hohem Frischluftanteil.
3. Ausreichend dimensionierte Sekundärluftreinigungsgeschichten reduzieren das Infektionsrisiko in Räumen deutlich und bieten als zusätzliche Maßnahme zur Stoß- und Querlüftung eine gute, schnelle und einfache Lösung.
4. Fensterlüftung allein erreicht nur unter idealen, in der Praxis unrealistischen Rahmenbedingungen einen ausreichenden Infektionsschutz. Sie erhöht zudem die Heizkosten und schränkt das Wohlbefinden der Menschen im Raum durch Zugluft und Schalleinflüsse von außen ein.
5. Gut dimensionierte maschinelle Lüftungsanlagen bieten ausreichenden Infektionsschutz, sind dabei energieeffizient, sorgen für fühlbar gute Raumluftqualität und schränken die Menschen im Raum in keiner Weise ein.



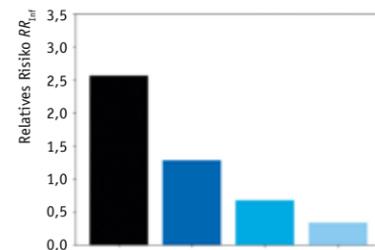
Referenzszenario: maschinelle Lüftung (LW = 4,375 h<sup>-1</sup>, V<sub>R</sub> = 875 m<sup>3</sup>/h)  
 (a) natürliche Infiltration + Stoßlüftung nach UBA  
 (b) natürliche Infiltration + Querlüftung nach UBA  
 (c) maschinelle Lüftung (LW = 2,5 h<sup>-1</sup>, V<sub>R</sub> = 500 m<sup>3</sup>/h)  
 (d) maschinelle Lüftung (LW = 5 h<sup>-1</sup>, V<sub>R</sub> = 1.000 m<sup>3</sup>/h)



(a) natürliche Infiltration + Stoßlüftung nach UBA  
 (b) natürliche Infiltration + Querlüftung nach UBA  
 (c) maschinelle Lüftung (LW = 2,5 h<sup>-1</sup>, V<sub>R</sub> = 500 m<sup>3</sup>/h)  
 (d) maschinelle Lüftung (LW = 5,0 h<sup>-1</sup>, V<sub>R</sub> = 1.000 m<sup>3</sup>/h)



(a) natürliche Infiltration (LW = 0,5 h<sup>-1</sup>, V<sub>R</sub> = 100 m<sup>3</sup>/h) mit Stoßlüftung nach UBA (LW = 6 h<sup>-1</sup>, V<sub>R</sub> = 1.200 m<sup>3</sup>/h)  
 + MNB-Benutzung  
 + Luftreiniger  
 + Luftreiniger + MNB-Benutzung



(a) natürliche Infiltration + Stoßlüftung nach UBA  
 + MNB-Benutzung  
 + Luftreiniger  
 + Luftreiniger + MNB-Benutzung

Quelle: RWTH Aachen \_ DOI: <http://dx.doi.org/10.18154/RWTH-2021-02417> [dx.doi.org]

# Branchen- aussichten in der Raumluftechnik.



Die Corona-Pandemie hat die Weltwirtschaft nachhaltig beeinflusst. Experten rechnen mit einem Rückgang der wirtschaftlichen Leistungen unserer Branche in Deutschland von 9 %.



Es gibt aber auch Gewinner in der Krise: der Lebensmittel-Handel, die Toilettenpapier-Industrie, der Online-Handel usw. Die Raumlufttechnik-Branche muss ihre Chancen ausloten und den Aspekt Luftqualität gerade unter dem Gesichtspunkt Vermeidung von Ansteckungsgefahren zu nutzen wissen.

Die Gebäudetechnik kommt recht gut durch die Krise, weil die Corona-Pandemie durchaus positive Impulse für moderne Klima- und Lüftungstechnologie setzt. Das luftgetragene Infektionsrisiko lenkt die Aufmerksamkeit besonders auf Luftwechselraten und die effektive Lüftung von Gebäuden. Für die Branche gilt es, auf innovative Produkte und Lösungen sowie überzeugende Argumente zu setzen.

#### Welche Einsatzbereiche werden besonders im Fokus stehen?

Bürogebäude, Airports und Malls werden in puncto Bauvolumen verlieren, weil große Bauvorhaben im Zusammenhang mit der Pandemie verschoben werden. Erstaunlich ist, dass die Bauvorhaben im Bereich Hotels zugenommen haben. Krankenhäuser, Bildungseinrichtungen etc. werden für die Branche wichtiger werden. Generell gilt: Mit der Pandemie gewinnt das Thema Lüftung an Bedeutung.

#### Augenmerk auf Schulen.

Bildungseinrichtungen stehen besonders im Fokus öffentlicher Investoren. Weil sich die Schüler dort dicht gedrängt in den Klassenräumen aufhalten. Weil zur Gewährleistung ausreichender Abstände die Kapazitäten verdoppelt werden müssten. Weil adäquate Lüftungstechnik fehlt, die die Infektionsgefahr signifikant reduzieren und damit den Fortbestand des Unterrichts sicherstellen könnte.

*Hochwertige HEPA-Filtersysteme sorgen für die Abscheidung kleinster Partikel, wie Viren und Bakterien.*

#### Raumlufttechnik – Chancen für die Branche:

- Trend zu sicheren und durchdachten Lösungen; wachsende Einsicht, in intelligente System-Lösungen zu investieren.
- In-den-Fokus-Rücken hochwertiger HEPA-Filter für die Abscheidung kleinster Partikel, wie Viren und Bakterien.
- Hinwendung zu intelligenten Regelsystemen, die für gesunde, effektive und effiziente Lüftung sorgen – mit ausreichend Frischluftzufuhr und einer zielgerichteten Abführung kontaminierter Luft.
- Langfristig: vermehrte Ausstattung mit maschinellen Lüftungssystemen in Gebäuden, die viele Menschen beherbergen.
- Aufrüstung von Bestandsanlagen mit intelligenter Regeltechnik für eine bedarfsgerechte Lüftung und Klimatisierung.





Das patentierte Regelsystem ähnelt dem WLAN-Prinzip und ermöglicht es, Funksignale drahtlos durch die Lüftungskanäle zu leiten. Die Nachrüstung bietet die einmalige Chance, die Effizienz im Bestand deutlich zu steigern und das Infektionsrisiko durch entsprechende Maßnahmen spürbar zu reduzieren. Mit minimalem Installationsaufwand.

Diese Chancen gilt es zu nutzen, insbesondere da Qualität und Keimfreiheit von Luft in puncto Vermeidung von Ansteckungsgefahren immens wichtige Faktoren darstellen.

#### Belüftung in Klassenräumen.

In der Diskussion über eine effektive raumlufttechnische Ausstattung von Klassenräumen rückt die nachträgliche Installation von zentralen und dezentralen Lüftungsgeräten oder Raumlufreinigern verstärkt in den Fokus. Ebenso der Einsatz hochwertiger Filter, die für gesunde Luft in Klassenzimmern sorgen (s. auch S. 54).

#### Bedarfsgerechte Regelung.

Eine bedarfsgerechte Regelung ist nicht nur unter dem Aspekt der Effizienz zu sehen, weil sie eine bedarfsgerechte Versorgung sicherstellt. Eine intelligente Regelung gewährleistet darüber hinaus einen kontrollierten und letztendlich notwendigen ausreichenden Luftaustausch.

Die Klimaanlage alter Gebäude verfügen in der Regel nicht über intelligente Regelsysteme, die eine bedarfsgerechte Versorgung sicherstellen. TROX hat eine Lösung entwickelt, die es möglich macht, Bestandsanlagen mit einer intelligenten Regeltechnik auszustatten: RadioDuct.



#### Empfehlungen der Branche zum Betrieb raumlufttechnischer Anlagen.

- Außenluftvolumenströme möglichst erhöhen.
- Umluftanteile zugunsten der Außenluftanteile reduzieren.
- Überströmung zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten minimieren.
- Wenn möglich, in Umluft und Sekundärluft Filter mit höherem Abscheidegrad verwenden.
- Raumlufteuchte regeln.
- Nachrüsten von variablen Volumenstromreglern zur Konzentration von Luftmengen auf Nutzungsbereiche.



#### Mindestwert für Luftfeuchte.

Eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 60 %, so zeigen Studien, ist optimal, um die Ausbreitung von Atemwegsinfektionen wie der Grippe oder auch COVID-19 zu bekämpfen. „In diesem Feuchtebereich funktioniert das Immunsystem am effektivsten und Viren werden rasch deaktiviert“, erklärt Dr. med. Walter Hugentobler, Mitautor einer Yale-Studie.

#### Allgemeine Lufttechnik mit Licht und Schatten.

Der Auftragseingang in der allgemeinen Lufttechnik ist 2020 gegenüber dem Vorjahr real um 24 % gesunken. Da die Auftragseingänge aber im letzten Quartal noch leicht positiv waren (+ 2 %), ergibt sich für das Jahr 2020 ein Orderrückgang von „nur“ 4 %.

Gute Auftragsbestände helfen den Unternehmen aus der allgemeinen Lufttechnik durch die herausfordernde Corona-Zeit – zumindest bislang dank guter Produktionsauslastung in vielen Betrieben.

#### Prognosen für den Maschinenbau.

Der VDMA prognostiziert für 2021 ein Produktionswachstum von 2 %. „Der Auftragseingang im deutschen Maschinen- und Anlagenbau ist in den ersten sieben Monaten des Jahres 2020 um real 16 % gesunken, die Produktion lag 14 % unter dem Vorjahreswert“, so VDMA-Chefvolkswirt Dr. Ralph Wiechers. „Für das Gesamtjahr 2020 gehen wir von einem Produktionsrückgang von 17 % aus.“

*Quelle VDMA, FGK.*

#### 500 Millionen für Umrüstung öffentlicher Räume.

Mit 500 Millionen Euro will das Bundeswirtschaftsministerium ein Förderprogramm für Raumlufanlagen auflegen, das vorsieht, die Umrüstung in öffentlichen Einrichtungen, Läden und Restaurants mit 40 % der Kosten zu fördern, um den Infektionsschutz zu erhöhen. Der Freistaat Bayern wiederum wird mit 50 Millionen Euro den Einbau von Lüftungsanlagen und CO<sub>2</sub>-Ampeln in Schulen und Kitas fördern.

# Richtig und gesund atmen.



Wir atmen, gesteuert vom vegetativen Nervensystem, automatisch – meist, ohne darüber nachzudenken. Wenn wir lernen, die Atmung bewusst zu steuern, kann das Körper und Geist heilen.



**6 x → 4 Sek.**

**Entschleunigte Atmung.**

Thomas Loew, seit 2001 planmäßiger Professor für psychosomatische Medizin, wurde 1994 für eine prospektive, randomisierte kontrollierte Studie zu einer Entspannungstechnik mit dem Continentale-Förderpreis für Naturheilverfahren ausgezeichnet. Thomas Loew nennt sie entschleunigte Atmung. Im Alltag atmen wir zehn bis zwanzig Mal pro Minute ein und aus. Nach Loews Methode ca. sechs Mal: in vier Sekunden ein und sieben Sekunden aus. Dem Körper wird dadurch eine entspannte Situation ähnlich dem Tiefschlaf vorgegaukelt – und er glaubt es.

Entschleunigte Atmung wirkt sich, so Loew, positiv auf Bluthochdruck und Panikattacken aus. Und sie soll Patienten mit Migräne, Lungenerkrankungen oder Asthma das Leben erleichtern.

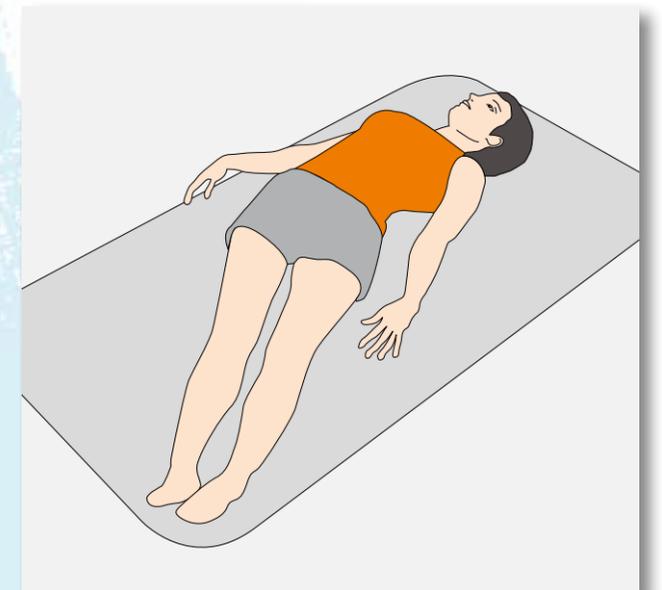


**Atemtherapie kann Lungenschäden durch COVID-19 minimieren.**

COVID-19-Patienten, die im Krankenhaus behandelt werden müssen, leiden unter einer eingeschränkten Lungenfunktion. Schwer Erkrankte müssen künstlich beatmet werden, weil die Lunge entzündet und die Atemmuskulatur geschwächt ist. Eine Atemtherapie ist deshalb ein wichtiger Aspekt auf dem Weg zur Genesung. Dabei gilt es, minderbelüftete Lungenabschnitte wieder mit Sauerstoff zu versorgen und eine Verbesserung des Gasaustauschs herzustellen.

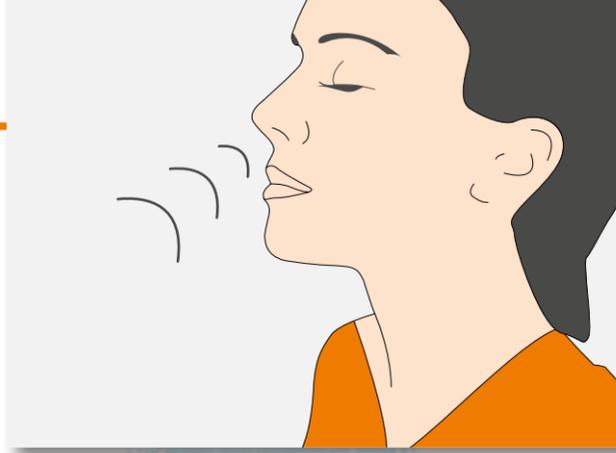
**Trainingsmethoden für eine effektive Atemtherapie.**

Dehnlagerungen wie die Halbmondlage oder die Drehlage sollen verkürzte Muskeln länger und das Lungengewebe dehnfähiger machen. In Rückenlage werden Oberkörper und die geschlossenen Beine zu einer Seite gebracht, sodass der Körper eine Halbmondform bildet. Sie sollte 5 bis 15 Minuten lang eingenommen werden, erst in der einen und dann in der entgegengesetzten Richtung.



**Atemtechniken.**

**Schnüffelndes Einatmen** dient der Kräftigung des Zwerchfells. Dabei atmet man schnüffelnd durch die Nase ein, indem man dreimal kräftig die Luft einzieht. Dann pustet man die Luft langsam und gleichmäßig wieder aus.



**Der Nasengabelgriff** kontrolliert den Hustenreiz durch Veränderungen des Drucks beim Ein- und Ausatmen. Die Nasenflügel werden mit den Fingern leicht eingeeengt. Kurzes Luftanhalten in der Einatemstellung (zwei bis drei Sekunden) trägt zur Verbesserung der Luftverteilung in den Atemwegen bei.



Positionen wie Kutschersitz und Torwartstellung sollen bei Belastung und Kurzatmigkeit durch eine Weitstellung des Brustkorbs für Atemerleichterung sorgen.

**Beim Kutschersitz** wird der Oberkörper weit nach vorn gebeugt, die Unterarme werden mit den Ellenbogen auf den Oberschenkeln abgestützt.



**Bei der Torwartstellung** stehen die Beine schulterbreit auseinander, der Oberkörper ist nach vorn gebeugt. Die Hände werden kurz über den Knien auf den Oberschenkeln abgestützt.



**Die nachhaltige TROX X-Filtermaske: Antwort auf Wegwerfmasken und wachsende Müllberge.**

Wir haben es alle erlebt: Während zu Beginn der Corona-Pandemie Atemschutzmasken knapp waren und selbst für Mitarbeiter im Gesundheitswesen nicht genügend zur Verfügung standen, prägten sie schon kurze Zeit später das Straßenbild: weggeworfen, verloren, verschmutzt und zuvor meist benutzt. Optisch, hygienisch und umwelttechnisch eine Katastrophe – und deshalb für TROX ein Ansporn, gemeinsam mit der Feuerwehr Essen eine andere, eine einzigartige Maske zu entwickeln.

Die TROX X-Filtermaske ist nach dem Prüfgrundsatz für das SARS-CoV-2-Virus geprüft und bei der Marktaufsichtsbehörde der Bezirksregierung Düsseldorf gemeldet worden. Sie besitzt ein hocheffizientes auswechselbares Filtermedium, das für mehrere Anwendungsbereiche nutzbar ist – und bis zu 80 Mal waschbar (nach den Richtlinien des RKI: 60 Minuten bei 60 °C und 60 Minuten mit Chemikalien). Damit ist sie nicht nur wiederverwendbar und flexibel einsetzbar. Sie ist auch eine nachhaltige Alternative zu den häufig als Wegwerfprodukt konzipierten OP- und FFP2-Masken.

Seit März 2021 müssen Masken laut Beschluss der Marktüberwachungsbehörde zusätzlich als FFP2- oder FFP3-Atemschutzmasken nach der europäischen Norm EN 149 zertifiziert sein. Dieser Zertifizierungsprozess läuft momentan. Bei der Durchlassgradprüfung erreicht die TROX X-Filtermaske einen Spitzenwert von 0,27 % – und übertrifft damit sogar FFP3-Masken (Grenzwert für FFP3 = 1 %, FFP2 = 6 %).

**Richtiges Atmen unter der Schutzmaske.**

Mit Maske sollte man nicht tief atmen, weil das zu Hyperventilation führen kann. Ruhiges und flaches Atmen erleichtert das Tragen einer Maske.



Die TROX X-Filtermasken werden im TROX Werk Goch gefertigt.

**Fazit.**

Die richtigen Techniken und Übungen erleichtern das Atmen, sie verbessern die Sauerstoffzufuhr und -ausbreitung in der Lunge und dienen so der Vorsorge. Grundsätzlich gilt: Wer durch die Nase atmet, atmet ruhiger und langsamer. Man unterscheidet außerdem zwischen Bauch- und Brustatmung. Bei der Bauchatmung wölbt sich der Bauch nach außen und zieht sich beim Ausatmen wieder zurück. Bei der Brustatmung weitet sich der Brustkorb. Wichtig ist: Egal ob Brust- oder Bauchatmung, lassen Sie den Atem frei und entspannt in Ihrem eigenen Rhythmus fließen.

Zum Aspekt der künstlichen Beatmung von COVID-19-Patienten nimmt im Interview Dr. Thomas Voshaar Stellung (S. 44).

Im Gespräch mit  
Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel.  
**Über die  
Optimierung von  
Raumströmungs-  
konzepten.**

Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel ist einer der renommiertesten Wissenschaftler auf dem Gebiet Energietechnik. Einer seiner Forschungsschwerpunkte beschäftigt sich mit den Energieeinsparpotenzialen in der Klimatisierungs- und Lüftungstechnik.

**Herr Professor Kriegel, 2015 hat TROX life bereits über Ihr Forschungsprojekt „EnEff: Reine Räume“ berichtet. Reden wir noch einmal über die Zielsetzung.**

Raumlufttechnische Anlagen in Reinräumen haben einen immensen Energiebedarf. Unser Ziel ist es herauszubekommen, wieweit wir Luftvolumenströme bei gleicher Schutzwirkung und damit den Energieverbrauch auf ein Minimum reduzieren können.

Das Wissen über das Verhalten von Raumluftströmungen ist noch nicht ausreichend erforscht, insbesondere das komplexe Zusammenwirken verschiedener Strömungsformen in Reinräumen ist größtenteils unbekannt. Auch gibt es keine wissenschaftlichen Untersuchungen darüber, wie Reinräume energiesparend gelüftet werden können.

Deshalb hatten wir ein Forschungslabor aufgebaut, das ca. 90 % aller in der Praxis installierten Arten von Reinraumsituationen abdeckt. Ziel war es, energieeffiziente Lüftungskonzepte für Reinräume bei reduzierten Luftvolumenströmen zu definieren, die die hohen Anforderungen an Keim- und Staubfreiheit erfüllen und einer thermischen Behaglichkeit gerecht werden.

**Wie sahen Ihre Erwartungen aus?**

Wir haben ein Energieeinsparpotenzial von bis zu 40 % prognostiziert. Allein in Deutschland entspräche die Einsparung dem gesamten Stromverbrauch von Portugal, da für reine Räume ein sehr hoher Energiebedarf existiert und viele Prozesse unter reinen Bedingungen stattfinden.

**Können Sie schon erste Erkenntnisse aus Ihren Studien ziehen?**

Das Projekt ist mittlerweile abgeschlossen. Wesentliche Erkenntnisse, die wir daraus ziehen konnten, sind u. a. in zwei Doktorarbeiten geflossen. Zum einen wissen wir nun sehr gut, wie hoch die Zuluftgeschwindigkeiten bei einer Verdrängungsströmung von oben tatsächlich sein müssen, um die von einer Wärmequelle ausgestoßenen Verunreinigungen direkt abzuführen, ohne dass sie sich zur Seite ausbreiten. Wir konnten so den pauschalen Ansatz von 0,45 m/s durch eine neue Rechenvorschrift ersetzen. Allein dadurch lassen sich bis zu 70 % Energie einsparen.

Zum anderen treten bei Mischlüftungskonzepten in Abhängigkeit von der Anordnung von Zu- und Abluft sehr unterschiedliche Lüftungseffektivitäten auf und es kommt zu Kurzschlussströmungen. Mit einer optimierten Anordnung lassen sich hier bis zu 80 % Energie sparen.

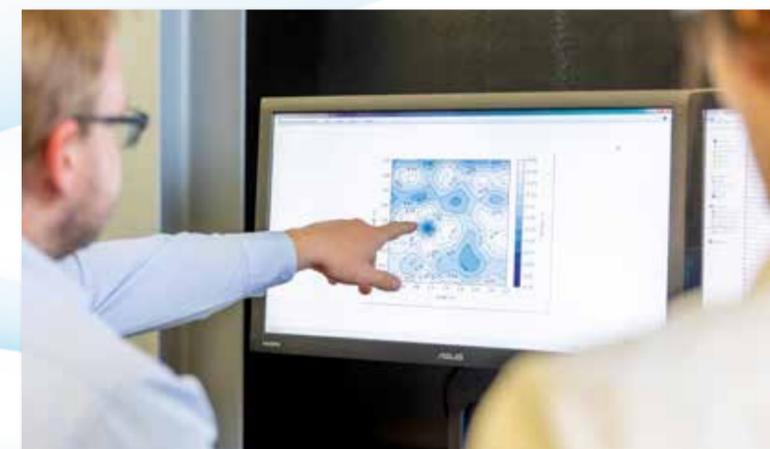
Sehr effektiv sind ebenfalls lokale Belüftungsstrategien. Das bedeutet, dass man nicht den gesamten Raum in gleicher Reinheitsstufe betrachtet, sondern nur die Anforderungszone derart belüftet, dass die Reinheitsanforderungen dort erfüllt werden. Hierbei gibt es jedoch viele Einflussgrößen, die mitberücksichtigt werden müssen, um einen stabilen Schutzbereich zu erhalten.



Das Forschungsteam bereitet das Testlabor vor, um den Verlauf der Luftströmungen zu analysieren.

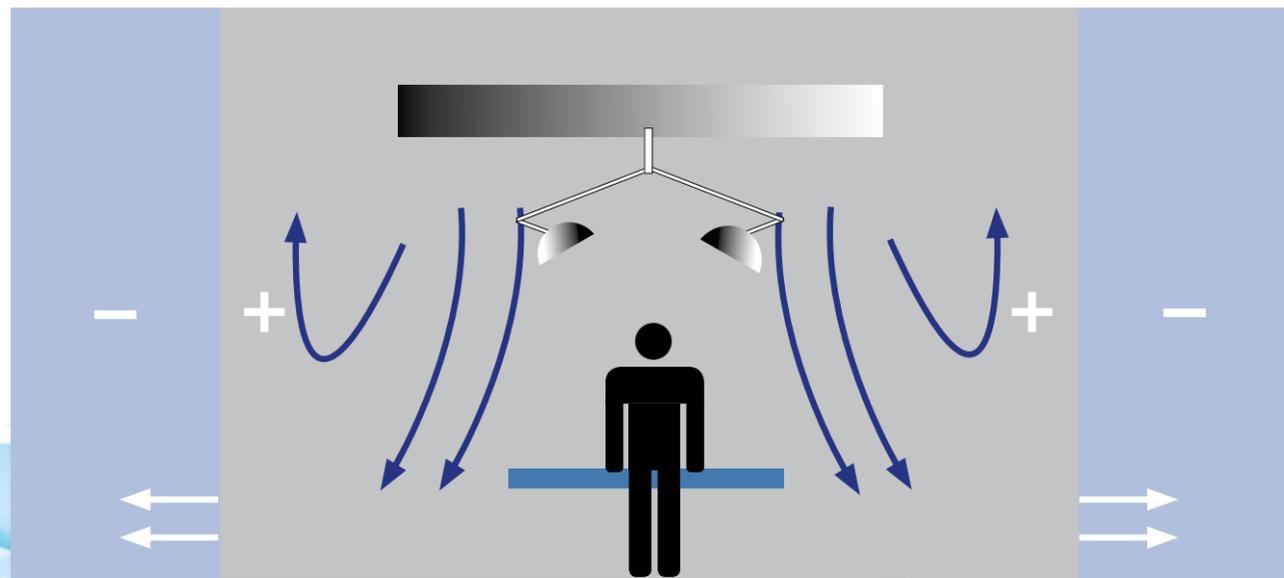


Das OP-Personal stellt eine Wärmequelle im Raum dar, die zugleich Keimquelle ist. Das ist bei den Messungen zu berücksichtigen.



Analyse der gewonnenen Messdaten.

**Turbulenzarme Verdrängungsströmung**



**Sie haben in Ihrem Institut neben dem Reinraum und diversen Raumlufstromungslaboren einen OP-Raum nachgebaut und untersucht, wie sich die Stabilität laminarer bzw. turbulenzarmer Luftströmung unter den spezifischen Einflussgrößen aufrechterhalten lässt?**

Ja, das ist eines der Anschlussprojekte an das „EnEff: Reine Räume“-Forschungsvorhaben, weil es ein spezieller Anwendungsfall einer turbulenzarmen



Der nachgebaute OP-Saal, der die realen Gegebenheiten simuliert.

Verdrängungsströmung (TAV) ist. Die Wärmequellen (z. B. das OP-Personal) im Raum sind zugleich Keimquellen, und es muss eine ausreichende Luftgeschwindigkeit von der Decke kommen, um diese Verunreinigungen zu verdrängen. Allerdings stehen in der Regel die OP-Leuchten im Strömungsweg und sorgen für eine Störung der vertikalen Strömung.

In der Norm (DIN 1946 Teil 4) zur Auslegung der Belüftung u. a. von OP-Räumen wird von einem Schutzbereich geschrieben, der jedoch in der Realität regelhaft nicht existiert. Das liegt zum einen daran, dass das OP-Personal die schädlichen Keime im Gesichtsbereich emittiert und nicht wie im Norm-Abnahmeverfahren am Boden, und zum anderen daran, dass die Personen selbst und die OP-Leuchten Strömungshindernisse darstellen, durch die Rezirkulationsgebiete genau am Wundfeld entstehen, wodurch ein Keimeintrag begünstigt wird. So stellte sich heraus, dass sich trotz eines 100-fachen Luftwechsels im Vergleich zu einer Mischlüftung mit einem Drittel der Luftmenge die gleiche Konzentration an Keimen in der Nähe des Wundfelds einstellt. Das ist selbstverständlich kein Plädoyer für Mischlüftung, sondern zeigt nur, dass hier ein sehr hoher Lüftungstechnischer Aufwand betrieben wird, der jedoch nicht zum Ziel eines quasi-sterilen Bereichs führt.

Neben den klassischen Lüftungskonzepten Mischlüftung und TAV werden aktuell Quelllüftung und innovative lokale Belüftungsstrategien sowohl messtechnisch als auch mittels numerischer Strömungssimulation untersucht. Was sich jetzt schon klar herauskristallisiert: Alle anderen klassischen Konzepte haben Vor- und Nachteile, je nachdem, welche Anforderungen man stellt und welche Randbedingungen herrschen. Zum Teil werden trotz hoher Luftmengen sehr hohe Keimkonzentrationen auftreten. Nur die innovativen lokalen Lüftungskonzepte können praktisch eine nahezu keimfreie Zone im Wundfeldbereich schaffen.

**Was im Betrieb von OP-Lüftungen zu erheblichen energetischen Einsparungen führen kann?**

In der Tat gehen wir von einem Einsparpotenzial in Höhe von etwa 70 % gegenüber der momentan favorisierten TAV-Lösung aus.

**Kann man Ihre Schlussfolgerungen auch auf andere Nichtwohngebäude übertragen?**

Das Betreiben von Gebäuden benötigt in Deutschland rund ein Drittel der jährlich verbrauchten Gesamtenergie. Das heißt im Umkehrschluss, es schlummert ein immenses Energieeinsparpotenzial in diesem Bereich. Räume mit speziellen hygienischen Anforderungen oder der Notwendigkeit von Partikelarmut/-freiheit kommen zwar in vielen Industriezweigen vor, diese Forderungen sind häufig aber nur mit einem sehr hohen anlagentechnischen Aufwand zu erfüllen.

Bei der allgemeinen Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik (HLK) greifen wir deshalb an mehreren Stellen an, die wir aus den speziellen Kenntnissen aus der Reinraumtechnik, der sogenannten Königsdisziplin für die HLK, übertragen können. Das ist einerseits das anlagentechnische Optimieren, im Bereich der schnellen, bedarfsgerechten Regelung mit höchster Genauigkeit und insbesondere dem Zusammenspiel der einzelnen Komponenten als Gesamtsystem. Dafür nutzen wir vermehrt Machine-Learning-Prozesse, um die vielfältigen und eigentlich individuellen Abhängigkeiten in den Griff zu bekommen.

Andererseits betrachten wir es von der Nutzungsseite. Hier sind es vor allen Dingen innovative Beheizungs-, Belüftungs- und Klimatisierungskonzepte, die darauf abzielen, den Menschen ein angenehmes und gesundes Raumklima zur Verfügung zu stellen, zeitlich und auch örtlich bedarfsgerecht. Das bedeutet, dass nicht jeder Raumpunkt dieselbe Raumkondition erhält, sondern nur dort, wo sich auch Personen aufhalten. Das geht weit über das Prinzip der Quelllüftung hinaus. In mehreren Stufen entwickeln wir hier Lösungen, die kurz- oder mittelfristig umgesetzt werden können. Ein paar visionäre Konzepte sind auch dabei, die dahin gehen, dass jeder Mensch im selben Raum sein individuelles Raumklima dargeboten bekommt.

**Wie hoch schätzen Sie das Einsparpotenzial?**

Es geht nicht nur um Energie, die durch die Effizienz von technischen Anlagen eingespart werden kann. Es muss vielmehr um das Zusammenspiel aller Einflussgrößen auf den Energiebedarf des Gebäudes gehen: bei der Planung und beim Betrieb. Einen ganz entscheidenden Beitrag können das Gebäude, also die Bauphysik, Kubatur und Fassade selbst leisten. Leider haben die Kolleginnen und Kollegen der Architektur in der Praxis und auch in der Ausbildung das größtenteils noch nicht verstanden. Wir sehen das mit Schrecken in unserer Ausbildung an der Universität, wo wir am Hermann-Rietschel-Institut jedes Jahr etwa 200 Architekturstudierende im Bereich der Haustechnik ausbilden. Sie werden von ihren Professorinnen und Professoren nicht für das Thema energieeffizientes Bauen sensibilisiert.

Der zweite wesentliche Aspekt neben den technischen Anlagen sind die Gebäudenutzenden selbst. Wir alle sind nicht auf Energiesparen gepolt. Es müsste in den Familien, im Kindergarten, in der Ausbildung ein viel größeres Thema sein. Da können die Gebäude und die technischen Anlagen noch so gut sein, der Rebound-Effekt wird die möglichen Einsparungen auffressen. Es wird an intelligenten selbstlernenden Regelungen gearbeitet. Es wird aber sehr lange dauern, bis das flächendeckend einsatzfähig ist und die Faulheit und Unwissenheit der Nutzenden am Ende ersetzt. Wir sind alle gefordert, den Klimawandel aufzuhalten. Dieser wird sonst weitaus gravierender ausfallen als die aktuelle Pandemie. Da sind sich die Experten aus dem Bereich einig.

**Neben der Energieeffizienz spielt das Wohlbefinden eine wichtige Rolle. Wir wissen ja, dass eine ausreichende Versorgung der Räume mit gefilterter Frischluft neben dem Wohlgefühl auch das Leistungsvermögen fördert und Krankheitsübertragungen reduziert. Wo sehen Sie eine erfolversprechende Optimierung von Lüftungskonzepten?**

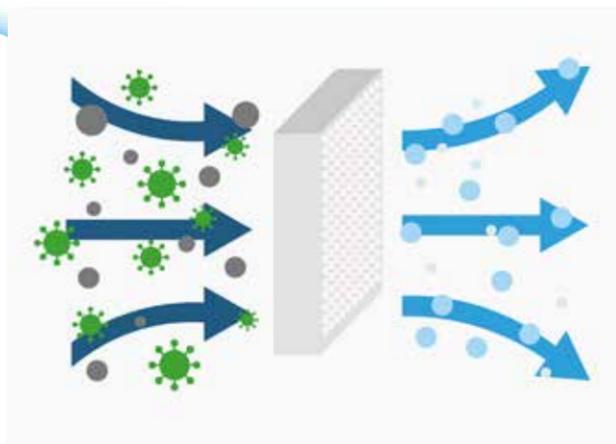
Ich propagiere zurzeit verstärkt, dass die Gebäudeenergieeffizienz anders verstanden werden müsste als bisher. Unter Gebäudeenergieeffizienz versteht man in der Regel, dass ein Gebäude besonders dann effizient ist, wenn es wenig Energie verbraucht. Das führt sehr häufig jedoch dazu, dass die thermische und hygienische Behaglichkeit leidet. Wir sollten uns klarmachen, wofür wir eigentlich Gebäude bauen: für die Nutzenden, um sie primär vor dem Wetter zu schützen, ihnen aber auch ein behagliches Umfeld zu schaffen, das sie nicht krank macht. Für diese Grundbedürfnisse des Menschen wird Energie aufgewendet. Wenn wir nun die Effizienz in der Begriffsdefinition ernst nehmen, Effizienz = Nutzen/Aufwand, so könnte die Gebäudeenergieeffizienz (GEnEff) definiert werden als GEnEff = Indoor Environmental Quality / Energieaufwand. Indoor Environmental Quality (IEQ) beinhaltet dabei alle Formen der Behaglichkeit, vor allen Dingen aber auch die thermische und die Luftqualität.



Beim ganzen Thema HLK fangen wir ja nicht von vorn an. Mit unserem Namensgeber Hermann Rietschel hat die systematische wissenschaftliche Befassung mit den Themen und damit die Entwicklung in diesem Bereich vor über 130 Jahren begonnen. Wir haben sehr viele, sehr gute Lösungen am Markt, die jedoch auch verstärkt eingesetzt werden müssen. Leider gibt es einen Trend hin zu Lowtech, der häufig so verstanden wird, dass wir in vielen Fällen eigentlich keine Lüftungs- und Klimatechnik bräuchten. Das halte ich für absolut falsch, was auch die aktuelle Pandemie eindrucksvoll aufgedeckt hat.

**Sie haben als einer der Ersten die Ausbreitung von Aerosolen, Träger von Viren, untersucht.**

Na ja, es gab viele vor meiner Zeit, die sich damit beschäftigt haben. Wir haben am HRI seit meiner Berufung einen Forschungsschwerpunkt luftgetragene Verunreinigungen in Gebäuden. Hier bearbeiten wir sehr viele Projekte, die stets die Ausbreitung und die Sedimentation von Aerosolpartikeln zum Thema haben. Die Untersuchungen werden sowohl experimentell als auch mittels numerischer Simulationen durchgeführt. Im Rahmen solcher meist interdisziplinärer Forschungsprojekte haben wir Kooperationen u. a. mit dem Robert-Koch-Institut und der Charité – Universitätsmedizin Berlin aufgebaut, die sehr spannend und bereichernd sind.



HEPA-Filter reinigen die Luft von über 99,95 % der Viren.

**Was bedeuten Ihre Erkenntnisse z. B. für den Schulbetrieb?**

Aerosolpartikel verteilen sich innerhalb von ein paar Minuten überall im Raum, ob mit oder ohne Belüftung. Um sie aus dem Raum abzutransportieren, benötigt man eine effektive Lüftung, am besten eine maschinelle.

Realistisch kann man aus einem Klassenraum keinen hochwertigen Reinraum machen, sodass die Partikelanzahl nur mit den klassischen Lüftungsformen Misch- oder Quelläftung begrenzt werden kann. Da unbekannt ist, wo sich eine infizierte Person aufhält, ist es besonders schwierig, mit lokalen Belüftungskonzepten darauf zu reagieren. Die Position der Zu- und Abluft hat einen entscheidenden Einfluss auf die Lüftungswirksamkeit (Contaminant Removal Effectiveness). Es bleibt einem damit eigentlich nur, die zugeführte virenfreie Luftmenge so hoch wie möglich zu halten, um die Konzentration virenbeladener Partikel, die eine infizierte Person permanent ausstößt, niedrig zu halten. Da virenbeladene Partikel permanent in der Luft enthalten sind, sollte darüber hinaus die Aufenthaltsdauer reduziert werden. Denn eins ist klar: Je länger man sich in einem kontaminierten Raum aufhält, desto wahrscheinlicher ist es, eine Infektion zu bekommen.



► Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel

<b>2001</b>	Diplom in Gebäudetechnik an der Technischen Universität Berlin.
<b>2005</b>	Promotion.
<b>Ab 2005</b>	Projektleiter und stellvertretender Geschäftsführer in einem Ingenieurbüro.
<b>Seit 2011</b>	Leiter des Hermann-Rietschel-Instituts der Technischen Universität Berlin und Professor.
<b>Seit 2013</b>	Leiter des Instituts für Energietechnik an der Technischen Universität Berlin.

ZUR PERSON

# Luft und Gesundheit.

Feinstaubpartikel in der Außenluft gefährden nachweislich die Gesundheit. Es gibt Hinweise, dass sich bei hoher Feinstaubbelastung das Risiko erhöht, an Demenz, Parkinson, Epilepsie oder Migräne zu erkranken oder einen Schlaganfall zu erleiden.

**Unheil liegt in der Luft. Luftverschmutzung und Gesundheit.**

Eine Bedrohung für die Gesundheit resultiert nicht nur aus der Gefahr, in Räumen Viren ausgesetzt zu sein oder durch zu hohe CO<sub>2</sub>-Werte in der Leistungsfähigkeit eingeschränkt zu sein. Die zunehmende Verschmutzung der Außenluft führt vielerorts zu Atemwegserkrankungen und zu einer Beeinträchtigung des Herz-Kreislauf-Systems.

Laut dem Kardiologen Thomas Münzel wurde die RNA von SARS-CoV-2 in Feinstaubproben aus Norditalien nachgewiesen. Im Fachblatt Cardiovascular Research hat er eine Studie veröffentlicht, die darauf hindeutet, dass etwa 15 % der COVID-19-Toten auf das Konto von Luftverschmutzung gehen. „Wenn eine lange Belastung durch Luftverschmutzung und eine Infektion mit dem Virus zusammenkommen, dann haben wir einen additiven schädlichen Gesundheitseffekt, mit einer größeren Anfälligkeit für COVID-19“, so Münzel.\* *\*Quelle Spiegel*

Laut Berechnungen des Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA) führt die Luftverschmutzung weltweit zu 4,5 Millionen vorzeitigen Todesfällen pro Jahr und verursacht jährliche Kosten von 2,9 Billionen Dollar (etwa 2,7 Billionen Euro). Allein für China wird die Zahl der Toten mit 1,8 Millionen angegeben, für Indien mit einer Million. Die Kosten, die die Luftverschmutzung weltweit pro Tag verursacht, werden mit 8 Milliarden Dollar (etwa 7,3 Milliarden Euro) beziffert, etwa 3,3 % der Weltwirtschaftsleistung.

**Stärkster CO<sub>2</sub>-Rückgang seit mindestens 60 Jahren durch Corona.**

Die Maßnahmen zahlreicher Staaten zur Eindämmung der Corona-Pandemie haben die weltweiten Kohlendioxid-Emissionen drastisch gesenkt – zeitweise um bis zu 17 %. In Deutschland war der Rückgang mit 26 % sogar noch höher. Dies sind die zentralen Ergebnisse einer Untersuchung von 13 internationalen Klimaforschern, veröffentlicht im Wissenschaftsmagazin Nature Climate Change.

Auch in Europa hat die Pandemie laut Europäischer Umweltagentur (EEA) für eine bessere Luftqualität gesorgt, mit einer Reduzierung der Schadstoffe in vielen europäischen Ländern um bis zu 60 %.

**Aber die Ziele sind notwendigerweise höhergesteckt.**

Im „Air quality in Europe – 2019 report“ wurde die Luftqualität in Europa von 2000 bis 2017 analysiert. Die Studie überprüfte die Fortschritte gemäß der Luftqualitätsdirektive der EU und ihren Air-Quality-Leitlinien.

Die Konzentration von Partikeln (PM: Particulate Matter) hat in einem großen Teil der Staaten die von der EU gesetzten Grenzwerte fortgesetzt überschritten: in 22 % der 2.886 Messstationen, in 17 der zu der Zeit 28 EU-Staaten und in 6 anderen Staaten, die auch berichteten.



Die Partikel-Konzentration (PM<sub>2,5</sub>) über dem jährlich festgesetzten Limit wurde bei 7 % der EEA-Mitglieder gemessen (entspricht 7 Ländern) und bei 3 weiteren, die an der Studie teilnahmen.

Das langfristige Ziel für PM<sub>10</sub> wurde in 51 % der Messstationen überschritten und in allen Staaten, die berichteten, außer Estland, Irland, Finnland und Norwegen. 17 % der städtischen Bevölkerung sind einer Feinstaub-Belastung (PM<sub>10</sub>) über dem gesetzten Limit und 44 % einer Belastung über dem strikteren Ziel der WHO ausgesetzt.

Was die PM<sub>2,5</sub>-Belastung angeht, waren 8 % der EU-Staaten über dem Limit und ca. 77 % hatten eine Luftbelastung über dem WHO-Ziel.

Man ist also noch weit von den Zielen der WHO und der EU sowie von den Beschlüssen der Weltklimakonferenzen entfernt.

**Trotzdem: Laut einer neuen Studie wird Europas Luft sauberer.**

Die Luftqualität auf dem Kontinent verbesserte sich im Laufe der vergangenen Jahre spürbar, so die EEA in einer Publikation. Schätzungen zufolge sind im Vergleich von 2009 und 2018 jährlich knapp 60.000 Menschen weniger vorzeitig durch die Belastung mit Feinstaub gestorben.

Dennoch: Aufgrund der Luftverschmutzung durch Feinstaub, Stickstoffdioxid und bodennahes Ozon sterben Schätzungen zufolge mehr als 400.000 Menschen pro Jahr.

Insbesondere in den Sektoren Verkehr und Energieversorgung sanken die Emissionen. Im Transportwesen ist der Ausstoß von Schadstoffen wie Stickoxid seit dem Jahr 2000 trotz gesteigerter Mobilitätsnachfrage klar zurückgegangen. Im Energiesektor sind, laut EEA-Studie, die Emissionsverringerungen beachtlich.

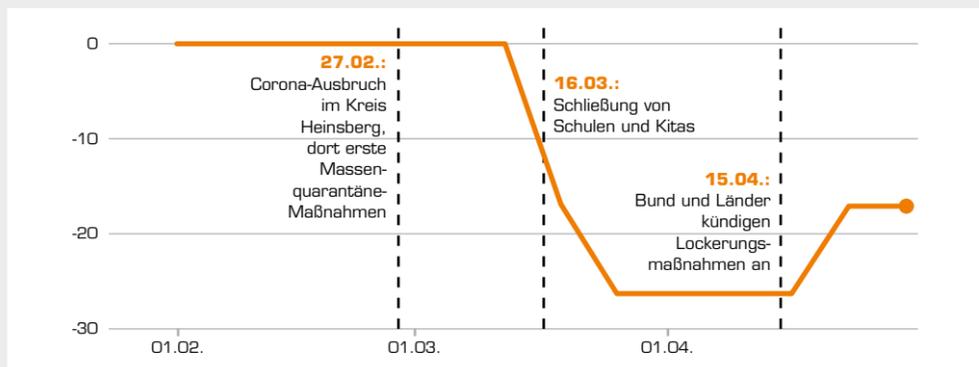
**Todesfälle durch Ozon steigen sogar.**

Während sich die Todesziffer europaweit beim NO<sub>2</sub> im Vergleich zu 2009 mehr als halbiert hat, ist sie beim Ozon um ein Fünftel angestiegen.

**Noch nie war so viel CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre.**

Bedingt durch seine hohe atmosphärische Konzentration ist Kohlendioxid nach Wasserdampf das wichtigste Klimagas. Die globale Konzentration von Kohlendioxid ist seit Beginn der Industrialisierung um gut 44 % gestiegen und ist aktuell so hoch wie nie zuvor.

**Heruntergefahren CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland (Veränderung in % gegenüber Normalniveau)**



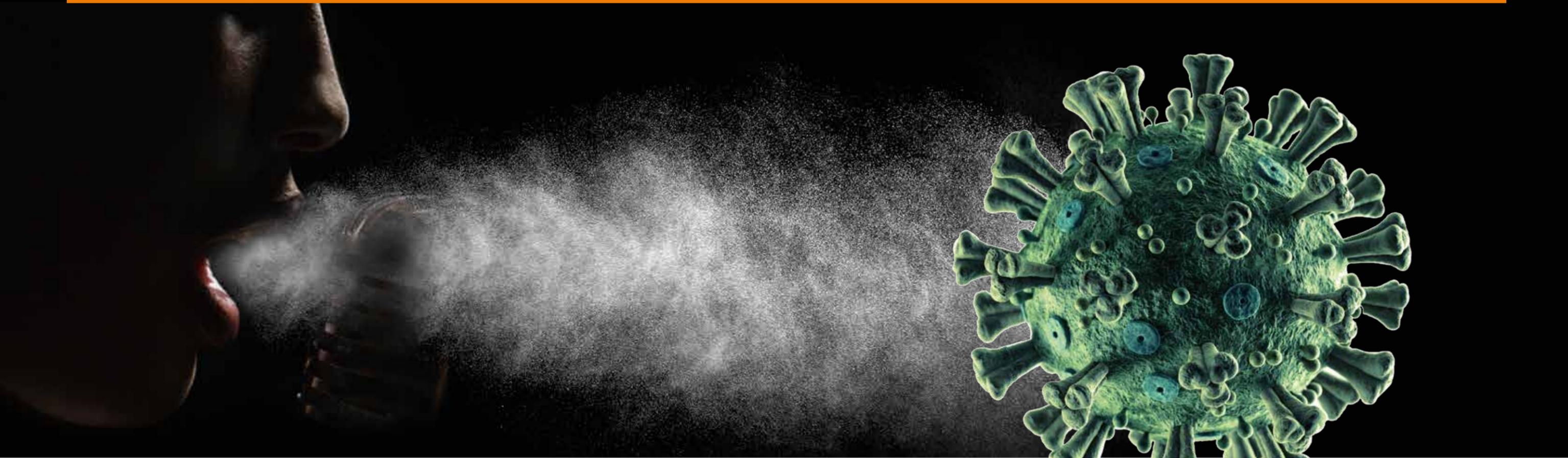
Quelle: Le Quéré et al. Nature Climate Change 2020; Global Carbon Project [DER SPIEGEL]



# Im Gespräch mit dem Pneumologen Dr. med. Thomas Hermann Voshaar.



Dr. med. Thomas Hermann Voshaar ist Facharzt für innere Medizin, Pneumologie, Allergologie, Umweltmedizin, physikalische Medizin und Schlafmedizin. Außerdem ist er Leiter des Lungen- und Thoraxzentrums Nordrhein und Vorstandsvorsitzender des Verbandes Pneumologischer Kliniken (VPK).



Dr. Voshaar ist Leiter des interdisziplinären Lungenzentrums am Krankenhaus Bethanien in Moers. Als einer der Ersten hat er vermutet, dass sich das Corona-Virus hauptsächlich über Aerosole ausbreitet.

**Herr Dr. Voshaar, Sie haben schon in einem sehr frühen Stadium der Corona-Pandemie gesagt, dass sich positiv Getestete über Aerosole angesteckt haben.**

Ja. In den Anfängen hat man praktisch weltweit gedacht, dass der Hauptübertragungsweg die Hände sind, es also um eine Schmierinfektion geht. Wir

wussten um die Übertragung durch Aerosole aus früheren Arbeiten zur Influenza. Ich beschäftige mich seit etwa 30 Jahren mit der Aerosolmedizin, wenn auch primär mit der therapeutischen Anwendung wie beim Asthma oder der COPD. Durch eine sehr enge Vernetzung mit Aerosolphysikern wurde schnell klar, dass die Übertragung beim neuen SARS-Virus nur via Aerosole erklärt werden kann.

Aerosole sind sehr kleine Tröpfchen oder feste Teilchen, die anders als große Tröpfchen länger in der Luft schweben. Große Tröpfchen sinken schnell zu Boden. Das ist ungefähr so wie bei Nebel und Regen. Der Unterschied ist vor allem die Tröpfchengröße, die das physikalische Verhalten bestimmt. Wir haben auch Tests in nachgebauten Krankenzimmern mit Puppen gemacht, aus denen wir Aerosole ausgeblasen haben, um zu beobachten, wie diese sich ausbreiten. Ein weiteres Indiz dafür, dass das Virus durch Aerosole verbreitet wird, sind z. B. Superspreaderphänomene in Chören.

**Wie kann man die Gefahr der Ansteckung minimieren?**

Die Ansteckungsgefahr in Innenräumen wird bestimmt von den Parametern Anzahl der Menschen, Raumgröße, Aufenthaltsdauer und Lüftung bzw. Luftfilterung. Das erklärt alles. Also ergeben sich für Innenräume die Empfehlungen: Maske tragen, immer nur wenige Menschen in möglichst großen Räumen, kurze Aufenthaltsdauer und Lüftung. Durch das Verhältnis von Menschenzahl zu Raumgröße ergibt sich auch automatisch ein größerer Abstand zwischen den Menschen. Visiere und Plastikschilder verhindern eine Übertragung via Aerosole nicht. Ein intelligentes Lüftungssystem sorgt hingegen für ausreichend Luftaustausch und „transportiert“ die Aerosole aus dem Raum. Effektive Hochleistungsfilter (HEPA 13 und 14) halten die Viren zurück. Raumvolumen und Luftaustausch sind die relevanten Schutzfaktoren. Eine hohe und große Kirche ist ungefährlicher als ein niedriger Methodistensaal.

Im Freien kann man sich praktisch nicht infizieren, es sei denn man steht quasi Nase an Nase oder befindet sich dichtgedrängt unter einer Markise, also wenn eine Begrenzung der Aerosolausbreitung nach oben besteht. Ansonsten verdünnt sich die Aerosolwolke schnell durch die Konvektion der Luft und den praktisch unbegrenzten Raum im Freien. Mit Zigarettenrauch kann man das Phänomen gut beobachten.

**Superspreader.**

Als Superspreader werden infizierte Menschen bezeichnet, die besonders viele Personen anstecken. Besonders häufig passiert das in Situationen, in denen viele Menschen in Räumen mit geringem Raumvolumen zusammenkommen.



Dr. med. Thomas Hermann Voshaar, Pneumologe.



**Wie lange kann sich ein Virus in Filtern halten?**

Viren sterben sehr schnell in trockener Umgebung ab. Wenn sie einmal im Filter sind, können sie sich nicht mehr lösen.

**Wie sehen Sie die Gefahr durch den Schulbetrieb und die Öffnung von Kitas?**

Bei den Kindern etwa bis zum zwölften Lebensjahr gibt es immer noch viele offene Fragen. Kinder können sich genauso anstecken wie Erwachsene,

die Viruslast im Rachen ist vergleichbar der bei Erwachsenen. Aber sie werden nur äußerst selten krank. Die wichtigste Frage ist nicht abschließend geklärt: ob Kinder andere anstecken können. Bisher deuteten alle Beobachtungsstudien darauf hin, dass die Schulen keine bedeutsamen Infektionstreiber sind. Wahrscheinlich liegt das daran, dass aus dem Rachen nur größere Tröpfchen kommen, praktisch also Spucketröpfchen, aber eben kein Aerosol. Je älter die Schüler, also ab Oberstufe, desto mehr beobachten wir die gleichen Phänomene wie bei Erwachsenen.

**Ihre Aussagen stützt ja auch eine Studie\*, die das Land Baden-Württemberg in Auftrag gegeben hatte.**

In der Tat zeigt die Studie, dass Kinder anscheinend seltener an COVID-19 erkranken, und auch, dass sie seltener durch das SARS-CoV-2-Virus infiziert werden und vor allem andere infizieren.

\* Die Wissenschaftler untersuchten rund 2.500 Kinder im Alter von 1-10 Jahre und jeweils ein zugehöriges Elternteil, also insgesamt rund 5.000 Studienteilnehmende.

*Dr. Voshaar stellt Bundesgesundheitsminister Jens Spahn und NRW-Ministerpräsident Armin Laschet anlässlich ihres Besuchs der Lungenfachabteilung des Bethanien-Krankenhauses die Wirkungsweise des TROX Luftreinigers vor.*



**Kann der Mensch eine Immunität gegen das Virus entwickeln?**

Ganz klar ja. Nach durchgemachter Infektion und auch nach Impfung gibt es eine Immunität. Spontan findet übrigens die erste Abwehr immer im Rachen statt. Dort besitzt der Mensch sinnvollerweise eine hohe Aktivität des Immunsystems. Wird aber der Rachen sozusagen umgangen, wenn man ein infiziertes Aerosol in hoher Konzentration einatmet, so kommt es offensichtlich sehr viel schneller zu Infektionen und auch schweren Erkrankungen. Das liegt wohl daran, dass die Viren via Aerosol in hoher Konzentration direkt in die Lunge gelangen.

**Wie wirkt das Virus?**

Zunächst hat das SARS-Virus einen Mechanismus entwickelt, auch in menschliche Zellen einzudringen. Es stammt ja definitiv aus dem Tierreich. Es dringt in die Wirtszelle ein und vermehrt sich dort. Dabei scheint das Virus eine besondere Spezialisierung für die ACE-Rezeptoren entwickelt zu haben. Diese Rezeptoren finden sich beim Menschen vor allem in der Lunge, aber auch in anderen Organen. Das funktioniert dann wie ein Schlüsselloch-Prinzip.

**Wir studieren Tag für Tag die Corona-Zahlen. Worte wie Inzidenz gehen uns mittlerweile wie selbstverständlich über die Lippen. Wie halten Sie es mit den Statistiken?**

Die Zahl der Infizierten allein ist für mich nicht genug an Information. Ich sehe ein weiteres und besseres Indiz in der Zahl der Infizierten im Verhältnis zu der der Erkrankten, insbesondere der ernsthaft Erkrankten.

Im Übrigen muss man die Dunkelziffer berücksichtigen, das heißt, die Zahl der positiv Getesteten ist mit bis zu 10 zu multiplizieren. Dann müssen wir die Auslastung im Gesundheitssystem berücksichtigen. Im Krankenhaus verstirbt leider insgesamt jeder fünfte und nach Intubation jeder zweite Patient. Die Sterblichkeit hängt aber sehr stark vom Alter und auch von Vorerkrankungen ab.

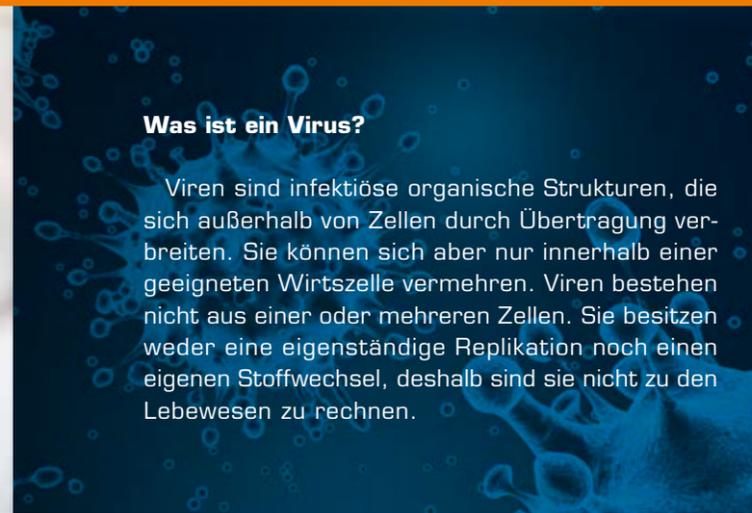


**Wie sehen Sie die empfohlene Quarantäne von zwei Wochen?**

Hochinfektiös ist man in den ersten 3-4 Tagen vor und nach Ausbruch der Symptome. Das zeigt auch ein ganz wesentliches Problem der Infektionsausbreitung auf: die Ansteckungsfähigkeit noch bevor man selbst Symptome bemerkt.

**Infizierter ist nicht gleich Infizierter, sagen Sie in unserem Webseminar. Was heißt das?**

Hochansteckend sind diejenigen Menschen, bei denen es zu einer Infektion der Lunge kommt. Aus der infizierten Lunge gelangen massenhaft Virus tragende Aerosoltröpfchen in die Luft, sie bleiben dort lange in der Schwebe und bedeuten für alle im Raum ein massives Infektionsrisiko. Um krank zu werden, muss man eine bestimmte Virusdosis aufnehmen, die liegt wohl bei dieser Erkrankung so bei 500 Viren.



**Was ist ein Virus?**

Viren sind infektiöse organische Strukturen, die sich außerhalb von Zellen durch Übertragung verbreiten. Sie können sich aber nur innerhalb einer geeigneten Wirtszelle vermehren. Viren bestehen nicht aus einer oder mehreren Zellen. Sie besitzen weder eine eigenständige Replikation noch einen eigenen Stoffwechsel, deshalb sind sie nicht zu den Lebewesen zu rechnen.

**Wie wirkt ein mRNA-Impfstoff?**

Der mRNA-Impfstoff, wie das BioNTech-Präparat, basiert auf einem bislang völlig neuen Mechanismus. Er enthält genetische Informationen des Erregers, aus denen der Körper ein Viruseiweiß herstellt – in diesem Fall das Oberflächenprotein, mit dessen Hilfe das Virus in Zellen eindringt. Ziel der Impfung ist es, den Körper zur Bildung von Antikörpern gegen dieses Protein anzuregen, um die Viren abzufangen, bevor sie in die Zellen eindringen und sich vermehren.

Dr. Ingmar Hoerr gilt als Begründer der mRNA-Impfmethode. 1999 hat er als Doktorand an der Universität Tübingen genetisches Material in Form der DNA in Mäuse gespritzt. Sein Forschungssujet: Wie kann man Informationen in den Körper geben, die die Bildung eines Eiweißstoffs hervorrufen, der eine Reaktion des Körpers zur Folge hat, um Antigene herzustellen. Bei seinen Experimenten untersuchte er die Proteine daraufhin, ob die Programmierung von Antikörpern durch die Botenstoffe funktioniert hat.

Ingmar Hoerr nahm das Botenmolekül RNA, das Proteine bildet, als Negativkontrolle. Die RNA stand damals nicht im Fokus der Forschung, da sie extrem instabil ist und sofort wieder abgebaut wird. Das überraschende Moment war, dass die RNA die besseren Immunantworten gegeben hat. Zu diesem Zeitpunkt arbeitete die Virologie hauptsächlich an der Gentherapie mithilfe von Chromosomenmaterial. Dabei besteht aber die Gefahr, dass es sich in die Gene integriert.

„Wir arbeiteten im Gegensatz dazu“, so Hoerr, „mit Informationen, nicht mit Medikamenten. Wir fanden heraus, dass die RNA Informationen verteilen kann, die die Bildung von Proteinen anregen, dann aber sofort wieder verschwindet. Die RNA liefert der Zelle praktisch die Software, wie sie Eiweißstoffe produzieren kann, um die Immunabwehr zu aktivieren. Da die RNA sich aber schnell verflüchtigt, muss nachgeimpft und die Impfung wie beim Gripeschutz in einem bestimmten Zeitraum wiederholt werden, was aber noch nicht genau zu quantifizieren ist.“

**Sie sind kein Befürworter der maschinellen Beatmung bei Schwererkrankten, warum?**

In der Hoffnung, den Verlauf der Infektion günstig beeinflussen zu können, wurden Patienten möglichst frühzeitig invasiv über einen Schlauch in der Luftröhre künstlich beatmet. Wir haben aber zunehmend festgestellt, dass die künstliche Beatmung eher zu Schaden scheint. Die strategische Frühintubation, wie man sie in den ersten Monaten weltweit genutzt hat, war definitiv ein Fehler.

Die invasive Beatmung birgt bei längerer Anwendung Gefahren. So können Erreger über das Kunststoffrohr in die Lunge gelangen. Zudem muss der Patient in ein künstliches Koma versetzt werden. Eine solche Narkose, vor allem über viele Tage oder gar Wochen, stellt aber besonders bei älteren Menschen eine Belastung dar, mit vielen Komplikationen.

Die sogenannte invasive, künstliche Beatmung muss man sicher sehr kritisch sehen. Das zeigen allein schon die schlechten Überlebensraten unter einer solchen Behandlung, bei der eine Maschine über einen Schlauch, der intubiert wird, die Beatmung übernimmt. Luft wird, anders als beim natürlichen Atmen, mit hohem Druck in die Lunge gepresst. Man stellt also den normalen, natürlichen Vorgang des Atmens auf den Kopf. Es bleibt aber ein Expertenstreit, was der richtige Weg ist.

Wir haben gute Erfahrungen mit nicht invasiven Atemhilfen gemacht. Damit wird, anders als beim invasiven Vorgehen, die natürliche Atmung unterstützt und nicht ersetzt. Der Patient trägt eine dicht abschließende Nasen-Mund-Maske, über die ein etwa schuhschachtelgroßes Gerät Luft in seine Lunge pumpt. Aktuell (Stand Ende Januar 2021) liegt unsere Sterblichkeit bei ca. 8 %, bundesweit beträgt sie etwa 50 % nach Intubation.

**Was geschieht im Körper bei einer schweren Corona-Erkrankung?**

Grundsätzlich ist die schwere beidseitige Lungenentzündung das Hauptproblem. Das Virus greift aber auch andere Organe an wie das Herz, die Blutgefäße, die Nieren – und auch das Nervensystem.

Da die Lunge praktisch immer im Vordergrund steht, geht es tagtäglich um die Frage, wie man diese Patienten mit einem starken Sauerstoffmangel infolge der Lungenentzündung am besten behandelt.

**Gibt es weitere Erkenntnisse dazu?**

Aus der ersten Welle kennen wir die Zahlen genau. Wir haben die Daten von 10.000 COVID-Patienten in deutschen Krankenhäusern ausgewertet. 22 % aller Patienten im Krankenhaus sind gestorben: 53 % nach Intubation, also unter künstlicher, kontrollierter Beatmung, im Alter über 80 starben sogar mehr als 70 %.

**Was empfehlen Sie für eine gesunde Lebenseinstellung?**

Nichts stimuliert das Immunsystem besser als eine positive Lebenseinstellung und herzhaftes Lachen. Dass Lachen gesund ist, zeigen Studien.



# Gesunde Luft in Schulen.



Das Corona-Virus ist eine Herausforderung für Schüler/-innen und Lehrkräfte. Denn gerade in Klassenzimmern können sich virenbelastete Aerosole ausbreiten und über mehrere Stunden in der Raumluft bleiben. Entsprechend wird von allen Schulen in Deutschland eine regelmäßige Durchlüftung der Klassenzimmer gefordert.



Blick in einen Klassenraum in Neukirchen-Vluyn, in dem ein TROX Luftreiniger die Ansteckungsgefahr minimiert.

#### Die Vorteile des TROX Luftreinigers.

- Aufstellen und einschalten
- Filtert 99,95 % aller Viren
- Ideal für große Räume
- Großflächige Luftverteilung oberhalb des Aufenthaltsbereiches
- Konkurrenzlos leise
- Langlebiger HEPA-13-Filter
- Besonders energieeffizient
- Filterkombination HEPA-14



Fassadenintegriertes Lüftungssystem in einer Schule.

In der Praxis oft ein Ding der Unmöglichkeit. Denn reines Fensterlüften sorgt aufgrund baulicher und thermischer Bedingungen nur in den wenigsten Fällen für den nötigen Luftaustausch. Der Einbau einer Frischluftanlage hingegen ist mit baulichen Maßnahmen verbunden. Deshalb sind mobile Luftreiniger eine ideale Alternative gegen virenbelastete Aerosole in Klassenzimmern.

#### Ausrüstung von Schulen in Neukirchen-Vluyn.

Neukirchen-Vluyn im September 2020. Die ersten zehn Raumluftreiniger wurden an Schulen in Neukirchen-Vluyn ausgeliefert. Bereits im Sommer hatte sich Bürgermeister Harald Lenßen Geräte angeschaut und konnte den Stadtrat von einer Anschaffung überzeugen. „Mit den Luftreinigern schaffen wir für unsere Schüler und Schülerinnen und ihre Lehrkräfte mehr Sicherheit“, so Lenßen damals.

Weitere 280 TROX Luftreiniger wurden in Nürnberger Schulen aufgestellt.

#### TROX Luftreiniger. Die sichere Stand-alone-Lösung.

Der TROX Luftreiniger ist die schnelle und vor allem leise Lösung für mehr Sicherheit in der Schule. Das Stand-alone-Gerät wird einfach aufgestellt und angeschaltet. Es ist so leistungsstark, dass es in einem durchschnittlich großen Klassenraum auf niedriger Stufe arbeiten kann.

Als Umluftgerät ersetzt es nicht die Lüftung, ist aber eine gute Ergänzung, um Lüftungsintervalle so zu verlängern, dass eine besonders im Winter unbehagliche Fensterlüftung in den Pausen erfolgen kann. Ideal wäre eine Aufrüstung mit Lüftungssystemen mit Frischluftzufuhr. Das bis 2024 aufgelegte 500-Millionen-Förderprogramm der Bundesregierung unterstützt aber nur die Optimierung bestehender Anlagen.

#### Die Funktionsweise.

Reine Luft strömt in großen Mengen über Kopfhöhe aus dem Gerät. Aerosole werden durch den Luftstrom verdünnt und zum Boden bzw. in den Filter geführt. So entsteht eine ideale Luftbewegung. Das zweistufige TROX Hochleistungsfiltersystem filtert über 99,95 % aller luftgetragenen Viren – geräuscharm und energieeffizient.

#### Aerosole sind ein Hauptüberträger von Corona-Viren.

Mit dem TROX Luftreiniger reduzieren Sie das Übertragungsrisiko in unzureichend belüfteten Räumen auf ein Minimum – ganz ohne komplexe Installationen. Einfach aufstellen und einschalten.

#### Dezentrale fassadenintegrierte Luft-Wasser-Systeme.

Eine weitere und sehr effektive Möglichkeit der Klassenzimmerbelüftung ist die sogenannte fassadenintegrierte Lüftungstechnik. Dafür werden horizontale oder vertikale dezentrale Lüftungsgeräte an der Innenseite einer Außenwand montiert. Es müssen jedoch Öffnungen für die Zu- und Abluft geschaffen werden. EC-Radialventilatoren mit hohen Wirkungsgraden saugen die Außenluft auf kürzestem Wege an. Die Luft strömt durch eine motorisierte Absperrklappe, durch Feinstaubfilter ePM<sub>10</sub> und durch die Sekundärluftklappe in die Räume. Sämtliche Komponenten zur Filtration, Wärmerückgewinnung und thermischen Behandlung der Luft sind im Gerät bereits montiert.

Dank Misch-Quellluft-Prinzip strömt die Frischluft zugarm in die Klassenzimmer ein. Sie wird im Winter vorgeheizt und im Sommer vorgekühlt. Neben den EC-Ventilatoren steigert eine integrierte Wärmerückgewinnung, die verhindert, dass die Wärme der Raumluft ungenutzt nach außen abgeführt wird, die Effizienz des Systems zusätzlich.

#### SCHOOLAIR Lüftungsgeräte.

Dezentrale Fassaden- und Deckenlüftungsgeräte der SCHOOLAIR Serie sind speziell für den Einsatz in Schulen konzipiert. Sie weisen eine deutlich höhere Volumenstromleistung als die vorherigen Modelle auf. Zwei Geräte reichen aus, einen klassischen Schulraum mit ausreichend Außenluft zu versorgen, sodass eine durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Konzentration < 1.000 ppm im Nennlüftungsbetrieb sichergestellt werden kann. Der Boost-Betrieb mit einer Leistung von bis zu 600 m<sup>3</sup>/h je Gerät wird üblicherweise kurz vor, während und kurz nach der Pause eingestellt und sorgt für einen schnellen Luftaustausch zwischen den Unterrichtsstunden.

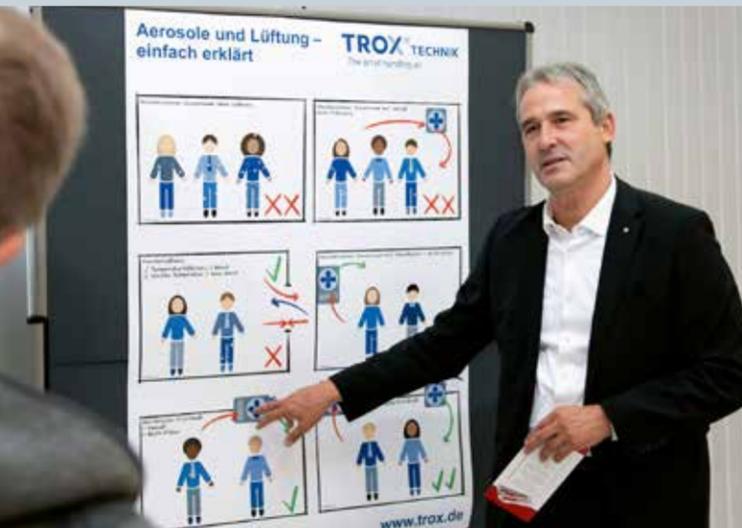
**Auch PISA bestätigt die Wichtigkeit maschineller Lüftung.**

In Europa sind es vor allem die Finnen und neuerdings auch die Esten, die – alle drei Bereiche zusammengefasst – Europas Spitze der Schülerelite bilden. TROX life hat die Ergebnisse analysiert und ist dem Geheimnis des Lernerfolgs in den nordeuropäischen Ländern auf die Spur gekommen. Niederländische Wissenschaftler haben erst kürzlich in einer Feldstudie herausgefunden, dass die CO<sub>2</sub>-Konzentration in Klassenräumen einen messbaren Einfluss auf die Lernfähigkeit von Schülern hat. Im Versuch hatten die Schüler, die in Gebäuden mit Lüftungsanlage unterrichtet wurden, die merklich besseren Noten.

Klima- und Lüftungsexperten wundere es deshalb kaum mehr, dass die Finnen weit vorn zu finden sind, wenn es um den Bildungserfolg geht. Denn sie haben – anders als wir – längst den Bildungseffekt guter Raumluftqualität für sich entdeckt. Deshalb wurde im hohen Norden die maschinelle Lüftung für Schulen bereits in den Bauvorschriften verankert. Ein CO<sub>2</sub>-Gehalt von 1.500 ppm darf dort nicht dauerhaft überschritten werden. Die Dänen ziehen nach. Gemäß einer am 1. Januar 2011 in Kraft getretenen Bauverordnung wird dort eine Höchstmenge von 1.000 ppm an CO<sub>2</sub> in Schulen festgelegt.

**Statement**

**Udo Jung, Geschäftsführer der TROX GmbH, zur aktuellen Lage:**



„In der Klima- und Lüftungsbranche haben wir zurzeit große Herausforderungen zu meistern. Zum einen stehen hier die grundlegenden Trends der technischen Gebäudeausrüstung im Fokus, wie Digitalisierung, Energieeffizienz, Wärmerückgewinnung und nicht zuletzt auch das Thema Nachhaltigkeit. Zum anderen erarbeitet die Branche aus ihrer Kernkompetenz heraus verlässliche Lüftungsoptionen zur Verminderung des Infektionsrisikos in geschlossenen Räumen. Es



verwundert uns zurzeit sehr, dass viele fachfremde Experten hier, sogar bis in die Bundesregierung hinein, Berater spielen, anstatt sich an berufene Expertenkreise wie z. B. aus der Wissenschaft oder von unseren Verbänden FGK, VDMA, RLT und VDI zu wenden. Es geht um nicht weniger als den Erhalt unseres gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Lebens sowie unseres Bildungslebens. Daher kann es nur richtig sein, wenn wir dies auch als Chance begreifen, AHA+L in kompetenter Weise aufgreifen und beispielsweise an Öffnungsoptionen für Schulen, Behörden, Büros, Kinos etc. mitarbeiten. Wie das funktionieren kann, zeigen verschiedene Veröffentlichungen aus dem Kreise der Wissenschaft und Verbände.“

**TROX Auranor gewinnt die Auszeichnung als mutigstes Unternehmen des Jahres!**

Mit dem „Næringsmot 2020“ (übersetzt „Geschäftsmut“) wurde TROX Auranor im November 2020 als außergewöhnlich gutes Beispiel für unternehmerischen Mut ausgezeichnet.

In einem anspruchsvollen und harten Auswahlverfahren überzeugten die Norweger in allen drei Kriterien:

- TROX Auranor ist lokal gut verwurzelt und zugleich ein nationaler und internationaler Akteur.
- TROX Auranor ist ein sehr guter Arbeitgeber mit derzeit 170 festen Mitarbeitern.
- TROX Auranor trägt durch permanente Investitionen in den eigenen Betrieb und in die Entwicklung zu einer positiven und mutigen Unternehmenskultur bei.



Das neue, komplett klimaneutrale Werk in Hadeland.



Von links: Geschäftsführer Peter Sønderskov, Produktionsleiter Tormod Grindstad und Executive Secretary Torunn Lismoen.

Die jüngste Investition in ein neues, komplett klimaneutrales Werk beeindruckte die Jury besonders. Auch, weil sich der Gewinner dafür entschieden hat, zu einer Zeit in ein neues Werk in Hadeland zu investieren, in der es üblich ist, die industrielle Produktion in Niedrigkostenländer zu verlagern.

Das neue Werk ist aber auch in anderer Hinsicht etwas Besonderes. Denn Nachhaltigkeit gilt hier als oberstes Gebot – natürlich schon beim Bau. Und um vom ersten Tag an CO<sub>2</sub>-neutral zu produzieren, hat TROX Auranor 300 Millionen norwegische Kronen investiert: in innovative Digitalisierungsinstrumente, in 100 % erneuerbare Energie, in hocheffiziente Tools, Geräte und Systeme bis hin zu Ladestationen für die Elektroflotte.

Dieser Mut, die Verantwortung für mehr Klimaschutz so effektiv umzusetzen, hat auf jeden Fall einen Preis verdient.

# TROX on the road.



## Sie können nicht zu uns kommen? Dann kommen wir zu Ihnen!

Abgesagte Messen, eingeschränkte Kontaktmöglichkeiten – auch für dieses Problem hat TROX die passende Lösung: Die TROX Roadshow, die seit Ende 2020 im Bundesgebiet auf Tour ist, demonstriert effiziente und intelligente Ideen zum Schutz vor virenbelasteten Aerosolen in Innenräumen direkt bei Kunden vor Ort.

Der hochmoderne Trailer ist mit dem neuen TROX Luftreiniger und einem SCHOOLAIR Lüftungsgerät ausgestattet und stellt die Effektivität der beiden Filtersysteme direkt unter Beweis – geräuscharm und energieeffizient. Ausführliches Infomaterial und ein interessantes Video über die Ausbreitung von Aerosolen in geschlossenen Räumen mit den entsprechenden Lösungsansätzen von TROX liefern zudem wichtiges Hintergrundwissen. Zusätzlich beantworten unsere speziell ausgebildeten Berater aus den Niederlassungen alle Fragen zum Thema Corona und Lüftung direkt und kompetent. Selbstverständlich im Rahmen eines sicheren, regelkonformen Hygienekonzepts – dies schließt die gefilterte, virenfreie Luft im Inneren des Trailers ein.

Gestartet ist die TROX Roadshow Anfang Dezember in Kassel, es folgten unter anderem Gießen, Fulda, Koblenz, Düsseldorf, Dortmund, Münster und Köln. Für die nahe Zukunft sind weitere Gespanne geplant, die dann auch im europäischen Ausland eingesetzt werden können und sollen. Letztendlich entscheidet aber die Entwicklung der Corona-Pandemie darüber, wo und wann die TROX Roadshow fortgesetzt werden kann, um unsere Kunden auch in ungewöhnlichen Zeiten in gewohnter Ausführlichkeit zu informieren.



# Hatschi. Gesundheit!

Haatschii! Früher wünschte man einem Niesenden Gesundheit. Dann war es laut Knigge nicht mehr benimmregelkonform. Es sollte sich der entschuldigen, der niest, und die anderen sollten nur freundlich nicken.



Den Grund sah die Knigge-Gesellschaft darin, dass der Wunsch „Gesundheit“ noch aus Zeiten stammte, in denen in Deutschland die Pest grassierte. Niemand, wünschte man „Gesundheit“, nicht dem Niesenden, sondern sich selbst. Ist es nicht ein wenig übertrieben, jahrelang gelebte Gewohnheiten plötzlich über den Haufen zu werfen? Mittlerweile haben die Benimmwächter es ja wieder zurückgenommen. Man darf – mit ein paar Ausnahmen – wieder Gesundheit wünschen.

**Gesunder Menschenverstand.**

Ebenso bricht die fortschreitende Genderdiskussion bisher geltende Verhaltensregeln. Meines Erachtens hat das nur noch wenig mit gesundem Menschenverstand zu tun. Kein Parteitag mehr ohne die Anrede „Liebe Genossinnen und Genossen“, kein Aushang mehr ohne „Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter“. Für mich reine Zeitverschwendung. Ausgedruckt produziert es zudem noch mehr Papier. Was ist denn falsch daran, Mitbürger als solche anzusprechen, weiblich wie männlich, auch wenn das Wort auf -er endet?

Eine Stolperfalle war für Annegret Kramp-Karrenbauer die Konzentration auf die genderkorrekte Anrede: Sie begrüßte auf dem Parteitag der CDU ihre Parteigenossen genderkorrekt, nannte sie aber „Sozialdemokratinnen und Sozialdemokraten“.

In Baden-Württembergs Ministerpräsident Winfried Kretschmann sehe ich einen prominenten Mitstreiter. „Von diesem ganzen überspannten Sprachgehabe halte ich nichts“, so Kretschmann, und jeder solle „so reden können, wie ihm der Schnabel gewachsen ist“.

Liebe Genderinnen und Gender, die Blüten, die der Genderwahnsinn und der „vorgeschriebene“ Sprachgebrauch treiben, werden immer bunter. Worte wie Mannschaft, Torwart oder Obmann sind plötzlich tabu. In aller Konsequenz: Müsste man dann nicht auch die Tischgenoss\*innen bitten: „Reich mir mal die Salzstreuerin.“



Ich wünsche unseren Lesern Glück und Zufriedenheit. Hier einige prominente Weisheiten zum Thema Gesundheit:

» Da es sehr förderlich für die Gesundheit ist, habe ich beschlossen, glücklich zu sein. «

Voltaire

» Die Gesundheit ist zwar nicht alles, aber ohne Gesundheit ist alles nichts. «

Arthur Schopenhauer

» Die besten Ärzte der Welt sind Dr. Essen, Dr. Ruhe und Dr. Fröhlich. «

Jonathan Swift

» Sei vorsichtig beim Lesen von Gesundheitsbüchern, der kleinste Druckfehler kann dein Tod sein. «

Mark Twain

» Der Weg zur Gesundheit führt durch die Küche, nicht durch die Apotheke. «

Sebastian Kneipp

**Impressum:**

Herausgeber:  
TROX GmbH  
Heinrich-Trox-Platz  
47504 Neukirchen-Vluyn  
Tel.: +49 2845 202-0  
Fax: +49 2845 202-265  
trox-de@troxgroup.com  
www.trox.de

Realisation:  
TR advertising GmbH  
Arnulfstraße 33  
40545 Düsseldorf

Redaktion:  
Christine Roßkothen, TROX GmbH  
Klaus-Arndt Hueter, TROX GmbH  
Klaus Müller, Kommunikation & Marketing

Redaktionsbeirat:  
Thorsten Dittrich  
Ralf Joneleit  
Udo Jung

Druck:  
MD-Digital GmbH  
Niederrheinallee 320  
47506 Neukirchen-Vluyn

Lektorat:  
Simone Hübner, Düsseldorf

Artdirection:  
Alexandra Höver

Bildredaktion:  
Alexandra Höver  
Klaus Müller

Bildquellen:  
Titel/Rückseite: iStockphoto  
S. 4/5: TROX GmbH  
S. 6/7: TROX GmbH, Markus Kümmerle, SKK  
S. 8-11: TROX GmbH  
S. 12/13: TROX GmbH, iStockphoto  
S. 14/15: TROX GmbH  
S. 16-21: iStockphoto  
S. 22/23: TROX GmbH, Adobe Stock  
S. 24-29: iStockphoto  
S. 30/31: TROX GmbH, iStockphoto  
S. 32/33: Prof. Dr.-Ing. Martin Kriegel, TU Berlin, iStockphoto  
S. 34/35: Adobe Stock, Felix Noak, HRI/TU Berlin, iStockphoto  
S. 36/37: TROX GmbH, Felix Noak, HRI/TU Berlin, iStockphoto  
S. 38/39: imago stock&people, iStockphoto  
S. 40-43: iStockphoto  
S. 44/45: Stiftung Krankenhaus Bethanien, Moers  
S. 46-49: iStockphoto, Stiftung Krankenhaus Bethanien, Moers  
S. 50/51: Adobe Stock, iStockphoto  
S. 52/53: TROX GmbH, iStockphoto, dpa Picture-Alliance  
S. 54-59: TROX GmbH  
S. 60/61: Adobe Stock  
S. 62/63: iStockphoto

Erscheinungstermin: April 2021



**TROX GmbH**  
Heinrich-Trox-Platz  
47504 Neukirchen-Vluyn  
Tel.: +49 2845 202-0  
Fax: +49 2845 202-265  
trox-de@troxgroup.com  
www.trox.de