

Sven Rentschler

Missverständnisse in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung

Das Buch zum Podcast mit vielen Illustrationen

2023, Nachdruck 2025

cci Dialog GmbH

© cci Dialog GmbH, Karlsruhe

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN: 978-3-922420-74-3

Dieses Buch einschließlich aller Inhalte ist urheberrechtlich geschützt. Es darf weder vollständig noch in Auszügen, in keiner Form und durch kein Mittel, weder elektronisch noch mechanisch (durch Fotokopieren, Aufzeichnen oder auf andere Weise mit bereits vorhandenen oder zukünftigen Systemen) ohne die vorherige schriftliche Genehmigung des Verlages vervielfältigt werden.

Der Verlag und der Autor übernehmen keine Gewähr für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit und Qualität der bereitgestellten Informationen. Druckfehler und Falschinformationen können nicht vollständig ausgeschlossen werden.

1. Auflage 2023, Nachdruck 2025

Autor: Sven Rentschler, Rentschler REVEN GmbH, Ludwigstr. 16–18, 74372 Sersheim

Fotos, Bildnachweise: Rentschler REVEN GmbH

Layout, Titelbild, Zeichnungen, Abbildungen: Gabriele Wiedemann, digital-kunst.com

Lektorat: Eva Schwarz, technische-uebersetzungen-eva-schwarz.de

Druck: Esser bookSolutions GmbH, Göttingen

Verlag: cci Dialog GmbH, Poststr. 3, 76137 Karlsruhe

Das vollständige Programm eigener Titel und eine exklusive Fachbuchauswahl finden Sie unter cci-dialog.de.

cci Buch ist eine Marke der cci Dialog GmbH.

Stimmen zum Podcast

Die Resonanz während des Podcasts war so groß, dass es sich quasi von selbst ergeben hat, daraus ein Buch zu machen. Feedbacks, die für sich sprechen:



„... der Podcast zum Thema Luftströmungen hat neugierig nach mehr gemacht ...“

„... ich möchte Sie zu dem interessanten Podcast „Missverständnisse in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung“ beglückwünschen und mich für die Informationen bedanken ...“

„... vielen Dank für den wirklich interessanten Podcast. Über eine Weiterführung würde ich mich freuen. Ich bin seit über 20 Jahren Projektleiter in der Lüftungstechnik und habe einiges für die Praxis und weitere Projekte mitnehmen können. Ich würde mich freuen, wenn ich mit Ihnen die nächste Küchenanlage bauen könnte ...“

„... Ich möchte Sie zu dem Podcast beglückwünschen. Die Thematik ist auch für Personen wie mich, welche nicht so tief mit der Materie vertraut sind, sehr verständlich ...“

„... als aufmerksamer Hörer ihres Podcasts möchte ich die Gelegenheit wahrnehmen und das für 2023 angekündigte Fachbuch bestellen. Ich hoffe auf weitere Folgen rund um das Thema Luft – unser wertvollstes Lebensmittel ...“

Danksagung

Ich möchte Gabriele Wiedemann und Eva Schwarz meinen besonderen Dank aussprechen. Mit beiden Dienstleisterinnen arbeite ich seit vielen Jahren erfolgreich zusammen. Vor über einem Jahrzehnt entstand im Rahmen dieser Zusammenarbeit ein Produktkatalog für unser Unternehmen, die REVEN GmbH, der sich mit denselben Themen beschäftigte wie dieses Buch. Auch weitere Projekte, wie die erfolgreiche Umsetzung unserer Firmenhomepage, haben wir in diesem Team realisiert. Die Erfahrungen, die wir bei diesen Projekten sammeln durften, haben maßgeblich zu diesem Buch beigetragen.

Die Grafiken von Frau Wiedemann und die Textkorrekturen von Frau Schwarz bauen auf den langjährigen gemeinsamen Erfahrungen auf und bilden den Hintergrund für das beispiellose Verständnis der Thematik. Die Zusammenarbeit für dieses Buch war angenehm und unkompliziert und führte zu einem Ergebnis, das ich allein in dieser Qualität nicht hätte realisieren können.

Außerdem gilt mein besonderer Dank unseren Gesellschaftern der SCHAKO Group, die das Vorhaben, ein Buch zu schreiben, von Anfang an unterstützt und dabei die Chance erkannt haben, unserem Gruppenclaim „Pure competence in air.“ Nachdruck zu verleihen.

Auch danke ich meinen Kollegen Holger Reul, Sascha Kess und Vitali Lai für all die anregenden Gespräche zu den Themen der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung in den vergangenen Jahren, die mir sehr viel Inspiration zu diesem Buch lieferten.

Es würde mich freuen, wenn wir die Themen und Gedanken aus diesem Buch weiter diskutieren und vertiefen könnten. Sie können mich über LinkedIn kontaktieren. Ich freue mich auf den Austausch mit Ihnen.

Vorwort

Mit Beginn der Pandemie im Jahr 2020 wurde richtiges Lüften zu einem der Tophemen in Deutschland. Überall im Land wurden Diskussionen über gesunde Luft in Innenräumen geführt. Leidenschaftlich wurde debattiert, wie Klassenräume richtig gelüftet werden müssen. Oft wurde mit Befremden festgestellt, dass sehr viele Büroräume nicht über eine Lüftungsanlage im Gebäude mit frischer Luft versorgt werden können. Bei Herstellern von kompakten Raumlufthereinigern brach plötzlich Goldgräberstimmung aus. Landauf, landab wurde kontrovers diskutiert, wie die Luftbelastungen in Innenräumen gemessen und ausgewertet werden können. Es wurden sogar Kampagnen ins Leben gerufen, die saubere Luft als das wichtigste Lebensmittel propagierten.

Woher kommt dieses große Engagement so plötzlich und mit solcher Vehemenz? Viele dieser Argumente und Fragestellungen begleiten mich schon mein ganzes Berufsleben. Im Jahr 1995 trat ich in unser Unternehmen, die REVEN GmbH, ein.

REVEN steht für **RE**ntschler **VENT**ilation. Ventilation bzw. Lüftung ist genau der Vorgang, mit dem sich die REVEN GmbH seit Generationen befasst und mit dem auch ich mich zuerst als technischer Leiter und nun als Geschäftsführer seit Jahrzehnten beschäftige. Die Luftreiniger und Lüftungsprodukte der REVEN GmbH werden eingesetzt, um in gewerblich genutzten Räumen für saubere Luft zu sorgen. Es handelt sich dabei beispielsweise um Produktionshallen in der Lebensmittelindustrie, Anlagen im Maschinenbau sowie große Küchen und Kantinen. Diese Produktionsräume haben alle eins gemeinsam: Die Raum- bzw. Hallenluft ist oft sehr stark belastet und verschmutzt. Den Grad der Verschmutzung in solchen Bereichen zu messen, zu analysieren und die Luft zu filtern und zu reinigen – das sind die Aufgaben, mit denen wir uns bei der REVEN GmbH seit Jahrzehnten beschäftigen.

Seit Beginn der Coronakrise im Jahr 2020 waren diese Aufgaben rund um die Luftreinigung plötzlich nicht mehr nur für den industriellen Bereich relevant, sondern ein Thema in ganz

Deutschland. Bei den zum Teil höchst leidenschaftlich geführten Diskussionen fiel mir auf, dass sich die Aufgabenstellungen im gewerblichen und privaten Bereich immer mehr ähnelten. Durch die plötzlich rasant gestiegene Nachfrage nahmen es allerdings einige Hersteller nicht mehr so genau mit den Angaben zur Leistung der Raumlufthereiniger. Vieles wurde behauptet und noch mehr versprochen. Die Lüftungswirkung, Filterleistung und Effizienz vieler Lösungen sind – vor allem für Laien – kaum nachzuvollziehen und führten in der Debatte zu Missverständnissen. Diese Missverständnisse, zum Beispiel in Bezug auf saubere Luft und angemessene Raumlufthereinigung in Klassenräumen, sind ähnlich gelagert wie die Missverständnisse, die sich seit vielen Jahrzehnten in der Industrie zu Halbwahrheiten verfestigt haben.

Dieses Buch soll einen Überblick darüber geben, um welche Missverständnisse und Halbwahrheiten es sich beim Thema Lüftung handelt und woher diese Missverständnisse sowohl im privaten als auch industriellen Bereich kommen.

Ich werde die einzelnen Themen nicht zu wissenschaftlich, sondern vielmehr anhand von Erfahrungen erläutern, die ich seit 1995 in meiner beruflichen Tätigkeit und Praxis bei der REVEN GmbH gesammelt habe. Schon während meines Maschinenbaustudiums an der Universität Stuttgart erhielt ich Einblicke in die wichtigen Aufgaben eines erfolgreichen Technologie- und Innovationsmanagements. So gewann ich wertvolle Erkenntnisse in Bezug auf innovative Produktentwicklung und Wissensaustausch zwischen Forschung und Praxis.

Diesen Austausch möchte ich mithilfe dieses Buches weiter unterstützen und für den Bereich der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung vertiefen, um so einige Missverständnisse auszuräumen.

*„In unserer verschmutzten Umwelt wird die Luft
langsam sichtbar.“*

(Norman Kingsley Mailer (1923 – 2007) US-amerikanischer Schriftsteller)

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	3
------------------------	----------

Vorwort	4
----------------------	----------

1. Wie kann etwas abgesaugt werden?.....	9
---	----------

1.1. Missverständnisse in Bezug auf das Erfassen von Luftverunreinigungen.....	12
--	----

1.2. Blasen kann beim Erfassen und Absaugen behilflich sein!	22
--	----

2. Wie kann etwas gefiltert werden?	27
--	-----------

2.1. Das Missverständnis bezüglich des Unterschieds zwischen Filtern und Abscheiden.....	29
--	----

2.2. Wirbelstürme können bei der Luftreinigung behilflich sein!	35
---	----

3. Wie können Dämpfe und Gerüche beseitigt werden?	47
---	-----------

3.1. Das Missverständnis in Bezug auf den Unterschied zwischen Dämpfen und Aerosolen..	50
--	----

3.2. FID-Messgeräte können bei der Analyse von Luftbelastungen behilflich sein!	57
---	----

4. Wie können Viren und Gerüche neutralisiert werden?	65
--	-----------

4.1. Das Missverständnis in Bezug auf UV-C-Strahlung	68
--	----

4.2. Kann UV-C-Strahlung Aerosole beseitigen?	77
---	----

5. Wie können Luftströmungen sichtbar gemacht werden?	87
5.1. Das Missverständnis aufgrund der bunten Bildchen zu Luftströmungen	90
5.2. CFD-Simulationen machen Luftströmungen sichtbar!	95
6. Wie können Luftverschmutzungen gemessen werden?	105
6.1. Das Missverständnis in Bezug auf die Luftqualität in Innenräumen.....	114
6.2. Partikelmessungen machen Luftverschmutzungen sichtbar!.....	126
Schlusswort	132

1. Wie kann etwas abgesaugt werden?



Wie kann etwas einfach abgesaugt werden? Im Grunde eine simple Frage, auf die sofort jede Kollegin und jeder Kollege in der Lüftungstechnik eine Antwort parat hätte! Aber ist effektives Absaugen wirklich so einfach und trivial, wie man zunächst denken mag?

Praxisbeispiel: Der Staubsauger

Hierzu ein einfaches Beispiel, mit dem wir alle vertraut sind: dem Staubsaugen – egal, ob im geliebten Auto oder zu Hause im Wohnzimmer. Wenn wir Staubsaugen, dann wollen wir Verschmutzungen, wie zum Beispiel Brotkrümel vom Teppich, absaugen. Je näher wir die Staubsaugerdüse an die Krümel auf dem Teppich heranführen, desto einfacher und schneller werden diese abgesaugt. Den besten Effekt erzielen wir, wenn wir die Düse des Staubsaugers direkt über den Schmutz halten. Ehe wir uns versehen, sind die Krümel im Staubsauger verschwunden.

Das ist die Antwort auf die Frage, wie etwas gut abgesaugt werden kann! Man muss es zu einhundert Prozent erfassen. Nur dann kann es vollständig abgesaugt werden. In unserem Beispiel mussten wir die Staubsaugerdüse direkt über die Brotkrümel auf dem Teppich halten, um sie gut und vollständig aufzusaugen.

Die richtige Saugposition

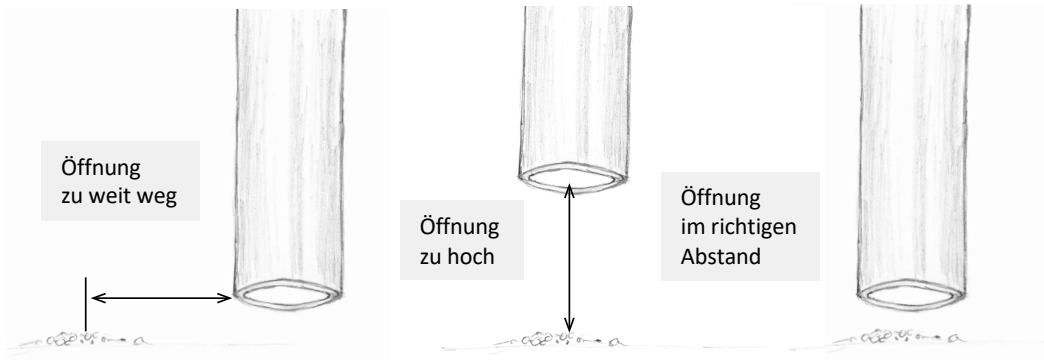


Abbildung 1

Dieses Grundprinzip muss in der Lüftungstechnik überall dort angewendet werden, wo verbrauchte und verschmutzte Luft vollständig abgesaugt werden soll – in Klassenräumen, wo mit Viren belastete Luft entfernt werden soll, in Schweißhallen, wo Schweißrauch erfasst werden muss, in Küchen, wo Kochdämpfe abzusaugen sind, und im Maschinenbau, wo verdampfte Kühl- und Schmierstoffe an modernen Werkzeugmaschinen erfasst werden müssen. In all diesen Beispielen müssen Dämpfe, Gase, virenbelastete Luft und Aerosole in unterschiedlichen Formen erfasst und abgesaugt werden.

Dabei ist das Augenmerk vor allem auf die Reihenfolge zu legen:

Erst erfassen, dann absaugen!

1.1. Missverständnisse in Bezug auf das Erfassen von Luftverunreinigungen

Wie wir in unserem Beispiel eingangs gelernt haben, können die Brotkrümel auf unserem Teppich mit dem Staubsauger nur dann schnell und einfach abgesaugt werden, wenn wir die Düse direkt über die Krümel halten! Gleiches gilt für die Lüftungstechnik in Küchen. Es ist wichtig, den richtigen Abstand beim Saugen einzuhalten. Dabei spielt es keine Rolle, ob wir über eine große Lüftungsanlage in einer Werkskantine reden oder in unsere heimische Privatküche schauen. Auch unsere Design-Küchenhaube zu Hause unterliegt dem gleichen, nachfolgend beschriebenen Prinzip beim Erfassen und Absaugen des Kuchendunst.

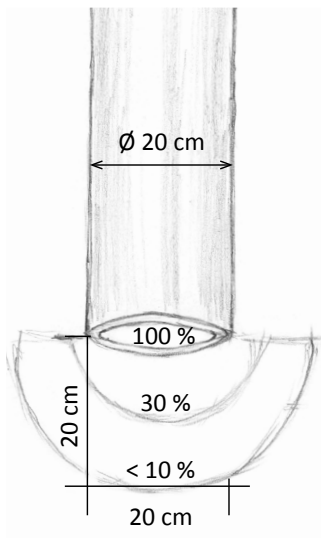
Missverständnis

Verhältnis von Ansaugleistung und Abstand des Saugrohres

Die Saugleistung direkt an der Öffnung einer Absaugeinrichtung beträgt einhundert Prozent. Das gilt auch für die Düse unseres Staubsaugers! Auch hier wird direkt an der Düsenöffnung die höchste Saugleistung erbracht. Je weiter wir uns von der Düsenöffnung entfernen, desto geringer wird die Saugleistung.

Was dabei sehr oft unterschätzt wird, ist das Maß, in dem die Saugkraft abnimmt. Bei einem Saugrohr mit einem Durchmesser von zwanzig Zentimetern wird in einer Entfernung von zwanzig Zentimetern von der Öffnung nur noch eine Saugleistung von 10 % der ursprünglichen Saugleistung erbracht.

Saugleistung im Verhältnis zum Abstand



100 % Saugleistung direkt am Rohreingang

Die Saugleistung nimmt mit zunehmendem Abstand zum Saugrohreingang stark ab.

Die Saugleistung beträgt nur ca. 10 %, wenn der Abstand des Saugrohres dem Rohrdurchmesser (hier 20 cm) entspricht.

Abbildung 2

Ist also der Abstand eines Ansaugrohrs zur Verschmutzung genauso groß wie der Durchmesser des Rohres, beträgt die Absaugleistung nur noch ca. 10 %.

Diese Gesetzmäßigkeit gilt für jede Art von Saugeinrichtung, ganz egal, ob es sich um den Staubsauger oder die Küchenhaube zu Hause, die Lüftungsanlage in einem gewerblichen Schweißbetrieb oder die große Lüftungsdecke in der Werkskantine handelt. Ist die Entfernung zwischen der Absaugeinrichtung und der Stelle, an der die freigesetzten Schadstoffe erfasst werden müssen, zu groß, ist die Ansaugleistung gleich null. In den allermeisten Fällen ist das bereits bei Abständen von dreißig bis fünfzig Zentimetern der Fall!

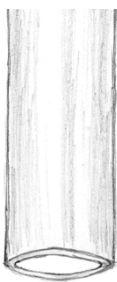
Missverständnis

Höhere Effizienz durch strömungsoptimierte Düsenplatten

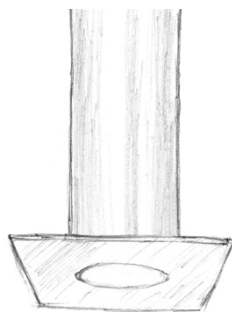
Auch in Bezug auf die Effizienz kommt es häufig zu Missverständnissen. In vielen Fällen herrscht die Überzeugung vor, dass sogenannte strömungsoptimierte Düsenplatten zur effizienteren Nutzung der Ansaugkraft beitragen würden. In diesem Fall wird eine zusätzliche Platte um das Ansaugrohr herum angebracht. Das Rohr sitzt mittig in einer Öffnung in der Platte und der Übergang von der Platte zum Ansaugrohr ist als Einströmdüse über einen Radius ausgeformt. Diese Einströmdüse soll die Luftströmung im Ansaugbereich optimieren und so für eine effizientere Absaugung sorgen. Vergleicht man jedoch ein Saugrohr mit strömungsoptimierter Düsenplatte mit einem herkömmlichen Saugrohr mit Platte ohne Einströmdüse, lassen sich nur geringe Vorteile feststellen.

Düsenplatten

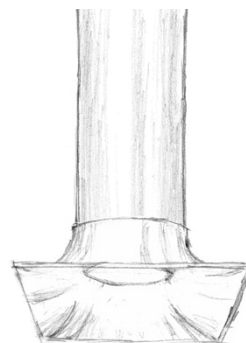
Düsenplatten sind sinnvoll, um der Luftströmung den „Weg zu weisen“, wirken sich aber nur geringfügig auf die Saugleistung aus.



Saugrohr ohne
Düsenplatte



Saugrohr mit
angeflanschter Platte



Saugrohr mit
Düsenplatte

Abbildung 3

Experiment – Löschen einer Kerzenflamme durch Saugen

Zur Veranschaulichung nehmen wir das Beispiel einer Kerze. Haben Sie schon mal versucht, eine Kerze durch Einsaugen von Luft zu löschen? Ich kann Sie nur warnen: Probieren Sie es lieber nicht aus! Im Rahmen von Vorträgen zu diesem Thema führe ich dieses Experiment regelmäßig vor Publikum vor und verbrenne mir dabei immer wieder fast die Lippen, da ich die Ansaugstelle, also meinen Mund, sehr nahe an die Kerze bringen muss, um überhaupt eine Wirkung auf die Flamme zu erreichen. Das Löschen der Flamme durch Saugen funktioniert dennoch meist nicht!

Anhand dieses einfachen Beispiels wird deutlich, wie begrenzt die Saugwirkung und wie wichtig die Nähe zur Ansaugstelle ist, wenn wir etwas erfassen und absaugen wollen.

Missverständnis

Entfernung zur Ansaugöffnung des Luftreinigers nicht so wichtig

Aufgrund dieser falschen Vorstellung werden häufig Fehler in der Praxis begangen: Bei Luftreinigern in Schulen, Lüftungsgeräten an Schweißanlagen, Küchenhauben über Kochgeräten und Aerosolabscheidern an Werkzeugmaschinen sind die Ansaugöffnungen oft viel zu weit von der Emissionsstelle entfernt.

Mit dem Staubsauger können wir dieses Problem schnell lösen, indem wir die Ansaugdüse zum Schmutz bewegen. Mit fest installierten Küchenhauben ist das so leider nicht möglich. Hier müssen die Kochdämpfe in den Ansaugbereich der Küchenhaube gelangen, sonst wird der Kuchendunst schlicht und ergreifend nicht erfasst und kann daher auch nicht abgesaugt werden.

CFD-Simulation

Die Erfassung und Absaugung von Luftströmen und der enthaltenen Schadstoffe kann mit entsprechenden Softwarelösungen detailliert simuliert, visualisiert und analysiert werden. Hierfür wird die numerische Strömungssimulation, auch CFD-Simulation genannt, eingesetzt. CFD ist eine Abkürzung für Computational Fluid Dynamics. Mithilfe dieses Simulationsverfahrens können die unterschiedlichsten Luftströmungen sichtbar gemacht und die Effizienz der Absaugung bewertet werden.

Unsere In-House-Erfahrungen

In unserem Unternehmen haben wir damit unter anderem die Effizienz der Erfassung und Absaugung von herkömmlichen Küchenhauben untersucht. Die ersten numerischen Strömungssimulationen wurden bei uns im Hause bereits im Jahr 1996 durchgeführt. Die Analyse der damals noch recht simplen Simulationen und die Berechnung der Ergebnisse dauerte oft mehrere Tage.

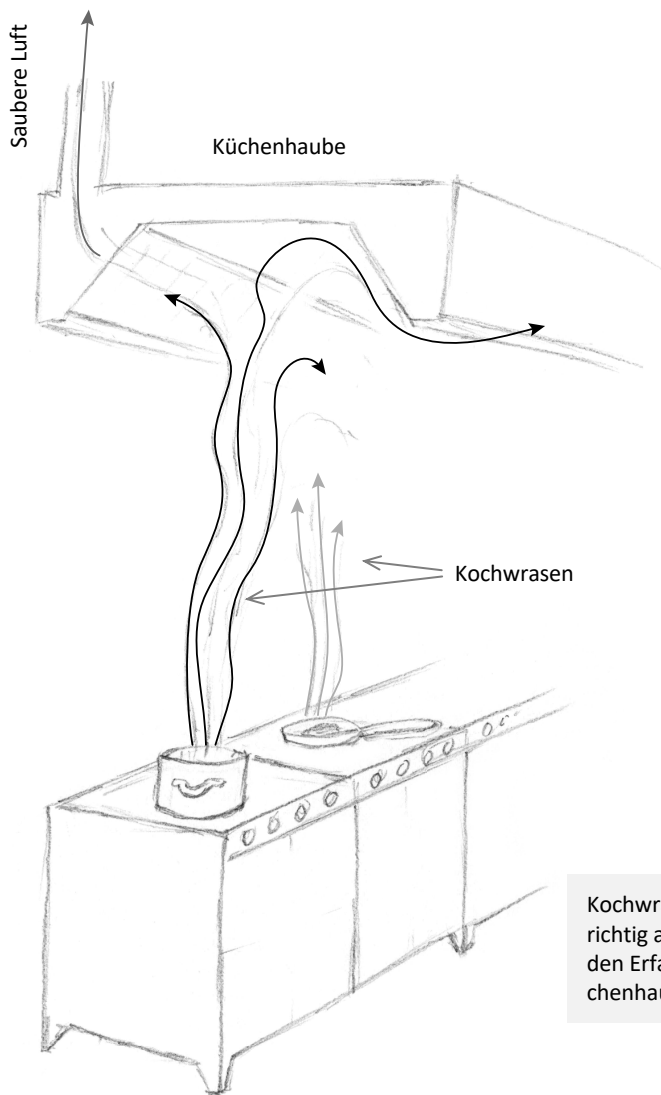
Seitdem hat sich diese Technologie rasant weiterentwickelt und mittlerweile stehen die Ergebnisse in einem Bruchteil der Zeit zur Verfügung. Diese sind heute wesentlich genauer und aussagekräftiger, auch bei sehr komplexen Bauteilen, wie beispielsweise Ventilatoren.

Dank dieser Entwicklung kann man mittlerweile nicht nur die Luftströme für einzelne Bauteile, sondern für ganze Räume analysieren und visualisieren!

Bedeutung für die Küchenlüftung

Diese Analyse ist vor allem für Absaugeinrichtungen von Bedeutung, die von der Emissionsquelle weit entfernt sind, wie beispielsweise eine Küchenhaube, die mit großem Abstand zur Kochfläche installiert wird. Erfassen kann die Küchenhaube nur die Kochdämpfe, die direkt in ihren Erfassungsbereich gelangen. Was bedeutet das konkret? Die Dämpfe aus den Kochtöpfen müssen beim Aufsteigen auf direktem Weg in den Ansaug- und Filterbereich der Küchenhaube strömen.

Küchenlüftung



Kochwrasen werden nur dann richtig abgesaugt, wenn sie in den Erfassungsbereich der Küchenhaube strömen.

Abbildung 4

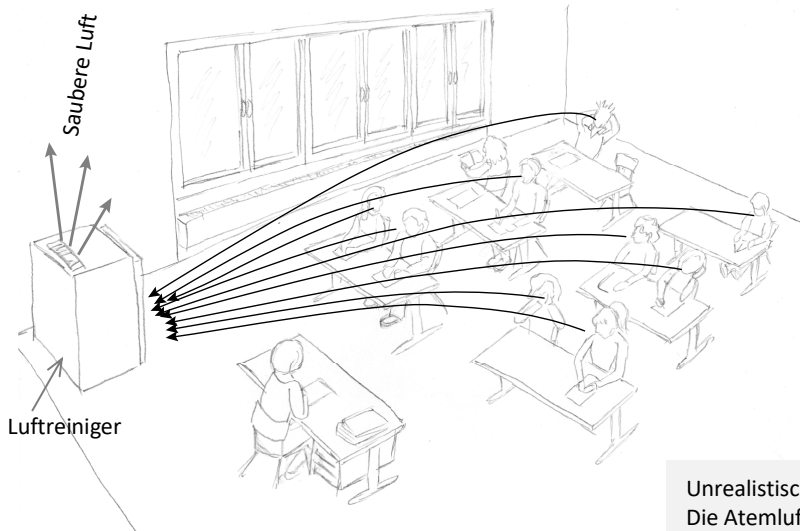
Bedeutung für die Luftreinigung in Klassenräumen

Soll in einem Klassenraum die Luft während des Unterrichts kontinuierlich von Viren gereinigt werden, muss sie ungehindert in Richtung der im Raum aufgestellten Luftreiniger strömen, damit sie dort erfasst und gereinigt werden kann. Oft reicht schon ein gekipptes Fenster, um den Luftstrom so umzulenken, dass er nur noch unzureichend erfasst und gereinigt wird.

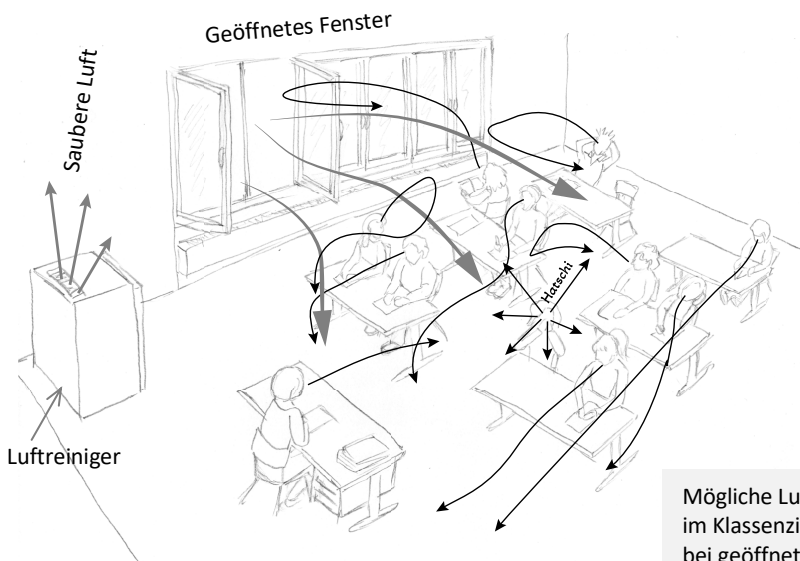
Eine schlecht konzipierte Frischlufteinbringung kann einen vergleichbar ungünstigen Einfluss auf die Absaugung haben wie ein gekipptes Fenster, durch das der Wind bläst. Mit den modernen CFD-Systemen können diese Wechselwirkungen untersucht, erkannt und unterbunden werden. Nur so kann eine vollkommene Erfassung wirklich erreicht werden.

CFD-Untersuchungen an unseren eigenen Luftreinigern und Küchenhauben haben die zuvor erläuterte Gesetzmäßigkeit ebenfalls bestätigt: Je weiter die Ansaugstellen der Küchenhauben von den Kochtöpfen entfernt sind, desto unwahrscheinlicher wird es, dass die Kochdämpfe vollständig erfasst und abgesaugt werden können. Ähnliches hat man auch mit Luftreinigern in Schulklassen festgestellt: Je weiter entfernt diese vom Bereich der Virenabgabe aufgestellt wurden, desto unwahrscheinlicher war die Erfassung und Absaugung der virenbelasteten Luft.

Lüftung in der Schule



Unrealistischer Idealfall:
Die Atemluft strömt nach
vorne zum Luftreiniger



Mögliche Luftströmungen
im Klassenzimmer (z. B.
bei geöffnetem Fenster)

Abbildung 5

Bedeutung für die Absaugung im Maschinenbau

Genau diese Beobachtung machten wir auch bei der Simulation von komplexen Strömungsverhältnissen bei Absauganlagen an modernen Werkzeugmaschinen. Auch dort ist die Absaugung der mit Kühl- und Schmierstoffaerosolen belasteten Luft sehr oft äußerst ineffizient, da die Ansaugstelle der Luftreiniger viel zu weit von der eigentlichen Werkstückbearbeitung, bei der die Aerosole entstehen, entfernt ist.

Industrieluftreiniger

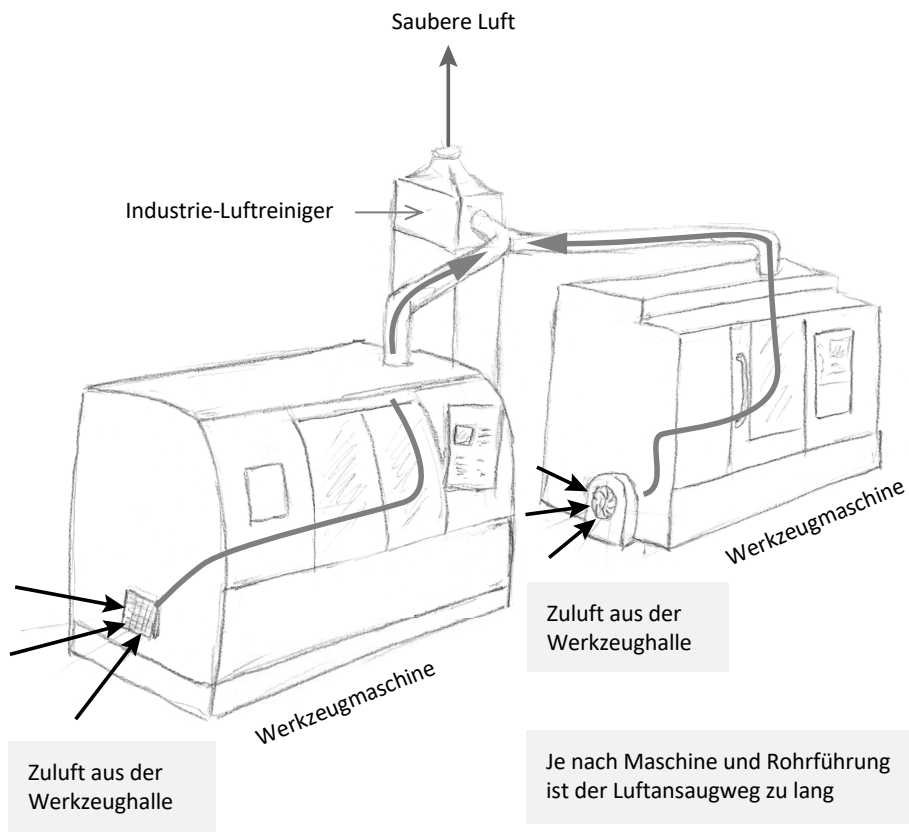


Abbildung 6

Missverständnis

Irgendwann strömen die Schadstoffe zur Absaugstelle.

Immer wieder begegnen wir in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung der fälschlichen Annahme, dass die mit Schadstoffen, Viren bzw. Aerosolen belastete Luft früher oder später in den Bereich strömen würde, in dem sie dann erfasst und abgesaugt werden kann. In vielen Fällen geschieht aber genau dies nicht. Die nicht erfassten Aerosole und anderen Schadstoffe sorgen dann für eine erhebliche Belastung der Luft in der Umgebung.

1.2. Blasen kann beim Erfassen und Absaugen behilflich sein!

Was aber tun, wenn es keine Möglichkeit gibt, den Absaugbereich näher an die Emissionsquelle der Schadstoffe zu bringen? In diesem Fall kann man sich ebenso behelfen wie beim Löschen der Kerzenflamme:

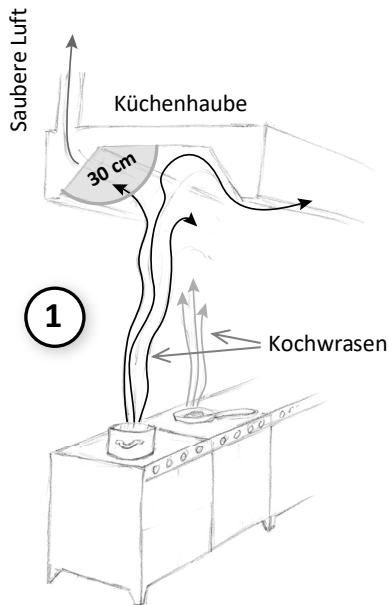
Blasen statt saugen!

Auf die Lüftungstechnik übertragen bedeutet dies, dass die zu erfassende Luft samt den enthaltenen Viren bzw. Aerosolen und anderen Schadstoffen so schnell wie möglich durch unterstützendes Blasen dorthin gebracht werden muss, wo die Ansaugkraft der Luftreiniger, Küchenhauben oder Lüftungsgeräte am größten ist – also direkt in den Bereich ihrer Ansaugöffnungen.

Blasströmung für Gastroküchen

Um dies zu erreichen, hat die REVEN GmbH moderne Küchenhauben mit einem integrierten Induktionssystem entwickelt. Ein Induktionsstrom sorgt zuverlässig dafür, dass die von den Kochgeräten aufsteigenden Kochdämpfe direkt und sehr schnell in den Filter- und Ansaugbereich strömen und dort erfasst und abgesaugt werden können.

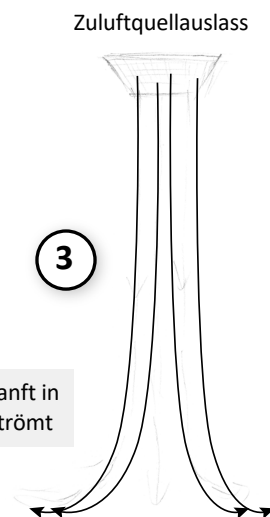
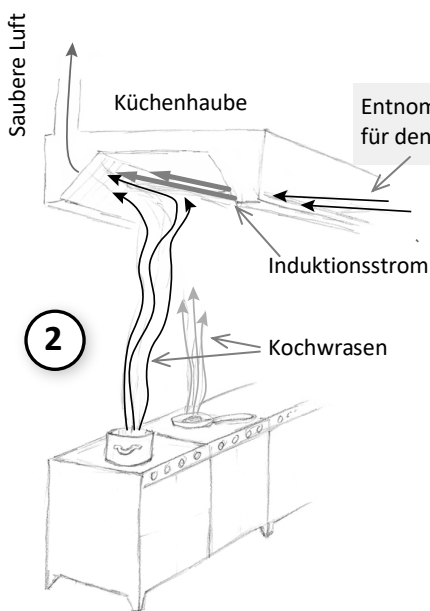
Küchenlüftung



1. Kochwrasen können nur bis zu einem Umkreis von 30 cm vor dem Abscheider eingesaugt (erfasst) werden. Außerhalb dieses Bereichs können die Kochwrasen in die Raumluft gelangen.

2. Ein Induktionsstrom bläst die Kochwrasen in Richtung Abscheider. Die **gesamten** Kochwrasen werden auf diese Weise erfasst.

3. Richtig temperierte Zuluft wird störungsfrei eingebracht und unterstützt die Erfassung der Kochwrasen.



Zuluft, die sanft in den Raum strömt

Abbildung 7

Zusätzliche Frischluft

Die Erfassung durch moderne Küchenhauben dieser Art kann außerdem durch optimiertes Einblasen von Frischluft unterstützt werden.

Dabei erfolgt das Einbringen der frischen Luft in den Raum impulsarm mithilfe einer Verdrängungsluftströmung. So stellen wir sicher, dass die Luftgeschwindigkeit der Frischluft beim Einblasen sehr niedrig gehalten wird und andere Luftströmungen im Raum nicht gestört werden. Auch dieses Szenario kann mit CFD-Systemen analysiert und visualisiert werden.

Blasströmung für Werkzeugmaschinen

Das gleiche Prinzip kann auch bei Werkzeugmaschinen angewendet werden. Hier wird eine Luftströmung in der Kabine der Maschine erzeugt, die in Richtung des Luftreinigers strömt und dafür sorgt, dass die Kühl- und Schmierstoffaerosole wirksam erfasst und abgesaugt werden können. Die Optimierung der Absaugung in Maschinenkabinen beginnt oft mit der einfachen Frage: Wenn wir oben an einer Werkzeugmaschine eintausend Kubikmeter Luft pro Stunde absaugen, wo kann diese dann in die Kabine nachströmen? Gibt es keine Möglichkeit, die das Nachströmen von Luft sicherstellt, erhalten wir in der Kabine einen sehr hohen Unterdruck, aber keine gezielte Luftströmung in Richtung des Erfassungsbereiches des Luftreinigers.

Praxisbeispiel: Unterdruck

So trat nach der Installation von Luftreinigern an sehr gut gekapselten Schleifmaschinen schon einige Male das Problem auf, dass sich die Bedientür der Werkzeugmaschine nicht mehr öffnen ließ, weil der Unterdruck in der Kabine viel zu hoch war!

2. Wie kann etwas gefiltert werden?



Wie kann etwas gefiltert werden? Im Grunde eine ähnlich einfache Frage wie die nach der zuvor erläuterten wirksamen Absaugung. Sie können sich vermutlich denken, dass auch hier die Antwort nicht ganz so einfach ist.

Die Wirksamkeit vieler Prozesse in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung beruht auf einer effizienten Erfassung und Absaugung, auch die Reinigung der Luft von Schadstoffen. Wird beispielsweise in einem Klassenraum die virenbelastete Luft nicht vollständig erfasst und abgesaugt, kann sie auch nicht zuverlässig von Viren gereinigt werden. Das gilt vom Prinzip her auch für eine große Schweißerei in einem Maschinenbaubetrieb. Der freigesetzte Schweißrauch enthält Schadstoffe und muss vollständig erfasst und abgesaugt werden. Nur so kann die Raumluft von allen Belastungen effektiv befreit werden.

Eine wirkungsvolle und vollständige Luftreinigung umfasst also drei sehr wichtige Prozesse:

Erfassen *Absaugen* *Reinigen*

Der dritte Schritt – die Reinigung der Luft – ist das Thema, um das es hier gehen soll. Auch hier gibt es einige Missverständnisse, die ich aufklären möchte. Beginnen wir mit der Frage: „Wie kann die Luft von Schadstoffen befreit werden?“

Die Schadstoffe müssen aus der Luft herausgefiltert werden, ist doch logisch! So lautet die naheliegende Antwort. Jedoch etablieren sich im Luftreinigungssektor auch zunehmend Abscheider. Das wohl bekannteste Beispiel hierfür sind die Zyklon-Staubsauger des weltweit tätigen Unternehmens Dyson, die ohne Filter arbeiten.

Diese Technologie funktioniert vom Prinzip her wie ein Mini-Wirbelsturm. Die Luft wird in Rotation versetzt und es bilden sich Luftwirbel, die durch ihre hohe Geschwindigkeit Partikel aus der Luft ausschleudern. Dieses Verfahren eignet sich auch zur Abscheidung von luftgetragenen Schadstoffen. Allerdings kommt es hier häufig zu Missverständnissen, da Abscheiden oft mit Filtern verwechselt wird.

2.1. Das Missverständnis bezüglich des Unterschieds zwischen Filtern und Abscheiden

Textilvlies

Auch das Prinzip der Filterung können wir am Beispiel des Staubsaugers erläutern. Zur Reinigung der vom Staubsauger erfassten und abgesaugten Luft werden Staubsaugerbeutel eingesetzt. Diese bestehen häufig aus Textilvlies. Die Luft kann durch dieses feinmaschige Vlies hindurchströmen, Staubpartikel werden jedoch zurückgehalten und so vom Luftstrom getrennt.

Schwebstofffilter aus Glasfaser

So funktioniert im Grunde jede Art der Filterung in der Lüftungstechnik – auch bei sehr hochwertigen Schwebstofffiltern. Allerdings werden hier andere Filtermaterialien eingesetzt. Anstelle von Textilvlies werden für diese Filter Glasfasermatten verwendet. Diese Matten sind ebenfalls luftdurchlässig, jedoch ist das Gewebe viel feinmaschiger als das der Staubsaugerbeutel. Die Fasern in Schwebstofffiltern haben einen Durchmesser von etwa 1 bis 10 Mikrometern, also von 0,001 bis 0,01 Millimetern. Somit können sie sehr viel kleinere Partikel aus dem Luftstrom filtern als das Textilvlies.

Filter aus Metallgestrick

Dieses Filterprinzip findet man auch in vielen handelsüblichen Küchenhauben für den privaten Bereich. In diesen Dunstabzugshauben werden häufig Metallfilter eingesetzt. Sie bestehen in der Regel aus einem Aluminium- oder Edelstahlgestrick, vom Prinzip her wie das Textilvlies oder die Glasfasermatte, nur eben mit einer wesentlich gröberen Struktur.

Den relativ groben Metallfilter verwendet man hier, weil er um einiges unempfindlicher ist. Ob in der heimischen oder gewerblichen Küche, Dunstabzugshauben haben die Aufgabe, flüssige Aerosole vom Luftstrom zu trennen. Hier müssen nicht trockene Stäube wie beim

Staubsauger, sondern flüssige Partikel wie Wasser- und Öltröpfchen aus der Luft gefiltert werden. Das ist ein gravierender und sehr wichtiger Unterschied, dem oft recht wenig Beachtung geschenkt wird.

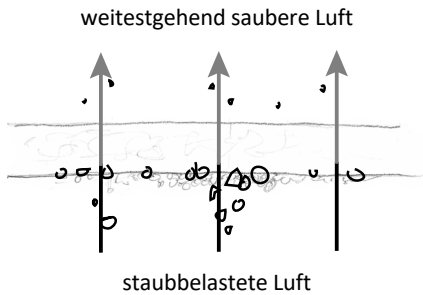
Jede Art von Filter sammelt und speichert das, was vom Luftstrom abgetrennt wird. Die Menge der herausgefilterten Stoffe im Filter nimmt deshalb ständig zu. Beim Staubsaugerbeutel werden die trockenen Stäube so lange gesammelt und gespeichert, bis dieser vollständig mit Staub gefüllt ist und gewechselt werden muss.

Handelt es sich beim aus dem Luftstrom herausgefilterten Material um Flüssigkeitströpfchen, gestaltet sich das Sammeln dieser Stoffe oft deutlich komplexer.

Filter aus Metallgestrick speichern die gefilterten kleinen Tröpfchen aus unterschiedlichen Flüssigkeiten direkt im Filtermedium. Diese Ansammlung verschiedener Flüssigkeiten kann zu gravierenden Problemen führen!

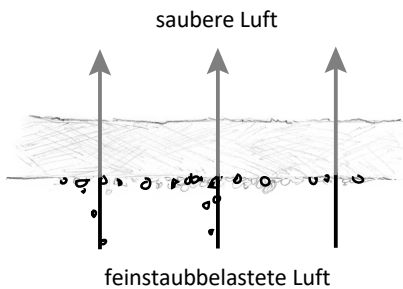
Oft ist die Speicherkapazität von Filtern aus Metallgestrick sehr gering. Das bedeutet, dass diese Filter schon bei geringen Mengen gespeicherter Flüssigkeit verstopfen können. Daher werden sie in der Regel recht grobmaschig ausgeführt. So verstopfen sie zwar nicht mehr, aber mit der durchströmenden Luft passieren dann auch viele kleinere Partikel den Filter und werden nicht vom Luftstrom getrennt.

Unterschiedliche Filter



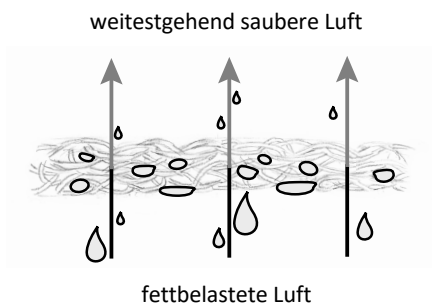
Vlies-Filter

Vlies (z. B. Staubsaugerbeutel) hält den Staub aus der durchströmenden Luft zurück. Kleinste Staubpartikel können jedoch das Vlies passieren.



Glasfaser-Filter

Glasfaser ist feiner als ein Vlies und kann noch kleinste Staubpartikel im Nanobereich filtern, also zurückhalten.



Metall-Filter

Bei einem Metallgestrück geht es im Küchenbereich vor allem um Fettpartikelfilterung. Je nach Größe bleiben die Tropfen im Gestrück hängen. Kleinste Tröpfchen können jedoch das Gestrück passieren.

Abbildung 8

Gefahr der Keimbildung

In lebensmittelverarbeitenden Betrieben und auch in der Fertigungsbranche kann das Speichern von Flüssigkeiten in Filtern auch zu hygienischen Problemen führen. Bei Temperaturen um die 20 Grad Celsius können sich in Verbindung mit Feuchtigkeit Keime in den Filtern sehr schnell vermehren. Daher ist das Speichern und Sammeln der Flüssigkeiten über einen längeren Zeitraum oft nicht ratsam und ein regelmäßiges Reinigen oder Austauschen der Filter dringend empfohlen.

Brandgefahr

Handelt es sich bei den gefilterten Stoffen um Öl oder Fett, stellt die im Filter gespeicherte Flüssigkeit zunehmend eine Brandlast dar! Eine Tatsache, die oft vergessen wird.

Beispiel aus der Unternehmensgeschichte

Ich erinnere mich noch gut an ein großes Meeting bei einem weltweit agierenden Werkzeughersteller. Die Mitarbeiter zeigten mir ihre Produktionsstätte mit Hunderten von Schleifmaschinen. Die Anlagen zur Luftreinhaltung im Produktionsbereich waren mit großen Schwebstofffiltern bestückt, die bis zu 100 Liter Flüssigkeit speichern konnten. Das Problem dabei: Die gespeicherte Flüssigkeit war ein sehr dünnflüssiger und leicht entzündlicher Kühl- und Schmierstoff. Bei Einsatz von 50 Filtern können so bis zu 5.000 Liter gespeicherte Flüssigkeit zusammenkommen! Als ich bei dieser Besichtigung die Firmenangehörigen nach der brandschutztechnischen Absicherung dieser 50 Anlagen zur Luftreinhaltung und den betreffenden Schutzkonzepten fragte, blickte ich reihum in erschrockene Gesichter.

Meine Fragen und Gedanken zu den Filtern in der Luftreinigung sind keineswegs nur theoretische Gedankenspiele, sondern beziehen sich auf konkrete Gefahren und leider kam es schon zu tragischen Brandkatastrophen, weil die Problematik der Brandlast nicht ausreichend beachtet wurde.

Praxisbeispiel: Brand im Maschinenbau

So kam es 2006 in Süddeutschland zu einem verheerenden Brand in einem Maschinenbauunternehmen mit einer ähnlichen Absauganlage wie der zuvor beschriebenen. Der Brandschaden belief sich auf einen mittleren zweistelligen Millionenbetrag. Produktionshallen und -anlagen auf über 3.000 Quadratmetern wurden dabei komplett zerstört. Der vermutliche Auslöser des Brands war eine defekte Werkzeugmaschine. Die rasche Ausbreitung des Feuers über das Lüftungs kanalnetz tat ein Übriges.

Praxisbeispiel: Brand einer Hotelanlage

Eine ähnliche Katastrophe ereignete sich 1980 in einem großen Hotel mit 2.000 Zimmern in Las Vegas. Zum Zeitpunkt des Unglücks befanden sich ungefähr 5.000 Personen in der Hotelanlage. Der Brand begann in einem Restaurant des Hotels und breitete sich in rasender Geschwindigkeit auf den kompletten Gebäudekomplex aus. 85 Personen verloren dabei ihr Leben. Dieses tragische Ereignis gilt bis heute als einer der katastrophalsten Hotelbrände in der modernen US-Geschichte.

Solche Brandkatastrophen führten letztendlich dazu, dass die zuvor beschriebenen Filter aus Metallgestrick in vielen gewerblichen Bereichen nicht mehr eingesetzt wurden. In der gewerblichen Küchenlüftung sind sie in vielen Ländern seit Jahren sogar verboten. So dürfen in Nordamerika und den meisten europäischen Ländern speichernde Metallfilter dieser Bauart aufgrund der erhöhten Brandgefahr nicht mehr in neuen, gewerblich genutzten Küchen eingesetzt werden.

Erfindung der Prallblech-Abscheider

Nach dem katastrophalen Hotelbrand in Las Vegas wurden in den USA Alternativen zu den Metallgestrickfiltern entwickelt – sogenannte Prallblech-Abscheider. Dieser Abscheidertyp wird aus Edelstahlblechen aufgebaut. Beim Durchströmen wird die Luft mindestens zweimal

umgelenkt. Der Unterschied zu herkömmlichen Filtern aus Metallgestrick besteht darin, dass diese Abscheider aus Edelstahlblechen keine Flüssigkeit speichern.

Prallblech-Abscheider



Fluide wie Öl und Wasser werden an den Prallblechen abgeschieden und laufen im Idealfall an den Blechen nach unten ab.

Abbildung 9

Missverständnis

Unterschiedliche Funktionsweise von Filtern und Abscheidern

Wie wir gesehen haben, arbeiten Filter und Abscheider unterschiedlich. Aber genau diese Unterschiede sorgen für Missverständnisse. Häufig werden die Eigenschaften, die Funktionsweisen wie auch Angaben zur Effizienz in einen Topf geworfen. Mitunter wird sich nicht einmal die Mühe gemacht, die Begriffe sauber zu trennen und zu unterscheiden!

Es gibt in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung also nicht nur Missverständnisse in Bezug auf den Unterschied zwischen Filterung und Abscheidung, sondern auch in Bezug auf die Funktionsweise und Effizienz von Abscheidern aus Metallblechen.

Um die Unterschiede zu verdeutlichen, müssen wir uns zunächst einmal einige Wetterphänomene in der Natur und deren Einzug in Technologien zur Luftreinhaltung anschauen.

2.2. Wirbelstürme können bei der Luftreinigung behilflich sein!

Sie wundern sich vielleicht, aber genauso ist es. Wirbelstürme wie Hurrikane, Taifune, Tornados und tropische Zyklone waren strömungstechnische Vorbilder bei der Entwicklung moderner Abscheider aus Metallblechen.

Die ersten nach dem großen Hotelbrand in den USA entwickelten Abscheider waren einfache Prallblech-Abscheider. Zwei halbrunde, in eine U-Form gebogene Edelstahlbleche sind versetzt gegenüberliegend angeordnet. Der Luftstrom wird auf seinem Weg durch den Abscheider zweimal umgelenkt, das erste Mal, wenn er gegen die erste Halbschale prallt und das zweite Mal, wenn er gegen die zweite Halbschale prallt.

Darstellungsprinzip Prallblech-Abscheider

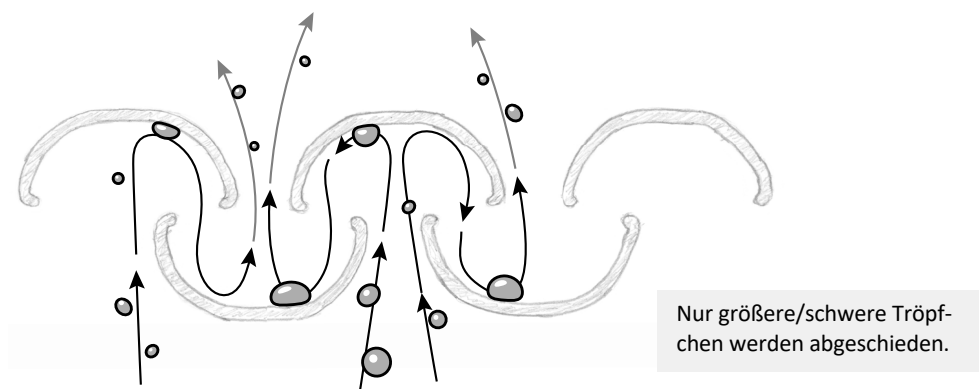


Abbildung 10

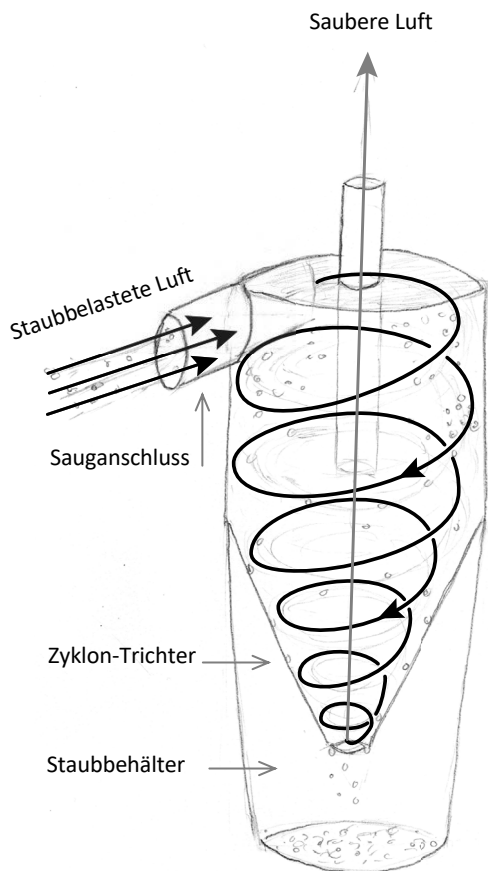
Die Halbschalen in U-Form werden dabei über einen Radius ausgebildet oder über einen 90 Grad Winkel gekantet. In beiden Fällen ist jedoch die Abscheide-Effizienz sehr schlecht, denn es werden hier nur große luftgetragene Tröpfchen vom Luftstrom getrennt. Die Luftströmung

in einem einfachen Abscheider dieser Art ist sehr turbulent und nur sehr große Tröpfchen mit einem relativ hohen Gewicht und einer hohen Trägheit können beim Aufprallen und Umlenken des Luftstroms aus diesem abgeschieden werden. Kleinere luftgetragene Tröpfchen mit einem geringeren Gewicht passieren mit dem Luftstrom diese Umlenkungen und werden daher nicht abgetrennt. Der einzige Vorteil dieser einfachen Prallblech-Abscheider lag darin, dass sie keine Flüssigkeit speichern, ihre Effizienz beim Abscheiden von Partikeln aus dem Luftstrom war jedoch sehr gering.

Tropische Wirbelstürme als Vorbild

Erst als sich die Hersteller von Abscheidern die Natur zum Vorbild nahmen und von tropischen Wirbelstürmen lernten, gelang es ihnen, diesen Nachteil aus der Welt zu schaffen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist das zuvor erwähnte Unternehmen Dyson mit seinen Zyklon-Staubsaugern. Eine Technologie, die ohne Filter arbeitet und im Prinzip wie ein Mini-Wirbelsturm funktioniert. Die Luft wird wie in einem Wirbelsturm in eine Rotationsströmung mit sehr hoher Geschwindigkeit versetzt. Dabei gilt, je höher die Rotationsgeschwindigkeit, desto kleiner die Partikel, die vom Luftstrom ausgeschleudert und so abgeschieden werden können.

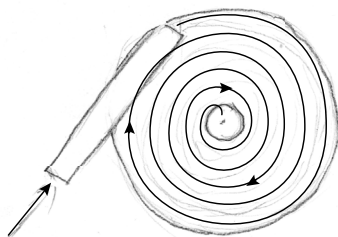
Darstellungsprinzip eines Zyklon-Staubsaugers



Durch die konische Form des Zyklon-Trichters wird die angesaugte Luft in eine Spiralbewegung versetzt.

Durch die Fliehkraft werden die Staubpartikel gegen die Wand ausgeschleudert.

Die Staubpartikel werden in einem Staubbehälter aufgefangen.



Zyklon-Spirale von oben gesehen

Abbildung 11

Für das Know-how, wie in Staubsaugern, Küchenhauben und Luftreinigern solche künstlichen Wirbelstürme in kleinem Maßstab erzeugt werden können, war natürlich viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit nötig. Mit einfach gebogenen Prallblechen kann das mit Sicherheit nicht erreicht werden. Auch bei der Entwicklung und Optimierung der Zyklon-Technologie wird die numerische Strömungssimulation, kurz CFD-Simulation, eingesetzt. CFD steht für Computational Fluid Dynamics. Mithilfe dieser Simulation können die unterschiedlichsten Luftströmungen sichtbar gemacht werden. Jedoch reicht dies nicht aus, um die Technologien zur Abscheidung zu optimieren. Auch hier kommt es oft zu Missverständnissen in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung!

Missverständnis

Optimierung der Luftströmung reicht aus!

In vielen Fällen geht es in der Lüftungstechnik nur um die Luftströmung. Also zum Beispiel um die Aufgabe, wie in eine große Konzerthalle Frischluft möglichst komfortabel eingebracht werden kann, ohne dass die Konzertbesucher einen unangenehmen Luftzug oder Kälte empfinden. Auch soll die Einbringung vollkommen geräuschlos erfolgen.

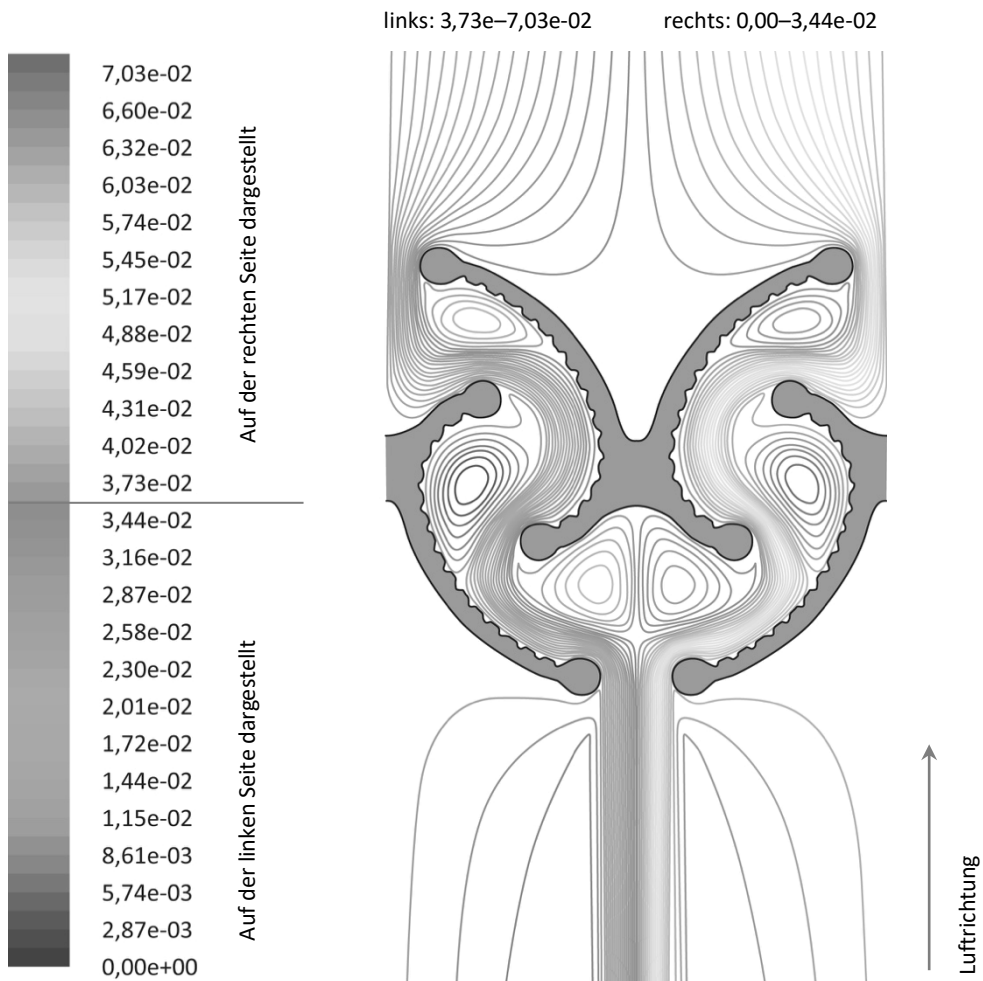
Bei der Optimierung von Filtern und Abscheidern in der Luftreinhaltung geht es jedoch nicht nur um die Luftströmung und die Analyse ihres Verlaufs und ihrer Geschwindigkeit. Die eigentliche Aufgabe bei der Luftreinigung besteht darin, die mitgeführten Partikel durch Filtern oder Abscheiden vom Luftstrom zu trennen. Die Filter funktionieren dabei vereinfacht beschrieben wie ein Sieb und die Abscheider wie Wirbelstürme. Will man die Funktionsweise von Abscheidern optimieren, muss es gelingen, kleine Wirbelstürme in den Abscheidern zu erzwingen. Nur dann werden die Partikel aus dem Luftstrom ausgeschleudert und können abgeschieden werden.

Analyse der Partikelbahnen

Auch den Strom der Partikel kann man heute mithilfe von CFD-Systemen untersuchen und visualisieren. Man schaut sich also nicht mehr nur die Luftströme an, sondern auch das Verhalten der mitgeführten Partikel bzw. Aerosole.

Nehmen die kleineren und somit leichteren Aerosole denselben Weg wie die Luftströmung? Eine sehr interessante CFD-Untersuchung ist die Visualisierung der unterschiedlichen Aerosolbahnen. Der Verlauf dieser Bahnen hängt von der Partikelgröße ab. Bei sehr guten CFD-Analysen kann man mittlerweile sogar erkennen, an welcher Stelle in einem Abscheider ein Aerosol vom Luftstrom getrennt wird! Bei der Weiterentwicklung unserer Abscheider waren wir nicht nur einmal erstaunt und verwundert über die Ergebnisse einer solchen Analyse.

CFD-Analyse eines X-CYCLONE® Abscheiders



Strömungsverhalten von Partikeln unterschiedlicher Größe (kg/s)
Die unterschiedlichen Partikelgrößen sind mit unterschiedlichen Grautönen gekennzeichnet.

Abbildung 12

Beispiel aus der Unternehmensgeschichte

Auch wir glaubten bei der Weiterentwicklung unserer Abscheider viel zu oft, im Vorfeld schon zu wissen, was die Luftströmung machen wird und was dabei mit den ganzen luftgetragenen Partikeln passiert – also wo diese ausgeschleudert werden. Um unsere Vermutung zu validieren, nahmen wir CFD-Analysen vor. Die präsentierten Ergebnisse waren oft völlig anders als wir erwartet hatten.

Ich erinnere mich noch an eine Untersuchung, bei der wir alle zu einhundert Prozent davon überzeugt waren, dass sich in einem von uns neu entwickelten Abscheider sehr schnell kleine Wirbelstürme mit starker Rotation ausbilden und mit sehr hoher Effizienz die luftgetragenen Partikel ausschleudern würden. Diesen von uns neu entwickelten Prototypen nannten wir voller Stolz X-CYCLONE®.

Dabei steht das X für die Geometrie des Abscheiders. Wir bauten diesen nicht mehr aus zwei einfach gebogenen Blechen in U-Form auf, sondern gaben den Abscheideprofilen eine viel komplexere Geometrie. Zu Anfang konnten wir diese nur mit Alu-Strangpressprofilen ausbilden. Die Oberflächen glichen dabei Miniaturausführungen von Flugzeugtragflächen, die wir in einer X-Geometrie anordneten. Sie werden es schon erraten haben, der zweite Teil des Namens unserer neuen Entwicklung steht für tropische Zyklone – in der englischen Schreibweise CYCLONE.

Die CFD-Analyse des neuen Abscheider-Prototypen war weniger als Analyse, sondern eher als Bestätigung gedacht, die wir zur Sicherheit ungeachtet des hohen Aufwands noch durchführen wollten. Wie das Ergebnis ausfallen würde, wussten wir ja sowieso. Das dachten wir zumindest ...

Eine CFD-Analyse ist in Tat sehr aufwendig. Wie zuvor erklärt, wird bei der Untersuchung nicht nur das Verhalten des Luftstroms, sondern auch der Partikel in der Luft genau untersucht. Um diese Untersuchung überhaupt durchführen zu können, wird ein dreidimen-

sionales Modell des Abscheiders benötigt. Kein Problem, dachte vor Jahren auch ich, haben wir ja alles, ansonsten könnten wir es ja auch nicht produzieren. Doch auch ich war hier einem Missverständnis aufgesessen!

Missverständnis

Für eine CFD-Simulation reicht ein dreidimensionales Modell der Abscheider aus.

Das dreidimensionale Raummodell

Denn für die Untersuchung benötigten wir nicht nur das dreidimensionale Modell unseres Abscheiders, also der Aluminiumprofile, sondern auch ein Modell des Raumes, durch den die Luft strömt. Eigentlich einleuchtend! Wenn man die Luftströmung in einem runden Lüftungskanal analysiert, schaut man sich ja auch den zylindrischen Raum im Inneren des Lüftungskanals an und nicht das Blech des Luftkanals. Allerdings wurde dadurch unsere Aufgabe nicht leichter. Da schon die Geometrie unseres neuen X-CYCLONE® Aluminiumprofils sehr komplex war, wurde der von der Luft durchströmte Raum umso komplexer. Aber für die CFD-Untersuchung muss genau dieser modelliert werden.

Das Mesh (Berechnungsnetz)

Zu diesem an sich schon aufwendigen Verfahren kommt dann noch erschwerend hinzu, dass man den luftdurchströmten Raum noch mit einem Berechnungsnetz belegen muss. Hierzu wird oft der englische Begriff Mesh benutzt. Wie ein solches Berechnungsnetz in diesem von der Luft durchströmten Raum angeordnet wird, hat wiederum einen gravierenden Einfluss auf die Qualität der CFD-Analyse. Begeht man jedoch diesen Weg mit großer Sorgfalt, erhält man sehr detaillierte Strömungsanalysen sowohl des Luftstroms als auch der Partikel, obgleich die Ergebnisse auch äußerst frustrierend sein können!

CFD-Analyse eines X-CYCLONE® Abscheiders

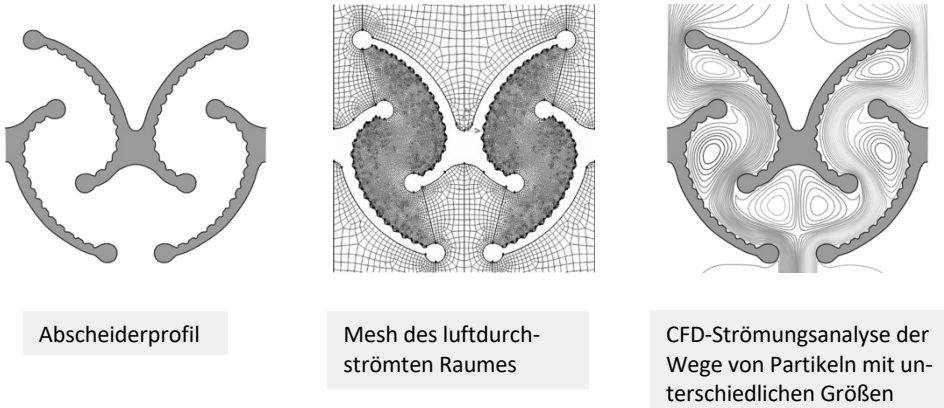


Abbildung 13

Ein ernüchterndes Resultat

Aller Anfang ist schwer – die Luft strömt anders als gedacht!

Für unsere ersten X-CYCLONE® Prototypen lieferte die CFD-Analyse sehr ernüchternde Ergebnisse. Im Bereich der luftdurchströmten Zone, in dem sich nach unserer felsenfesten Überzeugung kleine Zyklone ausbilden würden, die dann mit einer Rotationsgeschwindigkeit von über 10 Metern pro Sekunde Partikel ausschleuderten, geschah nichts von alledem! Ich habe es noch vor Augen, als wäre es gestern gewesen. Die CFD-Analyse zeigte deutlich einen leeren Bereich, der in seiner Form an einen etwa einen Zentimeter großen Tropfen erinnerte.

Die Ursache

Weil die X-Geometrie unseres Profils eine viel zu hohe Krümmung aufwies, konnte die Luftströmung dieser Geometrie nicht folgen und es bildete sich ein Bereich aus, der nicht von Luft durchströmt wurde, geschweige denn, dass sich dort Zyklone gebildet und für die Abscheidung gesorgt hätten! Auch Lüftungsprofis können im Vorfeld das Verhalten der Luftströmung nicht immer richtig einschätzen.

Die Optimierung

Für unser damaliges Entwicklungsprojekt zur Optimierung der X-CYCLONE® Abscheidung bedeutete das, alles auf Anfang zu setzen und die Geometrie unserer Abscheider zu überarbeiten. Im Grunde ein nie endender Prozess der ständigen Weiterentwicklung und Verbesserung. Letztendlich gelang es uns doch, Produkte mit ähnlicher Technologie, wie man sie von Dyson kennt, zu entwickeln und in der Lüftung und Luftreinhaltung nach industriellen Maßstäben einzusetzen.

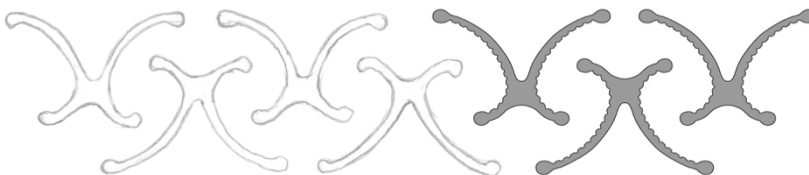
Entwicklung der Geometrie von Abscheidern



Prallblech-Abscheider mit Profilen in U-Form



Prototyp des X-CYCLONE® Abscheiders mit X-Profilen in Form von Flugzeugtragflächen



X-CYCLONE® Abscheider mit Profilen in optimierter X-Geometrie für die optimale Luftstromlenkung (s. Abb. 15)

Der Siegeszug unserer Abscheider

Mittlerweile haben sich die von uns entwickelten X-CYCLONE® Abscheider in den unterschiedlichsten Branchen etabliert.

Auf Bohrplattformen, in Betrieben der Textilveredelung, in Anlagen zur Herstellung von Milchpulver, in Lackieranlagen der Automobilindustrie, in der Lebensmittelindustrie, in Großküchen, im Maschinenbau, selbst in Anlagen zur Herstellung von Siliziumwafern für die Mikroelektronik sorgen nun „Zyklon-Wirbelstürme“ in unseren X-Profil-Abscheidern für eine hoch effiziente Luftreinhaltung.

Darstellungsprinzip eines X-CYCLONE® Abscheiders



Abbildung 15

3. Wie können Dämpfe und Gerüche beseitigt werden?



Die Beseitigung von Dämpfen und Gerüchen ist eine sehr komplexe Aufgabenstellung in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung. Man könnte ja denken, dass nach dem Erfassen, Abscheiden und Reinigen die Luft eigentlich sauber sein sollte und daher auch kein Geruch mehr wahrnehmbar wäre. Alle Partikel, Aerosole und Schadstoffe sind beseitigt – was soll also noch zu Geruchsbelastungen führen?

Missverständnis

Es gibt keine Geruchsbelastung in einer aerosol-, partikel- und schadstofffreien Luft.

Leider ist auch dies ein weiteres Missverständnis in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung, um das es in diesem Kapitel gehen soll. Lassen Sie es mich an einem einfachen Beispiel aus der Praxis erläutern.

Praxisbeispiel: Tanken

Viele von uns waren schon einmal mit ihrem Auto an der Tankstelle und haben dort Kraftstoff in den Tank gefüllt. Dabei ist den meisten unter uns sicher schon einmal der Geruch von Benzin oder Diesel in die Nase gestiegen.

Benzingeruch beim Tanken



Abbildung 16

Aber warum riechen wir eigentlich das Benzin beim Tanken, obwohl meist keinerlei Kraftstoffspritzer oder Aerosole durch die Luft fliegen? Ganz deutlich wird das, wenn man seinen Tank bis zum Rand füllen möchte und dabei aufpassen muss, dass nichts überläuft. Beim Nachschauen, wann der Kraftstoffspiegel im Stutzen sichtbar wird, ist die Nase nahe am Stutzen und man riecht den Kraftstoff intensiv – auch ohne dass etwas ausläuft.

Würde man in unmittelbarer Umgebung des Stutzens eine Partikelmessung durchführen, könnte man messtechnisch keinerlei Kraftstoffaerosole bzw. -partikel in der Luft um den Tankstutzen feststellen. Aber wieso riecht es dann beim Tanken dennoch nach Kraftstoff? Das wird im Folgenden beantwortet.

3.1. Das Missverständnis in Bezug auf den Unterschied zwischen Dämpfen und Aerosolen

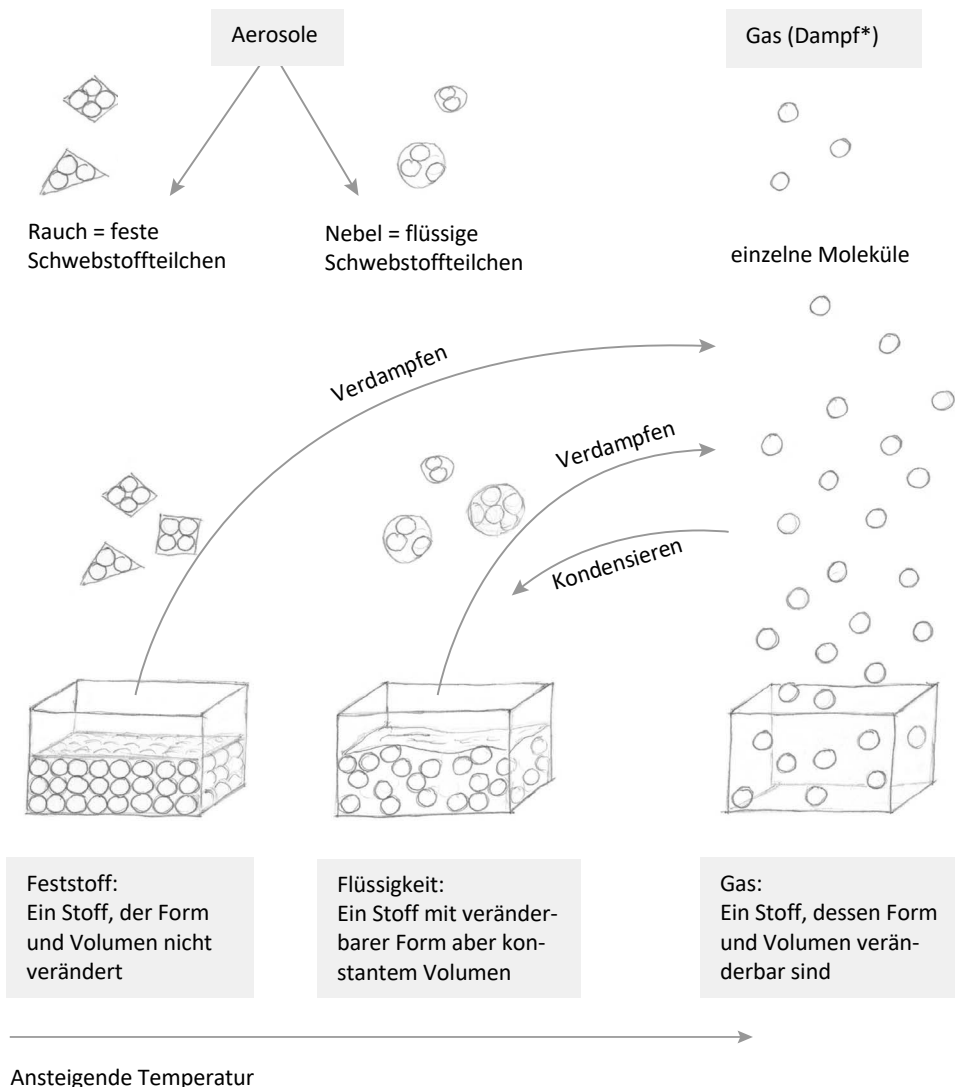
Warum riecht es beim Tanken nach Kraftstoff, obwohl man nichts in der Luft sieht? Das, was man riecht, ist verdampfter Kraftstoff. Vor allem Super Plus ist sehr flüchtig. Das bedeutet, dass es schon bei recht niedrigen Temperaturen verdampft. Dieser Dampf, genau genommen das Gas, entweicht aus dem Tankstutzen und sorgt für den Geruch.

Missverständnis

Aerosolfreie Luft ist sauber.

Dieses einfache Beispiel verdeutlicht sehr eindrucksvoll, dass Luft, die frei von Aerosolen ist, noch lange nicht sauber sein muss und weiterhin eine Belastung für die Umwelt darstellen kann. Die Luftbelastung durch verdampfte Flüssigkeiten ist eine Problematik, die auch den Berufsgenossenschaften großes Kopfzerbrechen bereitet.

Unterschied zwischen Aerosolen und Gas



* Im Allgemeinen versteht man unter Dampf Tröpfchen, die sich in der Luft befinden, wie Dampfschwaden beim Kochen. Naturwissenschaftlich betrachtet ist Dampf jedoch der gasförmige Zustand eines Stoffes (entstanden durch Verdampfen, Verdunsten, Sieden bzw. Sublimieren).

Abbildung 17

Praxisbeispiel aus dem Maschinenbau

Ich erinnere mich noch gut daran, als ich mit unserem Vertriebspartner aus Bayern die Berufsgenossenschaft besuchte, die für den Maschinenbau in Bayern zuständig ist. Dort zeigte man uns Studien mit Messergebnissen, bei denen man die Luftbelastung durch Kühl- und Schmierstoffe an Werkzeugmaschinen untersucht hatte. Die Ergebnisse zeigten genau das gleiche Phänomen wie im obigen Beispiel der Tankstelle. Die Analyse der Luft um die Werkzeugmaschine herum zeigte, dass es zu so gut wie keiner Luftbelastung durch Aerosole gekommen war und alle Luftgrenzwerte eingehalten wurden. Dachte man zumindest.

Als die Spezialistinnen und Spezialisten der Berufsgenossenschaft sich dann den Anteil der verdampften Kühl- und Schmierstoffe verschiedener Werkzeugmaschinen anschauten, stellten sie erhebliche Mengen davon in der Luft fest – zum Teil Konzentrationen von bis zu 100 Milligramm Kühl- und Schmierstoffdämpfe in einem Kubikmeter Raumluft. Damit wurden die gültigen Grenzwerte um das Zehnfache überschritten! Wie konnte es dazu kommen?

Durch einen sehr hohen Druck innerhalb der Maschinen, wo Kühl- und Schmierstoffe über Düsen sehr fein zerstäubt werden, entstehen erste Verdunstungseffekte. Weiterhin verdampft sehr viel Flüssigkeit durch hohe Temperaturen an den Werkzeugen, die das Metall bearbeiten. Was in diesem Zusammenhang oft unterschätzt wird, ist der ständige Luftzug durch die Luftreiniger in den Werkzeugmaschinen.

Kühlmitteldämpfe in einer Werkzeugmaschine

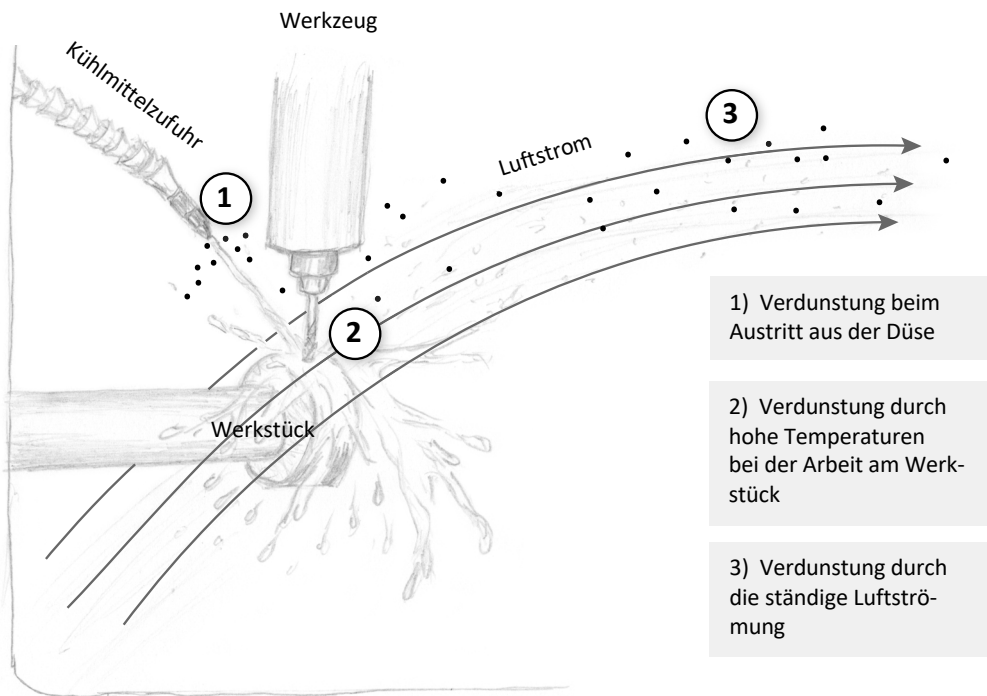


Abbildung 18

Erinnern Sie sich daran, was wir in Kapitel 1 festgestellt haben: Zum Erfassen und Absaugen benötigen wir eine hohe Abluftmenge und Luftströmung in Richtung der Erfassung. Diese Luftströmung kann durchaus mit Wind verglichen werden, der über die Oberfläche eines großen Sees bläst. Allein durch diese Luftströmung wird Wasser verdunstet, als Luftfeuchtigkeit aufgenommen und mit der Luftströmung abtransportiert. Ähnliche Effekte haben wir auch in einer Werkzeugmaschine oder eben beim Tanken. Dadurch werden immense Mengen an Flüssigkeit in Dampfform mit der Luft transportiert. Diese Dämpfe können zu erheblichen gesundheitlichen Belastungen und Geruchsbelästigungen führen.

Beispiel: Lebensmittelindustrie

Das gleiche Phänomen kann man auch in der Lebensmittelindustrie und gewerblichen Küchen beobachten. An allen Anlagen und Kochgeräten, die mit hohen Temperaturen arbeiten, verdampft Flüssigkeit. Typische Prozesse sind Backen, Braten und Frittieren. Hier sind überall Temperaturen von circa 140 bis 190 Grad Celsius im Spiel. Dabei verdampfen Öle und Fette teilweise und werden mit Lüftungsanlagen erfasst und abgesaugt.

Praxisbeispiel: Frittieranlagen

In der Lebensmittelindustrie konnten wir schon Anlagen zum Frittieren von Kartoffelchips bestaunen, die von den Maßen her einer großen Badewanne entsprachen. In dieser Wanne werden jeden Tag Hunderttausende von Kartoffelchips frittiert und dabei immense Mengen an Dampf freigesetzt. Dieser besteht zum Großteil aus verdampftem Öl aus dem Frittierfett und verdampftem Wasser, das vor dem Frittieren noch in den Kartoffelchips gebunden war. Auch hier stellten wir das zuvor beschriebene Phänomen fest: Bei der Analyse der Prozessabluft durch eine Partikelmessung war keinerlei Luftbelastung festzustellen, die Luft schien sauber und kaum belastet zu sein. Dennoch war bereits optisch zu erkennen, dass die Abluft dieses Verarbeitungsprozesses nicht sauber sein konnte, denn sie sah aus wie die Dampf Wolke einer alten Dampflokomotive. Auch war, ähnlich wie an der Tankstelle, intensiver Geruch wahrzunehmen. Dieser war zwar angenehmer als beim Tanken, aber er deutete dennoch ganz klar auf Luftbelastungen hin.

Beispiel: private Küche

Ähnliches können Sie auch zu Hause in Ihrer Küche beobachten, wenn Sie zum Beispiel bei hoher Temperatur ein Steak braten. Dabei mag es wohl den einen oder anderen Ölspritzer geben, der als Aerosol eingestuft werden kann, aber das, was über Ihrem Herd aufsteigt und an Ihrer Küchenhaube erfasst und abgesaugt wird, ist hauptsächlich Luft mit verdampften Ölen und Wasser. Tropfen, Aerosole und Spritzer kommen da nur wenige an.

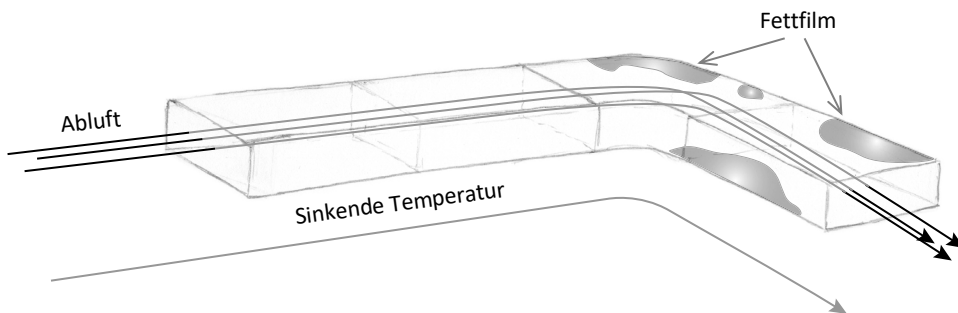
Kondensation der verdampften Flüssigkeiten

In der Industrie und in gewerblichen Küchen bereiten diese verdampften Flüssigkeiten große Probleme in der Prozessabluft. Denn diese Dämpfe sorgen nicht nur für Geruchsbelästigung, sie können natürlich auch wieder kondensieren, wenn sich die Abluft entsprechend abkühlt. Die verdampfte Flüssigkeit wechselt dann wieder vom gasförmigen in den flüssigen Aggregatzustand. Das kann vor allem in großen Industriebetrieben und großen Hotels beobachtet werden. Warum? Weil es in großen Gebäuden sehr oft lange Strecken für die Abluftkanäle gibt.

Hygienische Probleme und Brandgefahr durch lange Abluftkanäle

Egal, ob es sich um einen Kochprozess in einer großen Hotelküche oder einen Verarbeitungsprozess in einem Industriebetrieb handelt, die Luft, die direkt am Prozess erfasst und abgesaugt wird, muss anschließend über einen sehr langen Weg durch den Abluftkanal transportiert werden, bis sie schließlich das Gebäude verlässt und mithilfe von großen Lüftungsgeräten ausgeblasen wird. Auf dem langen Weg durch den Lüftungskanal, oft aus rechteckigen Blechsegmenten ausgebildet, kommt es zur Abkühlung der Luft. So kondensiert die verdampfte Flüssigkeit und lagert sich in den Abluftkanälen und dem Lüftungsgerät ab. Diese Ablagerungen stellen nicht nur ein hygienisches Problem dar, sondern sorgen auch für Brandgefahr.

Lange Abluftkanäle und ihre Gefahren



Auf dem Weg nach draußen kühlt die Luft immer weiter ab. Dämpfe kondensieren dadurch und bilden innerhalb der Abluftkanalstrecke Wasser- und Fettfilme – Nährboden für Mikroorganismen und eine mögliche Brandquelle.

Abbildung 19

Europäische Normen fordern die Beachtung von Dämpfen und ihrer Kondensation

Luft, die frei von Aerosolen und Partikeln ist, muss also noch lange nicht sauber sein. Das, was oft als Geruchsbelästigung wahrgenommen wird, sind meist Dämpfe. Aus diesem Grunde fordern auch europäische Normen wie DIN EN 16282, dass neben der Luftreinigung in gewerblichen Küchen durch Filter und Abscheider zusätzlich die verdampften Flüssigkeiten und deren Kondensation zu beachten sind! Hierzu müssen diese zum Teil sehr hohen Konzentrationen messtechnisch erfasst und analysiert werden.

3.2. FID-Messgeräte können bei der Analyse von Luftbelastungen behilflich sein!

Einen Hinweis darauf, wie viel an verdampfter Flüssigkeit in der Luft ist, kann man mithilfe von FID-Messgeräten erhalten. FID ist die Abkürzung für Flammenionisationsdetektor. Ein FID-Messgerät hilft dabei, die Menge an verdampften leichtflüchtigen organischen Verbindungen zu ermitteln. Umgangssprachlich wird auch oft von Gesamt-C in der Abluft gesprochen, damit sind die in der Luft befindlichen dampfförmigen Kohlenwasserstoffe gemeint. Wollen wir beispielsweise in Erfahrung bringen, wie viel an verdampftem Kraftstoff beim Tanken in unsere Nase steigt, wäre ein solches Messgerät das ideale Equipment. Ähnlich hilfreich sind die FID-Messgeräte auch bei der Analyse von verdampften Kühl- und Schmierstoffen in der Fertigungsindustrie oder an Anlagen in der Lebensmittelherstellung.

Partikel- und Dampfmenge messen

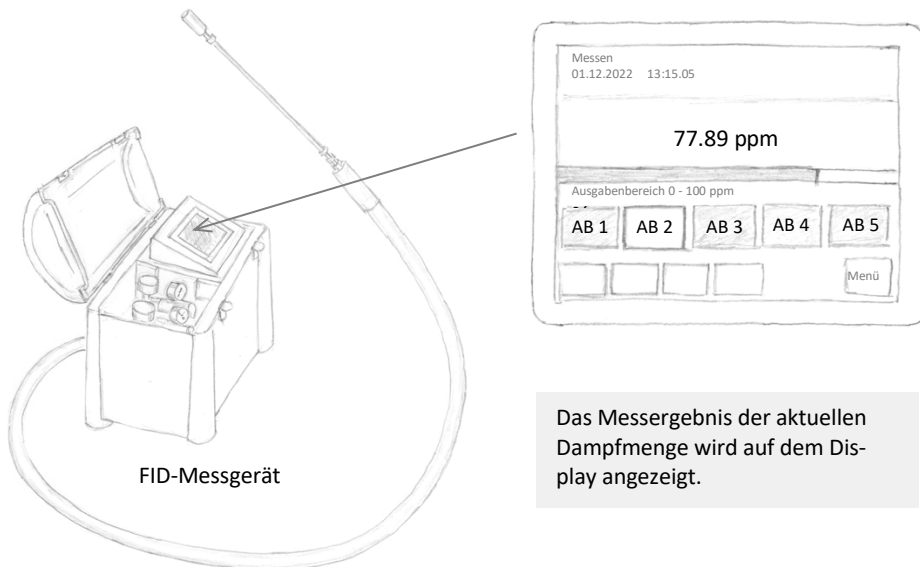


Abbildung 20

Analyse der Luftbelastung

Analysiert man die Abluft der oben erwähnten Verfahren, ergibt sich die tatsächliche Belastung meist durch die Summe der luftgetragenen Aerosole und Dämpfe. Das Ergebnis einer solchen Gesamtbetrachtung zeigt nicht selten, dass 80 Milligramm Dampf und nur 20 Milligramm Aerosole in einem Kubikmeter Raumluft vorkommen. Übertragen auf dieses Beispiel würde das bedeuten, wir hätten insgesamt 100 Milligramm Schadstoffbelastung in einem Kubikmeter Raumluft. Ob es sich bei dieser Belastung um einen Kühl- und Schmierstoff in einem Maschinenbaubetrieb oder um Frittieröl in der Lebensmittelproduktion oder einer Hotelküche handelt, können wir an dieser Stelle vernachlässigen, denn die Problematik und Aufgabenstellung ist zunächst dieselbe: Wir müssen uns um beides kümmern.

Missverständnis

Verdampfte Flüssigkeiten muss man nicht messen.

Wir müssen uns sowohl über die verdampften Flüssigkeiten als auch die luftgetragenen Aerosole aus diesen Flüssigkeiten Gedanken machen. Ein häufiger Fehler in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung ist es, diese Luftbelastungen gar nicht messtechnisch zu erfassen und zu analysieren. Wenn überhaupt etwas gemessen wird, dann bestenfalls die Partikelkonzentration der Aerosole. So gut wie nie werden beide, Dämpfe und Aerosole, analysiert. Das bestätigten auch die Gespräche mit den Kolleginnen und Kollegen der Berufsgenossenschaft in Bayern.

An Fritteusen in der Großküche oder großen Sammelbehältern von heißen Metallspänen in Fertigungsbetrieben oder ähnlichen Anlagen steigen überall weiße Wölkchen während des Betriebs auf. Optisch sehen diese ganz ähnlich aus wie der Dampf, der aufsteigt, wenn man zu Hause Wasser im Kochtopf erwärmt. Mit dem Unterschied allerdings, dass der von den gewerblichen Behältern aufsteigende Dampf Öle und Kühl- bzw. Schmierstoffe enthält.

Diese Stoffe sind oft die Quelle starker Geruchsbelastungen und werden viel zu wenig beachtet und untersucht.

Partikel- und FID-Messung vornehmen

Es ist unumgänglich, solche Freisetzungen sowohl durch eine Partikel- als auch eine FID-Messung zu untersuchen. Denn aus diesen Messungen kann der nächste Schritt abgeleitet werden. Die Reinigung der Luft durch Entfernen dieser Dämpfe.

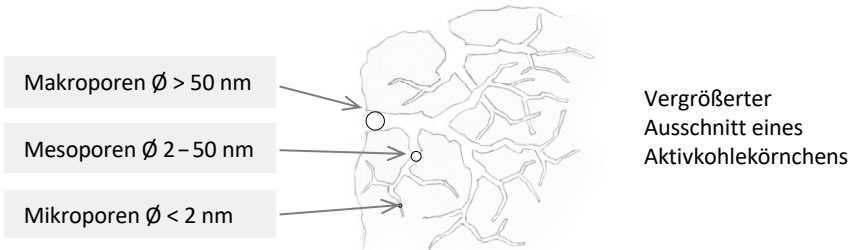
Lösungsansatz 1: Aktivkohle

Ein Lösungsansatz kann dabei beispielsweise der Einsatz von Aktivkohlefiltern sein. Vereinfacht beschrieben funktioniert Aktivkohle wie eine Art Molekularfilter. Sie ist sehr porös und weist zahlreiche sehr kleine Poren auf, die Dämpfe durch Adsorption aufnehmen können. So werden die Dämpfe an der Oberfläche der Aktivkohle gebunden. Dies funktioniert aber nur, solange die Aktivkohle nicht durch bei der Kondensation entstehende Aerosole zu stark belastet wird.

Nachteil beim Einsatz von Aktivkohle

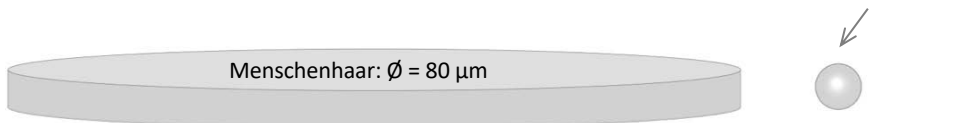
Oft werden Aktivkohlefilter erst im Lüftungsgerät am Ende einer langen Abluftkanalstrecke eingesetzt. Bis die Abluft dort ankommt, ist sie schon um einige Grad abgekühlt und die Dämpfe beginnen zu kondensieren. Dadurch werden die vielen kleinen Poren der Aktivkohle viel zu schnell verstopft und somit wirkungslos. Handelt es sich bei den kondensierenden Dämpfen um Öle, entsteht in Verbindung mit Aktivkohle im wahrsten Sinne des Wortes eine brandgefährliche Kombination!

Einsatz von Aktivkohle

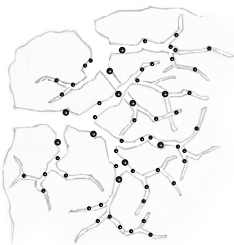


Größenvergleich:

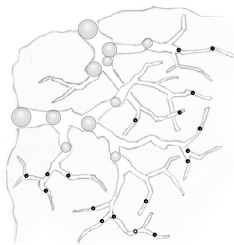
Der Durchmesser eines Menschenhaares beträgt ca. $80 \mu\text{m}$,
der eines Feinstaubpartikels $5 \mu\text{m}$,
der einer großen Mesopore $0,05 \mu\text{m}$ ($= 50 \text{ nm} = 0,00005 \text{ mm}$)



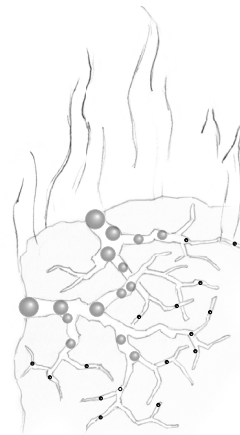
Die Adsorption findet an der Oberfläche in den Poren statt.
Die innere Oberfläche von vier Gramm Aktivkohle entspricht ungefähr der Fläche eines Fußballfeldes.



Gebundene Dämpfe



Verstopfte Poren durch kondensierte Dämpfe



Brandgefahr durch kondensierte Öldämpfe

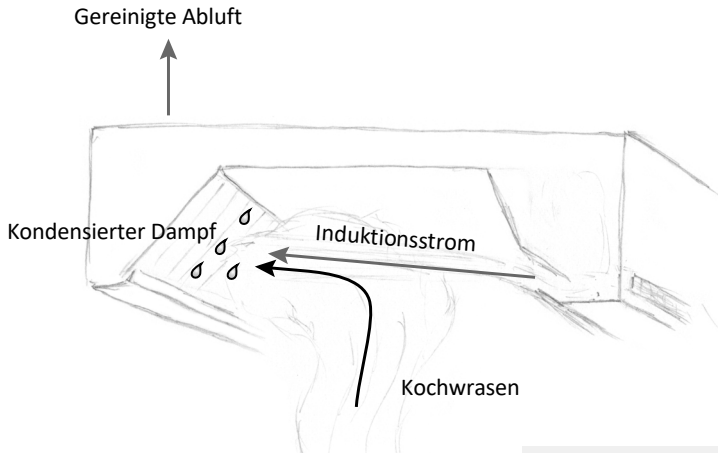
Lösungsansatz 2: erzwungene Kondensation

Eine weitere Möglichkeit, um die verdampften Flüssigkeiten in den Griff zu bekommen und ihre Menge zu reduzieren, ist die erzwungene Kondensation direkt beim Erfassen und Absaugen.

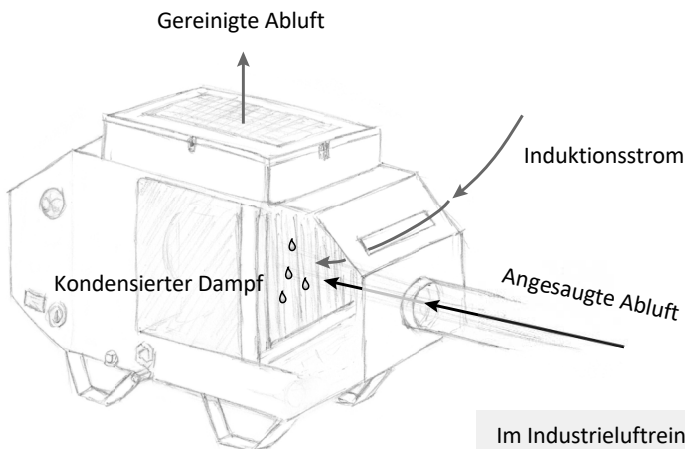
Wie in Kapitel 1 beschrieben, haben wir bei der REVEN GmbH Erfassungseinrichtungen entwickelt, die nicht nur saugen, sondern auch blasen. Dabei wird die zu erfassende Luft mit den Aerosolen, Viren und Schadstoffen so schnell wie möglich durch unterstützendes Blasen in den Bereich transportiert, in dem die Absaugleistung der Luftreiniger, Küchenhauben und Lüftungsgeräte am größten ist – also direkt in den Bereich ihrer Ansaugöffnungen.

Hierfür haben wir sowohl moderne Küchenhauben als auch industrielle Luftreiniger entwickelt, die mit einer zusätzlichen Einrichtung zum unterstützenden Blasen ausgestattet sind. So wird im Falle der Küchenhaube dafür gesorgt, dass aufsteigende Kochdämpfe schnell und direkt von der Kocheinrichtung in den Filter- und Ansaugbereich strömen und dort erfasst bzw. abgesaugt werden. Außerdem ist es uns dadurch gelungen, zusätzlich die Kondensation von verdampften Flüssigkeiten zu erzwingen. Die Luft des Induktionsstroms, also des eingeblasenen Luftstroms, ist immer einige Grad kälter als die zu erfassende Luft. Dieser Temperaturunterschied hilft uns, sowohl in unseren weiterentwickelten Erfassungshauben als auch in unseren Luftreinigern für Werkzeugmaschinen direkt beim Erfassen und Absaugen die Kondensation der verdampften Flüssigkeiten auszulösen.

Erzwungene Kondensation



In der Küchenablufthaube: Durch den kühleren Induktionsstrom kondensieren Dämpfe und werden auf dem Weg zum Abluftkanal abgeschieden.



Im Industrielluftreiniger: Durch den kühleren Induktionsstrom kondensieren Dämpfe vor dem X-CYCLONE® Abscheider und werden abgeschieden.

Abbildung 22

Vorteile der erzwungenen Kondensation

Wird die Prozessabluft von verdampften Flüssigkeiten und luftgetragenen Aerosolen befreit, ist sie wirklich gereinigt und sauber. Dabei reduzieren sich auch die Geruchsemissionen auf ein Minimum und können mittels nachgeschalteter Geruchsfilter vollends neutralisiert werden. Die für die Geruchsneutralisation verwendeten Technologien können UV-, Ozon-, Aktivkohle- oder chemische Oxidationssysteme sein. Sie alle haben eines gemeinsam: Sie funktionieren und entfalten ihre volle Leistung nur dann, wenn die Abluft von Aerosolen und Dämpfen im Vorfeld effizient gereinigt wurde. Erst dann und nur dann machen nachgeschaltete, zusätzlich installierte Technologien zur vollständigen Geruchsbeseitigung Sinn. Mehr dazu im nächsten Kapitel.

4. Wie können Viren und Gerüche neutralisiert werden?



Das Neutralisieren von Gerüchen und vollständige Entfernen von Viren und Bakterien aus der Luft ist eine Aufgabenstellung, die mehrere Schritte erfordert. Am Anfang steht das effiziente Erfassen und Absaugen, anschließend werden sehr wirksame Aerosolfilter bzw. Abscheider benötigt und in diesem Zusammenhang ist auch noch die Kondensation der Dämpfe erforderlich, wie im vorherigen Kapitel besprochen. Nur wenn all diese Schritte beachtet werden, können Gerüche zuverlässig und vollständig mithilfe von UV-C- oder Ozonsystemen entfernt werden.

Missverständnis

Durch UV-Bestrahlung löst man alle Probleme bezüglich Viren, Bakterien und Gerüchen.

Ein weitverbreitetes Missverständnis in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung, das sich hartnäckig hält, ist der Glaube, man müsse sich um alle diese Schritte, vom Erfassen und Absaugen über das Abscheiden bis zum Kondensieren, keine großen Gedanken machen. Einfach irgendwelche Lampen, die ein ultraviolettes Licht erzeugen, in die Luftreiniger und Abluftsysteme packen und alles wird gut. Das oder Ähnliches suggerieren die Versprechungen vieler Marktbegleiter, die mir immer wieder zu Ohren kommen.

Es gibt sehr viele Missverständnisse und falsche Informationen in Bezug auf die Funktionsweise und Wirkung von Technologien zur Luftreinhaltung, die mit Ultraviolettstrahlung arbeiten. Das fängt damit an, dass viele Hersteller die Anwender nicht über den eigentlichen Einsatzbereich der Ultraviolettstrahlung aufklären. Ein wichtiger Aspekt, dem man unbedingt Aufmerksamkeit schenken sollte, ist die Frage: „Was soll durch den Einsatz von UV-C-Systemen erreicht werden?“ Wollen wir die Luft von Viren und Bakterien befreien oder wollen wir Fette und Öle aus der Abluft beseitigen? Ich denke, Sie pflichten mir bei, dass man hier schon unterschiedliche Aufgabenstellungen heraushört und die Beseitigung von Viren aus der Abluft eigentlich nicht dasselbe sein kann, wie das Beseitigen von Ölen und Fetten.

Deshalb sollten wir zunächst darüber reden, wozu wir eigentlich Ultraviolettstrahlung in unserem Lüftungssystem verwenden möchten. Welches UV-C-System eingesetzt wird, hängt von der Aufgabenstellung ab. Die unterschiedlichen Aufgaben solcher Systeme können die folgenden sein:

- *Desinfektion von Gegenständen*
- *Neutralisation von Gerüchen in der Luft*
- *Abtöten von Viren und Bakterien in der Luft*

Bereits diese drei Aufgaben betreffen schon drei vollkommen verschiedene Bereiche, die jeweils den Einsatz von ganz unterschiedlichen UV-C-Systemen erfordern. Ein System, das alle drei Aufgaben zu lösen vermag, gibt es nicht.

Dazu kommt noch die von Mythen umwobene Aufgabenstellung der sogenannten Fettverbrennung. Was es damit auf sich hat, klären wir später.

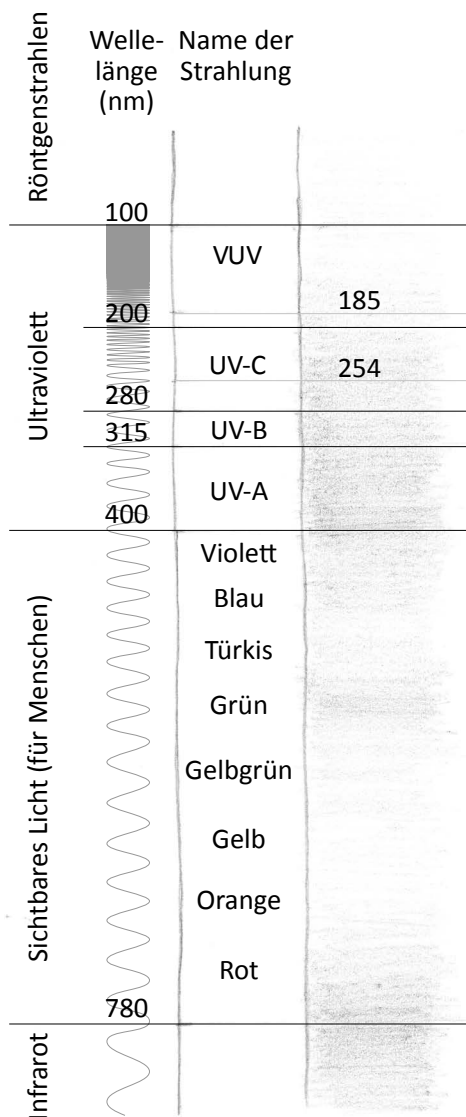
Wir brauchen also ein UV-C-System, das für eine dieser Aufgaben speziell ausgelegt ist. Aber auch dann ist es immer noch fraglich, ob die betreffende Aufgabe wirklich zufriedenstellend gelöst werden kann.

4.1. Das Missverständnis in Bezug auf UV-C-Strahlung

In Wohnraumluftreiniger werden häufig UV-C-Systeme integriert. Im Zuge der weltweit wütenden Pandemie wurde der Markt ab 2020 von solchen Luftreinigern regelrecht überschwemmt. Versprochen wurde den Anwendern, dass die Ultraviolettstrahlung dieser Geräte gefährliche Viren abtöten kann. Aber wie soll so etwas funktionieren?

Optisch erinnern solche UV-C-Systeme an herkömmliche Leuchtstoffröhren, wie man sie beispielsweise von Beleuchtungssystemen in großen Büros kennt. Sie werden in unterschiedlichen Größen angeboten. Wenn man eine UV-C-Röhre anschaltet, leuchtet sie nicht wie die Bürobeleuchtung in weißer Lichtfarbe, sondern schimmert bläulich, wie man es von Solarien kennt. Dieses blaue Licht ist eine künstlich erzeugte kurzwellige UV-C-Strahlung mit einer Wellenlänge von circa 250 bis 280 Nanometern.

Elektromagnetisches Spektrum



UV-A und UV-B

Diese UV-Strahlen erreichen als einzige die Erde. Der Mensch ist auf sie angewiesen, um körpereigenes Vitamin D zu bilden. Sie bewirken die Bräunung der Haut. In zu hoher Dosis ist die Strahlung allerdings schädlich, sowohl kurzfristig (Sonnenbrandgefahr) als auch langfristig (Hautkrebsgefahr).

UV-C

Zur Sterilisation wird künstlich erzeugtes UV-C-Licht mit einer Wellenlänge von 250 bis 280 nm eingesetzt. Vor allem 254 nm sind ideal, um das Erbgut von Mikroorganismen zu schädigen. UV-C ist auch für den Menschen schädlich.

V(Vakuum)UV

Aus dem ultravioletten Spektrum wird künstlich erzeugtes Licht mit 185 nm Wellenlänge eingesetzt, um Ozon zu bilden. Der Einsatz funktioniert nur mit speziellen Quarzröhren.

Abbildung 23

Faktor Wellenlänge

Für UV-C-Systeme ist der Wellenlängenbereich der Strahlung wichtig, da nur so Bakterien und Viren abgetötet werden bzw. sich durch die Schädigung ihres Erbguts nicht weiter vermehren. Dieses Wissen nutzt man schon lange Zeit in der Medizintechnik, zum Beispiel zur Desinfektion von OP-Besteck und medizinischem Werkzeug. Bei diesen Desinfektionsgeräten handelt es sich oft um rechteckige Boxen, die ähnlich wie handelsübliche Mikrowellen-Geräte aussehen. In diese Boxen sind UV-C-Röhren integriert, mit deren Hilfe der Innenraum in einem Wellenlängenbereich von 250 bis 280 Nanometer bestrahlt werden kann. Dabei werden Gegenstände, die man in einen solchen Ultraviolett-Sterilisator legt, durch die UV-C-Strahlung desinfiziert.

Faktor Zeit

In den Datenblättern dieser UV-C-Sterilisatoren wird immer wieder darauf hingewiesen, dass die vollständige Keimfreiheit, also eine Sterilisation, schon nach einer Bestrahlungsdauer von etwa 30 Sekunden gegeben sein kann.

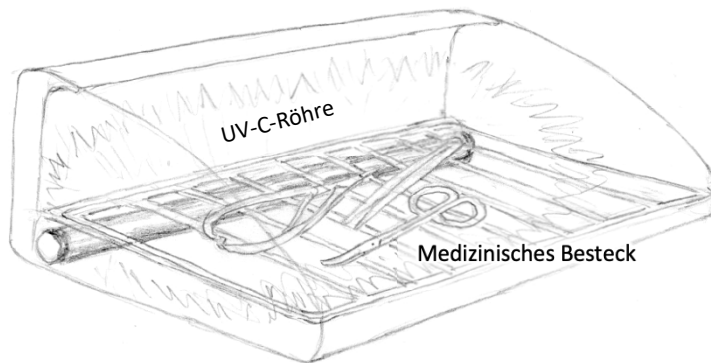
An den meisten UV-C-Sterilisatoren kann eine Desinfektionszeit von 30 Sekunden bis 60 Minuten eingestellt werden, ganz ähnlich wie bei der Zeiteinstellung an der heimischen Mikrowelle.

Wellenlänge + Zeit = gewünschtes Ergebnis

Somit haben wir einen ersten Einsatzbereich abgesteckt, zu dem es viele technische Lösungen, Produkte und Erfahrungen gibt: Will man Viren und Bakterien auf Gegenständen wie Scheren, Messern, Zangen, Nadeln usw. vollkommen unschädlich machen, benötigen wir hierfür eine künstlich erzeugte ultraviolette Strahlung in einem Wellenlängenbereich von circa 250 bis 280 Nanometern. Auch ist es sehr wichtig, dass diese Gegenstände dieser Strahlung mindestens 30 Sekunden lang ausgesetzt werden, damit sie wirklich steril sind. So

zumindest lautet die Empfehlung der Hersteller von UV-C-Sterilisatoren, die seit vielen Jahren Anwendung in der Medizintechnik finden.

Desinfektion in einem UV-C-Sterilisator



In diesem modernen Sterilisator wird mit zwei Schritten gearbeitet:

- UV-C-Strahlung (254 nm) mindestens 30 Sekunden lang, um das Erbgut von Mikroorganismen zu zerstören.
- VUV-Strahlung (185 nm), um die Mikroorganismen vollends durch Ozon abzutöten.

Abbildung 24

Was sollten bzw. müssen wir daraus für die Lüftungstechnik und Luftreinhaltung ableiten?

Eigentlich ist die Antwort darauf recht einfach und einleuchtend: Wenn wir Bakterien und Viren in einem Luftstrom abtöten wollen, benötigen wir hierfür dieselbe ultraviolette Strahlung und diese muss über eine bestimmte Dauer auf die Viren und Bakterien einwirken.

Missverständnis

Die Sterilisation der Luft funktioniert genauso wie bei Gegenständen.

So einfach und einleuchtend das klingt, beginnen hier jedoch die Probleme in der Lüftungstechnik. Wir haben es in Lüftungsgeräten und Luftreinigern mit strömender Luft zu tun und nicht mit Gegenständen, die während der Sterilisation für eine halbe Minute nicht bewegt werden. Luft bewegt sich in Lüftungsgeräten und Luftreinigern mit einer Geschwindigkeit von mindestens einem Meter pro Sekunde fort. Alles, was sich in diesem Luftstrom befindet, also auch die Bakterien und Viren, legen in einer Sekunde mindestens einen Meter Wegstrecke zurück. In vielen Anlagen sind es sogar noch größere Strecken von zwei bis zu fünf Metern pro Sekunde.

Wegstrecke der Luft in einer Sekunde

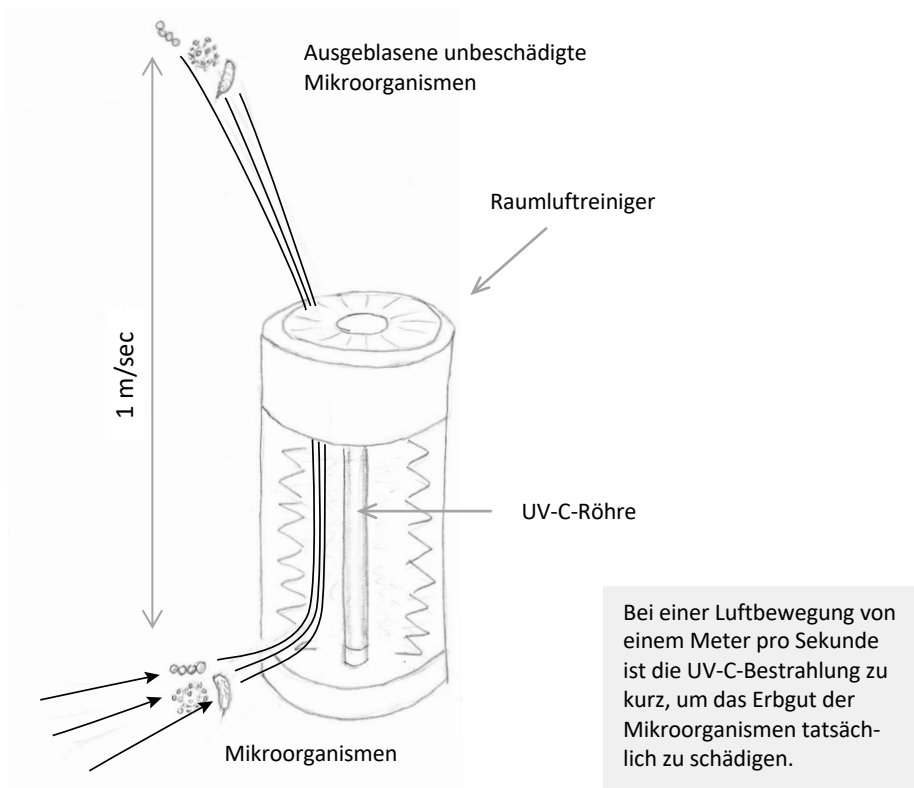


Abbildung 25

Dieser Umstand stellt bereits das erste Problem und eine große Herausforderung dar. Wie wir aus der Beschreibung der Sterilisatoren in der Medizintechnik gelernt haben, wäre es ratsam, Bakterien und Viren mindestens dreißig Sekunden lang der ultravioletten Strahlung auszusetzen. Wie können wir das in einer Lüftungsanlage realisieren?

Bei einer Abluftanlage mit einer Luftgeschwindigkeit von einem Meter pro Sekunde wäre ein dreißig Meter langer Abluftkanal mit UV-C-Röhren erforderlich. Eine solche Anlage werden Sie jedoch nicht finden. Lüftungsgeräte und Luftreiniger mit UV-C-Röhren sind selten viel länger als ein Meter. Wie lange in diesen Geräten die mit der Luft transportierten Bakterien und Viren der UV-C-Strahlung ausgesetzt sind, kann man also sehr einfach errechnen: Die Strahlung hat in solchen Systemen nur eine Sekunde Zeit, um auf Viren und Bakterien einzuwirken. Für eine Sterilisation ist das eine viel zu kurze Zeitspanne.

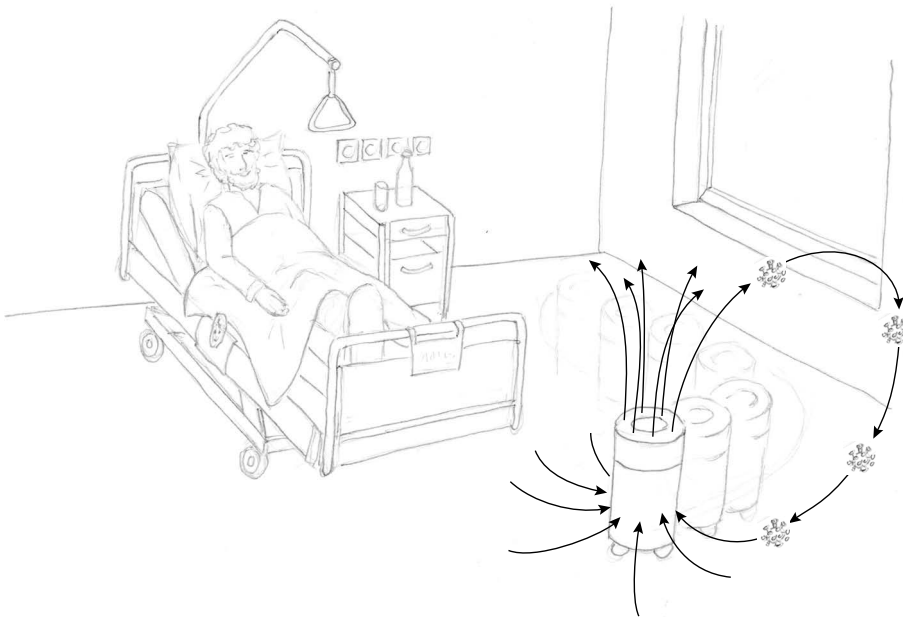
Es genügt also nicht, einfach UV-C-Röhren in ein Lüftungsgerät oder einen Luftreiniger einzubauen und es ist meistens auch nicht sinnvoll. Was ist also zu tun?

Eine Möglichkeit wäre, die Luft für mindestens eine halbe Minute immer wieder in den Bereich der UV-C-Röhren zu bringen, um eine entsprechend lange Einwirkzeit zu erreichen.

Praxisbeispiel: Desinfektionsroboter

Genau das tun im Grunde die neu entwickelten Desinfektionsroboter im Krankenhaus. Diese Geräte wurden in der Pandemie entwickelt und können in Krankenzimmern eingesetzt werden. Sie fahren selbsttätig in ein Zimmer und reinigen dort die Raumluft. Dazu saugen sie die Luft an und blasen sie wieder aus. Dabei wird die Luft einer ultravioletten Strahlung ausgesetzt. Dieser Vorgang wird in diesem Raum für eine bestimmte Zeit ständig wiederholt. Sie ahnen es, so kann eine Einwirkzeit von mindestens dreißig Sekunden erreicht werden.

Desinfektionsroboter im Krankenzimmer



Nur, wenn dieselbe Luft in einer „Dauerschleife“ durch den Desinfektionsroboter (vereinfachte Darstellung) hindurchgeschleust wird, können die darin enthaltenen Krankenhauskeime durch die UV-C-Strahlung unschädlich gemacht werden.

Abbildung 26

Dieser Vorgang kann allerdings nur so ablaufen, wenn wir einen geschlossenen Raum haben, in dem der Roboter eine bestimmte Zeit lang immer wieder dieselbe Luft ansaugen, bestrahlen und ausblasen kann. Haben wir dagegen einen belüfteten Raum, in den frische Zuluft eingeblasen wird und aus dem die verbrauchte, belastete Abluft abgesaugt wird, ist die Situation völlig anders.

Die Zeit reicht nicht aus

Auch bei einfachen und kleinen Raumluftreinigern dauert das Ansaugen, Reinigen und Ausblasen der Luft kaum länger als eine Sekunde. Daher ist klar, dass wir in solchen kompakten

Luftreinigern die Luft auf gar keinen Fall nur durch UV-C-Bestrahlung sterilisieren können. Dafür reicht schlicht die Zeit nicht.

Einsatz von Schwebstofffiltern

Verbessern kann man die Leistung der kompakten Raumlufreiniger durch den Einbau von Schwebstofffiltern. Das sind Hochleistungsfilter, die auch sehr kleine Teilchen sowie Viren und Bakterien aus der Luft filtern können. In Verbindung mit UV-C-Strahlung, die lange genug diesen Hochleistungsfilter bestrahlt, können die Viren und Bakterien auf dem Filter abgetötet werden.

Hilfsmittel Schwebstofffilter

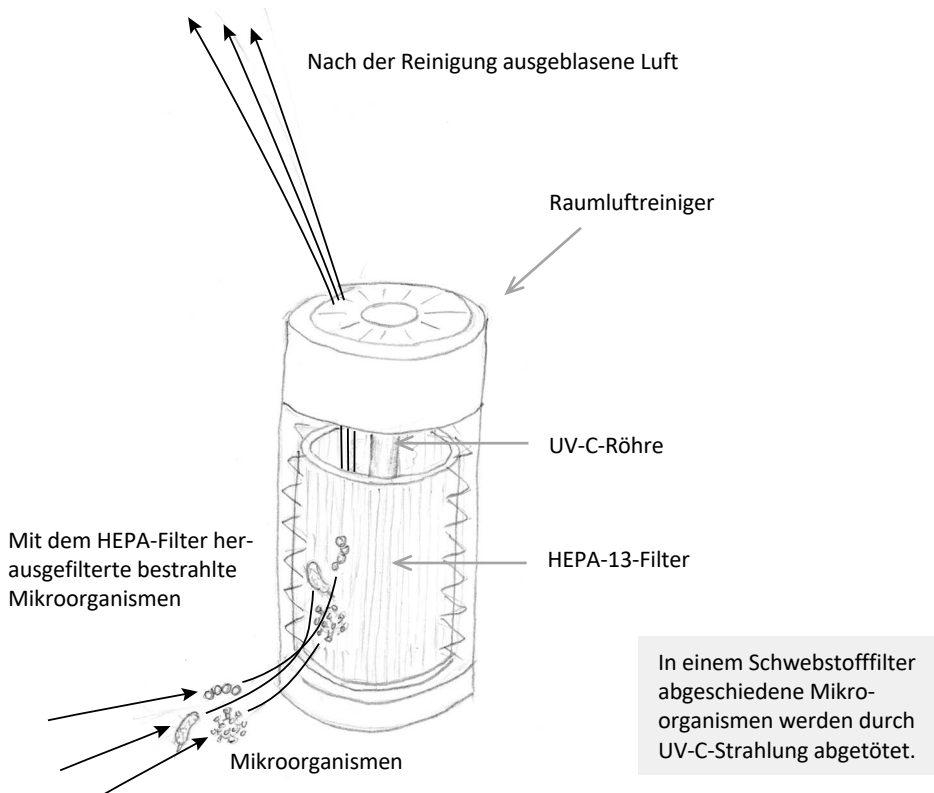


Abbildung 27

Es gibt etliche vergleichbare Beispiele. Im Endeffekt dreht es sich immer darum, die geeignete ultraviolette Strahlung lange genug auf Viren und Bakterien einwirken zu lassen, um deren Erbgut ausreichend zu schädigen und eine Vermehrung zu verhindern. Nur durch die vollständige Abtötung kann eine wirkliche Sterilisation erreicht werden. Etwas wissenschaftlicher könnte man diesen Sachverhalt folgendermaßen auf den Punkt zu bringen:

Die Strahlung wirkt tödlich auf Viren und Bakterien, sofern sie intensiv genug ist und lange genug einwirkt.

Faktor Strahlungsintensität

Die Strahlungsintensität hängt von den Röhren ab, genauer gesagt, von deren Leistung pro Quadratmeter angestrahlte Fläche. Je mehr Leistung in Watt wir einsetzen, desto geringer ist die erforderliche Einwirkzeit. Setzt man leistungsschwache UV-C-LEDs ein, die nur wenige Watt Leistung pro LED-Leuchte erbringen, brauchen wir eine entsprechend lange Einwirkzeit. Das Zusammenspiel ist relativ einfach: Je höher die Strahlungsleistung und je länger die Bestrahlungszeit, desto größer die desinfizierende Wirkung – und umgekehrt.

Kommen wir nun zur Beseitigung von Ölen und Fetten aus der Abluft und wie dabei UV-C-Strahlung behilflich sein kann. Bei näherer Betrachtung dieser Frage stoßen wir auf eines der größten Missverständnisse im Bereich der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung. Hierbei handelt es sich jedoch eher um ein Mysterium als ein Missverständnis und es lässt sich mit der folgenden Frage beschreiben.

4.2. Kann UV-C-Strahlung Aerosole beseitigen?

Wenn man den Darstellungen vieler Hersteller in der Lüftungstechnik Glauben schenken darf, dann ist das so. Es wird oft behauptet, dass ultraviolette Strahlung von UV-C-Röhren in der Lage sei, Öle und Fette aus dem Abluftstrom zu beseitigen. Weite Verbreitung findet dieses Mysterium vor allem in der gewerblichen Küchenlüftung. Einigen Herstellern zufolge sind es weniger die Aerosolabscheider, die ich in Kapitel zwei vorgestellt habe, als vielmehr UV-C-Systeme, die eine Küchenlüftung angeblich fett- und ölfrei halten.

Wie zuvor bereits erläutert, können solche Öle und Fette in der Luft entweder als Aerosole oder in verdampfter Form vorliegen.

Missverständnis

UV-C-Strahlung reinigt die Luft von Fetten und Ölen.

Viele Hersteller behaupten, dass ein geeignetes UV-C-System in der Küchenabluftanlage alle diese Formen von Fetten und Ölen aus dem Luftstrom abscheiden und das Küchenlüftungssystem vollkommen öl- und fettfrei halten könne.

Hört sich großartig an, oder? Leider wurden diese bahnbrechenden Luftreinigungseigenschaften bis dato nicht ein einziges Mal auf halbwegs wissenschaftlichem Niveau nachgewiesen.

Wir wissen nun, wie komplex die zuverlässige Beseitigung von Bakterien und Viren mithilfe von UV-C-Strahlung ist. Die Luft mithilfe einer ultravioletten Strahlung von Aerosolen und Tröpfchen aus Ölen und Fetten zu reinigen, ist wiederum etwas völlig anderes!

Das fängt schon bei der Größe und den Eigenschaften dieser Luftverunreinigungen an: Ein Virus ist um ein Vielfaches kleiner als ein Öl-Aerosol. Zudem verdampfen Viren und Bakterien nicht einfach oder werden anderweitig zersetzt. Durch die ultraviolette Strahlung wird ihr Erbgut so stark geschädigt, dass sie sich nicht mehr vermehren können und absterben.

Bei der Reinigung der Abluft von Ölen und Fetten wird behauptet, dass sich diese dadurch vollständig auflösen und verschwinden würden – so zumindest die vollmundigen Versprechungen! Wie soll so etwas funktionieren?

Missverständnis

Fett zersetzt sich vollständig durch Photolyse.

Zu diesem Thema werden von den Herstellern die abenteuerlichsten Behauptungen in den Raum gestellt. So sollen UV-Speziallampen in der Lage sein, Fettbelastungen der Luft über eine Photolyse zu zersetzen. Dabei würde die Fettbelastung um 95 % reduziert und das Fett in die Endprodukte Sauerstoff, Kohlendioxid, Wasser und staubartige Reststoffe umgewandelt werden.

Wenn man nachfragt, wie solche Behauptungen messtechnisch erfasst und validiert wurden, hört man immer wieder die Aussage: „Wir haben das so beobachtet!“ oder „Wir verbauen solche Anlagen schon viele Jahre und wir haben das so immer wieder beobachtet, wir können uns da nicht täuschen!“

In den meisten Fällen gibt es keinerlei Messtechnik, keine Messprotokolle und auch nie irgendwelche Studien, die diese Aussagen und Beobachtungen auch nur ansatzweise stützen. Die Versprechungen und Zusagen werden mit jahrzehntelanger Erfahrung und den eigenen Beobachtungen begründet, die über einen so langen Zeitraum nicht falsch sein könnten.

Praxisbeispiel: Abgaswerte

Auch der VW-Konzern hat jahrzehntelange Erfahrung in der Entwicklung von Dieselmotoren und war sich sicher, sich bei den Abgaswerten seiner Motoren nicht täuschen zu können.

Woher kommt der übertriebene Eifer? Warum verwenden so viele Hersteller in der gewerblichen Küchenlüftung diese Technologie?

Weil es ein äußerst lukratives Geschäft ist. Der Einkauf der Röhren ist unproblematisch, die Integration in ein Abluftsystem ist für jeden halbwegs versierten Elektriker zu bewerkstelligen und so hat man mit wirklich überschaubarem Aufwand sein Küchenlüftungssystem um viele Tausend Euro aufgewertet!

Missverständnis

Eine Küchenlüftungsanlage wird in jeden Fall durch den Einsatz von UV-Licht aufgewertet.

Allerdings stellt sich hier die Frage: Hat man die Anlage wirklich aufgewertet? Werden Fett und Öl zuverlässig zu 95 % beseitigt? Hat der Anwender durch diese zusätzliche Investition tatsächlich einen nachhaltigen Mehrwert?

Um das seriös zu beantworten, sollten die Fakten betrachtet werden. Erst dann können wir den Versuch wagen, die zuvor gestellten Fragen zu beantworten. Hierzu listen wir alles an fundierten Fakten auf, die es zu diesen Mythen gibt:

1. Ein UV-System muss Ozon produzieren

UV-C-Systeme haben nur dann einen Einfluss auf Fette und Öle in der gewerblichen Küchenabluft, wenn die richtigen UV-C-Röhren eingesetzt werden. Diese müssen eine ultraviolette Strahlung unter 200 Nanometer Wellenlänge abgeben können. Das ist nur bei Röhren

aus einem synthetischen Quarzglas der Fall. Der Trick hier ist, dass die ultraviolette Strahlung in einem Wellenlängenbereich von 185 Nanometer nicht von diesem Glas gefiltert wird und so abgegeben werden kann. Das ist die Grundvoraussetzung, um Ozon zu produzieren.

2. Das Ozon soll Fette und Öle oxidieren

Beim Einsatz der richtigen Röhren und einer Strahlung mit der richtigen Wellenlänge wird also Ozon im Lüftungssystem erzeugt. Ozon ist wichtig, um überhaupt einen Effekt auf Öle, Fette und viele weitere Stoffe zu erzielen. Es ist allerdings ein sehr starkes Oxidationsmittel. Aus diesem Grund ist es auch gesundheitsschädlich und steht sogar im Verdacht, krebserregend zu sein. In der Küchenabluft kann jedoch versucht werden, damit Öle und Fette zu oxidieren. Ich sage hier aber bewusst: Es kann VERSUCHT werden!

Forschungsbericht aus den USA

Jüngste Studien aus den USA belegen, dass diese oxidierende Wirkung auf Öle und Fette zwar vorhanden – jedoch nicht sehr effizient ist. Öle und Fette werden nur teilweise oxidiert und die Behauptung, dass Öle und Fette vollständig beseitigt werden können, wird durch diese Studien nicht bestätigt. Im Gegenteil! Durch das hohe Gefahrenpotenzial von Ozon stellt sich vielmehr die Frage, ob der Umwelt durch die Produktion von Ozon in solchen Systemen nicht mehr geschadet als geholfen wird! Der betreffende Forschungsbericht wurde 2020 von ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) veröffentlicht und trägt den Titel „Research Project 1614 Determining the Effectiveness of UVC Systems on Commercial Cooking Effluent“.

3. Effektive Fettbeseitigung im Vorfeld

Durch den geringen Einfluss von Ozon auf Öle und Fette muss deshalb das Hauptaugenmerk in Küchenabluftsystemen auf das Erfassen, Absaugen und Reinigen der Abluft über Filter und Abscheider gelegt werden, sodass auf diesem Weg die Abluft schon weitestgehend von Ölen und Fetten befreit wird. Sollte die Abluft außerdem stark riechen, hängt das mit verdampften

Ölen und Fetten zusammen. Dafür – und nur dafür – kann dann in begrenztem Umfang ein UV-C-System, das Ozon produziert, eingesetzt werden. Dabei darf aber das Gefahrenpotenzial solcher Systeme nicht außer Acht gelassen werden.

Sinnvoller Einsatz von UV-Strahlung in Küchenhauben

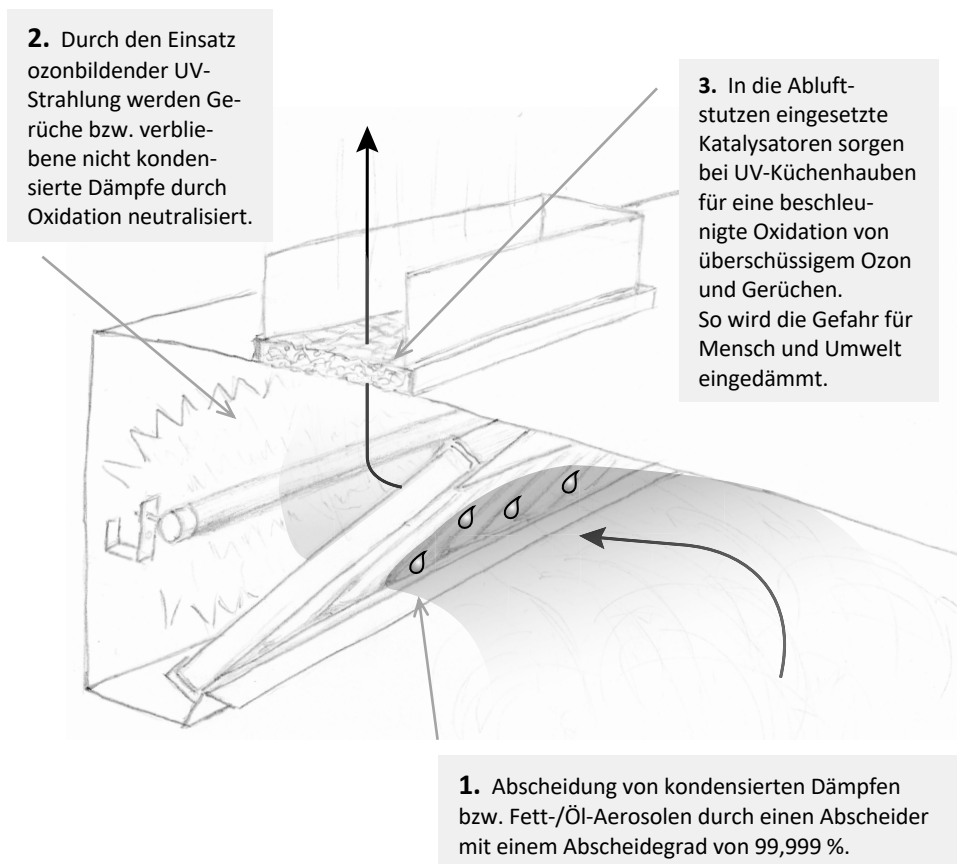


Abbildung 28

4. Ozon ist potenziell krebserregend

Von UV-C-Anlagen, die über ihre Strahlung Ozon erzeugen, geht ein hohes Gefährdungspotenzial aus, auf das die Anwender in gewerblichen Küchen viel zu selten hingewiesen, geschweige denn ausführlich in der Vermeidung von Gesundheitsrisiken unterwiesen werden. Wie zuvor bereits erwähnt, kann diese Strahlung das Erbgut von Viren und Bakterien schädigen. Die erbgutschädigende Wirkung bleibt jedoch nicht nur auf Viren und Bakterien beschränkt. Sie betrifft auch Menschen, die dieser Strahlung ausgesetzt sind. Das erzeugte Ozon ist ein gesundheitsschädliches Gas und steht im Verdacht, krebserregend zu sein.

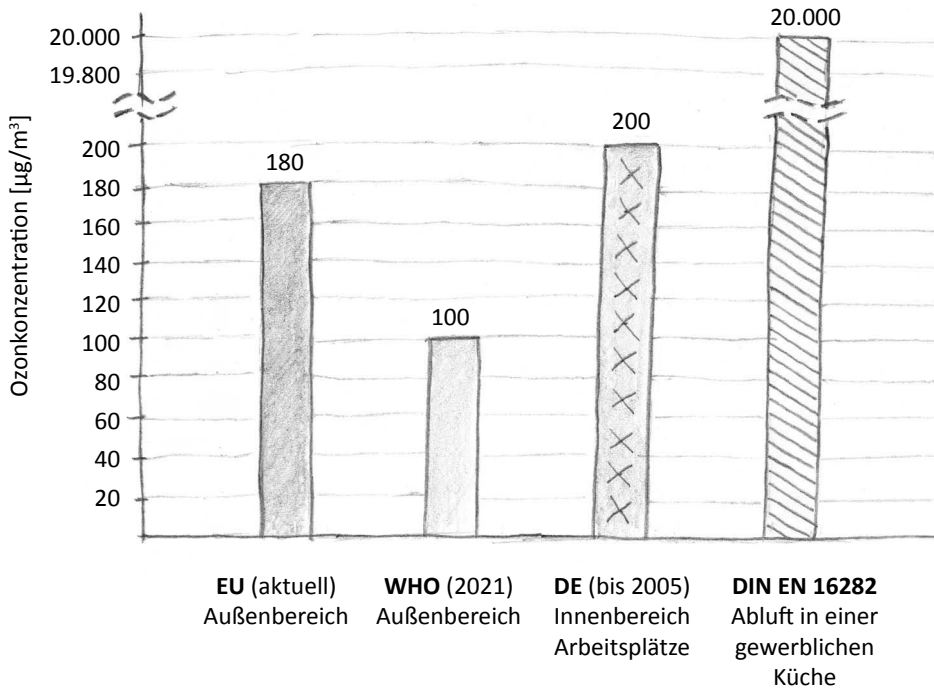
Aus diesem Grund wurden in Deutschland mittlerweile alle Grenzwerte für Ozon in Innenräumen aufgehoben. In Städten wird sogar regelmäßig Ozonalarm ausgelöst, wenn die Ozonwerte im Außenbereich zu hoch sind. Bei hohen Werten wird der Bevölkerung dann geraten, keinen Sport im Außenbereich zu treiben und möglichst zu Hause zu bleiben. In vielen technischen Lösungen in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung werden jedoch genau solche Strahlungen eingesetzt, die derart gefährliche Gase erzeugen.

Praxisbeispiel: Küchenlüftung

Schon mehrere Male habe ich selbst erlebt, dass mir Köche von Leuchtstoffröhren hinter den Filtern in ihren Küchenhauben erzählten und sich unsicher waren, ob diese noch funktionierten. Als ich ihnen und ihrem Küchenpersonal dann mitteilte, dass dies keine Leuchtstoffröhren seien, sondern es sich um UV-C-Systeme handle, die eine gefährliche Strahlung erzeugten und gesundheitsgefährdende Gase freisetzten, blickte ich nicht nur einmal in sehr erschrockene Gesichter.

Soweit die Auflistung der Fakten, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt und sicherlich noch um einige Punkte erweitert werden könnte.

Ozongrenzwerte



EU: max. Belastungsmenge in einer Stunde pro Tag (1-Stunden-Mittelwert), bei Überschreiten dieses Wertes wird die Bevölkerung informiert



WHO: max. Belastungsmenge in acht Stunden pro Tag (8-Stunden-Mittelwert)



DE (galt bis 2005): tägliche MAK (maximale Arbeitsplatzkonzentration). Seitdem gibt es für Deutschland keine Ozongrenzwerte für Arbeitsplätze im Innenbereich, da Ozon im Verdacht steht, beim Menschen krebserregend zu sein. In der Schweiz gilt der MAK von 200 μg nach wie vor.



Nach der **DIN EN 16282** gilt 20.000 μg als oberster Ozongrenzwert für die Abluft in einer Küchenabluflhaube. Das ist das 100-fache des Arbeitsplatzwertes in Deutschland (gültig bis 2005)! Oder das 200-fache des 8-Stunden-Mittelwertes der WHO für den Außenbereich!

Abbildung 29

Die Messtechnik beispielsweise wäre ein weiterer Punkt. Sie können sich gar nicht vorstellen, wie viele Hersteller ozonerzeugende Systeme vertreiben, aber über keine geeignete Messtechnik verfügen, um die Konzentration des gefährlichen Ozongases zu bestimmen.

Missverständnis

Öle und Fette haben sich aufgelöst, weil sie (mit bestimmten Techniken) nicht gemessen werden konnten.

Es gibt auch Hersteller, die mit einer geeigneten Partikelmesstechnik einen angeblich nachvollziehbaren Nachweis über die Beseitigung aller Öle und Fette erbringen. In diesen Fällen wäre häufig nur mal eine einfache Temperaturmessung angeraten. Warum? Bei manchen Systemen sind im Abluftkanal oder der Küchenhaube zig UV-C-Röhren installiert. Diese werden im Betrieb sehr heiß und heizen so den ganzen umgebenden Raum auf. Dadurch verdampfen viele Öle und Fette.

5. Wie können Luftströmungen sichtbar gemacht werden?



Zu Beginn der Pandemie im Jahr 2020 konnten wir in Deutschland einen „spannenden“ Trend beobachten. Nicht nur das Angebot an kompakten Raumlufthereinigern explodierte plötzlich, es gab auf einmal auch Hunderte von Lüftungsexperten und Aerodynamikern in Deutschland. Tausende von grafischen Darstellungen der Luftströmung in Großraumbüros oder Klassenzimmern entstanden und wurden allerorten gezeigt. Was all diese Abbildungen gemeinsam hatten? Sie waren schön bunt und man sah viele Pfeile. Diese zeigten meist auf einen Luftreiniger, der in einer Raumecke postiert die Raumluft von Viren und Schadstoffen befreien sollte.

Nun wissen wir seit Kapitel 1, dass es äußerst kompliziert ist, etwas anzusaugen – schon allein deshalb sollte mittlerweile klar sein, dass ein Luftreiniger in der Ecke gar nicht in der Lage ist, die gesamte Luft in einem Klassenraum oder Großraumbüro anzusaugen. Da können noch so viele bunte Pfeile auf den Raumlufthereiniger zeigen, die Luft wird nicht dorthin strömen (siehe Abb. 5)!

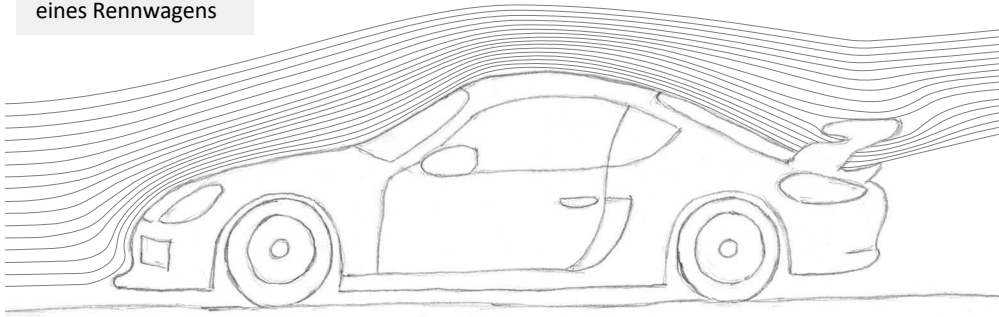
Die meisten dieser bunten Grafiken zeigen also schlicht und ergreifend frei erfundene Luftströmungen, die nichts mit der Realität zu tun haben. Aber wie kann man den tatsächlichen Verlauf dieser Luftströmungen feststellen und sichtbar machen?

Grundlagenforschung zur Analyse von Luftströmungen

Das Hermann-Rietschel-Institut der Technischen Universität Berlin betreibt ausgiebige Grundlagenforschung zu dieser Thematik. Über die Analyse von Luftströmungen und die Wirksamkeit von Lüftungsmaßnahmen sagen Vertreter des Instituts Folgendes: „Zur Bewertung, wie gut die Lüfterneuerung und Schadstoffabfuhr im Raum und im Detail in jedem Raumpunkt funktionieren, verwenden wir die sogenannte Lüftungseffektivität. Diese kann mit numerischen Strömungssimulationen und/oder auch messtechnisch ermittelt werden. In allen unseren Projekten verwenden wir diese Methoden, um Raumluftrömungen zu bewerten und neuartige effektive Lüftungsformen zu entwickeln.“

Visualisierung von Luftströmungen

Visualisierung der
Aerodynamik
eines Rennwagens



Im Flugzeug- und Rennwagenbau ist die Strömungssimulation schon lange bekannt. Inzwischen wird die Berechnung und Visualisierung von Luftströmungen auch zur Optimierung in der Raumlufttechnik eingesetzt.

Abbildung 30

Was bedeutet das für uns? Wir benötigen also eine Strömungssimulation und entsprechende Messtechnik. Genau das haben wir in den Kapiteln zuvor schon erwähnt, beispielsweise in Verbindung mit der Aerosolfilterung oder bei der UV-C-Technologie. Wie wird dieses Verfahren für die Luftströmung umgesetzt?

5.1. Das Missverständnis aufgrund der bunten Bildchen zu Luftströmungen

Die bunten Bilder mit den vielen Pfeilen stellen weder eine numerische Strömungssimulation dar, noch basieren sie auf Messwerten einer aufwendigen Messreihe. Es handelt sich in den meisten Fällen um frei erfundene Darstellungen der Luftströmung, die mit den tatsächlichen Verhältnissen nichts zu tun haben. Sie sind also im sprichwörtlichen Sinne aus der Luft gegriffen und stellen nicht einmal ansatzweise die Realität dar!

Missverständnis

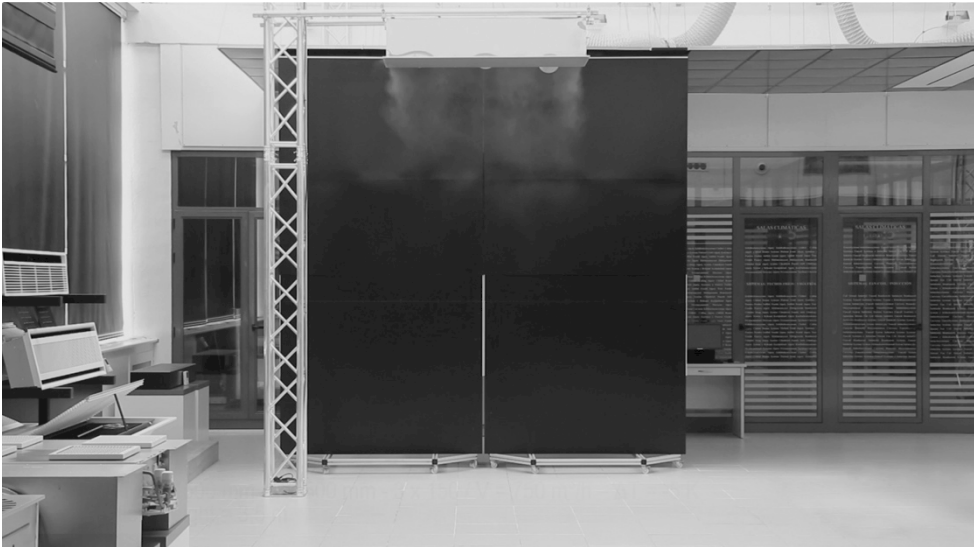
Der Weg der Luftströmung ist vorhersagbar.

Ein weitverbreiteter Irrglaube in der Lüftungstechnik ist die vorschnelle Annahme, man wisse im Voraus, wie sich die Luft verhalten werde. Zu welchen irrtümlichen Interpretationen und falschen Rückschlüssen das bei einer Produktentwicklung führen kann, haben wir in Kapitel 2 aufgezeigt. Denn auch wir in unserem Team haben diesen Fehler begangen – damals, bei der Entwicklung unserer X-CYCLONE® Technologie.

Das SCHAKO CFD-Kompetenzzentrum

Für Strömungssimulationen und Messtechnik gibt es in unserer SCHAKO Firmengruppe sogar ein eigenes Team. Bei SCHAKO IBERIA in Spanien haben wir ein CFD-Kompetenzzentrum aufgebaut. Dieses Team beschäftigt sich hauptsächlich genau mit der Aufgabe, die das Hermann-Rietschel-Institut der Technischen Universität Berlin so treffend auf den Punkt gebracht hat! In unserem CFD-Kompetenzzentrum machen wir mithilfe von numerischen Strömungssimulationen und geeigneten messtechnischen Einrichtungen Luftströmungen sichtbar.

Das SCHAKO Labor im Einsatz



Einblick in den Prüfaufbau zur Visualisierung von Zuluftströmungen

Abbildung 31

Missverständnis

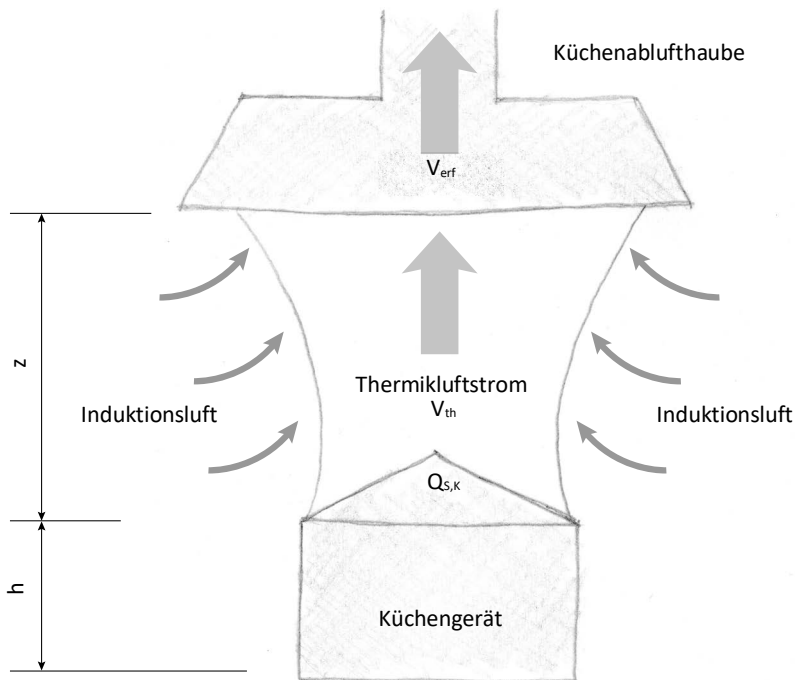
Visualisierungsmodelle entsprechen der Realität.

Auch Normen und Richtlinien basieren häufig auf derselben falschen Vorstellung wie die Darstellungen in den „bunten Bildchen“. Richtlinien für gewerbliche Küchenlüftungen wie VDI 2052 und internationale Normen wie DIN EN 16282 mit europaweiter Gültigkeit enthalten ebenfalls Darstellungen mit bunten Pfeilen. Die Bilder zeigen die Kocheinrichtung einer Küche und die Luftströmungen von dieser Kocheinrichtung zur Küchenhaube. Weitere Pfeile, die in den Raum weisen, sollen die Strömung der frischen Zuluft in die Küche darstellen. Meistens mit geradlinigen senkrechten oder waagrechten Pfeilen gezeichnet, die eine messerscharf abgegrenzte Strömung suggerieren.

Ein von der Kocheinrichtung senkrecht nach oben verlaufender Pfeil, der bis in die Küchenhaube reicht, soll die Luft darstellen, die dort direkt und unmittelbar abgesaugt wird – hier muss man sich fragen, was das mit der Realität zu tun hat? Mit der tatsächlichen Luftströmung auf jeden Fall kaum etwas. Es handelt sich hierbei um ein Modell, das die Thermik über einer Kocheinrichtung darstellen soll. Durch diese Thermik stellt sich ein nach oben verlaufender Luftstrom ein. Dieser wird von der Küchenhaube über der Kocheinrichtung erfasst und abgesaugt. So das Modell der VDI-Richtlinie VDI 2052. Keine Frage, ein Modell, über das man viel herleiten kann. So beruhen beispielsweise auf diesem Modell Auslegungs- und Berechnungsverfahren zur Ermittlung der nötigen Abluftmengen. Mithilfe dieser Modelle wird berechnet, welche Abluftmenge eine Küchenhaube abhängig von den verwendeten Kochgeräten mindestens benötigt.

So weit, so gut. Was jedoch oft zu Fehlinterpretationen und Missverständnissen führt, ist die Annahme, dass ein solches Strömungsmodell der Realität entspricht. Leider ist das meist nicht so.

Einfaches Strömungsmodell einer Küchenlüftung



Nachempfundene Darstellung des Strömungsmodell der VDI-Richtlinie 2052:
Die Darstellung und der Verlauf der Pfeile sagen nichts über das tatsächliche Verhalten bzw. den realen Verlauf der einzelnen Luftströmungen aus

Abbildung 32

Der tatsächliche Verlauf von Luftströmungen und dessen Bedeutung

Wie wir bereits erfahren haben, können herkömmliche Küchen- und Erfassungshauben nur in sehr begrenztem Umfang nach oben strömende Kochdämpfe direkt absaugen. Sehr oft stauen sich diese in herkömmlichen Erfassungshauben, ohne dort sofort abgesaugt zu werden. So können zunächst erfasste Dämpfe sogar wieder aus der Küchenhaube ausströmen.

Das Strömungsmodell in der genannten Richtlinie gibt also nur in sehr begrenztem Umfang das tatsächliche Verhalten der Luftströmungen wieder. Das gilt auch für Modelle in anderen Richtlinien und Normen. Wie bei allen naturwissenschaftlichen Modellen wäre es auch hier wichtig, den Rahmen des Modells genau zu definieren, also seinen Gültigkeitsbereich genau festzulegen. Wird das Modell als allgemeingültig angesehen und als Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse verstanden, führt dies zu grundlegenden Missverständnissen! Diese werden spätestens bei einer fach- und sachgerechten CFD-Simulation sichtbar.

5.2. CFD-Simulationen machen Luftströmungen sichtbar!

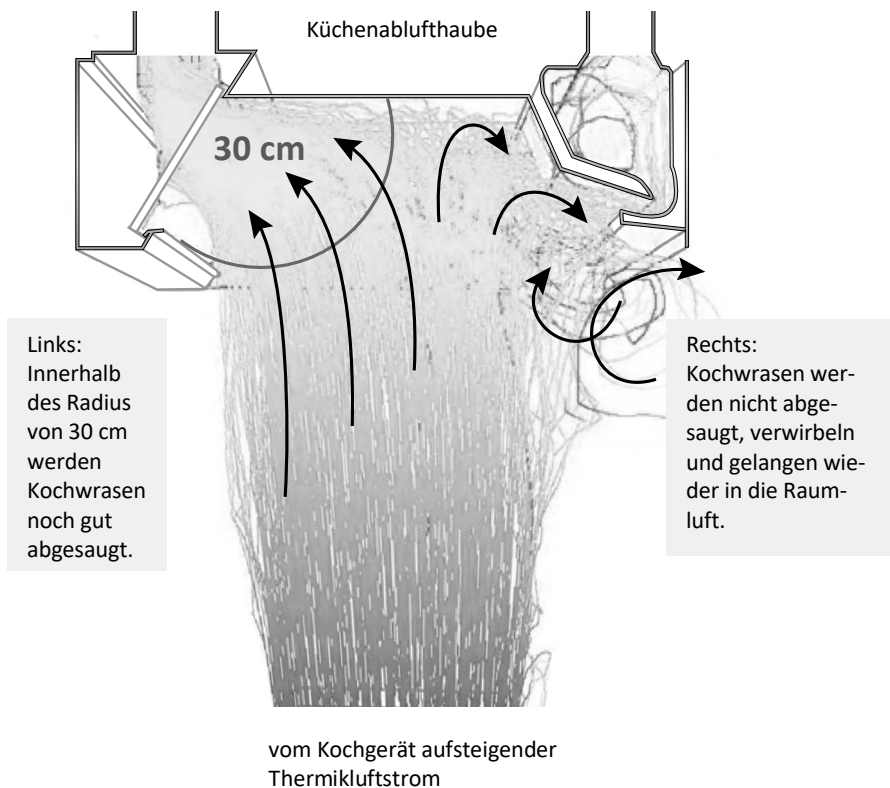
Gut gemachte CFD-Simulationen zeigen alle physikalischen Größen einer Luftströmung über den gesamten Bereich. Somit können auch Funktion und Effizienz eines Lüftungssystems aufgezeigt und nachgewiesen werden. In Kapitel 1 haben wir bereits ausführlich aufgezeigt, dass herkömmliche Erfassungshauben nur in einem eng begrenzten Bereich um die Ansaugstelle herum nach oben strömende Dämpfe direkt absaugen können. Bereits in 50 Zentimeter Entfernung von den Filtern und der Ansaugstelle können wir messtechnisch keine Absaugung mehr feststellen. In einer CFD-Simulation ist das sehr einfach zu erkennen und man kann anhand der Luftströmungen feststellen, dass Dämpfe auch wieder aus der Küchenhaube austreten. Zunächst in der Küchenhaube erfasste Dämpfe und Luftströme entweichen also wieder und werden nicht abgesaugt!

Missverständnis

In einer Küchenhaube werden alle aufsteigenden Dämpfe abgesaugt.

Diese Beobachtung widerlegt die Annahme des Modells, dass alle Luft, die von der Kocheinrichtung nach oben in die Haube strömt, dort unmittelbar abgesaugt wird. Wie man auf diese Problematik reagieren kann und welche Produktentwicklungen aufgrund dieser Erkenntnisse erforderlich sind, wissen wir bereits aus den vorherigen Kapiteln.

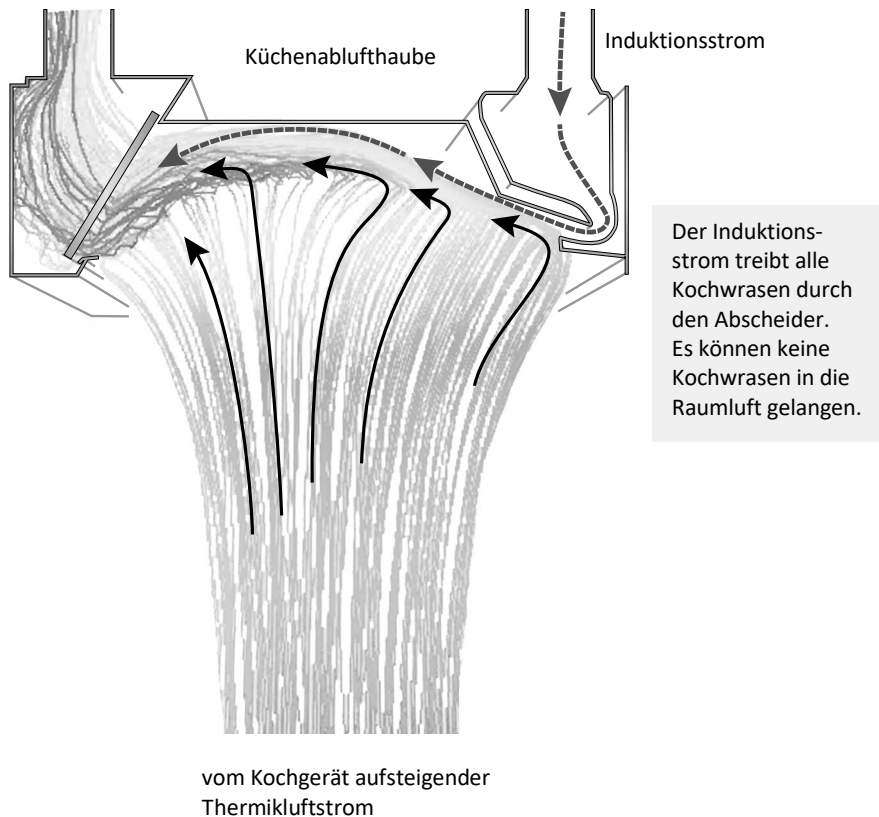
CFD-Strömungsbild einer Küchenablufthaube ohne Induktionsstrom



Bei dieser CFD-Simulation der Luftströmung in einer unserer Küchenhauben kann man gut erkennen, wie bei starker Kochintensität die Kochwrasen außerhalb des Absaugradius verwirbeln und wieder in die Raumluft gelangen.

Abbildung 33

CFD-Strömungsbild einer Küchenablufthaube mit Induktionsstrom



Die CFD-Simulation zeigt die Effizienz eines Induktionsstroms.

Abbildung 34

Wir sehen also auch in diesem Kapitel, wie viele Missverständnisse es gegenwärtig in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung gibt. Dass es auch bei der REVEN GmbH in der Vergangenheit solche Missverständnisse gab, habe ich bereits erläutert. Zum Abschluss dieser Serie hier noch ein weiteres Beispiel:

In der Industrie ist es nicht ungewöhnlich, eine sogenannte Quelllufttechnik zur Einbringung von frischer Luft in Räume zu verwenden. Dabei handelt es sich um eine Frischlufteinbringung mit geringer Intensität. Das heißt, die frische Luft strömt in der Regel aus feinen Lochblechen mit einer geringen Strömungsgeschwindigkeit in den Raum. Solche Quellluftsysteme sind ideal, wo höchster Komfort gefordert ist, denn die geringe Luftgeschwindigkeit sorgt für eine ruhige und zugfreie Frischlufteinbringung. Idealerweise bildet sich dabei noch eine sogenannte Schichtströmung aus. Dabei vermischt sich die Frischluft nicht intensiv mit der im Raum befindlichen Luft, vielmehr bilden sich dank dieser geschickten Einbringung Schichten in der Raumluft aus, sowohl aus frischer unverbrauchter Luft als auch aus verbrauchter bzw. verschmutzter Luft. Im Idealfall beeinflussen und stören sich diese unterschiedlichen Luftschichten so wenig wie möglich. Wie kann so etwas in der Praxis umgesetzt werden? Viele Hersteller lösen das Problem mit schönen „bunten Bildchen“ mit vielen Pfeilen ähnlich wie im Modell der VDI-Richtlinie.

Auch wir bei REVEN erlagen vor rund 20 Jahren den Trugschlüssen aus diesem Modell. Wir entwarfen neue Zuluftprodukte, in die Bleche in mehreren Schichten integriert waren. Es handelte sich um Lochbleche, also Bleche mit Abertausenden von kleinen Löchern. Diese dienen zum Gleichrichten der Luftströmung.

Nach unserer Auffassung sollte der Frischluftstrom dadurch schön aufgefächert werden, so dass er gleichmäßig und langsam in den Raum „rieselt“. Man kann sich das ähnlich wie bei einem Duschkopf vorstellen. Dort wird ein starker, konzentrierter Wasserstrahl aus der Wasserleitung gleichmäßig aufgeteilt und tritt aus dem Duschkopf ohne großen Druck aus.

Praxisbeispiel: Quellluftsysteme – unsere Annahme

In Anlehnung an dieses Prinzip entwickelten wir vor rund 20 Jahren die REVEN® Quellluftsysteme, denn unser Team war sich zu 100 Prozent sicher, dass aus solchen Systemen nur sehr fein aufgegliederte frische Luft in den Raum „rieseln“ würde, dort eine trennscharf abgegrenzte Schichtströmung zur verbrauchten Abluft ausbilden würde und dass sich diese beiden Luftströme in keiner Weise beeinflussen könnten. Genauso wie in den vielen vorgenannten

Modellen skizziert: Schöne blaue Pfeile, die anzeigen, wie die Zuluft geradlinig in den Raum strömt und dort eine Schicht aus frischer Zuluft ausbildet, ohne die mit den roten Pfeilen dargestellte Abluft zu stören, damit diese ungestört in die Erfassungshaube strömen kann und dort direkt erfasst und abgesaugt wird.

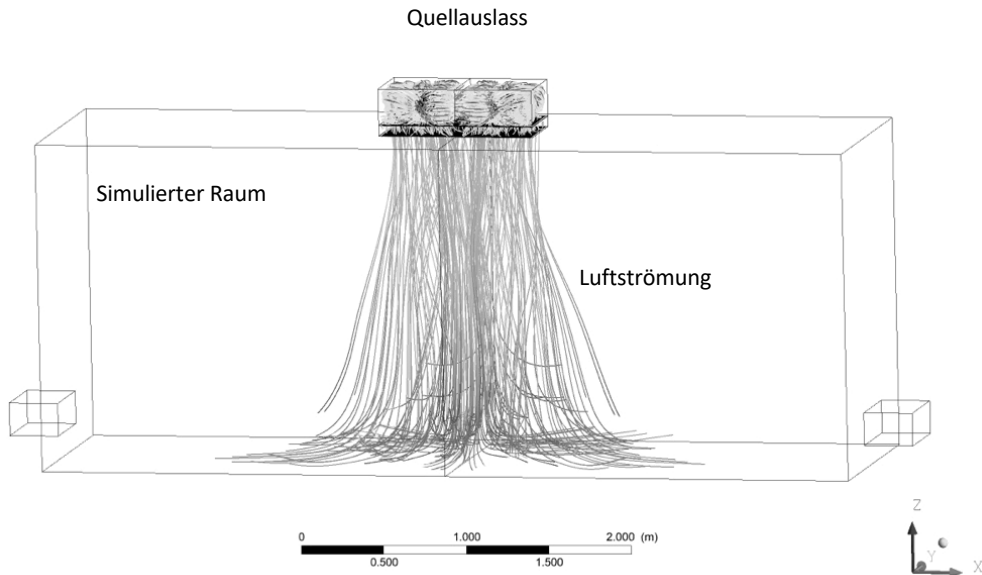
Praxisbeispiel: Quellluftsysteme – Zweifel

Ich erinnere mich noch daran, als ich im Jahr 2017 einem Experten aus dem spanischen SCHAKO CFD-Team unsere Quellluftprodukte vorstellte. Anhand vieler toller bunter Bildchen mit Pfeilen erläuterte ich ihm, was unsere Zuluftprodukte alles können. Als er sich unsere Konstruktion genau ansah und die betreffenden Konstruktionspläne analysierte, kamen ihm Zweifel, die meinen Optimismus recht schnell dämpften. „Sven, das müssen wir simulieren und messtechnisch aufnehmen, ich habe da meine Zweifel, ob das alles so ist, wie du das mir eben erläutert hast.“ Und was soll ich sagen? Er hatte recht!

Praxisbeispiel: Quellluftsysteme – die Realität

Als mir der Techniker seine ersten CFD-Analysen zeigte, traf mich fast der Schlag. Schon kurz nach dem Durchströmen des letzten Lochbleches fächerte sich die zuströmende Frischluft auf und bildete exakt das Gegenteil von einer scharf abgegrenzten Schicht, die direkt von der Decke in Richtung Boden strömt. Ich konnte es kaum glauben, was ich da bei der CFD-Analyse sah. Dann untersuchte der Techniker noch unseren alten Zuluft-Quellauslass im Strömungslabor messtechnisch und machte mithilfe von Nebelmaschinen die Luftströmungen sichtbar. Diese Untersuchung zeigte das gleiche Ergebnis wie die CFD-Analyse. Spätestens da war auch mir klar, dass wir uns bei REVEN ganz gewaltig geirrt hatten!

CFD-Analyse unseres Quellauslasses



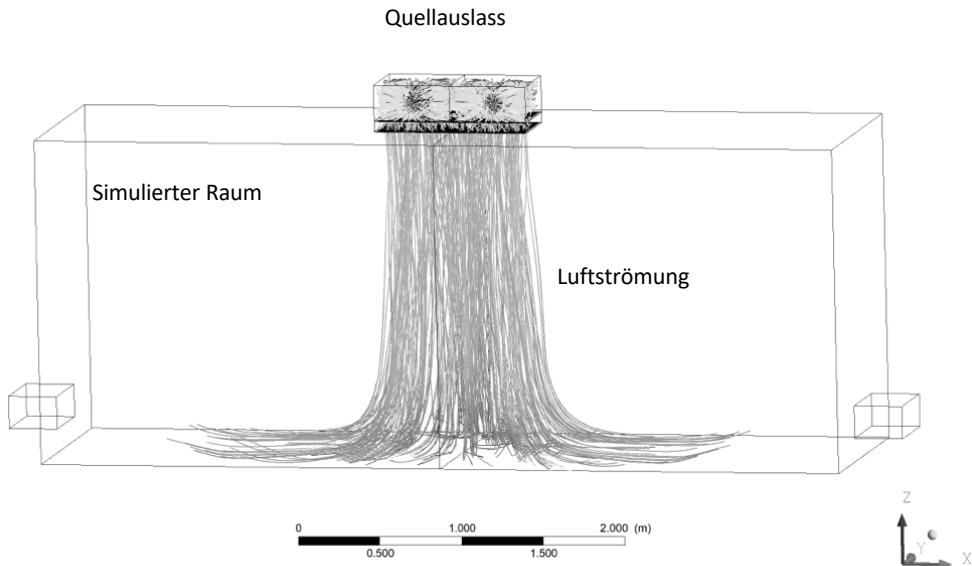
Die CFD-Simulation zeigt die Auffächerung der von der Decke einströmenden Zuluft.

Abbildung 35

Praxisbeispiel: Quellluftsysteme – die Optimierung dank CFD

Getreu dem Motto „Gefahr erkannt, Gefahr gebannt“ haben wir daraufhin im Jahr 2017 begonnen, genau das zu tun, was wir von Anfang an hätten tun sollen. Wir haben die Effizienz unserer Zuluftprodukte mithilfe von CFD-Simulationen und Messtechnik optimiert und dabei eine Effizienz erreicht, die dem bunten Bildchen mit dem blauen, von der Decke abwärts in Richtung Fußboden zeigenden Pfeil wirklich sehr nahekommt.

Optimierung des Quellauslasses



Die CFD-Simulation zeigt, wie die Zuluft geradlinig von der Decke zum Boden strömt.

Abbildung 36

Aber um diesen Strömungsverlauf zu erreichen, waren rund 12 Monate Arbeit mit vielen CFD-Analysen und Strömungssimulationen nötig. Das Ergebnis war schließlich ein wirklich effizientes Zuluftsystem, ganz ohne Missverständnisse. Vielen Dank ans SCHAKO CFD-Team!

Darstellung der sichtbar gemachten Luftströmung eines effizienten Zuluftsystems



Im SCHAKO Labor wird die Zuluft durch eine Nebelmaschine sichtbar gemacht. Man sieht, wie die eingblasene Zuluft sanft nach unten strömt. Die Optimierung des Quellauslasses mithilfe der CFD-Analyse hat sich gelohnt.

Abbildung 37

6. Wie können Luftverschmutzungen gemessen werden?

A decorative graphic consisting of a series of small, light gray dots arranged in a wide, shallow arc, spanning across the lower half of the page.

Seit vielen Jahren herrscht Einigkeit darüber, dass verschmutzte Luft nicht gesund ist. In der Pandemie haben wir gelernt, wie gefährlich mit Viren belastete Luft für unsere Gesundheit sein kann. Deshalb will ich an dieser Stelle auflisten, womit die Luft belastet bzw. verschmutzt sein kann. Zu den Luftbelastungen gehören unter anderem:

- 1. Viren und Bakterien*
- 2. Feinstaub, Pilzsporen und Pollen*
- 3. Gase und Dämpfe*

Partikel und Aerosole

Nach den Informationen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) haben Luftverschmutzungen weltweit die größten negativen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Deshalb wurde 1987 in den USA der sogenannte PM-Standard definiert. PM steht für Particulate Matter und ist der Anteil von festen oder flüssigen Partikeln in der Luft. Diese festen oder flüssigen Partikel sind häufig Bestandteile von Aerosolen. Folglich sind Aerosole ein Gemisch aus Luft und Partikeln. Auch hier gibt es oft Missverständnisse und die Begriffe werden durcheinandergebracht.

Missverständnis

Aerosol ist ein anderes Wort für Partikel.

Das in der Luft schwebende Partikel allein ist noch kein Aerosol, dieses entsteht erst in Kombination mit der umgebenden Luft. Die Angabe PM10 definiert also ein Vorkommen von winzigen Partikeln in der Luft mit einem Durchmesser von 10 Mikrometer (0,01 Millimeter) und kleiner. Im Vergleich dazu hat ein menschliches Haar einen Durchmesser von ca. 50 bis 80 Mikrometer (0,05 bis 0,08 mm). Dabei ist zu beachten, dass diese schwebenden PM10-Teilchen sowohl aus festen Staubkörnern als auch aus kleinen flüssigen Öltröpfchen bestehen können. Das heißt in einfachen Worten, ein Aerosol setzt sich immer aus Gas, meistens Luft, und einem festen oder flüssigen Partikel zusammen, das in der Luft schwebt.

Größe und Zusammensetzung eines Aerosols

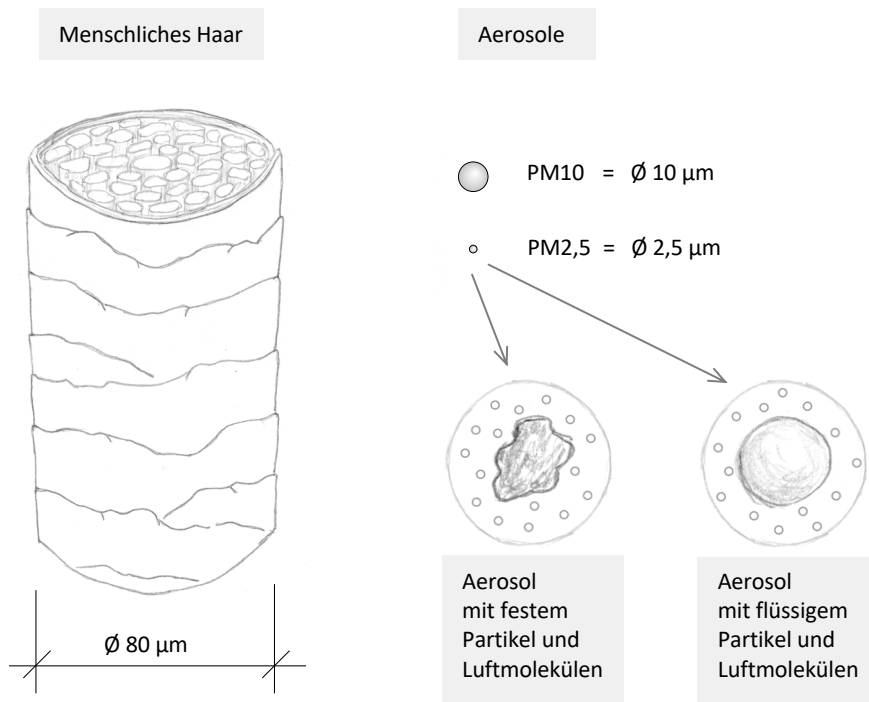


Abbildung 38

Die Angabe PM_{10} oder $\text{PM}_{2,5}$ bezieht sich dabei auf die Größe des Partikels. Die Zahl gibt den Durchmesser in Mikrometer an. Auch hier heißt es wieder aufpassen, dass es nicht zu Missverständnissen kommt!

Missverständnis

Anhand der PM-Angaben kann man auf die tatsächliche Form und Größe eines Partikels schließen.

Die Angabe eines Durchmessers setzt eigentlich die Geometrie einer Kugel voraus. Aber wie kann das sein? Haben denn Staubkörner, Sandkörner, Viren und alle sonstigen Luftverschmutzungen immer die Geometrie einer Kugel? Natürlich nicht! Oft haben diese Partikel eine ganz andere Form!

Zuordnung der PM-Werte zu den einzelnen Partikeln

Wie aber können dann alle diese Partikel über einen Durchmesser PM₁₀, PM_{2,5} oder PM₁ definiert werden? Das geht mithilfe eines Tricks: Man vergleicht einfach die tatsächlichen Partikel, die eine x-beliebige Geometrie haben, mit Partikeln, die eine kugelförmige Geometrie haben und in der Luft dasselbe Verhalten zeigen wie die eigentlichen Partikel. Dabei wird beispielsweise das Strömungsverhalten berücksichtigt, aber auch das Diffusionsverhalten und die Dichte der Partikel. Es wird geschaut, welches geometrisch kugelförmige Partikel zeigt in Bezug auf diese Punkte dasselbe Verhalten wie das eigentliche Partikel. Das kugelförmige Partikel mit demselben Strömungs- und Diffusionsverhalten kann somit als PM₁₀, PM_{2,5} oder PM₁ definiert werden. Der auf diese Weise ermittelte Durchmesser wird in der Wissenschaft auch als aerodynamischer Durchmesser bezeichnet.

Arten, Formen und Größe von Partikeln

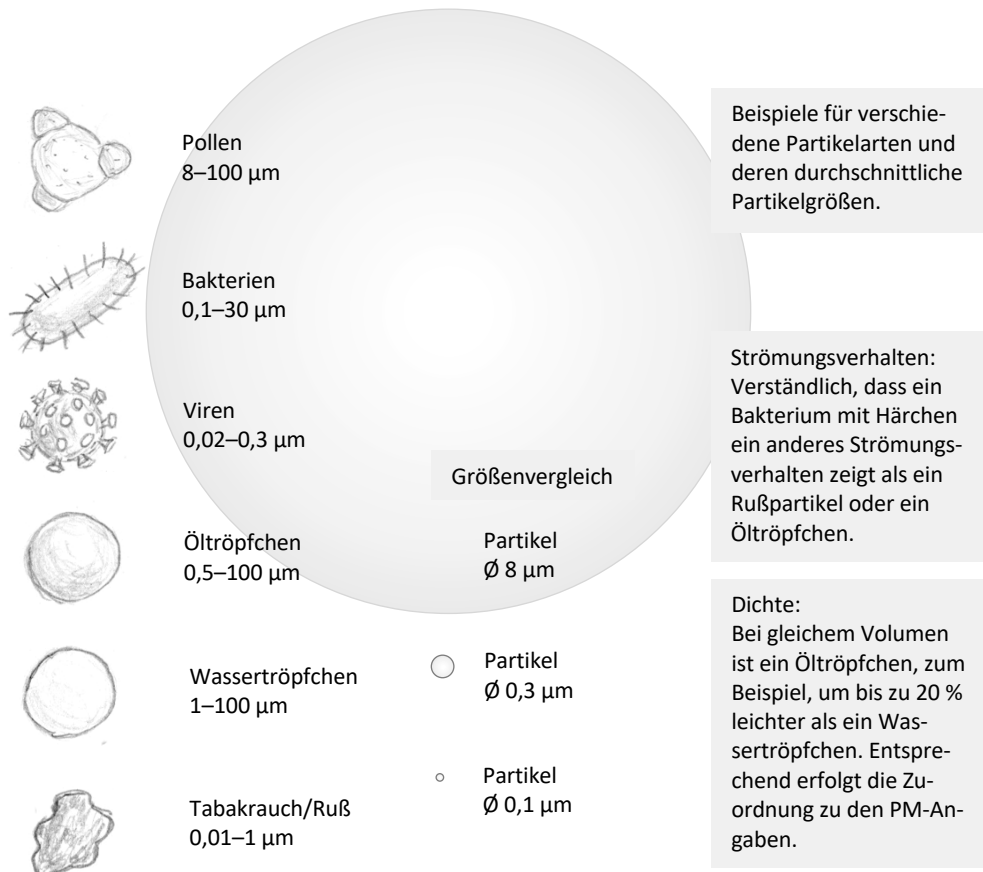


Abbildung 39

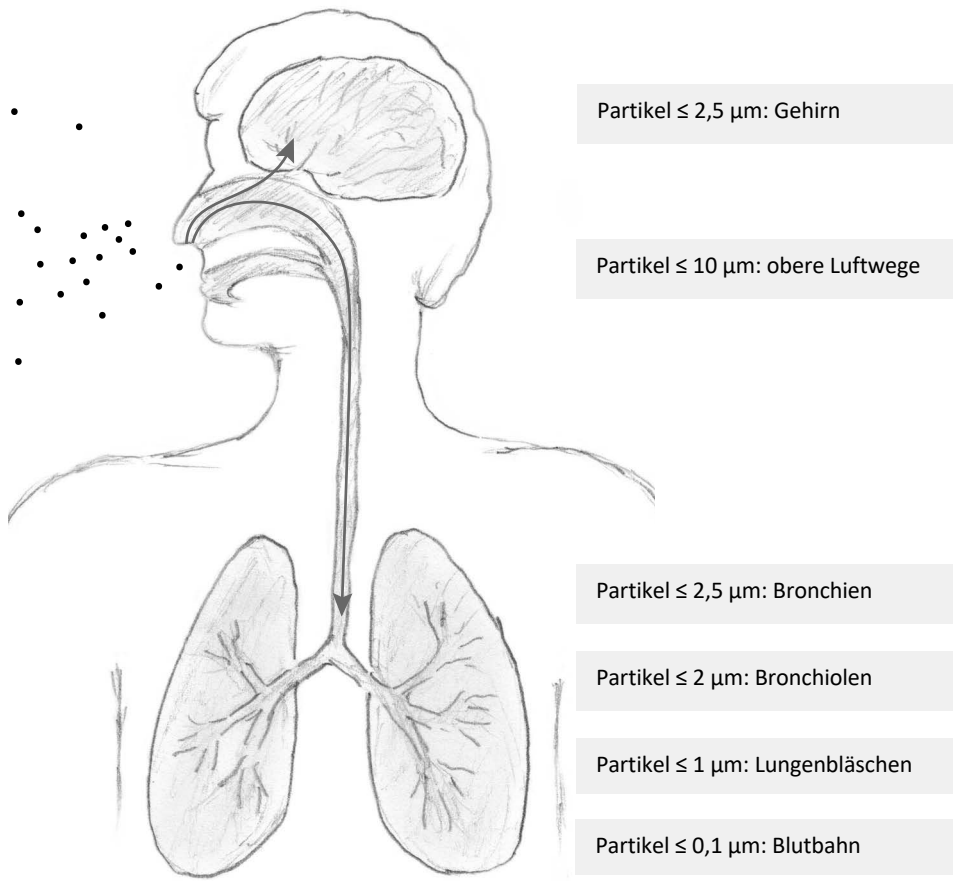
PM10-Partikel können eingeatmet werden

Als in den USA 1987 Standards zur Luftbelastung definiert wurden, begann man zunächst damit, Luftverschmutzungen im PM10-Bereich zu untersuchen, also durch Partikel mit einem Durchmesser von 10 Mikrometer und kleiner. Warum in diesem Größenbereich? Weil Partikel dieser Größe beim Einatmen im Mund und in der Nase nicht mehr gefiltert und abgeschieden werden. Sie erreichen die Lunge.

PM2,5-Partikel gelangen bis in die Lungenbläschen

Mittlerweile wurde dieser Bereich weiter auf PM2,5 eingegrenzt. Auch hier spielte der Gesundheitsschutz die ausschlaggebende Rolle: Partikel, die kleiner als 2,5 Mikrometer sind, können bis zu unseren Lungenbläschen durchdringen. Wenn Luftverschmutzungen bis ins Innerste unseres Körpers vordringen können, kann man sich ausmalen, welche negativen Auswirkungen sie auf unsere Gesundheit haben können.

Partikelaufnahme durch Einatmen



Dass PM₁₀-Partikel in den oberen und PM_{2,5}-Partikel in den unteren Atemwegen Schaden anrichten können, ist inzwischen gut belegt. Nach neuesten Studien können Partikel, die kleiner als $2,5 \mu\text{m}$ sind, direkt über den Riechnerv bzw. die Blutbahn ins Gehirn gelangen und dort die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen.

Abbildung 40

Vor Kurzem brachte das einer meiner Interviewpartner in meinem neuen Podcast „Luftpost“ so auf den Punkt:

„Das, was wir in Innenräumen in einer Produktion einatmen, sind oft Stoffe, die nicht zu unserem Körper gehören und die auch nicht in unseren Körper gelangen dürfen!“

Aber auch hier kommt es zu großen Missverständnissen in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung!

6.1. Das Missverständnis in Bezug auf die Luftqualität in Innenräumen

Nach über zwei Jahrzehnten Tätigkeit in unserer Branche ist es mir immer noch ein Rätsel, warum es so gravierende Missverständnisse in Bezug auf die Luftqualität in Innenräumen gibt. Aus unerklärlichen Gründen gehen Menschen immer davon aus, dass die Luft, die sie in Innenräumen umgibt, von annehmbarer Qualität und ohne nennenswerte Verschmutzungen ist.

Missverständnis

Die Luftqualität von Innenräumen ist meistens unbedenklich.

Seit über einem Jahrzehnt engagieren wir uns in der Aufklärung zu diesem Thema, finden aber kaum Gehör. Oft schauen wir in verwunderte Gesichter, die verraten, dass man unsere Ausführungen nicht so recht glauben mag! Warum ist das so? Worüber wollen wir aufklären? Im Grunde geht es um eine recht einfache Sache, nämlich den Umgang mit Luftverschmutzungen in deutschen Großstädten im Vergleich zum Umgang mit Luftbelastungen in Innenräumen.

Feinstaubmessung in Großstädten

In unseren Großstädten redet man von Luftverschmutzung und denkt über Fahrverbote nach, wenn der Grenzwert von 50 für PM10-Feinstaubpartikel über einen längeren Zeitraum überschritten wird. Zur Ermittlung der Werte wird an einem Messpunkt in der Stadt gemessen, wie viele PM10-Feinstaubpartikel in einem Kubikmeter Luft enthalten sind.

Nochmal einfach erklärt: Man hat ein Luftvolumen von einem Kubikmeter Stadtluft und mithilfe von geeigneter Messtechnik lässt sich messen, wie viele Partikel Feinstaub mit einem Durchmesser von 10 Mikrometer oder kleiner in diesem Kubikmeter Stadtluft enthalten sind. Über den Durchmesser des Partikels kann man sein Volumen errechnen, mithilfe der Dichte kann man sein Gewicht ermitteln und über die gemessene Anzahl errechnet man das Gesamtgewicht an Schadstoffen in einem Kubikmeter Stadtluft. Dieses Gesamtgewicht wird in Mikrogramm angegeben.

Bedeutung der Luftqualität im Außenbereich



Die zunehmende Bedeutung der Luftqualität kann man an der detaillierten Auflistung der Schadstoffe in heutigen Wetter-Apps erkennen. Es werden die aktuellen Werte der eingegebenen Stadt angezeigt – mit einer Erklärung, was die Schadstoffe bewirken können.

Beispiel Stuttgart
am 14. Juli 2023
um 16:05 Uhr

PM₁₀: 25 µg/m³

PM_{2.5}: 10 µg/m³

Abbildung 41

Aktuelle Grenzwerte der Luftverschmutzung im Außenbereich

Ergibt sich dabei beispielsweise ein Gesamtgewicht von 20 Mikrogramm, handelt es sich nach WHO-Standards um geringe Luftverschmutzung und somit eine akzeptable Luftqualität. So legt zum Beispiel die Feinstaub-Richtlinie der EU fest, dass der Tagesmittelwert von PM₁₀-Feinstaub bei 50 Mikrogramm je Kubikmeter Stadtluft liegt und an maximal 35 Tagen im Jahr überschritten werden darf.

Weltweite Bemühungen zur Senkung der Grenzwerte

Weltweit sind aktuell Diskussionen und Bemühungen im Gange, diese Grenzen weiter zu senken, auf beispielsweise 40 Mikrogramm Feinstaub pro Kubikmeter. Auch die verschärfte Betrachtung von PM_{2,5}-Partikeln anstelle von PM₁₀-Partikel rückt weltweit mehr und mehr in den Fokus. Soweit zum Stand in Großstädten.

Luftverschmutzung in Innenräumen

Wie sieht es nun im Vergleich dazu in Innenräumen aus? Also in Räumen, in denen beispielsweise gekocht wird oder moderne Werkzeugmaschinen Werkstücke aus Metall bearbeiten.

Praxisbeispiel: Messungen im Innenbereich

Wir von der REVEN GmbH messen regelmäßig die Luftbelastung in Innenräumen. Wie wir das tun? Mit genau der Messtechnik und Vorgehensweise, die zuvor für die Messungen in Innenstädten beschrieben wurde. Wir messen die Anzahl an Schadstoff-Partikeln in einem Kubikmeter Raumluft, zum Beispiel in einem Fertigungsbetrieb oder einer großen Hotelküche.

Das auf diesem Wege ermittelte Ergebnis gibt einen Luftqualitätsindex von beispielsweise 10.000, 50.000 oder 100.000 an. Das sind ganz andere Größenordnungen als in den Städten! Selbst ein Messergebnis von 500.000 mussten wir unseren Kunden schon präsentieren! Das heißt, in einem Kubikmeter Raumluft sind bis zu 500.000 Mikrogramm Schadstoffpartikel enthalten! Und dies ist in Produktionsräumen wirklich keine Seltenheit!

Offizielle Grenzwertempfehlungen für den Maschinenbau

Auch bei der Durchsicht der relevanten Richtlinien und Normen wird klar, dass solch hohe Schadstoffbelastungen keine Seltenheit sind. So gilt für den Maschinenbau in offiziellen Richtlinien folgende Empfehlung:

Für wassermischbare Kühlschmierstoffe bei der Metallbearbeitung sowie bei der Glas- und Keramikbearbeitung wird ein Grenzwert von 10 Milligramm dieser Stoffe in einem Kubikmeter Raumluft angegeben, ebenso für nicht wassermischbare Kühlschmierstoffe mit einem Flammpunkt unter 100 Grad Celsius.

Diese 10 Milligramm entsprechen einem Luftqualitätsindex in Großstädten von 10.000! Würde ein solcher Wert eine Woche lang in der Innenstadt von Stuttgart gemessen werden, dürfte dort tagsüber kein einziges Auto mehr fahren und alle Medien würden landauf und landab darüber berichten.

Vergleich Grenzwerte Schadstoff-Partikel (PM10)

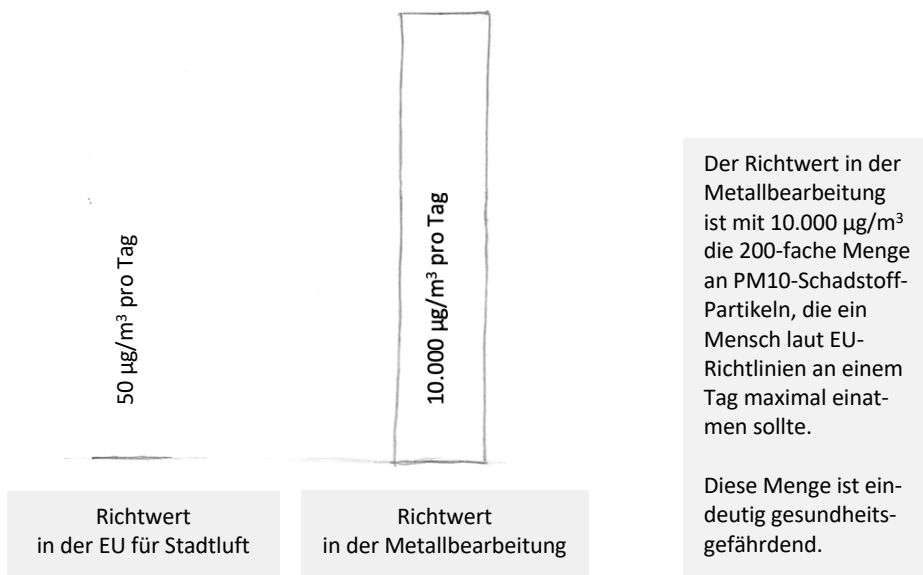


Abbildung 42

Misst man dagegen eine solche Luftverschmutzung in einem Maschinenbaubetrieb oder einer Hotelküche, interessiert das so gut wie niemanden. Nicht einmal die Interessensvertreter dieser Branchen schenken dem Thema allzu viel Aufmerksamkeit. Ganz im Gegenteil – gegen besseres Wissen werden diese Zustände totgeschwiegen, denn die Beseitigung würde Geld kosten.

Bedeutung des Messergebnisses für die Beschäftigten

Nochmals zur Erinnerung: Die Feinstaub-Richtlinie der EU legt fest, dass der Tagesmittelwert von PM10-Feinstaub bei 50 Mikrogramm je Kubikmeter Stadtluft liegt und an maximal 35 Tagen im Jahr überschritten werden darf.

Misst man in einem Maschinenbaubetrieb die oben genannten 10 Milligramm, bedeutet dies für die Beschäftigten in diesem Betrieb, dass sie an rund 200 Arbeitstagen im Jahr bei maximal 10.000 Mikrogramm Schadstoffbelastung arbeiten müssen.

Fazit aus der Praxis

Wir haben in den zurückliegenden 20 Jahren Abertausende von Messungen von Luftbelastungen in Innenräumen auf der ganzen Welt vorgenommen. Dabei kamen wir in Produktionsstätten aller Art, wo die unterschiedlichsten Produkte mit den verschiedenartigsten Werkstoffen hergestellt werden. Bei allen unseren Messungen zeigte sich allerdings immer wieder Folgendes:

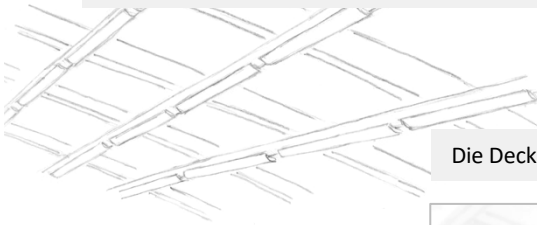
Wann immer die Luft sichtbar war, haben wir in einem Kubikmeter Innenraumluft Luftschadstoffe von über 10.000 Mikrogramm gemessen.

Eine einfache Methode zur Bewertung der Luftqualität

Die Qualität der Luft können Sie in Zukunft möglicherweise selbst bewerten! Wenn Sie sich in einem Produktionsraum aufhalten – egal, ob in einer Hotelküche oder einer Produktionsstätte in der Lebensmittelindustrie oder im Maschinenbau – und Sie in diesem Raum beobachten, dass die Luft nicht mehr klar erscheint, sondern eher an Morgennebel im Herbst erinnert, dann liegt eine Luftbelastung von mindestens 10.000 Mikrogramm je Kubikmeter vor. Am einfachsten können Sie das feststellen, wenn Sie in Richtung der Raumbeleuchtung schauen! Sehen Sie die Leuchte klar und deutlich umrissen und die Luft um die Leuchte herum ist unsichtbar, dann ist alles in Ordnung. Sobald Sie jedoch die Leuchte nicht mehr klar erkennen können, da sich um die Leuchte ein diffuser Nebel bildet, können Sie sicher sein, dass sich der Luftqualitätsindex in diesem Raum um die 10.000 bewegt!

Einfache Beurteilung der Luftqualität

Die Deckenleuchten sind klar erkennbar



Die Deckenleuchten sind verschwommen



Wenn die Deckenleuchten in einem Raum nicht klar zu sehen sind, ist der Verschmutzungsgrad der Luft sehr hoch und beträgt circa $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Abbildung 43

Diskrepanz zwischen der Bewertung der Luftqualität im Außen- und Innenbereich

Dieser Vergleich mit der intensiv diskutierten Luftbelastung in deutschen Innenstädten zeigt die Diskrepanz auf, die für erstaunte und verständnislose Gesichter sorgt, wenn es sich um den Innenraum handelt. Wir werden dann oft gefragt, wie solche Unterschiede zu vertreten seien?

Unserer Meinung nach sind sie eben nicht zu vertreten. Bei allen Erklärungsversuchen der Verantwortlichen handelt es sich um fadenscheinige Ausreden, um dringend nötige Investitionen zu vermeiden.

Es hat einfach niemand „auf dem Schirm“, welche Risiken sich daraus für alle Beteiligten ergeben. Konzentrationen von Kleinstpartikeln, die im Außenbereich als gravierend gesundheitsschädlich gelten, werden im Innenbereich in der 200-fachen Menge als noch akzeptabel angesehen? Wer trägt für diese Gefährdung in Zukunft die Verantwortung?

Bei den Lüftungsanlagenbauern ist Umdenken gefordert

Auch wir, die Hersteller von Lüftungsanlagen und Luftreinigern, müssen uns dieser Problematik stellen! Warum? Weil es auch in unserer Branche Hunderte Hersteller von Lüftungsanlagen für gewerbliche Küchen oder Maschinenbaubetriebe gibt, die nicht einmal über die einfachste Messtechnik verfügen, um solche Luftverschmutzungen auch nur ansatzweise messen und analysieren zu können.

Gleichzeitig bieten sie aber Produkte zur Luftreinigung an, die Räume belüften und die Raumluft von Schadstoffen befreien sollen.

Die Küchenlüftungsnorm DIN EN 16282

Für gewerblich genutzte Küchenlüftungen gibt es mittlerweile eine „Küchenlüftungs-Norm“, die DIN EN 16282, die fast überall in Europa gilt. Diese fordert, dass in Großküchen alle Schadstoffe erfasst, abgesaugt und danach vom Abluftstrom getrennt werden müssen, wie wir es in den Kapiteln zuvor gelernt haben.

Gelingt beides, also das Erfassen und Absaugen wie auch das Trennen der Schadstoffe vom Abluftstrom, hat man

- a) eine wirklich gute, moderne und effiziente Lüftungsanlage und
- b) eine gute Luftqualität mit sehr geringer Schadstoffbelastung in den Räumen.

Mangelnde Überprüfung der Umsetzung

Jetzt meine Frage an Sie: Was denken Sie, in wie vielen neu eingebauten gewerblichen Küchen die Einhaltung der Norm bei der Inbetriebnahme geprüft wird? Etwa so oft wie der angegebene Kraftstoffverbrauch bei Neufahrzeugen? Oder so oft wie der Stromverbrauch bei neuen Wärmepumpen?

Bei 1.000 neu installierten gewerblichen Küchenlüftungsanlagen wird dies bei weniger als zehn geprüft!

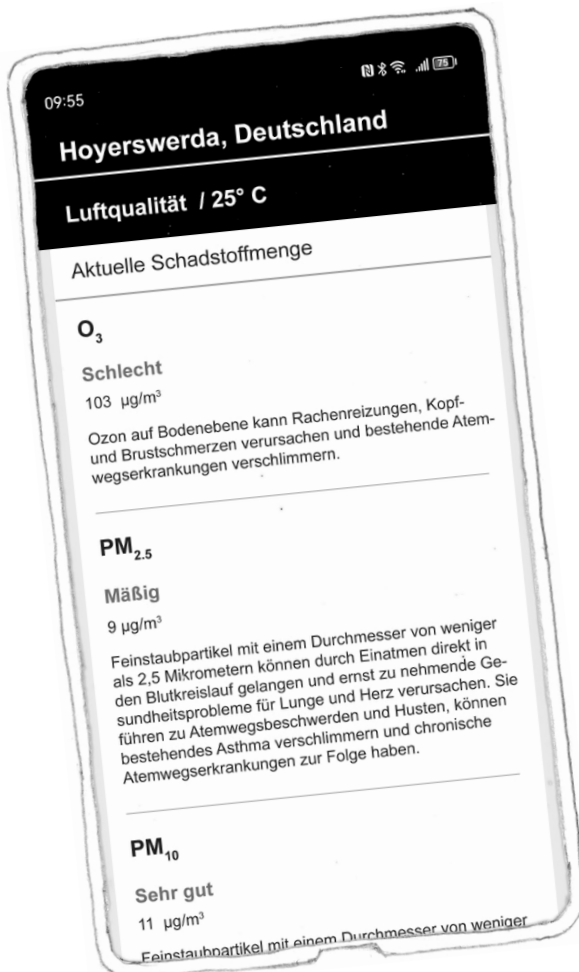
Praxisbeispiel

Ich habe schon mehrmals erlebt, dass sich Marktbegleiter an uns gewendet haben, wenn ein Bauherr auf diese Überprüfung bestand, und uns gebeten haben, die Messungen für sie vorzunehmen, da sie selbst nicht über die nötige Messtechnik verfügen!

Ozon – ein Beispiel für Luftverschmutzung durch Gase

Bei Luftverschmutzungen durch Gase haben wir eine ganz ähnliche Situation und beobachten auch hier dasselbe Phänomen. Am Beispiel von Ozon möchte ich dies verdeutlichen. Über das Gefahrenpotenzial von Ozon haben wir bereits in Kapitel 4 berichtet. Der Grenzwert für Ozon in Innenräumen ist in vielen Ländern Europas nach wie vor auf maximal 200 Mikrogramm je Kubikmeter Raumluft festgesetzt. Das war auch in Deutschland der bisherige Grenzwert, der jedoch mittlerweile aufgehoben wurde. In der Schweiz gibt es diesen Grenzwert aber immer noch. Nach den Einstufungskriterien für krebserzeugende Substanzen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) wird Ozon als ein noch unzureichend untersuchter Stoff eingeordnet, der aber im Verdacht steht, beim Menschen Krebs zu erregen.

Wetterapp mit hoher Ozonbelastung im Außenbereich



In der Wetter-App werden die höchsten Schadstoffwerte an erster Stelle aufgeführt.

Ganz oben steht hier Ozon mit einem Wert von 104 µg/m³. Diese Konzentration übersteigt den empfohlenen 8-Stunden-Mittelwert der WHO (siehe Abb. 29).

Beispiel Hoyerswerda
am 20. August 2023
um 9:55 Uhr

O₃: 104 µg/m³

Abbildung 44

Ozon – Grenzwerte im Außenbereich

Zum Grenzwert im Außenbereich und den Gesundheitsrisiken informiert das Umweltbundesamt. Dieses warnt davor, dass Ozon in der Luft zu verminderter Lungenfunktion, entzündlichen Reaktionen in den Atemwegen und Atemwegsbeschwerden führen kann. Es gilt ein

Grenzwert von 180 Mikrogramm Ozon pro Kubikmeter Stadtluft. Dieser Wert wird als Informationsschwelle bezeichnet. Überschreitet die Konzentration diesen Wert, werden Verhaltensempfehlungen und Warnungen über die Medien an die Bevölkerung gegeben. Bei einer Konzentration von 240 Mikrogramm Ozon je Kubikmeter Stadtluft wird die Alarmschwelle überschritten und Alarm ausgelöst. Ergänzend ist zu beachten, dass die Ozonwerte im Außenbereich einen Wert von 120 Mikrogramm je Kubikmeter Stadtluft im Mittel über acht Stunden an höchstens 25 Tagen des Kalenderjahres überschreiten dürfen.

Ozon – Grenzwerte im Bereich der Küchenlüftung

Aktuell geben aber Sachverständige im Bereich der Küchenlüftung immer noch einen zulässigen Grenzwert von 20.000 Mikrogramm Ozon je Kubikmeter Luft an. Diese Information hat ihren Ursprung ebenfalls in der europäischen Norm DIN EN 16282, einem Regelwerk, an dem auch viele nationale Industrieverbände mitgewirkt haben. Ein Schelm, wer Böses dabei denkt!

In dieser Norm kann man nachlesen, dass die Konzentration von Ozon in der Abluft einer gewerblichen Küche 10 ppm nicht überschreiten darf. Bei einem Luftdruck von 1013 Hektopascal und einer Temperatur von 20 Grad Celsius entsprechen diese dort angegebenen 10 ppm Ozon ziemlich genau einem Grenzwert von 20.000 Mikrogramm Ozon je Kubikmeter Luft (siehe Abb. 29).

Ozon – Diskrepanzen, die für sich sprechen

Ich denke, dass auch die in diesem Beispiel aufgezeigten Unterschiede in der Bewertung der Luftqualität in Innenräumen und im Außenbereich für sich sprechen und nicht weiter erläutert werden müssen. Eigentlich sollte auch in diesem Fall jedem klar sein, was zu tun ist, nämlich die Bildung von Ozon vollständig zu vermeiden, egal, ob im Innen- oder Außenbereich!

Um jedoch dieses Ziel zu erreichen, müssen Luftverschmutzungen messtechnisch erfasst und analysiert werden. Wie das bewerkstelligt werden kann, dazu gleich mehr.

6.2. Partikelmessungen machen Luftverschmutzungen sichtbar!

Mit welcher Messtechnik kann man Schadstoffe in der Luft messen? Mit welcher Messtechnik kann man die Effizienz einer Lüftungsanlage nachweisen? Im Grunde ist das nicht kompliziert und wurde bereits in Kapitel 3 beschrieben. Zur genauen Bestimmung der Schadstoffbelastung von Luft empfiehlt sich

- a) Partikel- und Aerosolmesstechnik und
- b) ein Flammenionisationsdetektor (FID)

FID-Messgeräte haben wir im Detail schon in Kapitel 3 beschrieben. Partikel- und Aerosolmessgeräte sind schon seit langer Zeit Stand der Technik für Reinräume. Es gibt schon seit Jahrzehnten keinen Operationsraum im Krankenhaus und keinen Produktionsraum für Mikroprozessoren mehr, in dem nicht bei der Inbetriebnahme der Lüftungsanlage Partikelzähler zum Nachweis der Funktion eingesetzt werden. Im Grunde wird dabei schlicht und ergreifend der Nachweis erbracht, dass die Raumluft eines solchen Reinraums wirklich rein und frei von kleinsten Partikeln ist. Dazu dient der Partikelzähler.

Wie Partikel gemessen werden

Partikelzähler können über eine komplexe Optik und mithilfe von Laserstrahlen analysieren, ob sich kleinste Partikel in der Raumluft befinden. Dabei wird die Anzahl der Partikel gezählt und gleichzeitig die Größe der Partikel untersucht, also deren aerodynamischer Durchmesser bestimmt.

Mobiler Partikelzähler

Mobiler, akkubetriebener Partikelzähler mit Streulichtmessung und Datenprotokollierung zur Echtzeitmessung von Aerosolmassen

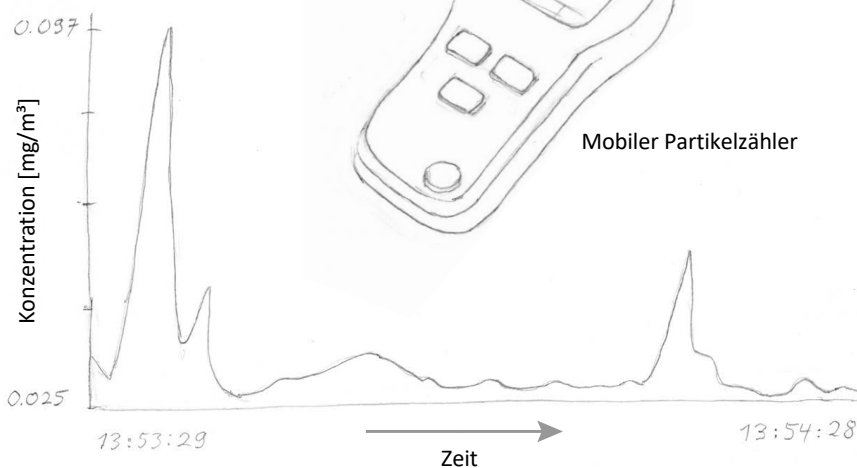


Abbildung 45

Die Partikelmessetechnik muss der Situation angepasst werden

So wie in Reinräumen kann man auch in Produktionsstätten, gewerblichen Küchen oder Maschinenbaubetrieben die Raumluft analysieren und das Partikelvorkommen bestimmen. Im Prinzip handelt es sich um genau dieselbe Vorgehensweise, allerdings mit einem großen und wichtigen Unterschied:

Die Anzahl der Partikel unterscheidet sich im Vergleich zu Reinräumen gewaltig! Geht es in Reinräumen um die Prüfung, ob es überhaupt PM10-Partikel in der Raumluft gibt oder nicht, wird in der Raumluft einer Küche oder Produktionsstätte die Anzahl der Partikel gemessen, die in einem Kubikmeter Raumluft vorkommen. Dabei handelt es sich dann oft um das

Zehntausendfache oder eine noch größere Menge als im Reinraum! Die Partikelzähler müssen an diese Bedingungen angepasst bzw. die richtige Messtechnik muss ausgewählt werden.

Praxisbeispiel: Partikelmessung durch Luftverdünnung

Als wir vor 25 Jahren die ersten Partikelmessungen in solch hoch belasteten Räumen durchführten, versuchten wir, herkömmliche Partikelmesser einzusetzen, da es damals kaum geeignetere Messtechnik gab. Wie man sich vorstellen kann, waren diese ersten Messungen oft nicht validierbar, nicht nachvollziehbar und von sehr geringer Qualität, da die Partikelzähler von den hohen Partikelkonzentrationen komplett überfordert waren. Ein erster Ansatz zur Verbesserung war das definierte Verdünnen der zu analysierenden Luft. Das heißt, mit geeigneten Verdünnungsstufen wurde die zu analysierende Luft beispielsweise 1.000-fach mit reiner partikelfreier Luft verdünnt. Diese verdünnte Luft wurde dann mit herkömmlichen Partikelzählern gemessen und das Ergebnis mit dem Faktor 1.000 hochgerechnet. Die gleichzeitige Weiterentwicklung der Partikelzähler sorgte dafür, dass die Geräte später unempfindlicher gegen sehr hohe Partikelkonzentrationen waren und die Messergebnisse immer genauer wurden.

Moderne Geräte sorgen für exakte Messungen

Heutige Partikelzähler können sogar sehr stark belastete Raumluft mit der gleichen Genauigkeit analysieren, wie man es seit Jahrzehnten in Reinräumen gewohnt ist. Die Branche muss diese genaue Messung einfach nur wirklich wollen und bereit sein, in moderne Messtechnik zu investieren.

Es werden zu wenige Messungen durchgeführt

Stand heute gibt es im deutschsprachigen Küchenlüftungsmarkt kaum eine Handvoll Hersteller, die solch eine Messtechnik bei der Inbetriebnahme von neuen Lüftungsanlagen einsetzt.

Leider kein Missverständnis!

Die optimale Funktionalität von Lüftungsanlagen wird einfach vorausgesetzt, ohne Messnachweise.

Die einwandfreie Funktion einer Lüftungsanlage, die Effizienz des Erfassens und Absaugens sowie das Abscheiden und Filtern von Schadstoffen aus dem Luftstrom, all das wird stillschweigend vorausgesetzt und als gegeben angenommen. Nach dem Motto, es wird schon irgendwie passen und in Ordnung sein. Wirklich wissen, ob es tatsächlich so ist, will man meistens nicht und Transparenz durch Analyse und Dokumentation möchte man erst recht nicht.

Zur Erreichung optimaler Luftqualität ist Messtechnik ein Muss

Wie komplex die Aufgaben in der Lüftungstechnik wie das Erfassen und Absaugen, das Filtern und Abscheiden und das Belüften mit frischer Luft tatsächlich sind, haben wir ausführlich in den bisherigen Kapiteln erläutert. Aus diesen Gründen ist Messtechnik zum Nachweis, dass die Raumluft wirklich frei von Schadstoffen ist, ein Muss. Es gibt keine Entschuldigung dafür, diese Messtechnik nicht regelmäßig einzusetzen.

Fehlende Messnachweise bei Ozon-Luftreinigern

Ebenso können mit geeignetem Messequipment auch gefährliche Gase wie Ozon messtechnisch erfasst werden. Aber auch in diesem Fall zeigt sich die gleiche Einstellung wie bei der oben beschriebenen Partikelmesstechnik: unter den Tausenden Anbietern von Ozon-Luftreinigern werden Sie kaum einen finden, der Ihnen mithilfe von geeigneter Messtechnik einen Nachweis liefern kann, dass seine Produkte durch das erzeugte Ozon nicht mehr Schaden als Nutzen anrichten.

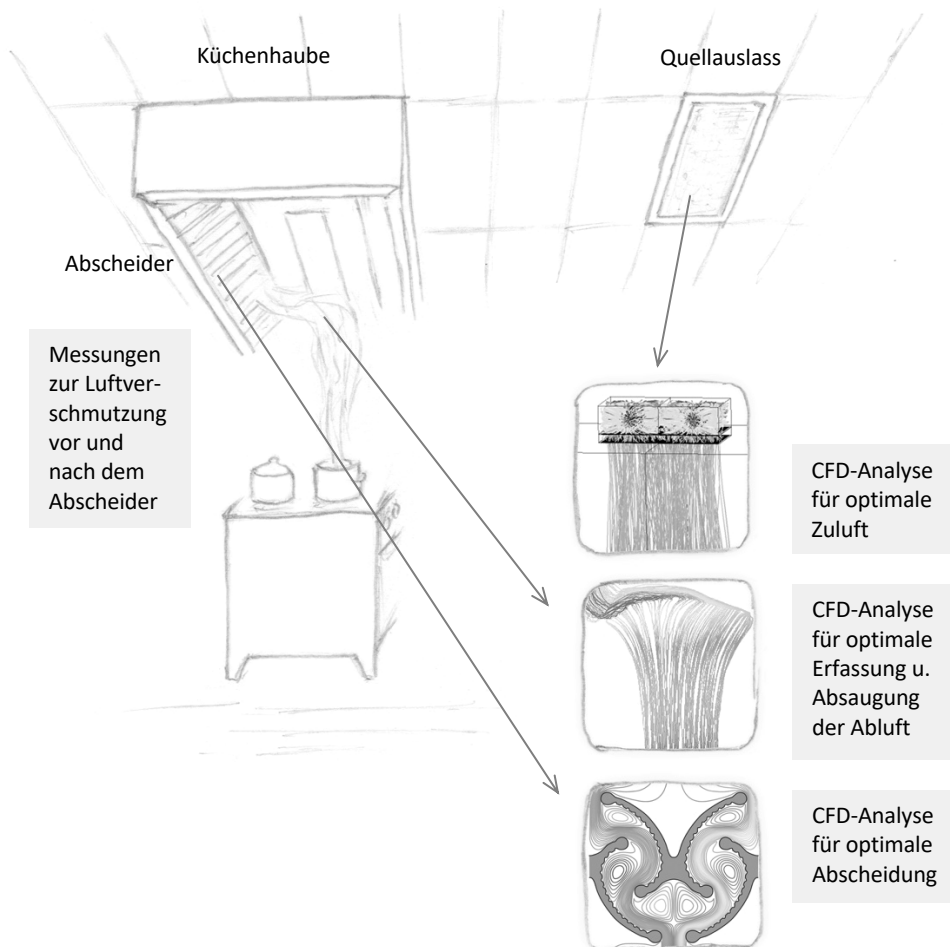
Seriöse Lüftungstechnik ist wissenschaftlich fundiert

Wie in den bisherigen Kapiteln zeigt sich auch hier wieder, dass seriöse Produktentwicklung in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung eine wissenschaftlich fundierte Herangehensweise voraussetzt. Vollmundige Versprechungen in ansprechend gestalteten Werbeprospekten mögen in unserer Branche allzu oft anderes glauben lassen. Bleiben Sie da unbedingt wachsam und hinterfragen Sie solche Versprechungen.

Fazit

Ich hoffe, mit meinen Hinweisen konnte ich Sie für diese Thematik sensibilisieren und Ihnen einige interessante Informationen an die Hand geben. Nun schließt sich der Kreis – vom effizienten Erfassen und Absaugen in Kapitel 1 bis zur geeigneten Messtechnik zur Bestimmung der Effizienz der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung in Kapitel 6 haben wir alles besprochen.

Wissenschaftlich fundierte Lüftungstechnik



Die Funktionalität der Küchenlüftungstechnik wird bei Rentschler REVEN mit wissenschaftlich fundierten Methoden überprüft und optimiert.

Abbildung 46

Schlusswort

Sie haben nun alle Kapitel dieses Buches gelesen, die ursprünglich aus unserem Podcast „Missverständnisse in der Lüftungstechnik und Luftreinhaltung“ stammen. Ich hoffe, ich konnte Ihnen damit einige Anregungen geben. Ein Marktbegleiter kritisierte unlängst die Inhalte des Podcasts. Das Ganze sei zu oberflächlich und er habe von mir mehr erwartet. Wie an anderer Stelle schon erwähnt, ging es mir darum, die Themen rund um die Lüftungstechnik und Luftreinhaltung einfach zugänglich zu machen und möglichst kurzweilig zu halten. Ich wollte keinen wissenschaftlichen Aufsatz verfassen. Die Themen unserer Lüftungsbranche sind eher Nischenthemen, für die sich die große Masse nicht interessiert. Deshalb war es mir wichtig, die Missverständnisse auch Branchenfremden einfach und verständlich zu erläutern. Ich hoffe, das ist mir gelungen.

Basierend auf diesem Podcast haben wir dieses Buch verfasst. Es enthält ergänzend viele interessante Illustrationen, um die einzelnen Informationen visuell zu untermauern.

Es ist mir ein Anliegen, unsere Branche für den Nachwuchs attraktiv zu machen, denn die Luftreinhaltung ist ein wichtiges Thema und wird es auch in Zukunft sein. Deshalb sollte man sich der Thematik mit Sorgfalt und Pflichtbewusstsein annehmen.

Meine Kolleginnen und Kollegen im Vertrieb führen dieses Buch in Zukunft mit sich und werden Ihnen zur Verdeutlichung der verschiedenen Themen gerne ein Exemplar überlassen, wenn Sie mit ihnen neue Projekte, neue Prozesse und neue Planungen besprechen. Denn wir wollen, dass unsere Technologien und unsere Produkte verstanden werden!

Als Dankeschön für die Hörer:innen unseres Podcasts bieten wir das neu erschienene Buch kostenlos an.

Parallel zu unserem Buchprojekt gibt es mittlerweile auch einen neuen Podcast. Er trägt den Titel „Luftpost“.



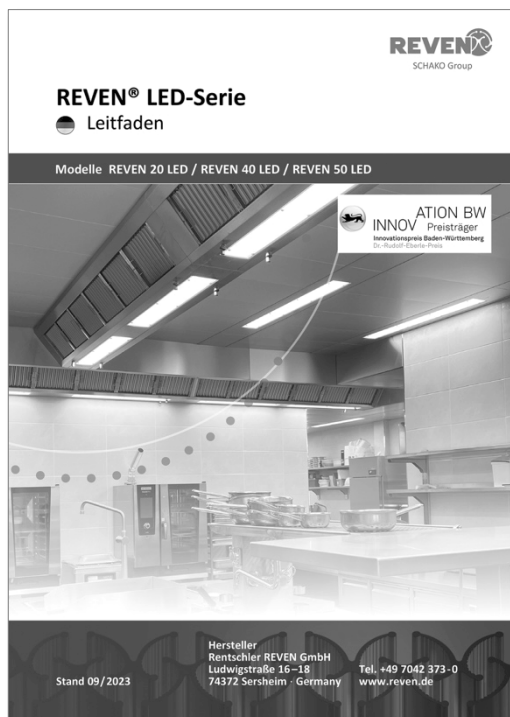
Bei dieser neuen Podcast-Serie geht es um gesunde Luft. Ich stelle Menschen und Unternehmen vor, die sich mit den Themen Luftreinhaltung und Lüftungstechnik beschäftigen. Dabei werden Akteur:innen aus den unterschiedlichsten Branchen interviewt und Technologien besprochen. Ich habe mich für diesen Titel wegen der Assoziation entschieden, die der Begriff hervorruft. Früher wurden Neuigkeiten und Mitteilungen häufig per Luftpost versandt. Ich möchte aktuelle Neuigkeiten zum Thema saubere Luft und gesunde Umwelt in meinem Podcast „Luftpost“ vermitteln.

Sie finden ihn unter dem Link **reven.news/luftpost**, die ersten Episoden sind online.

Sollten Sie selbst zu den Akteur:innen der Lüftungs- oder Luftreinhaltungsbranche gehören, können wir gerne eine Episode des Podcasts gemeinsam gestalten. Ich komme dafür auch gerne zu Ihnen. Kontaktieren Sie mich einfach unter **marketing@reven.de**.

Interessantes made by REVEN

Der Leitfaden für LED-Leuchten



Es wird oft unterschätzt, wie wichtig gute Beleuchtung für die Nutzung eines Raumes ist.

Gerade in gewerblichen Küchen ist die richtige Beleuchtung von großer Bedeutung. Daher sollten bei der Planung Aspekte wie Helligkeit, Kontrast und Farbigkeit bedacht und berücksichtigt werden. Hier bietet unser Lichtmanagement große Vorteile.

In diesem LED-Leitfaden erläutern wir, welche Faktoren für eine gute Beleuchtung wichtig sind und wie die REVEN® LED-Leuchten diesen Anforderungen gerecht werden.

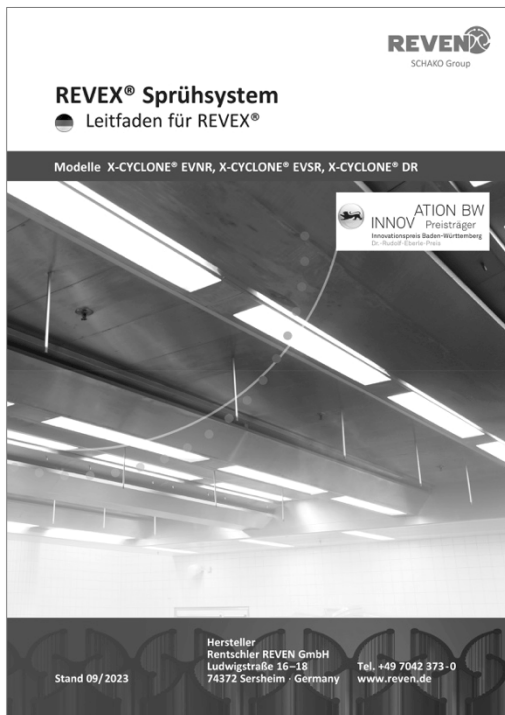
Die Broschüre RSC-Steuerung



Zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen in Großküchen bietet Rentschler REVEN die intelligente Regelautomatik RSC an. Das System passt die Zuluft- und Abluftmenge stufenlos an die Kochaktivitäten an, ganz im Sinne des innovativen Standards Industrie 4.0.

In unserer Broschüre erfahren Sie die technischen Details, die beim Einbau einer RSC-Steuerung zu beachten sind.

Der Leitfaden für das REVEX® Sprühsystem



Das Thema „Reinigung von Küchenlüftungsanlagen“ wurde in der Vergangenheit häufig nicht ausreichend beachtet.

Eine regelmäßige, fach- und sachgerechte Reinigung von Lüftungsanlagen in gewerblichen Küchen sichert die einwandfreie Funktion der Anlage, dämmt die Brandgefahr ein und verhindert das Wachstum von Mikroorganismen innerhalb der Anlage. Zusätzlich schützt sie die Gesundheit des Küchenpersonals.

