

Georg Tale

Lüftung von Groß- und Gewerbeküchen

Grundlagen, Berechnungen, Planung, Ausführung

Georg Tale

Lüftung von Groß- und Gewerbeküchen

Grundlagen, Berechnungen, Planung, Ausführung

Vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2023

cci Dialog GmbH

Vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2023

© 2023 cci Dialog GmbH, Karlsruhe

ISBN 978-3-922420-72-9 (Die Ausgabe ist auch als E-Book erhältlich, ISBN 978-3-922420-73-6)

Mögliche nachträgliche Hinweise auf Errata finden Sie auf unserer Website:
<https://cci-dialog.de/produkt/lueftung-von-gross-und-gewerbekuechen/>

Autor:	Georg Tale
Lektorat:	Claudia Simmoteit
Layout und Satz:	Brigitte Boettger
Umschlagbild:	© GIF ActiveVent GmbH
Druck:	Esser bookSolutions GmbH, Göttingen
Verantwortlich für Lektorat:	Georg Tale
Verantwortlich für Buchprogramm:	Florian Fischer

Abbildungen, wenn nicht anders gekennzeichnet: © Georg Tale

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

cci Buch ist eine Marke der cci Dialog GmbH.

Vorwort zur zweiten Auflage

Mit der zweiten Auflage werden die beiden ersten Bücher zur Lüftungstechnik von Gewerbeküchen zu einem Buch zusammengeführt, überarbeitet und ergänzt. Die nun vorliegende zweite Auflage umfasst jetzt in einem Buch die beiden vorangegangenen Bücher „Lüftung von Gewerbeküchen: Grundlagen, Berechnungen“ und „Lüftung von Gewerbeküchen: Komponenten, Anlagen“, sowie zahlreiche Ergänzungen.

Die Zusammenfassung der beiden vorangegangenen Bücher zu einem einzigen Buch erfordert eine Neustrukturierung. Das vorliegende Buch gliedert sich nun in drei Teile, von dem Teil I im Wesentlichen die Inhalte des ersten Buches und Teil II im Wesentlichen die Inhalte des zweiten Buches wiedergibt. An einigen Stellen wurden die Inhalte zum besseren Verständnis überarbeitet und erweitert. Hierbei wurde besonders Kapitel I-9 „Angaben für die Berechnung der Luftvolumenströme“ um zusätzliche Abbildungen ergänzt und der Rechenweg wird ausführlicher beschrieben.

Die Beispiele zur Luftvolumenstromberechnungen in Produktionsküchen werden in einem neuen Kapitel I-10 zusammengefasst. Ebenfalls neu ist das Kapitel II-4, in dem ich Ergebnisse meiner Begutachtungen von Induktionshauben und -decken aus den vergangenen Jahre schildere.

Im Teil III werden spezielle Aspekte der Planung und Montage, sowie des Bauordnungsrechts und des Brandschutzes beschrieben, sofern diese im speziellen RLT-Anlagen für Großküchen betreffen, es werden aber auch allgemeinere Themen der Lüftungstechnik behandelt.

Für besonders wichtig halte ich das neue Kapitel III-1.11 „Küchenräume ausreichend groß planen“, da Räume für Produktionsküchen nicht immer ausreichend groß geplant werden und die für die Lüftung benötigten Deckenflächen dann nicht vorhanden sind. Mögliche Folgen können Zugscheinungen sein. Schlimmstenfalls kann die Küche dann nur noch mit reduzierten Luftvolumenströmen betrieben werden; die ursprünglich vorgesehene Nutzung ist dann nicht mehr – oder nur noch eingeschränkt – möglich.

An verschiedenen Stellen werden Erfahrungen aus meiner täglichen Arbeit beschrieben. Hauptsächlich handelt es sich um Fehler und Mängel denen ich bei verschiedenen Projekten begegnet bin, manchmal aber auch um solche, die ich früher aufgrund fehlender Erfahrung selber gemacht hatte. Ich hoffe, dass diese Schilderungen für die Leser hilfreich sind und in der Zukunft Fehler vermeiden helfen.

Ich danke dem cci Buch Verlag für seine Unterstützung. Hier möchte ich ganz besonders Frau Dipl.-Ing. (FH) Brigitte Boettger und den Verlagsinhaber Herrn Florian Fischer erwähnen. Mein ganz besonderer Dank gilt meiner guten Freundin Frau Dipl.-Ing. (FH) Claudia Simmoteit, die mit viel Leidenschaft und Geduld das Lektorat übernommen hat.

Georg Tale
E-Mail: gt@ib-tale.de

Schöneck, im Januar 2023

Vorwort zu Band 1, erste Auflage

Lüftungsanlagen für gewerbliche Küchen sind besondere Anlagen, welche Planer, ausführende Firmen und Betreiber aus mehreren Gründen vor spezielle Herausforderungen stellen. Planer auf dem Gebiet der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) werden nicht so häufig mit Planungen für Lüftungsanlagen von Mensen, Kantinen oder Restaurants konfrontiert. Es ist die Koordination und Abstimmung mit dem Bauherrn, dem Küchenplaner und unter Umständen auch mit den Küchenbetreibern vorzunehmen. Hierbei werden Begriffe wie „Salamander“ oder „Bainmarie“ verwendet, spezielle Küchengeräte, für welche die TGA-Planer dann die korrekten Luftvolumenströme zu berechnen haben. Hinzu kommt, dass sich die Normenwelt gerade in einem Umbruch befindet. Viele nationale Normen und technische Regelwerke auf dem Gebiet der Küchenlüftungstechnik wurden durch internationale Normen ersetzt. Die Anforderungen zur Energieeinsparung, wie die Ökodesign-Richtlinie und das Gebäudeenergiegesetz (GEG) sind bei der Planung zu berücksichtigen.

Die Planung einer Küchenlüftungsanlage erfordert auch eine gute Kenntnis der Koch-, Brat-, Gar- und Spülprozesse und aller übrigen Vorgänge in der Küche. Für die Berechnung der benötigten Luftvolumenströme und für die fachgerechte Installation der RLT-Anlagen müssen Planer und ausführende Firmen die in Großküchen verwendeten Geräte, deren Anschlussleistungen und deren Nutzung kennen.

Dieses Fachbuch gibt einen Überblick über die zu beachtenden Regelwerke und bauordnungsrechtlichen Anforderungen. Es geht besonders auf die bei der Planung von Küchenlüftungsanlagen bestehenden Besonderheiten und Sachverhalte ein. Ein Schwerpunkt wird auf die Ermittlung der für den Küchenbetrieb benötigten Luftvolumenströme gelegt. Es werden die Berechnungsmethoden nach der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 und der Europäischen Norm DIN EN 16282-1 vorgestellt und die Ergebnisse dieser beiden Methoden miteinander verglichen. Sofern es mir erforderlich erscheint, werden auch alternative Berechnungsmethoden vorgestellt. Ausführliche Rechenbeispiele erleichtern und vertiefen das Verständnis zur Berechnung der erforderlichen Luftvolumenströme.

An einigen Stellen werden auch häufig vorkommende Fehler genannt, denen ich in meiner beruflichen Praxis begegnet bin.

In einem zweiten Buch soll auf die hier nicht behandelten Aspekte von RLT-Anlagen für Küchen eingegangen werden, besonders auf deren Aufbau und die spezifischen Anforderungen an die in Küchen verwendeten Komponenten wie Küchenlüftungshauben, Küchenlüftungsdecken, Luftleitungen, Absperrvorrichtungen. Ebenso sollen dort vertiefende Betrachtungen zum Brandschutz angestellt und Hinweise zu den bauordnungsrechtlich geforderten Prüfungen gegeben werden.

Mein besonderer Dank gilt Susanne Keller und ihrem Team sowie Bernd Hanseemann und seinem Team, die mir dieses Buches ermöglicht haben und mich mit Rat und Tat unterstützt haben. Danke an Volker Eckmann für die kritische Durchsicht des Entwurfs, seine Anmerkungen haben mir sehr geholfen. Danken möchte ich auch allen Personen und Unternehmen, die mich bei diesem Buch mit Anregungen, Abbildungen und Grafiken unterstützt haben.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

Georg Tale, im Februar 2018, gt@ib-tale.de

Vorwort zu Band 2, erste Auflage

Mein erstes Buch „Grundlagen, Berechnungen“ zur Lüftungstechnik in gewerblichen Küchen behandelte im Wesentlichen verschiedenen Verfahren zur Luftvolumenstromberechnung und grundlegende Anforderungen an den Aufbau von Küchenlüftungsanlagen. In diesem Buch wird auf die Anforderungen an Komponenten wie Küchenlüftungshauben, Küchenlüftungsdecken, Aerosolabscheider u.a.m. eingegangen werden. Weiterhin wird auf die für Küchenlüftungsanlagen spezifischen Anforderungen an Ventilatoren und RLT-Geräte eingegangen und auf grundlegende Anforderungen des Brandschutzes.

In einem eigenen Kapitel werden die verschiedenen Verfahren zur Abluftnachbehandlung und Abluftreinigung vorgestellt und die Möglichkeiten für ihren Einsatz aufgezeigt. Ein weiteres Kapitel behandelt die Anforderungen an stationäre Feuerlöscheinrichtungen in Küchen.

In der Praxis beobachte ich häufig Probleme durch falsch einreguliert Anlagen, oder auch bei der Messung von Luftvolumenströmen. Von daher wird ausführlich auf Möglichkeiten zur Einregulierung und auf verschiedene Verfahren zur Messung der Luftvolumenströme eingegangen.

Mein besonderer Dank gilt Susanne Keller und ihrem Team sowie Bernd Hanseemann und seinem Team, die mir dieses Buches ermöglicht haben und mich mit Rat und Tat unterstützt haben. Danke an Volker Eckmann für die kritische Durchsicht des Entwurfs, seine Anmerkungen haben mir sehr geholfen. Danken möchte ich auch allen Personen und Unternehmen, die mich bei diesem Buch mit Anregungen, Abbildungen und Grafiken unterstützt haben.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

Georg Tale, im März 2019

Grußwort zur ersten Auflage

Das Buch Küchenlüftungstechnik befasst sich mit den grundlegenden Anforderungen der Planung und mit der Berechnung der Luftvolumenströme. Der Autor konnte dabei als von der IHK Hanau/Gelnhausen/Schlüchtern öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Lüftungs- und Klimatechnik auf einen besonders breiten Erfahrungsschatz aus der Begutachtung guter und schlechter Anlagen der Küchenlüftung zurückgreifen.

Zur Klarstellung sei erwähnt, dass es bei diesem Buch ausschließlich um die gewerblichen Küchen geht, in denen ständige Arbeitsplätze zu bewerten sind und eine besonders hohe Belastung der Luft aus den Prozessen der Herstellung von Speisen besteht.

Lüftungsanlagen für gewerbliche Küchen sind anspruchsvoll. Zum einen besteht das Problem darin, dass die Anzahl derartiger Lüftungsanlagen, die ein Planer in seinem Berufsleben zu bearbeiten hat, deutlich geringer ist, als es notwendig wäre, einen großen verwertbaren Erfahrungsschatz zu generieren. Zum anderen entsteht das Problem, dass die Wärme- und Stofflasten, die unter häufig beengten räumlichen Gegebenheiten abgeführt werden müssen, besonders hoch sind. Daraus resultieren u.U. besonders große Luftvolumenströme, die aber nicht zugfrei in die Küchen zu- und abgeführt werden können. Zusätzlich geht es auch um die Sicherstellung der erforderlichen Strömungsrichtungen in den Küchen (rein zu unrein).

Im Fachbuch werden die fachtechnischen Grundlagen der allgemeinen Küchenlüftung für warme Küchen und Spülküchen, aber auch die besonderen Vorgehensweisen bei speziellen Küchengeräten erläutert.

Lüftungsanlagen für die gewerblichen Küchen erfordern nicht nur bei der Auslegung der Luftvolumenströme erweitertes Fachwissen. Mindestens genauso sind die Fehlermöglichkeiten bei der Errichtung zu beachten. Alle diese Themen sind bei der Anlageninstallation zu bedenken. Für den Leser ist es daher sehr hilfreich, dass der Autor auf häufig gemachte Fehler hinweist, denen er in seiner beruflichen Praxis begegnet ist.

Der Autor ist Mitarbeiter im Bereich der Normung der Küchenlüftung. Daher ergreift er die Gelegenheit, einen Blick auf die nationalen Normen und technischen Regelwerke auf dem Gebiet der Küchenlüftungstechnik, die in den vergangenen Jahren durch internationale Normen ersetzt wurden, zu werfen. Leider sind die Aussagen in dem Normen- und Regelwerk nicht immer widerspruchsfrei. Der Autor weist auf die aus seiner Sicht kritischen Punkte hin. Er leistet damit einen Beitrag zur fachlichen Weiterentwicklung der Auslegungsmethoden der Küchenlüftung. Fortschritt und Erkenntnisgewinn resultieren nun einmal aus dem kritischen Hinterfragen bestimmter Sachverhalte und einer offenen Diskussion von Lösungsansätzen.

Dieses Buch möchte dazu beitragen, die Sachverhalte der Küchenlüftung so aufzubereiten, dass eine Funktion entsprechend den Nutzererwartungen sichergestellt werden kann.

Ich bin sicher, dass die Leser mit diesem Buch eine wichtige Unterstützung bei der Planung der Lüftungsanlagen für die gewerblichen Küchen erhalten.

Prof. Dr.-Ing. Uwe Franzke

Inhaltsverzeichnis

Vorworte	V
Vorwort zur zweiten Auflage	V
Vorwort zu Band 1, erste Auflage	VI
Vorwort zu Band 2, erste Auflage	VII
Grußwort zur ersten Auflage	VIII
Begriffe	XXV
Abkürzungen und Indizes	XXVII
Formelzeichen	XXVIII

I Grundlagen und Berechnungen 1

I-1	Einführung, Geltungsbereich und Schutzziele von Lüftungsanlagen für gewerbliche Küchen	1
I-1.1	Was sind gewerbliche Küchen?	1
I-1.2	Ab welcher Küchengröße sind maschinelle Lüftungsanlagen vorzusehen?	1
I-1.3	Warum werden in gewerblichen Küchen Lüftungsanlagen benötigt? ..	2
I-2	Normen und Vorschriften	3
I-2.1	Arbeitsschutz	3
I-2.2	Nach welchen technischen Regeln richtig planen?	4
I-2.3	Weitere Regeln: Berufsgenossenschaft und Arbeitsstättenrichtlinien ...	6
I-2.4	Allgemein anerkannte Regeln der Technik	7

Heißer Tipp für Profis.*



* **Helios Dachventilatoren VD T120 für
die gewerbliche Küchenabluft.**



Ideal für die Förderung von heißer, fetthaltiger
Luft gemäß VDI 2052



Perfektes System: Ab- und Zuluftventilatoren,
mechanisches Zubehör und Steuerungslösungen
aus einer Hand



Durchdachte Konstruktion für einfachste
Montage, Reinigung und Wartung

Jetzt entdecken unter:
www.heliosventilatoren.com



I-3	Grundlagen für die Planung	8
I-3.1	Grundlegende Anforderungen	8
I-3.2	Thermische Behaglichkeit, Lufttemperaturen	9
I-3.2.1	Strahlungswärme	11
I-3.2.2	Messung der Raumtemperatur	12
I-3.3	Lärmschutz	12
I-3.4	Anforderungen an die Hygiene	13
I-3.5	Weitere Hinweise	15
I-4	Luftströmungen in der Küche	16
I-4.1	Mischströmung	16
I-4.1.1	Horizontalauslässe	17
I-4.1.2	Deckendurchlässe	18
I-4.2	Schichtströmung	19
I-4.2.1	Luftdurchlässe an der Decke	20
I-4.2.2	Luftdurchlässe im Aufenthaltsbereich	21
I-5	Ermittlung der Luftvolumenströme für warme Küchen und vergleichbare Bereiche	23
I-5.1	Herleitung der Gleichungen zur Ermittlung der Thermikluftströme	23
I-5.1.1	Thermikluftstrom über einer punktförmigen Wärmequelle	24
I-5.1.2	Thermikluftströme über horizontalen Flächen	26
I-5.2	Thermikluftströme in Küchen	28
I-5.3	Gleichzeitigkeitsfaktor	32
I-5.4	Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation	34
I-5.5	Berechnung der Abluftvolumenströme	36
I-5.5.1	Abluftvolumenströme bei der Verwendung von Küchenlüftungsdecken	36
I-5.5.2	Abluftvolumenströme bei der Verwendung von Küchenlüftungshauben	38
I-5.5.3	Abluftvolumenströme von nicht erfassten Geräten	40
I-5.5.4	Küchenlüftungshaube und -decken mit integrierter Luftzuführung	41
I-5.6	Anmerkung zur Luftvolumenstromberechnung	43

„Für unsere Kunden und Partner geben wir das Beste.“

Wir, die Firma Eggl Air Kompetenz, bieten eine Vielfalt hochwertiger Erfassungsmöglichkeiten für gewerbliche Küchenabluft an. Durch Tradition, Passion und Innovation gelingt es uns, Küchenlüftung so zu designen, dass Funktionalität und Erscheinung dem höchsten Niveau entspricht.



Individuelle Lösungen für jede Anforderung, für jede Küchenart. Wir passen unsere Abluftsysteme den speziellen Anforderungen des Kunden an. Es freut uns, wenn wir unsere Kunden und Partner bereits in der Planungsphase umfassend unterstützen können.



Sei es bei der normgerechten Auslegung der Ablufteinheiten bis hin zur sinnvollen Ergänzung mit einer Nachbehandlungsanlage oder der bedarfsgerechten Steuerung der Volumenströme.

Testen Sie uns, probieren Sie uns aus.
Denn nur durch Taten kann man überzeugen.

Unsere Erfahrung Ihre Zufriedenheit Unsere Kompetenz

I-5.7	Unterschiede bei den Berechnungen nach VDI 2052 Blatt 1 und DIN EN 16282-1.....	44
I-5.7.1	Vergleich der Berechnungsmethoden für die Thermikluftströme.....	44
I-5.7.2	Vergleich der Berechnung der Luftvolumenströme.....	46
I-5.8	Küchengeräte mit integrierter Wrasenerfassungseinrichtung	48
I-5.9	Umluft in Küchen.....	50
I-6	Speiseausgaben- und Frontcooking-Bereiche	51
I-6.1	Überdruckanlagen	52
I-6.2	Luftschleieranlagen	54
I-7	Spülküchen und Spülmaschinen	57
I-7.1	Erforderliche Absaugflächen	57
I-7.2	Wärme- und Feuchtelasten.....	59
I-7.3	Be- und Entlüftung	60
I-7.3.1	Auslegung der Luftvolumenströme.....	61
I-7.3.2	Vorplanung	62
I-7.3.3	Konkretisierungsplanung	62
I-7.3.4	Feinplanung	64
I-8	Berechnung der Luftvolumenströme für Produktionsküchen	67
I-8.1	Anhaltswerte für die Vorplanung.....	68
I-8.2	Werte aus der Praxis	69
I-8.3	Anhaltswerte für Nebenräume	72
I-9	Angaben für die Berechnung der Luftvolumenströme	73
I-9.1	Tabellen und Erläuterungen.....	74
I-9.1.1	Geräte zum Garen, Kochen und Dämpfen.....	75
I-9.1.2	Geräte zum Grillen, Braten und Backen	77

Reinigung gewerblicher Küchenabluft

Lösungen zur Beseitigung von Fett, Rauch und Gerüchen
in Gastronomie und Großküchen



Moderne Oxidationstechnologien wie Plasmaionisation, Ozon (O₃) und Ultraviolett (UV) werden mit bewährten Filtertechniken kombiniert:

- Beseitigung von störenden Geruchsemissionen
- Fettfreie Kanäle für besseren Brandschutz
- Abluft kann zur Wärmerückgewinnung genutzt werden
- Rauchbeseitigung für Brat- und Grillanwendungen (z.B. Holzkohle)

Für jede Anforderung eine optimale Lösung, da die Reinigungsmodule einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden können:

- von den kompakten und ideal zur Nachrüstung geeigneten Reinigungsanlagen der Serie **Xtract**
- bis zum Komplettreinigungssystem **Eliminair**

info@plasma-clean.de

Tel. +49 (0)40 46655652

www.plasma-clean.de

I-9.1.3	Herde und Geräte zum Auftauen, Garen, Warmhalten, Kühlen und Verteilen	80
I-9.1.4	Geräte in der Speiseausgabe	81
I-9.1.5	Anmerkungen zu multifunktionalen Geräten	82
I-9.2	Anmerkungen zur Berechnung der Luftvolumenströme	85
I-9.3	Luftvolumenströme für Fritteusen	86
I-9.3.1	Berechnung des Abluftvolumenstroms nach Gleichung (I-5-13) zum Schutz vor Kondensation	87
I-9.3.2	Alternative Berechnung	87
I-9.3.3	Fazit	88
I-10	Rechenbeispiel 1: Volumenstromberechnungen für eine Küchenlüftungsdecke und für eine Küchenlüftungshaube	89
I-10.1	Berechnung des Abluftvolumenstroms für eine Küchenlüftungsdecke	89
I-10.1.1	Berechnung des Thermikluftstroms des Mittelkochblocks	90
I-10.1.2	Berechnung des Thermikluftstroms der beiden Heißluftdämpfer	92
I-10.1.3	Berechnung des Thermikluftstroms der beiden Kühlschränke	93
I-10.1.4	Berechnung des Gesamtabluftvolumenstroms der Küchenlüftungsdecke	94
I-10.2	Berechnung des Abluftvolumenstroms mit Küchenlüftungshauben....	94
I-10.2.1	Berechnung des Erfassungsluftstroms des Mittelkochblocks	94
I-10.2.2	Berechnung des Erfassungsluftstroms der beiden Heißluftdämpfer	95
I-10.2.3	Berechnung des Thermikluftstroms der beiden Kühlschränke	95
I-10.2.4	Berechnung des Ausgleichsvolumenstroms	96
I-10.2.5	Berechnung des Gesamtabluftvolumenstroms der Küche	96
I-10.3	Vergleich mit der Küchenlüftungsdecke	97
I-11	Rechenbeispiel 2: Sanierung einer Küche	97
I-11.1	Berechnung nach VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 und Euronorm DIN EN 16282-1	99
I-11.1.1	Berechnung nach VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1, $\varphi = 0,7$	99
I-11.1.2	Berechnung nach Euronorm DIN EN 16282-1, $\varphi = 0,7$	100

SYSTAIR

Reine Luft für Großküchen

Wir sind Hersteller, Planer und Berater. Wir begleiten Sie von der Planung bis zur Montage und darüber hinaus. Zuverlässig. Persönlich. Ehrlich. Ganzheitlich.



Lüftungsdecken



Dunstabzugshauben



Induktionshauben



Injektionshauben

Kompromisslos in Qualität und Design

Unsere Dunstabzugshauben und Lüftungsdecken sind trotz standardisierter Planungs- und Produktionsverfahren Unikate, um bei den individuellen Bedürfnissen vor Ort maximale Effizienz zu erzielen.

SYSTAIR
Lufttechnische Systeme GmbH & Co KG

Maybachstraße 3/1
71735 Eberdingen

07042 / 370408-0
www.systair.de

I-11.1.3	Berechnung nach VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1, $\varphi = 0,85$	100
I-11.1.4	Berechnung nach Euronorm DIN EN 16282-1, $\varphi = 0,85$	101
I-11.2	Berechnung auf Basis des tatsächlichen Kochbetriebs	102
I-11.3	Vergleich der Ergebnisse	104
I-11.4	Auslegung der Lüftungsanlage für Küche und Spülküche	105

II Komponenten und Anlagen

II-1 Küchenlüftungshauben und Küchenlüftungsdecken

II-1.1	Anzuwendende Normen und Richtlinien	107
II-1.2	Ermittlung der Luftvolumenströme	107
II-1.3	Aerosolabscheider, Anordnung und Anzahl	108
II-1.4	Materialien	110
II-1.5	Ausführung des Korpus	110
II-1.6	Beleuchtungseinrichtungen	111
II-1.7	Reinigung	111
II-1.8	Anleitungen und Dokumentationen	112

II-2 Küchenlüftungshauben

II-2.1	Bauarten und Bauformen	113
II-2.2	Anforderungen	115
II-2.3	Hinweise für die Auslegung	119
II-2.4	Küchenlüftungshaube mit Zuluftbauteilen	119
II-2.5	Küchenlüftungshauben, besondere Bauformen	120
II-2.5.1	Theken- oder Tresenhauben	120
II-2.5.2	Kondensationshauben	121
II-2.5.3	Düsenplattenabsaug	122
II-2.5.4	Randabsaughauben	123



SÜDLUFT

S Y S T E M T E C H N I K

Wir sorgen für frische Luft

Ihr kompetenter Partner für

■ KÜCHENLÜFTUNGSTECHNIK

Lüftungsdecken
Lüftungshauben
Individuallösungen
Flusenfilter

■ LÜFTUNGSTÜRME

Außenlufttürme
Fortlufttürme

■ LUFTLEITSYSTEME

Modulkanäle
Rohrleitungen
Falzkanäle
Zubehör

■ METALLBAU

Reinraumschleusen
Blechbearbeitung

***Wir stehen für hohe Qualität
und bieten maßgeschneiderte Komplettlösungen!***



SÜDLUFT SYSTEMTECHNIK GMBH

Robert-Bosch-Str. 6 | 94447 Plattling | Deutschland

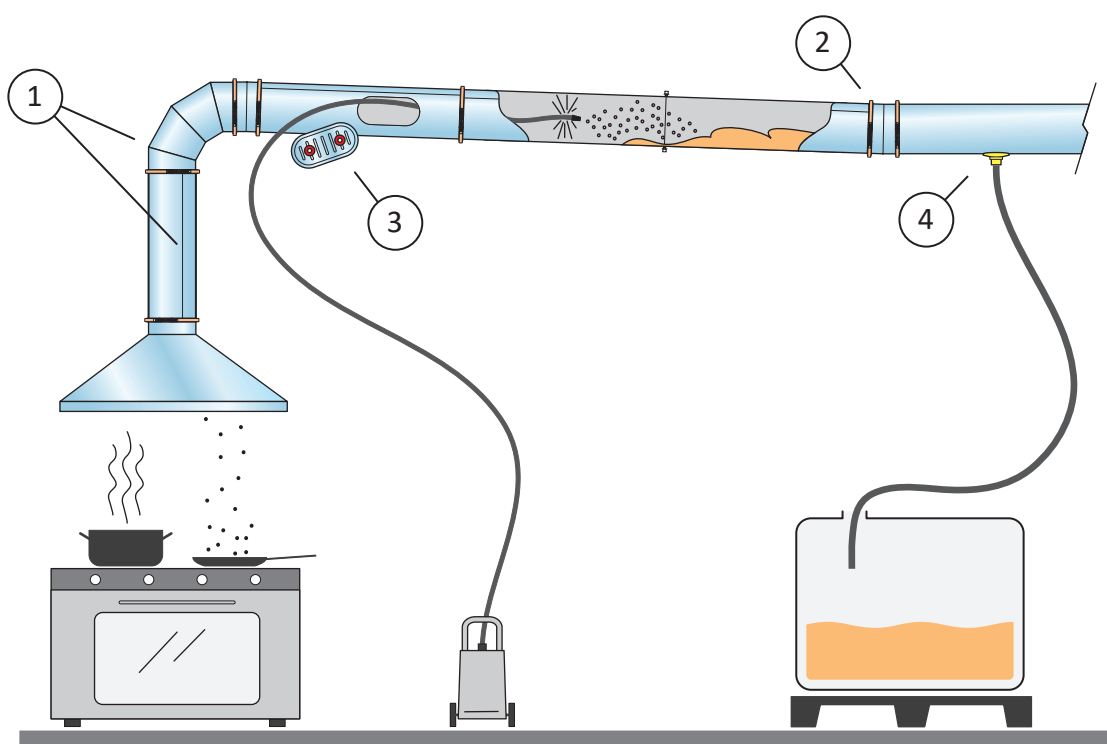
TEL. +49 9931 9179-0 | E-MAIL info@suedluft.de

www.suedluft.de

II-2.6	Umlufthauben	123
II-3	Küchenlüftungsdecken	126
II-3.1	Bauarten und Bauformen	127
II-3.2	Anforderungen	130
II-3.3	Brandschutz und Hygiene bei offenen Bauarten	133
II-3.4	Reinigung und Inspektion bei offenen Bauformen	134
II-3.5	Besondere Bauformen	134
II-3.5.1	Küchenlüftungsdecken als Kondensationsdecken	134
II-4	Küchenlüftungshauben und -decken mit integrierter Zulufteinbringung und Induktionshauben	135
II-4.1	Küchenlüftungshauben und -decken mit integrierter Zulufteinbringung	135
II-4.2	Induktionshaube in der Praxis, Erfahrungen des Autors	135
II-4.3	Fazit Induktionshauben und -decken	141
II-5	Aerosolabscheider	142
II-5.1	Allgemeine Anforderungen und Flammdurchschlagsicherheit	142
II-5.2	Effizienz der Abscheidung	144
II-5.3	Geräuschimmissionen durch Aerosolabscheider	146
II-5.4	Aerosolabscheider in Sonderbauformen	147
II-6	Anforderungen an Luftleitungen und Komponenten	148
II-6.1	Luftleitungen, Luftverteilung und Brandschutz	148
II-6.1.1	Anforderungen an die Planung	148
II-6.1.2	Materialauswahl	150
II-6.1.3	Verwendung schwer entflammbarer Baustoffe	150

Ihre Vorteile

- Keine Leckagen, keine Gerüche, optisch ansprechendes Erscheinungsbild
- Einfache Wartung: Dicht (ATC1), innen glatt (hygienisch + schmutzabweisend)
- Schnelle Montage (nur 1 Schraube anziehen)
- Erhältlich für Ø 80 bis 1000 mm / aus verzinktem oder rostfreiem Stahl
- Alle Nähte lasergeschweißt bzw. gelötet



- 1) METU-FORM superdichtes Rohrsystem mit patentierten angeformten Flanschen
- 2) METU-FORM Spannringe mit NBR-Dichtung oder Silikon-Dichtung bis +200°C
- 3) METU Revisionsdeckel RRD mit öl- /fettbeständiger NBR-Dichtung
- 4) METU Ablaufstutzen ST-K zum Entfernen flüssiger Reinigungsreste

II-6.2	Luftdurchlässe für Zu- und Abluft	151
II-6.3	Reinigung von Küchenabluftanlagen	152
II-6.3.1	Reinigungsöffnungen	153
II-6.3.2	Reinigungskonzept.....	153
II-6.4	Feuerwiderstandsfähige Bekleidungen von Luftleitungen.....	154
II-6.4.1	Bekleidungen mit Kalziumsilikatplatten und Verwendbarkeitsnachweis.....	154
II-6.4.2	Bekleidungen aus Mineralwolle mit allgemeinem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis ..	157
II-6.4.3	Bekleidungen nach DIN 4102-4	157
II-6.5	Brandschutzklappen	157
II-6.5.1	Brandschutzklappen für fetthaltige Küchenabluft.....	158
II-6.5.2	Brandschutzklappen für Spülküchen.....	161
II-6.6	Volumenstromregler.....	163
II-7	Messung von Luftvolumenströmen	166
II-7.1	Messung der Luftvolumenströme am RLT-Gerät.....	166
II-7.2	Messgeräte zur Volumenstrommessung	169
II-7.2.1	Flügelrad-Anemometer	169
II-7.2.2	Thermoanemometer.....	169
II-7.2.3	Staurohre	170
II-7.3	Messung in Luftleitungen	170
II-7.3.1	Leitungen mit rechteckigem Querschnitt	173
II-7.3.2	Leitungen mit kreisförmigem Querschnitt.....	176
II-7.4	Messungen an Luftdurchlässen	179
II-7.5	Messeinrichtungen in Küchenlüftungshauben und -decken	180
II-7.6	Messungen an Aerosolabscheidern	181
II-8	Inspektion und Reinigung	183
II-8.1	Inspektionsintervalle	183
II-8.2	Reinigungsplan und Reinigung.....	184

II-9 Anlagen und Einrichtungen zur Abluftnachbehandlung 185

II-9.1	Hinweise zu Ozon	187
II-9.1.1	Einheiten	187
II-9.1.2	Entstehung/Erzeugung	187
II-9.1.3	Konzentrationen in der Luft	187
II-9.1.4	Hinweise zum Arbeitsschutz	188
II-9.1.5	Ozon in Lüftungsanlagen	188
II-9.2	Ozongeneratoren	189
II-9.3	UV-C-Anlagen	190
II-9.4	Foto-Oxidationsanlagen	193
II-9.5	Plasmaanlagen	196
II-9.6	Mikrobiologische Aerosolnachbehandlung	199
II-9.7	Wassersprüheinrichtungen	200
II-9.8	Sicherheitstechnische Anforderungen	200

II-10 Stationäre Feuerlöschanlagen für Küchen 203

II-10.1	Wann müssen Feuerlöschanlagen eingebaut werden?	204
II-10.2	Anforderungen an Feuerlöschanlagen	204

III Planung, Montage, Bauordnungsrecht und Brandschutz 207

III-1 Anforderungen an die Planung und Montage..... 207

III-1.1	Wer darf eigentlich RLT-Anlagen montieren?	208
III-1.2	Anforderungen an die Planung von RLT-Anlagen	209
III-1.3	Grundzüge einer wirtschaftlichen Planung	210
III-1.4	Außenluftansaugung und Außenluftleitung	210
III-1.5	Außenluftfilter	212

III-1.6	Abluftfilter	215
III-1.7	Ventilatoren	215
III-1.8	Wärmerückgewinnung	218
III-1.9	Zuluft einbringung	220
III-1.10	Fortluftausblasung	220
III-1.11	Küchenräume ausreichend groß planen	222
III-1.11.1	Zugfreie Einbringung der Zuluft muss möglich sein	222
III-1.11.2	Sehr hohe Gerätedichte auf kleinster Fläche	222
III-1.11.3	Anforderungen an die Lüftungstechnik	223
III-1.11.4	Planung von Produktionsküchen unter Berücksichtigung der Lüftungstechnik	224
III-1.12	Bauordnungsrecht und Brandschutzkonzept	227
III-2	Anforderungen nach der Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie	229
III-2.1	Abluftleitungen von gewerblichen Küchen	230
III-2.2	Küchenabluftreinigungsanlagen mit brennbaren Baustoffen	231
III-2.3	Lüftungszentralen	232
III-2.4	Aufstellung von Küchenabluftgeräten	233
III-2.5	Ab- und Fortluftleitungen	234
III-2.5.1	Brandschutz	234
III-2.5.2	Leitungsführung im Freien	235
III-2.5.3	Mündungen von Lüftungsleitungen	236
III-2.6	Gasbetriebene Kochgeräte	236
III-2.7	Holzkohlegrills	237
Literatur		241
Stichwortverzeichnis		245

Begriffe

Aerosol:

Feine, im Küchenabluftstrom enthaltene feste oder flüssige Partikel

Aerosolat:

Aus der Abluft ausgeschiedenes Gemisch aus Fetten, Ölen und Wasser

Aerosolabscheider:

Auf Fliehkräften basierende Einrichtung zur effizienten Abscheidung von luftgetragenen festen oder flüssigen Partikeln (Aerosolen)

Aerosolatsnachbehandlungsanlage:

Anlage zur Nachbehandlung der mit Aerosolen belasteten Küchenabluft, die nach den Aerosolabscheidern im Abluftstrom installiert ist

Aerosolatsammelrinne, Kondensatsammelrinne:

In einer Küchenlüftungshaube oder Küchenlüftungsdecke integrierte Konstruktion zur Erfassung und Ableitung des Aerosolats und der Reinigungsflüssigkeit

Abluft:

Luft von der Absaugstelle bis zum Abluftventilator

Abluftleitung:

Luftleitung für Abluft, von der Absaugstelle bis zum Abluftventilator; steht immer im Unterdruck

Ausspülgrad:

Im Randbereich von Küchenlüftungshauben oder Küchenlüftungsdecken Durchbruch der Zuluft-einbringung verursachter Grad der Störung des aufsteigenden Thermikluftstroms

Erfassungsluftstrom:

Ist definiert als das Produkt von dem Thermikluftstrom einer Küchenlüftungshaube oder -decke mit dem Ausspülgrad (Formel I-5-15). Bei Hauben/Decken mit direkt eingeblasener Zuluft (z. B. bei einer Induktionshaube) muss noch der Zuluftvolumenstrom addiert werden (Formel I-5-18)

Flammendurchschlag:

Durchtritt von Flammen durch einen Aerosolabscheider

Fortluft:

Luft vom Abluftventilator bis zur Ausblasstelle

Fortluftleitung:

Luftleitung für Fortluft vom Abluftventilator bis zur Ausblasstelle; steht immer im Überdruck

Küchenlüftungshaube:

Einrichtung zur Erfassung und Abfuhr von Küchenabluft, mit Aufnahmevorrichtungen für Aerosolabscheider, meistens mit Beleuchtungseinrichtung. In einer Küchenlüftungshaube können auch Zuluftdurchlässe integriert sein

Induktionshaube:

Spezielle Bauform einer Küchenlüftungshaube, bei der durch die Einblasung von Zuluft direkt in den Haubenkörper das Austreten der Wrasen aus dem Haubenkörper reduziert und dadurch die Erfassung verbessert werden soll

Innenseite einer Küchenlüftungsdecke oder Küchenlüftungshaube:

Unter der Innenseite wird die der Küche zugewandte Seite verstanden.

Bei Küchenlüftungshauben entspricht dies der Fläche des Stauraums

Kombinationsabscheider:

Kombination aus einem Aerosolabscheider (nicht speichernd) und einem Filtermedium (speichernd), i. d. R. aus einem Metallgestrick

Kondensation:

Der Übergang von Wasserdampf zu flüssigem Wasser. In der Küche soll aus Gründen der Hygiene keine Kondensation an Oberflächen stattfinden, wie z. B. an den Innenseiten von Abzugshauben oder Küchendecken

Latente Wärme:

Von dem lateinischen Wort „latent“ für „verborgen“ abstammend. Als latente Wärme bezeichnet man die bei einem Phasenübergang erster Ordnung (z. B. das Verdampfen/Kondensieren oder das Gefrieren/Schmelzen von Wasser) aufgenommene oder abgegebene Energiemenge

Pascal:

Physikalische Einheit für Drücke, Abkürzung Pa, $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$. Der atmosphärische Normaldruck beträgt 101.325 Pa, dies sind 101,325 hPa

Raumlufttechnische Anlagen, RLT-Anlagen:

Unter diesem Begriff werden alle Anlagen zusammengefasst, die die Aufgabe haben, Räume oder Raumbereiche, die zum Aufenthalt von Personen bestimmt sind, zu lüften und/oder zu klimatisieren

Sensible Wärme:

Auch „fühlbare“ Wärme genannt. Die Zufuhr oder Abfuhr von thermischer Energie führt unmittelbar zu Temperaturunterschieden

Stauraum:

„Nettovolumen“ der Haube, definiert durch die Haubenunterkante und die Oberfläche aller innenliegenden Einbauten, siehe auch „Innenseite einer Küchenlüftungsdecke oder Küchenlüftungshaube“

Thermikluftstrom:

Senkrecht nach oben gerichteter Luftstrom, der sich aufgrund von Dichteunterschieden an warmen Oberflächen in einer kälteren Umgebung bildet (Formel I-5-11)

Wrasen, Kochwrasen:

Beim Kochen entstehendes Gemisch aus Wasserdampf, Fetten und anderen Aerosolen (luftfremde Stoffe). Soll mit der Küchenabluft abgeführt werden

Abkürzungen und Indizes

Sofern es zweckmäßig erscheint, werden in diesem Buch dieselben Abkürzungen, Indizes und Formelzeichen verwendet, wie diese in der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 [2] angegeben werden.

a.a.R.d.T.	=	allgemein anerkannte Regel der Technik
A	=	Fläche, Oberfläche (m ²)
α	=	Ausspülgrad bei einer Küchenlüftungshaube oder –decke mit integrierter Luftzuführung - dimensionslos
abP	=	allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
abZ	=	allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
ABL	=	Abluft
AUL	=	Außenluft
FOL	=	Fortluft
LW/h	=	Luftwechsel pro Stunde
RLT-Anlage	=	raumluftechnische Anlage (Lüftungsanlage, Teilklima- oder Klimaanlage)
tr. Luft	=	trockene Luft
UML	=	Umluft
WD	=	Wasserdampf
WRG	=	Wärmerückgewinnung
Z.i.E.	=	Zustimmung im Einzelfall
ZUL	=	Zuluft

Formelzeichen

a	=	Ausspülgrad – dimensionslos
a_{ind}	=	durch Induktionswirkung verringerter Ausspülgrad
c_p	=	spezifische Wärmekapazität in J/kgK
D	=	spezifische Dampfabgabe pro kW Geräteanschlussleistung in g/(h · kW)
E	=	Strahlungsintensität in W/m ²
h	=	Lauflänge oberhalb der Wärmequelle in m
I	=	Impuls in kg · m/s ²
\dot{m}	=	Massenstrom in kg/s
\dot{m}_d	=	Massenstrom, Wasserdampf in kg/h
P	=	Anschlussleistung in kW
ΔP	=	Druckverlust in Pa
Q	=	abgegebene Wärme in kW
Q_s	=	sensible Wärmeabgabe in kW
\dot{Q}_s	=	spezifische sensible Wärmeabgabe in W/kW
$\dot{Q}_{s,k}$	=	konvektiv wirksamer Anteil der sensiblen Wärmeabgabe in W
t	=	Temperatur in °C
T	=	absolute Temperatur in K
ΔT	=	Temperaturdifferenz in K
v	=	Luftgeschwindigkeit in m/s
\dot{V}	=	Volumenstrom in m ³ /s oder in m ³ /h
$\Delta \dot{V}$	=	Differenzluftstrom in m ³ /h
\dot{V}_{th}	=	Thermikluftstrom in m ³ /h
\dot{V}_{ZUL}	=	Zuluftvolumenstrom in m ³ /h
\dot{V}_{ABL}	=	Abluftvolumenstrom in m ³ /h
\dot{V}_{Erf}	=	Erfassungsluftstrom der Ablufthaube in m ³ /h
\dot{V}_H	=	Direkt in die Haube eingeblasener Zuluftstrom (Induktionsluftstrom) in m ³ /h
x	=	absolute Feuchte der Luft in g Wasserdampf pro kg trockene Luft in g/kg
x_{ABL}	=	absoluter Wassergehalt der Abluft in g _{WD} /kg _{tr.Luft}
z	=	Aufstiegshöhe in m
z_0	=	Lage des virtuellen Ursprungs in m
x_{ZUL}	=	absoluter Wassergehalt der Zuluft in g _{WD} /kg _{tr.Luft}
ε	=	Emissionsgrad - dimensionslos
φ	=	Gleichzeitigkeitsfaktor der Nutzung der Küchengeräte
ρ	=	Dichte in kg/m ³
\propto	=	proportional

I

Grundlagen und Berechnungen

I-1 Einführung, Geltungsbereich und Schutzziele von Lüftungsanlagen für gewerbliche Küchen

I-1.1 Was sind gewerbliche Küchen?

Dieses Buch hat die Lüftung von „gewerblichen Küchen“ zum Gegenstand. Der Begriff „gewerbliche Küchen“ wird in den einschlägigen Normen und Richtlinien verwendet, ist aber nicht intuitiv zu verstehen. Der Begriff „gewerbliche Küchen“ wird im Gegensatz zu privaten Küchen verwendet, für welche die bekannten technischen Regeln nicht anzuwenden sind.

Das Wort „gewerblich“ hat in dieser Verwendung nichts mit Gewerbebetrieben, d. h. mit der Absicht Geld zu verdienen, zu tun. Vielmehr geht es hier um gewerbliche Beschäftigungsverhältnisse. Gewerblich beschäftigt sind Personen, die eine sozialversicherungspflichtige Tätigkeit ausüben, sowie geringfügig beschäftigte Personen und Auszubildende. Also überall dort, wo Personen in Küchen beschäftigt werden, wird es sich auch um gewerbliche Küchen handeln. Darunter fallen in der Regel auch Schulen, Kindertagesstätten und Weiterbildungszentren – also auch solche Einrichtungen, in denen mit dem Betrieb der Küche keine Gewinnabsichten verbunden sind.

Ausgenommen von den Regelungen für gewerbliche Küchen sind Küchen in Privathaushalten, sofern dort keine Personen gewerblich beschäftigt werden. Als private Küchen sind auch solche in Vereinen anzusehen, wenn sie von dem Verein selber betrieben und nicht verpachtet werden. Ebenfalls ausgenommen sind Küchen, die sich nicht in Gebäuden befinden, wie z. B. Küchen in Imbisswagen oder Containern. Dies ergibt sich aus dem Geltungsbereich der für gewerbliche Küchen anzuwendenden technischen Normen und Regeln, welche ausschließlich für Lüftungsanlagen in Gebäuden gelten.

Eine weitere Definition zur Verwendung des Begriffes „gewerbliche Küchen“ nach der Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie (M-LüAR) [6] findet sich in Teil III.

I-1.2 Ab welcher Küchengröße sind maschinelle Lüftungsanlagen vorzusehen?

Zur Be- und Entlüftung von gewerblichen Küchen sind maschinelle Lüftungsanlagen erforderlich. Von dieser Forderung kann nur bei gewerblichen Kleinstküchen mit einer Gesamtanschlussleistung der wärme- und feuchteabgebenden Geräte von weniger als 25 kW abgesehen werden. Zu den wärme- und feuchteabgebenden Geräten zählen – neben Spülmaschinen – alle thermischen Geräte, mit denen Speisen zubereitet oder warmgehalten werden.

Bei Küchen mit thermischen Anschlussleistungen von weniger als 25 kW werden in den Regelwerken unterschiedliche Forderungen aufgestellt. Die VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 [2] empfiehlt für solche Küchen eine maschinelle Abluftanlage, wo hingegen die europäische Norm DIN EN 16282 Teil 1 [3] Abluftanlagen fordert.

Aus Sicht des Autors sind in Kleinstküchen (< 25 kW Anschlussleistung) maschinelle Abluftanlagen nur dann erforderlich, wenn mit einer erhöhten Belastung des Raums durch Aerosole oder Wrasen zu rechnen ist, wie dies z. B. über einem Herd oder einem Grill der Fall ist. Maschinelle Zuluftanlagen werden für Kleinstküchen nicht gefordert, es wird allerdings davon ausgegangen, dass ausreichend hygienisch einwandfreie Zuluft über Fenster oder andere Einrichtungen nachströmen kann. Fenster, die zur Zuluftnachströmung von Küchenräumen verwendet werden, müssen mit Fliegengittern versehen werden.

I-1.3 Warum werden in gewerblichen Küchen Lüftungsanlagen benötigt?

In gewerblichen Küchen werden viele verschiedene Tätigkeiten vorgenommen. In diesen Küchen

- wird gekocht, gedünstet, gebraten, frittiert und gegrillt
- werden Salate, kalte Speisen und Nachtische zubereitet
- werden Speisen warmgehalten, ausgegeben oder eingefroren
- werden Töpfe, Pfannen und Geschirr gespült
- werden Gemüse und Salate geputzt
- werden Lebensmittel und Geschirr gelagert
- u. a. m.

Viele dieser Tätigkeiten geben Wärme oder Feuchte an die Raumluft ab. Durch das Kochen oder Braten gelangen zusätzlich noch Fette und andere, eventuell auch gesundheitsgefährdende, Stoffe in die Luft und es bilden sich Gerüche. Beim Kochen mit Gas entstehen toxische Verbrennungsprodukte, wie z. B. Kohlenmonoxid (CO). In bestimmten Küchenbereichen werden erhöhte Anforderungen an die Hygiene oder die einzuhaltenden Raumtemperaturen gestellt, wie dies z. B. in Vorbereitungsräumen für frischen Fisch, Fleisch oder auch Salate der Fall ist.

Aus Räumen, in denen „erdberührte“ Gemüse wie z. B. Kartoffeln, Rüben oder Kohl geputzt werden, darf keine Luft in die warme Küche überströmen. Solche Räume sind deshalb immer im Unterdruck zu betreiben.

Zu- und Abluftanlagen haben die Aufgabe,

- die Anforderungen an die Hygiene der Raumluft sicherzustellen
- den erforderlichen Luftaustausch zu gewährleisten
- Wärme, Feuchtigkeit, luftfremde Stoffe und Gerüche abzuführen
- gezielte Strömungsmuster aufzubauen, welche die Schadstoffabfuhr gewährleisten
- das Eindringen von gesundheitlich nicht zuträglicher Luft zu verhindern.

Neben dem Schutz des Personals und der Herstellung geeigneter Arbeitsplatzbedingungen ist eine weitere Aufgabe der Lüftungsanlage der Schutz des Baukörpers vor Kondensation aufgrund zu hoher Luftfeuchte, die zu hygienisch bedenklichen Ablagerungen und zur Schimmelbildung führen kann.

I-2 Normen und Vorschriften

I-2.1 Arbeitsschutz

Lüftungsanlagen in gewerblichen Küchen dienen in erster Linie dem Arbeitsschutz der in der Küche beschäftigten Personen und danach dem Schutz des Gebäudes. Sie haben den Zweck, den beim Kochprozess entstehenden Wrasen abzusaugen, gesundheitlich zuträgliche Außenluft zuzuführen sowie die Temperatur und die Luftfeuchte in der Küche zu regulieren.

Die Berufsgenossenschaft BGN [1] hat die beim Kochen und Spülen auftretenden Stoffe untersucht und dabei festgestellt, dass überwiegend beim Braten und Frittieren gesundheitsgefährdende Stoffe erzeugt werden. Von diesen sind über 200 verschiedene Stoffe bekannt, darunter auch karzinogene Stoffe. Bei vielen dieser Partikel befinden sich die Durchmesser im lungengängigen Bereich, sodass das Einatmen dieser Partikel vermieden werden muss. Beim Spülprozess gelangen Reste von Spülmitteln und Salzen in die Luft, welche bei höheren Konzentrationen ebenfalls nicht der Gesundheit zuträglich sind. Generelle Aussagen über die Art und Anzahl gesundheitsgefährdender Stoffe sind nicht möglich, da das Auftreten dieser Stoffe von den angewendeten Kochverfahren, Temperaturen und den verwendeten Rohstoffen (z. B. Speisefette), Materialien und Betriebsstoffen (z. B. Spülmittel) abhängt.

Für die Planung, die Errichtung und den Betrieb von Küchenlüftungsanlagen sind a.a.R.d.T. (allgemein anerkannte Regeln der Technik) und andere Vorschriften bekannt, die zu beachten sind (siehe Kapitel 2.2). Die Pyramide in Abbildung I-2-1 soll die Rechtshierarchie verdeutlichen und die zur Erreichung des Arbeitsschutzes bei der Planung und dem Betrieb einzuhaltenden Gesetze, Vorschriften, Verordnungen, Regelwerke usw. wiedergeben.

Bei Einhaltung der einschlägigen Normen, Richtlinien und a.a.R.d.T. ist davon auszugehen, dass der Arbeitsschutz eingehalten wird. Hierfür bedarf es dann keiner über die üblichen Abnahmemessungen (Luftvolumenströme, Temperaturen, Schall usw.) hinausgehender Nachweise, sofern diese nicht im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens gefordert werden.

Anders verhält es sich, wenn von den o. g. Regeln abgewichen wird, was einen Verstoß gegen das Arbeitsschutzgesetz bedeuten könnte. In solch einem Fall ist dann die Gleichwertigkeit der gewählten Lösung zu den Normen, Richtlinien und den a.a.R.d.T. vom Architekten, dem Fachplaner oder dem Betreiber der Küche nachzuweisen. Der Autor hält daher die Beschreibung von abweichenden Lösungen und deren Genehmigung im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens für zwingend erforderlich.

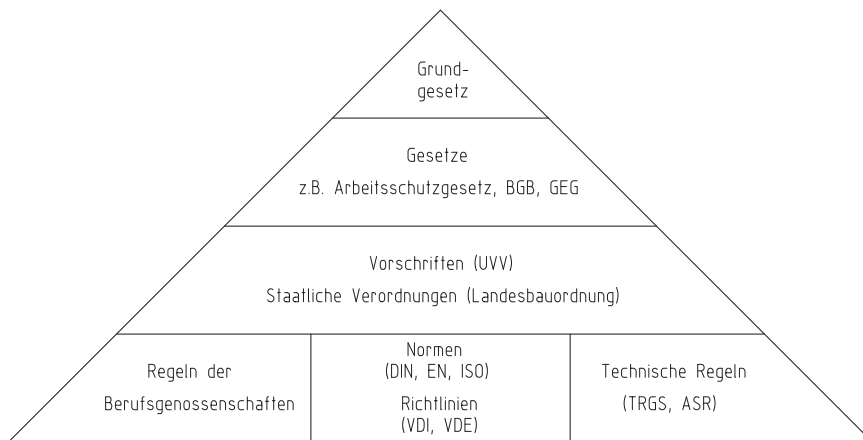


Abbildung I-2-1: Rechtshierarchie im Arbeitsschutz

Die Genehmigungsunterlagen, die dann auch alle notwendigen Nachweise enthalten sollten, könnten im Rahmen eines Lüftungsgesuchs oder eines Bauantrags Lüftung eingereicht und bauaufsichtlich genehmigt werden. Dies ergibt sich aus dem Umstand, dass in Baugenehmigungen immer die Einhaltung der a.a.R.d.T., der einschlägigen DIN-Normen und anderer technischer Regeln gefordert wird. Ein mängelfreies Prüfergebnis durch bauaufsichtlich anerkannte Prüfsachverständige erscheint andernfalls bei von den a.a.R.d.T. abweichenden Ausführungen kaum möglich.

I-2.2 Nach welchen technischen Regeln richtig planen?

Bei der Planung von RLT-Anlagen für Großküchen sind zahlreiche Normen und Vorschriften zu beachten; die wichtigsten sollen hier vorgestellt werden.

Die VDI-Richtlinie 2052 „Raumlufthtechnische Anlagen für Küchen“ [2] ist seit vielen Jahren in Deutschland eingeführt und hat sich bereits in der Praxis bewährt. Die aktuell gültige Ausgabe stammt vom April 2017 und wird erstmalig als VDI 2052 Blatt 1: „Raumlufthtechnik Küchen“ bezeichnet. Sie wird ergänzt durch das Blatt 2 [30], welches die Reinigung von Küchenabluftanlagen zum Gegenstand hat.

Die VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 bietet wichtige Hinweise für die Planung, die Errichtung und den Betrieb von gewerblichen Küchen. Bis vor wenigen Jahren gab es in Deutschland zusätzlich die DIN-Normenreihe 18869 „Einrichtungen zur Be- und Entlüftung von gewerbsmäßigen Küchen“, welche aus sieben Teilen bestand und inzwischen vollständig zurückgezogen wurde. Sie wurde durch die in Europa eingeführte Normenreihe DIN EN 16282 „Baulemente in gewerblichen Küchen – Einrichtungen zur Be- und Entlüftung“ ersetzt und durch einen Planungsteil (DIN EN 16282-1) ergänzt.

Die Euronorm besteht demnach aus acht Teilen und deckt inhaltlich die Teile 1-7 der DIN 18869 weitgehend ab, die mit Erscheinen der Euronorm zurückgezogen wurde. In dem zusätzlichen Teil,

Teil 1 der Euronorm, werden allgemeine Anforderungen und planerische Aspekte für die gesamte Küchenlüftungsanlage behandelt, ähnlich wie in der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1. Die Einführung der Euronorm hatte sich immer wieder verschoben, im April 2020 wurden dann die letzten Teile veröffentlicht. Die Normenreihe DIN EN 16282 besteht im Einzelnen aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen einschließlich Berechnungsmethoden: 2017-12 [3]
- Teil 2: Küchenlüftungshauben; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen;
Deutsche Fassung: 2017-06. Ersatz für DIN 18869-1:2005-03 [31]
- Teil 3: Küchenlüftungsdecken; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen;
Deutsche Fassung: 2017-06. Ersatz für DIN 18869-2:2005-03 [32]
- Teil 4: Luftdurchlässe; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen;
Deutsche Fassung: 2017-06. Ersatz für DIN 18869-3:2005-03 [44]
- Teil 5: Luftleitungen; Gestaltung und Dimensionierung;
Deutsche Fassung: 2017-12. Ersatz für DIN 18869-4:2005-03 [34]
- Teil 6: Abscheider; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen;
Deutsche Fassung: 2020-04. Ersatz für DIN 18896-5 [35]
- Teil 7: Einbau und Betrieb von stationären Feuerlöschanlagen;
Deutsche Fassung: 2017-12. Ersatz für DIN 18869-6:2005-03 [39]
- Teil 8: Anlagen zur Aerosolnachbehandlung¹; Anforderungen und Prüfung;
Deutsche Fassung: 2017-12. Ersatz für DIN 18869-7:2010-11[37]

Zur besseren Lesbarkeit werden im weiteren Verlauf dieses Buchs die europäische Normenreihe DIN EN 16282 oder deren Teile als „Euronorm“ und die VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 als „VDI-Richtlinie“ oder als „Richtlinie“ bezeichnet.

Leider waren es DIN und dem VDI nicht möglich, einen gemeinsamen Teil zu entwickeln, der die planerischen Aspekte berücksichtigt. Der Entwurf des Teils 1 der Euronorm wurde auf Basis der VDI-Richtlinie 2052 (Ausgabe April 2006) in das europäische Normierungsverfahren eingebracht. Dieser Entwurf wurde dann im Rahmen des Normierungsverfahrens an mehreren Stellen verändert, sodass der Weißdruck der DIN EN 16282-1 von der Fassung der VDI-Richtlinie 2052 (April 2006) abweicht. Gleichzeitig hatte der VDI mit einer Überarbeitung der Richtlinie begonnen, die im April 2017 als Weißdruck erschienen ist. Im Rahmen dieser Überarbeitung kam es ebenfalls an einigen Stellen zu Änderungen gegenüber der Fassung vom April 2006. Daher stehen jetzt mit der Euronorm DIN EN 16282-1 und der VDI 2052 Blatt 1 nunmehr zwei inhaltlich sehr ähnliche Regelwerke zur Verfügung, die beide als anerkannte Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) anzusehen sind.

Dem Planer stellt sich daher die Frage, nach welcher technischen Regel er zu Planen hat. Für in Deutschland befindliche Anlagen empfiehlt der Autor die Anwendung der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1. Sie hat sich in der Praxis bewährt und ist auch bei vielen Planern und ausführenden Firmen bekannt. Bei der Herstellung von Komponenten sind die Anforderungen der Euronorm für Küchenlüftungshaube, Küchenlüftungsdecke, Aerosolabscheider, Feuerlöschanlagen und Abluftreini-

1 Anlagen zur Abluftnachbehandlung und -reinigung

gungssystemen zu beachten. Bei der Planung und Errichtung von Anlagen sind zusätzlich die Anforderungen der Euronorm für Luftdurchlässe und Luftleitungssysteme zu berücksichtigen. Der Planer ist gut damit beraten, seinen Auftraggeber über die unterschiedlichen Regelwerke zu informieren und – im Rahmen von Planungsvereinbarungen o. ä. – die anzuwendenden Normen und Richtlinien schriftlich zu vereinbaren.

Zum Glück stimmen die VDI-Richtlinie und die Euronorm in den meisten Punkten überein. Wichtige Unterschiede gibt es aber, gerade bei der Berechnung der Luftvolumenströme in der warmen Küche und auch in der Spülküche. In diesem Buch wird an den entsprechenden Stellen auf die Unterschiede zwischen den beiden Regelwerken eingegangen.

I-2.3 Weitere Regeln: Berufsgenossenschaft und Arbeitsstättenrichtlinien

Neben der VDI-Richtlinie und den Euronormen sind bei der Planung und Errichtung von RLT-Anlagen für Küchen noch weitere Regeln zu beachten:

- DGUV Regel 110 [4], Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit in Küchenbetrieben vom April 2019 und
- ASI 2.19 [1], Arbeits-Sicherheits-Information der BGN Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Be- und Entlüftung von gewerblichen Küchen vom Mai 2020.

Die DGUV Regel 110 gilt für alle Mitgliedsbetriebe der Berufsgenossenschaft und enthält zahlreiche Vorgaben für den Bau und die Ausstattung von gewerblichen Küchen. Die Anforderungen an die Lüftungstechnik sind in dieser Regel eher knappgehalten und decken sich mit denen aus der VDI 2052 (Ausgabe April 2017), sodass bei Beachtung der VDI 2052 auch die Anforderungen der DGUV 110 eingehalten sind. Ein wichtiger Aspekt bei der Planung von Küchenlüftungsanlagen sind die in Arbeitsräumen – und damit auch in Küchen – einzuhaltenden Mindestdeckenhöhen. Unterschreitungen sind nur in Ausnahmen möglich und sollten im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens mit den Behörden abgestimmt werden.

Die Deckenhöhe ist besonders für die Lüftungsplanung im Bereich der warmen Küchen und der Spülküchen von Bedeutung. Hier sind oftmals Lüftungsleitungen mit großen Querschnitten an Lüftungshauben oder -decken anzuschließen. Aus technischen Gründen können auch Querungen von Lüftungsleitungen unvermeidlich sein, welche die Raumhöhe zusätzlich reduzieren. Sofern Küchenlüftungsdecken eingesetzt werden, bilden diese den Raumabschluss und dürfen nicht unterhalb der Mindestdeckenhöhe eingebaut werden. Bei der Verwendung von Ablufthauben sollte die Höhe der Zwischendecke die Mindesthöhe einhalten, die Unterkanten der Ablufthauben dürfen darunterliegen. In Nebenräumen, in denen sich keine Arbeitsplätze befinden oder weniger als zwei Stunden pro Tag gearbeitet wird, wie z. B. in Lager- und Abstellräumen, dürfen die in Tabelle I-2-1 genannten Raumhöhen unterschritten werden.

Tabelle I-2-1: Mindestdeckenhöhen in gewerblichen Küchen

Grundfläche Arbeitsraum		Mindestdeckenhöhe
bis	50 m ²	2,5 m
mehr als	50 m ² bis 100 m ²	2,75 m
mehr als	100 m ²	3 m
mehr als	1.000 m ²	3,25 m

Ausführlichere Anforderungen an die Lüftungstechnik stellt die ASI 2.19 [1]. Hier wird auch ausführlich auf Belastungen des Personals durch zu hohe Raumtemperaturen, zu hohe Raumluftfeuchte, Wärmestrahlung, das Zugluftrisiko u. a. m. eingegangen. Ebenfalls werden hier die beim Kochbetrieb auftretenden stofflichen Belastungen durch das Erhitzen von Speisen ausführlich beschrieben, auf die schon in Kapitel I-2.1 eingegangen wurde. Die Anforderungen an die Küchenlüftungstechnik stimmen mit denen aus der VDI 2052 (Ausgabe April 2017) überein, sodass auch hier bei Einhaltung dieser Richtlinie die Anforderungen der ASI 2.19 erfüllt werden

I-2.4 Allgemein anerkannte Regeln der Technik

Gemäß dem geltenden Baurecht sind Lüftungsanlagen in Übereinstimmung mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) zu errichten. Dabei handelt es sich um Regeln, die von der Mehrzahl der Fachwelt als richtig anerkannt sind, zudem wissenschaftlich begründet sind und sich in der Praxis bewährt haben. Sie können in Regelwerken niedergeschrieben sein, müssen es aber nicht. Bei DIN-Normen und VDI-Richtlinien besteht die Vermutung, dass diese a.a.R.d.T. darstellen. Neben den bereits genannten Euronormen DIN EN 16282 und der VDI-Richtlinie 2052 sollen hier die wichtigsten bei der Planung und Ausführung von Küchenlüftungsanlagen zu beachtenden a.a.R.d.T. genannt werden:

- Hygiene: VDI-Richtlinie 6022 Blatt 1: Hygieneanforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte [9]
- Brandschutz: Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie [6]
- Brandschutz: Muster-Leitungsanlagenrichtlinie [7]
- Allgemeine Lufttechnik: DIN EN 16798-3: Lüftung von Nichtwohngebäuden – Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme [10]
- Auslegung: DIN EN 16798-1: Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik [11]
- Auslegung: VDI 4710 Blatt 3: Meteorologische Grundlagen für die technische Gebäudeausrüstung [12]
- Planung: VDI 3803 Blatt 1: Zentrale Raumluftechnische Anlagen – Bauliche und technische Anforderungen [13]
- Abnahmemessungen: DIN EN 12599: Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen [14]

I-3 Grundlagen für die Planung

Im vorliegenden Buch wird speziell auf die Anforderungen und Aufgaben von RLT-Anlagen innerhalb von gewerblichen Küchen und deren Nebenräume eingegangen. Grundsätzliche lüftungstechnische Aspekte, wie die Auslegung des Luftleitungsnetzes, die Berechnung von Druckverlusten oder der Aufbau und die Ausführung von RLT-Geräten werden als bekannt vorausgesetzt und in diesem Buch nicht behandelt. Auf wichtige planerische Aspekte von RLT-Anlagen in Küchen wird im Teil III dieses Buches eingegangen.

I-3.1 Grundlegende Anforderungen

Grundlegende Anforderungen ergeben sich aus den Hygiene- und thermodynamischen Anforderungen an die Küchenlüftungsanlage. Die Anlagen sind so zu planen, zu errichten und instand zu halten, dass:

- die vorgegebenen Raumtemperaturen und die relative Luftfeuchte im Raum eingehalten werden
- Gerüche und luftfremde Stoffe möglichst vollständig abgeführt werden
- der Küche nur hygienisch einwandfreie Außenluft zugeführt wird
- das Ansaugen von Küchenfortluft durch Zuluftanlagen ausgeschlossen wird
- sich Strömungsmuster ergeben, die das Nachströmen hygienisch bedenklicher Luft aus anderen Räumen oder Bereichen ausschließen
- die Rückströmung von „luftfremden Stoffen“ aus aufsteigenden Wrasen o.ä. soweit als möglich verhindert wird
- Beeinträchtigungen von nicht zur Küche gehörenden Räumen ausgeschlossen werden
- Störungen der Nachbarschaft durch Essengerüche aus der Fortluft oder durch Anlagengeräusche vermieden werden.

Hierfür ist es meist erforderlich, unterschiedliche Nutzungsbereiche in der Küche mit eigenständigen Abluftanlagen auszustatten.

Um zwischen dem Auftraggeber und dem Planer Rechtssicherheit zu erreichen, ist es zu empfehlen, grundlegende Eigenschaften der Anlage im Rahmen einer Planungsvereinbarung schriftlich festzuhalten.

Planungsvereinbarungen

Die Planung von Anlagen nach den harmonisierten europäischen Normen lässt dem Fachplaner durch den Wegfall einzuhaltender Werte, z. B. fester Vorgaben für den personenbezogenen Außenluftvolumenstrom, sehr viel mehr Freiraum als früher. Damit ist aber verbunden, dass die Eingangsgrößen der Planung zwischen dem Fachplaner und dem Bauherrn vereinbart und fortgeschrieben werden müssen und dass diese zu Vertragsbestandteilen werden. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf folgende Aspekte zu legen:

- die Außenluftbedingungen wie Außenluftqualität (ODA), die maximal zu berücksichtigenden Außenlufttemperaturen und -luftfeuchten
- die maximalen und minimalen Raumlufthtemperaturen und Raumlufthfeuchten
- damit einhergehend die Frage, ob die Zuluft gekühlt werden soll
- durch die Lüftungsanlage verursachte maximal zulässige Schallpegel
- die Innenraumlufthqualität (IDA)
- die Strömungsrichtungen in der Küche.

I-3.2 Thermische Behaglichkeit, Lufttemperaturen

Thermische Behaglichkeit hängt immer von der ausgeübten Tätigkeit (dem Aktivitätsgrad) und von der Art der Bekleidung ab. Abhängig von der Jahreszeit werden von der Mehrheit der Personen Raumtemperaturen zwischen 19 °C bis 24 °C als behaglich empfunden. Die damit einhergehende relative Luftfeuchtigkeit liegt in einem Bereich von 30 % bis 80 % r.F. In Küchen befinden sich Arbeitsbereiche, in denen sich thermische Behaglichkeit nicht immer erreichen lässt, wie dies aus der nachstehenden Tabelle leicht ersichtlich wird.

Tabelle I-3-1: Typische Temperaturen in verschiedenen Küchenbereichen

Küchenbereiche	Temperaturen
Fleischvorbereitung	15 - 18 °C
Gemüse, Salat und Kartoffelvorbereitung	15 - 20 °C
Kalte Küche	17 - 20 °C
Lageraum für Cook & Chill-Speisen	0 - 3 °C
Verteilraum für Speisen nach dem Cook & Chill-System	15 - 18 °C

Tabelle I-3-2: Zulässige Raumlufthfeuchten in Abhängigkeit der Raumlufthtemperatur

Raumlufthtemperatur °C	Raumlufthfeuchte %
20	80
22	70
24	62
26	55

Neben den hier aufgeführten Räumen werden sich behagliche Temperaturen auch oftmals nicht in Arbeitsbereichen der warmen Küche, besonders in der Nähe von Wärme abgebenden Geräten mit großer Leistung oder in der Spülküche erreichen lassen. In diesen Bereichen sollten zumindest erträgliche Arbeitstemperaturen angestrebt werden. Als erträglich werden Temperaturen bis 32 °C mit einer rel. Luftfeuchte oberhalb 30 % bis zu einer absoluten Feuchte von 16,5 g Wasserdampf

pro kg trockener Luft ($\text{g/kg}_{\text{tr.Luft}}$) angesehen. Dieser Temperatur- und Feuchtebereich lässt sich unter schwülwarmen sommerlichen Bedingungen in den warmen Regionen Deutschlands nicht immer einhalten, da das Δx zur Feuchteabfuhr aus der Küche $6 \text{ g/kg}_{\text{tr.Luft}}$ betragen soll. Damit ergibt sich ein maximaler Wasserdampfgehalt der Zuluft von $10,5 \text{ g/kg}_{\text{tr.Luft}}$.

Die Temperatur im Raum sollte zumindest 18°C betragen und – im Rahmen des betrieblich Möglichen – eine Raumlufttemperatur von 26°C nicht überschreiten. Bei höheren Temperaturen sind geeignete Maßnahmen entsprechend der Arbeitsstättenrichtlinie 3.5 [15] vorzunehmen. Diese schreibt vor, an sonnenbeschienenen Fenstern außenliegende Beschattungseinrichtungen zu installieren. Diese sind immer dann erforderlich, wenn die Lufttemperatur im Raum über 26°C liegt und dabei gleichzeitig die Außentemperatur weniger als 26°C beträgt.

Bei Temperaturen im Raum oberhalb von 30°C sind zusätzliche organisatorische Maßnahmen erforderlich, wie z. B. eine effektive Steuerung der Lüftungsanlage zur Nachtauskühlung, die Lockerung von Bekleidungsvorschriften oder die Bereitstellung von Getränken. Bei dauerhaften Lufttemperaturen oberhalb 35°C sind Räume zu den Zeiten der Überschreitung ohne zusätzliche technische Maßnahmen (z. B. Luftduschen, Wasserschleier) oder organisatorische Maßnahmen (z. B. Entwärmungsphasen) nicht als Arbeitsraum geeignet.

Gekühlte Zuluft, ja oder nein?

Grundsätzlich gilt auch in Küchen die Arbeitsstättenrichtlinie, die eine Kühlung der Zuluft nicht fordert. Damit keine übermäßig warme Zuluft in die Küche gelangt, sollte auf die Lage und Anordnung der Außenluftansaugöffnungen geachtet werden. Diese sollte nicht zu dicht oberhalb sonnenbeschienener (Dach-)Flächen liegen und sich möglichst im freien Luftstrom befinden.

Jahreszeitlich bedingte kurzzeitige Überschreitungen der Lufttemperatur in der Küche von 26°C sind nicht zu beanstanden. In den warmen Regionen Deutschlands können während eines warmen Sommers diese Überschreitungen allerdings über mehrere Wochen andauern und dem Küchenpersonal das Arbeiten erheblich erschweren. Bei solchen Wetterbedingungen würde gekühlte Zuluft die Arbeitsbedingungen in der Küche verbessern. Es stellt sich dann zudem die Frage, ob diese Überschreitungen dann noch als „kurzzeitig“ anzusehen sind.

Bei der Verwendung ungekühlter Zuluft kann es bei schwülwarmer Witterung zu Kondensationserscheinungen in der Küche kommen, wenn die Abfuhr der Feuchtelasten (latente Wärme) durch die feuchte Zuluft nicht mehr sichergestellt ist. Die Kondensation von Wasserdampf an Oberflächen in der Küche ist unter hygienischen Gesichtspunkten immer als bedenklich anzusehen und daher zu vermeiden. Es besteht die Gefahr, dass Tropfen auf Lebensmittel, fertige Speisen, Arbeitsflächen oder Kochgeräte herabfallen.

Die Architekten, Fachplaner und Betreiber sollten daher immer das Gesamtkonzept des Gebäudes im Auge behalten. In einer Schule, in der allenfalls die EDV-Räume gekühlt werden, ließe sich eine Kühlung der Küchenzuluft wahrscheinlich nur schwer rechtfertigen. Anders sieht es in einem Bürogebäude aus, wenn die Zuluft der Büro- und Besprechungsräume gekühlt wird. Hier ist eine Kühlung der Küchenzuluft immer zu empfehlen.

Warum sollten die Mitarbeiter, die in der Küche unter ungünstigen klimatischen Bedingungen körperlich arbeiten, schlechter gestellt werden als die Büromitarbeiter? Aus der Sicht des Autors ist in großen Küchen von Hotels, Restaurants, Büro- und Geschäftshäusern, Hochschulen oder Krankenhäusern eine Kühlung der Zuluft immer zu empfehlen. Unter technischen und finanziellen Gesichtspunkten bietet sich zumindest eine Teilkühlung der Zuluft durch adiabate Kühlung (Verdunstungskühlung) der Abluft an

I-3.2.1 Strahlungswärme

Eine Lüftungsanlage kann nur den konvektiven und den latenten Anteil (Wasserdampf) der von den Kochgeräten eingebrachten Wärme abführen, nicht aber die von den heißen Oberflächen abgestrahlte Wärme. In den Berechnungsformeln der VDI 2052 Blatt 1 und der DIN EN 18869-1 werden der konvektive Anteil und der Anteil der Strahlung jeweils mit 50 % der sensiblen Wärmeabgabe des Küchengerätes angenommen. Dies wirkt sich besonders auf den abzuführenden Thermikluftstrom und damit auf die erforderlichen Abluftvolumenströme aus (siehe Kapitel I-5.2).

Die von einer heißen Oberfläche abgestrahlte Strahlungsleistung hängt im Wesentlichen von der Oberflächentemperatur, der Oberflächengröße und dem Oberflächenmaterial ab. Den größten Einfluss hierbei hat die Oberflächentemperatur, da die Strahlungsleistung in der vierten Potenz mit der Temperatur ansteigt ($E \propto T^4$). Das Oberflächenmaterial geht im Wesentlichen über seine Farbe ein, die den Emissionsgrad bestimmt. Der Emissionsgrad liegt bei schwarzen Oberflächen nahe dem Maximum von 1 (Schwarze Strahler). Blank polierte, glänzende oder spiegelnde

Oberflächen (z. B. hartverchromte, glänzende Grillplatten) haben einen niedrigen Emissionsgrad, sodass sich durch die Verwendung solcher Materialien die Strahlungswärme reduzieren lässt. Auch durch eine gute Anpassung des Kochgeschirrs an die Kochzonen oder durch die Verwendung doppelwandiger, isolierter Kochgeräte lässt sich die abgegebene Strahlungswärme reduzieren. Ein physikalisches Merkmal der Strahlungswärme ist, dass deren Intensität mit dem Quadrat vom Abstand zur Strahlungsquelle abnimmt. Die Strahlungsintensität E lässt sich modellhaft nach folgender Gleichung berechnen:

$$E \propto \varepsilon \cdot k \cdot A \cdot r^2 \cdot T^4 \quad (\text{I-3-1})$$

mit

- E : Strahlungsintensität in W/m^2
- ε : Emissionsgrad
- k : Konstante
- A : Oberfläche in m^2
- r : Abstand in m
- T : Absolute Temperatur in Kelvin (K)

Anhand der Abbildung I-3-1 ist zu erkennen, wie stark die Strahlungsintensität – und damit die Wärmebelastung für den menschlichen Körper – mit dem Abstand von der Wärmequelle abnimmt.

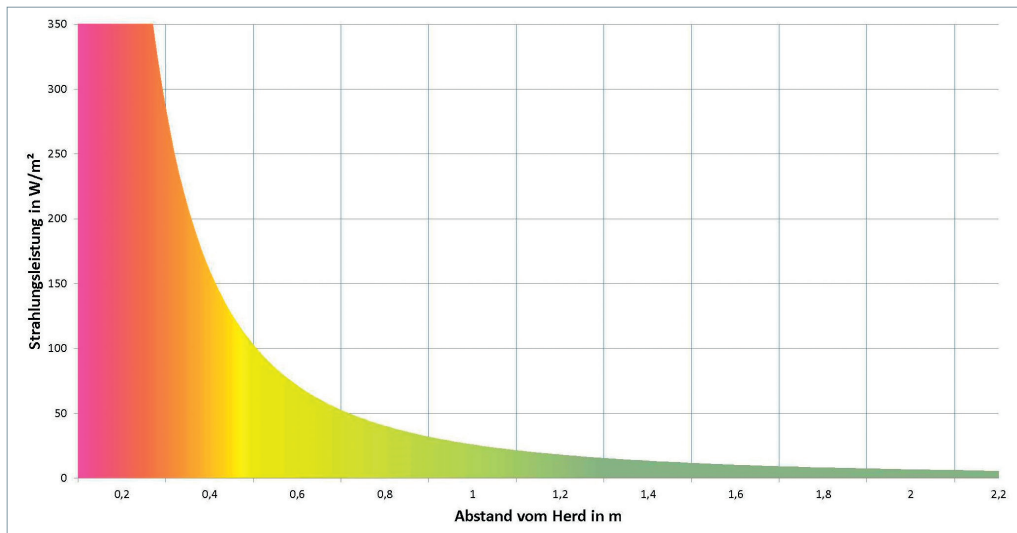


Abbildung I-3-1: Strahlungsintensität im Abstand von einer Herdplatte
(Quelle: BGN ASI 2.19 [1])

Es sollte daher bei der Planung von Küchen darauf geachtet werden, dass das Personal ausreichend Platz hat, um beim Kochen zeitweise einen Schritt vom Herd oder von anderen heißen Oberflächen zurückzutreten, um sich so der hohen Wärmestrahlung zu entziehen.

I-3.2.2 Messung der Raumtemperatur

Die Arbeitsstättenrichtlinie nennt die Lufttemperatur als einzuhaltende Temperatur und nicht die operative Raumtemperatur nach DIN EN 12599, in welcher auch noch die Strahlung der Umfassungsflächen zu berücksichtigen ist. Die Messungen sind bei sitzender Tätigkeit in einer Höhe von 0,6 m und bei stehender Tätigkeit in einer Höhe von 1,1 m durchzuführen. Für die Messung ist ein „strahlungsgeschütztes“ Thermometer zu verwenden. Strahlungsgeschützte Thermometer werden hauptsächlich in der Meteorologie eingesetzt, die wenigsten Klimatechniker werden solch ein Thermometer mit sich führen. Die Messung kann aber auch mit einem normalen Thermometer ausgeführt werden, wenn die auf das Thermometer treffende Wärmestrahlung von diesem abgehalten wird. Hierzu kann z. B. ein Schreibblock oder eine Aktenmappe vor das Thermometer gehalten werden. Dies ist natürlich nur an solchen Messstellen erforderlich, an denen Wärme- oder Kältestrahungen auftreten, also in der Nähe von heißen oder kalten Oberflächen.

I-3.3 Lärmschutz

Der von der RLT-Anlage abgegebene Schalldruckpegel ist im Arbeitsbereich auf Werte von 50 dB(A) bis 60 dB(A) zu begrenzen, wobei ein Richtwert von 55 dB(A) empfohlen wird. In Geschirr- und

Topfspülen sind um bis zu 5 dB(A) höhere Werte zulässig. Bei offenen Speiseausgaben darf der maximale Schalldruckpegel nur 50 dB(A) betragen. Die Messungen der A-Schalldruckpegel sind im Arbeitsbereich in einer Höhe von 1,55 m über dem Fußboden vorzunehmen.

In der Abluft sollten leise laufende Ventilatoren mit niedrigen Drehzahlen verwendet werden. Auf den Einbau zusätzlicher Schalldämpfer, welche schwer zu reinigen sind, sollte möglichst verzichtet werden.

In der Küche können zur Reduzierung des Schallpegels zusätzliche schallabsorbierende Oberflächen eingesetzt werden. Hierzu werden von der Industrie schalldämpfende Deckenpaneele, Deckenplatten o. ä. angeboten, die auch die Anforderungen an die Hygiene erfüllen.

Aus der Praxis

Ventilatoren werden mit unterschiedlichen maximalen Drehzahlen angeboten. Die Maximaldrehzahl eines Drehstrommotors ergibt sich aus der Netzfrequenz ($50 \text{ Hz} = 3000 \text{ 1/min}$) und der Anzahl der Pole der Motorwicklung. Ein zweipoliger Motor dreht mit max. 3000 Umdrehungen pro min (1/min), ein vierpoliger mit 1500 1/min und ein sechspoliger Motor mit 1000 1/min.

Die Lautstärke eines Ventilators steigt mit seiner Drehzahl. Daher sollten Ventilatoren mit zweipoligen Motoren wegen ihrer bedeutend höheren Schallemissionen in Küchenabluftanlagen nicht eingesetzt werden.

I-3.4 Anforderungen an die Hygiene

RLT-Anlagen haben eine wichtige Funktion bei der Erzeugung eines hygienisch unbedenklichen Raumklimas. Hierzu zählen nicht nur die Abfuhr von Wärme, Feuchtigkeit und Schadstoffen oder die Bereitstellung hygienisch unbedenklicher Zuluft, sondern auch die Erzeugung von gezielten Strömungsmustern und Druckverhältnissen zwischen den einzelnen Küchenräumen. Hierfür sind von den Küchenplanern „reine“ und „unreine“ Räume und Bereiche zu identifizieren und den Lüftungsplanern mitzuteilen. Diese haben dann die Aufgabe, anhand der den einzelnen Räumen zuzuführenden Luftvolumenströme und durch die Anordnung der Zuluft- und Abluftdurchlässe Strömungsmuster zu erzeugen, die immer von den reinen zu den unreinen Bereichen gerichtet sind. Ein undefiniertes Abströmen von Geruchsstoffen, Schadstoffen oder anderer gasförmiger Stoffe kann dadurch verhindert werden. In der warmen Küche werden die warmen und heißen Oberflächen – wegen der sich ausbildenden Thermikströmungen – das Strömungsmuster prägen. In Richtung solcher Flächen wird immer Zuluft strömen, welche dann durch die Thermik in Richtung Raumdecke geleitet wird. Dieser Effekt ist bei der Planung zu berücksichtigen.

Damit die Geruchsausbreitung in das Gebäude hinein verhindert wird, sollte die Bilanz der Luftvolumenströme zwischen Zuluft und Abluft möglichst ausgeglichen sein. Rein technisch lässt sich dies nicht immer darstellen. Der Autor betrachtet daher – im Sinne einer Verhinderung der Geruchsausbreitung – geringe Unterdrücke zur Küche hin als unkritisch. Die VDI-Richtlinie nennt eine Volu-

menstromdifferenz zwischen Zu- und Abluft von 3 % bis 5 %. Solch eine Lösung wäre besonders dann zu bevorzugen, wenn der Küche ein Flur vorgelagert ist und der Unterdruck somit zwischen dem Gebäude und dem vorgelagerten Flur auftritt. In Spülküchen wird generell ein Unterdruck zur warmen Küche gefordert.

In der Planung sind auch die Einflüsse von zur Küche hin geöffneten Türen zu beachten. Bei der Anlieferung von Ware werden oftmals Türen verkeilt – mit der Folge, dass es in der Küche zu unerwünschten Querströmungen kommen kann, welche die geplanten Strömungsmuster komplett auflösen. An kritischen Stellen, wie z. B. zwischen Speisenausgabe und warmer Küche, von wo die Luft dann häufig in oder aus dem Speiseraum strömt, sollte der Einbau von Automattüren in Betracht gezogen werden.

Zur Sicherstellung eines hygienisch unbedenklichen Betriebs ist eine intensive Abstimmung zwischen dem Bauherrn, den Architekten, den Fachplanern und gegebenenfalls mit den zuständigen Behörden (Veterinäramt, Amt für Lebensmittelkontrolle etc.) vorzunehmen.

Abbildung I-3-2 zeigt beispielhaft die in den verschiedenen Küchenbereichen zulässigen Strömungsrichtungen (als Pfeile dargestellt) und Drücke (Überdruck mit „+“, Unterdruck mit „-“ dargestellt). In diesem Beispiel sollen die Gesamtluftvolumenströme von Zu- und Abluft in der Küche ausgeglichen sein.

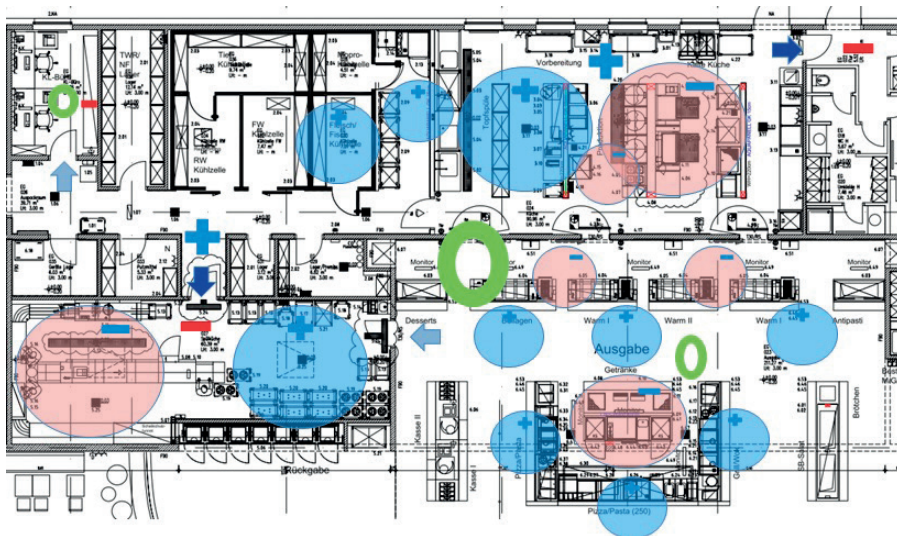


Abbildung I-3-2: Zulässige Strömungsrichtungen in der Küche
(Quelle: Fa. Halton Foodservice GmbH)

Die hier beschriebenen Anforderungen an die Hygiene innerhalb der Küche lassen sich natürlich nur erreichen, wenn die RLT-Anlage als Ganzes so errichtet wurde, dass diese einen aus hygienischer Sicht unbedenklichen Betrieb ermöglicht. Die diesbezüglich einzuhaltenden Anforderungen werden ausführlich in der VDI-Richtlinie 6022 Blatt 1 Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte [9] beschrieben.

Aus Sicht des Autors ist bei der Planung der RLT-Geräte besonderes Augenmerk auf die Lage der Außenluftansaugung und der Ausblasöffnungen der Fortluft zu legen. Bei der Planung der Außenluftansaugöffnungen ist auf folgende Aspekte besonders zu achten:

- Die Ansaugung von mit Schadstoffen belasteter Luft muss vermieden werden. Belastete Luft tritt z. B. im Bereich der Ein- und Ausfahrten von Garagen, Raucherzonen oder in der Nähe von Stellflächen für Abfallbehälter oder Leergut u. a. m. auf.
- Die Ansaugung sollte nicht in unmittelbarer Nähe von Flächen erfolgen, auf denen sich stehendes Wasser bilden kann. Dies könnte auf Flachdächern der Fall sein, wenn sich dort aufgrund einer zu geringen Dachneigung für mehr als 24 Stunden nach Regenende Pfützen bilden. Das gleiche kann auch oberhalb von großen Lüftungsleitungen der Fall sein, wenn die Verblechung der Dämmung nicht fachgerecht ausgeführt wurde, sodass sich dort Regenwasser sammelt, anstatt abzulaufen.
- Damit die Ansaugung von Regen oder Schnee verhindert wird, darf die Ansauggeschwindigkeit in der Ansaugöffnung nicht mehr als 2 m/s betragen. Ansaugöffnungen sind so zu positionieren, dass diese nicht zur Hauptwindrichtung gerichtet sind.

Küchengerüche können sich auch über größere Entfernungen (mehr als 30 m) auf Dachflächen ausbreiten – mit der Folge, dass dort aufgestellte RLT-Zuluftgeräte geruchsbelastete Außenluft ansaugen können.

Fortluftöffnungen sind daher immer so zu positionieren und auszulegen:

- dass die Ausblasung senkrecht nach oben und möglichst hoch erfolgt,
- dass eine möglichst hohe Ausblasgeschwindigkeit erreicht wird,
- dass sich die Außenluftansaugöffnungen von RLT-Anlagen nicht in der Hauptwindrichtung der Fortluftausblasung befinden.

Gegebenenfalls sind Anlagen zur Aerosolnachbehandlung nach DIN EN 16282-8 [37] in der Küchenabluft einzubauen, mit welchen auch eine wirksame Geruchsreduzierung erreicht werden kann.

I-3.5 Weitere Hinweise

RLT-Anlagen sind auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu planen. Daher braucht ein kurzzeitig überhöhtes Auftreten von sensibler und latenter Wärme (Feuchte) nicht berücksichtigt werden. Solche Zustände treten häufig beim Ankothen oder beim unsachgemäßen Gebrauch von Kochgeräten auf. Diese wären z. B. das Kochen mit Kochkesseln bei geöffneten Deckeln oder das plötzliche Aufreißen von Türen von Heißluftdämpfern ohne vorherige Druckentlastung.

Weitere Hinweise zur Planung von RLT-Anlagen für Küchen enthält Teil III dieses Buches. Auf den für die zugfreie Einbringung der Zuluft erforderlichen Flächenbedarf von Produktionsküchen wird in Kapitel III-1.11 „Küchenräume ausreichend groß planen“ ausführlich eingegangen..

I-4 Luftströmungen in der Küche

Grundsätzlich treten in der Lüftungstechnik zwei Grundströmungsformen auf:

- Mischströmung
- Schichtströmung, häufig auch als Quellluftströmung bezeichnet.

Die Strömungsmuster werden dem Raum durch die Art der Zuluft einbringung aufgeprägt, die Art der Abluftführung hat auf die Strömungsmuster keinen besonderen Einfluss. Grundsätzlich sind Räume gleichmäßig zu durchströmen; nicht ausreichend durchströmte Teilbereiche oder Totzonen sind zu vermeiden.

In diesem Buch wird lediglich ein kurzer Überblick über die Strömungsformen und deren Besonderheiten bei der Küchenlüftung gegeben. Für ausführlichere Informationen wird auf die Fachliteratur der Lüftungs- und Klimatechnik verwiesen.

In der Küchenlüftungstechnik treten Besonderheiten auf, die die Raumströmung wesentlich beeinflussen. Oberhalb von warmen Oberflächen, wie dies z. B. bei Kochgeräten der Fall ist, bildet sich ein Richtung Decke aufsteigender Thermikluftstrom aus. Auf Grund des geringeren Luftdrucks im Thermikluftstrom wird in diesen Luft aus der Umgebung induziert (eingesaugt), wodurch sich dessen Volumen vergrößert. Aus Kontinuitätsgründen muss ein gleich großer Luftstrom aus der Küche in die Bereiche mit warmen Oberflächen nachströmen.

Im Randbereich von Küchenlüftungshauben oder Küchenlüftungsdecken kann es immer zu Störungen des aufsteigenden Thermikluftstroms kommen, wodurch belastete Luft und Wasserdampf in den Aufenthaltsbereich gelangen können. Diesem Umstand wird bei der Berechnung der Luftvolumenströme durch den sogenannten „Ausspülgrad a “ Rechnung getragen. Die Werte für den Ausspülgrad werden in Tabelle I-5.3 genannt.

I-4.1 Mischströmung

Ziel der Mischströmung ist ein homogener Luftzustand im zu lüftenden Raum. Hierfür wird Zuluft mit einer relativ hohen Geschwindigkeit (ca. 1,0-1,5 m/s) in den Raum eingebracht, die sich dann mit der vorhandenen Raumluft vermischt. Zur Vermeidung von Zugerscheinungen hat die Zuluft einbringung außerhalb der Aufenthaltszone zu erfolgen, wobei meistens eine Anordnung oberhalb der Personen im Deckenbereich gewählt wird. Das Ergebnis soll eine vollständige Vermischung zwischen Zuluft und Raumluft sein, wodurch sich im gesamten Raum gleiche Temperaturen, Luftfeuchten und Schadstoffkonzentrationen (z.B. CO_2) einstellen sollen. Wie man sich leicht vorstellen kann, ist die Form der Zuluft einbringung durch das Vermischen von Zu- und Raumluft zur Lastabfuhr nicht sehr effektiv. Hierbei besteht zudem die Gefahr, dass es in der warmen Küche durch die relativ hohen Zuluftgeschwindigkeiten zu Störungen der aufsteigenden Kochwrasen kommt. Um dies zu vermeiden, ist immer ein ausreichender Abstand zwischen den Luftdurchlässen und den

Abzugshauben/Lüftungsdecken einzuhalten. Die Hersteller von Luftdurchlässen machen in ihren Auslegungsunterlagen entsprechende Angaben.

Der Zahlenwert für den Ausspülgrad ist bei einer Mischströmung wegen der höheren Turbulenzen im Raum immer größer als der von Schichtströmungen.

Die in gewerblichen Küchen am häufigsten verwendeten Bauformen sind:

- in der Zwischendecke eingebaute Luftdurchlässe (z. B. Dralldurchlässe),
- in Küchenlüftungshauben eingebaute Durchlässe (z. B. Lüftungsgitter), und seltener
- im Wandbereich angeordnete Luftdurchlässe.

I-4.1.1 Horizontalauslässe

Durch horizontal angeordnete Auslässe wird die Zuluft horizontal unterhalb der Zwischen- oder Geschossdecke in den Raum eingebracht. Üblicherweise werden hierzu Zuluftgitter oder Zuluftdüsen verwendet. Es entstehen walzenartige Strömungsmuster, die das Aufsteigen von Thermikluftströmen behindern können. Damit kein strömungstechnischer Kurzschluss entsteht und die Zuluft nicht direkt an einer anderen Stelle wieder abgesaugt wird, ist auf eine vollkommene Vermischung mit der Raumluft zu achten.



Abbildung I-4-1: Oberhalb einer Haube ungünstig angeordnete Zuluftdurchlässe, die zu Zugerscheinungen führen

Bei horizontal angeordneten Luftdurchlässen besteht ein hohes Zugluftrisiko besonders dann, wenn sich der Aufenthaltsbereich zu nahe an den Zuluftdurchlässen befindet. Häufig werden die Auslässe in einem Überdruckraum (Plenum) oberhalb von Küchenlüftungshauben installiert, s. Abbildung I-4-1. Auf Grund der relativ großen Wurfweiten der Zuluftgitter kann es hierbei leicht zu Zugerscheinungen kommen. Aus Abbildung I-4-1 ist ersichtlich, dass es in der nicht sehr großen Küche wegen der geringen Abstände zu den Wänden zu Zugerscheinungen kommt. Häufig wird dann dadurch Abhilfe geschaffen, dass die Lamellen der Zuluftgitter nach oben gerichtet werden. Damit zieht es dann im Aufenthaltsbereich nicht mehr, allerdings wird auch die Qualität der Zuluft reduziert, die sich erst mit belasteter Raumluft mischen muss, bevor sie nach unten zu den Personen gelangen kann.

I-4.1.2 Deckendurchlässe

Eine Mischströmung lässt sich auch durch mehrere, in der Decke verteilt angeordnete, Luftdurchlässe erzeugen. Zur Anwendung kommen verschiedene Bauformen, wie Strahl-, Drall-, Radial- oder Liniendurchlässe.

Um jeden Luftauslass herum bildet sich eine Zuluftzone. Bedingt durch den Unterdruck in der beschleunigten Zuluftströmung wird durch den sich einstellenden Induktionseffekt Raumluft in die Zuluftströmung eingesaugt. Als Folge kann sich ein Rückströmbereich ausbilden. Damit aufsteigende Thermikströme nicht gestört werden, dürfen Deckendrallauslässe nicht zu eng an Koch- oder Arbeitsbereichen angeordnet werden. Genaue Angaben über die einzuhaltenden Abstände sind bei den Herstellern der Luftdurchlässe erhältlich.



Abbildung I-4-2 zeigt einen Zuluftdralldurchlass, der direkt vor einer Ablufthaube von zwei Heißluftdämpfern montiert wurde. Durch diese Anordnung des Zuluftauslasses direkt an der Abzugshaube, werden die beim Öffnen der Türen der Heißluftdämpfer aufsteigende Wrasen verwirbelt und in die Küche transportiert.

Abbildung I-4-2:
Ungünstig platzierter Dralldurchlass, der die Absaugung der Wrasen stört

I-4.2 Schichtströmung

Als Schichtströmung werden impulsarme, laminare Strömungsformen bezeichnet, die von den Zuluftdurchlässen zu Boden oder in Richtung der an warmen Oberflächen aufsteigenden Thermikströme strömen und die Arbeitsbereiche mit frischer Luft versorgen.

Der Vorteil der Schichtlüftung liegt in einer weniger turbulenten Raumströmung, wodurch die ungewollte Ausspülung der Kochwrasen aus den Absaugbereichen von Küchenlüftungshauben oder -decken reduziert werden. Zusätzlich erhöhen sich durch die geringere Ausspülung die Luftqualität im Raum und – wegen der geringen Strömungsgeschwindigkeiten – der Komfort in der Aufenthaltszone. In der Berechnung der benötigten Luftvolumenströme (s. Kapitel I-5.5) wirkt sich der niedrigere Ausspülgrad lastmindernd aus. Damit es zu der gewünschten Schichtung der Luft kommt, muss die Zuluft mit einer gewissen Untertemperatur (mit größerer Dichte) gegenüber der Raumluft und zusätzlich mit einer relativ niedrigen Geschwindigkeit einströmen. Abhängig von der Lage und der Entfernung zwischen dem Zuluftdurchlass und der Aufenthaltszone beträgt die Austrittsgeschwindigkeit $\leq 0,2$ m/s bis max. $0,4$ m/s, bezogen auf die Abströmfläche des Durchlasses. In der Aufenthaltszone sollte die Luftgeschwindigkeit zur Vermeidung von Zugscheinungen nicht über $0,2$ m/s liegen.

Bei einer grundsätzlichen Betrachtung müssten auch die Feuchteunterschiede zwischen Zu- und Raumluft betrachtet werden, da die Dichte der Luft bei konstanter Temperatur mit steigender Feuchte abnimmt. In der Praxis kann dieser Effekt jedoch vernachlässigt werden. Einrichtungen zur kontrollierten Feuchteregulierung werden in der Zuluft von Küchenlüftungsanlagen i. d. R. nicht eingesetzt.

Wie man anhand der niedrigen Einströmgeschwindigkeiten leicht erkennt, benötigen Quellluftdurchlässe, die auch als Verdrängungsluftdurchlässe bezeichnet werden, große Abströmflächen. Die zur Abströmung benötigte Fläche berechnet sich nach der folgenden Gleichung.

$$A = \frac{\dot{V}_{\text{ZUL}}}{3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot v} \quad (\text{I-4-1})$$

Dabei sind

A : Fläche des Luftdurchlasses in m^2

\dot{V}_{ZUL} : Zuluftvolumenstrom in m^3/h

v : Zuluftgeschwindigkeit in m/s

Grundsätzlich kann die Zuluft durch Quellluftdurchlässe im Deckenbereich oder bodennah, in der Nähe des Aufenthaltsbereichs eingebracht werden. Letztere Anordnung wäre zu bevorzugen, da die Einmischung von aufsteigender Abluft in die Zuluft dann sehr gering ist. Die bodennahe Aus-

führung scheitert jedoch häufig an den baulichen Gegebenheiten, da in vielen neu geplanten Küchen ausreichend große Flächen für die Zuluft einbringung nur im Deckenbereich zur Verfügung stehen.

I-4.2.1 Luftdurchlässe an der Decke



Abbildung I-4-3: Laminar-Zuluftauslässe in einer Küche

Die Vorteile einer Schichtströmung mit Deckenluftauslässen liegen in einer deutlich verbesserten Lastabfuhr im Vergleich zur reinen Mischlüftung. Die Reduzierungen der Stoff- und Wärmelasten können 30 % bis zu 40 % bei gleichen Volumenströmen betragen. Da die Zuluft eine höhere Dichte als die Raumluft aufweisen muss, kommt es wegen der Dichteunterschiede zu einer Beschleunigung der herabfallenden Zuluft. Damit sich diese theoretisch möglichen Vorteile auch in der Praxis einstellen, ist Folgendes zu beachten:

- die Einbringung der Zuluft darf nicht von Querströmungen gestört werden
- der aufsteigende Thermikluftstrom darf durch die Zuluft einbringung oder durch Querströmungen nicht gestört werden
- die von den Herstellern der Zuluftdurchlässe angegebenen Mindestabstände zu den Absaugstellen sind einzuhalten, wodurch sich ungewünschte Einmischungen von Abluft in die Zuluft reduzieren lassen
- die Zuluftdurchlässe sollten gleichmäßig beaufschlagt sein
- zur Verringerung der Strahleinschnürung sollte die Zuluftgeschwindigkeit am Austritt bezogen auf die Abströmfläche $\leq 0,2 \text{ m/s}$ betragen.

Auf Grund der häufig auftretenden hohen Installationsdichte im Bereich der Küchendecke ist es in einem frühen Stadium der Planung oftmals wichtig zu wissen, wie groß die benötigte Fläche für die an der Decke montierten Quelldurchlässe sind.

Bei einem angenommenen Zuluftvolumenstrom von $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$ und einer Eintrittsgeschwindigkeit von $0,18 \text{ m/s}$ beträgt die benötigte Durchlassfläche nach Gleichung (I-4-1)

$$A = \frac{5000 \text{ m}^3/\text{h}}{3600 \text{ s/h} \cdot 0,18 \text{ m/s}} = 7,7 \text{ m}^2$$

Die Abströmgeschwindigkeit wurde mit 0,18 m/s angenommen, da sich die Zuluftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich auf Grund der Dichteunterschiede noch erhöht, und diese den Wert von 0,2 m/s nicht übersteigen soll.

Eine Fläche für die Zuluft einbringung von 7,7 m² für 5.000 m³/h erfordert eine sorgfältige Planung. Neben den Luftdurchlässen müssen auch noch Lampen und andere Installationen (Sprinkler, Brandmelder etc.) an der Decke installiert werden. Die Verläufe von Unterzügen können die zur Verfügung stehenden Flächen zusätzlich reduzieren.

I-4.2.2 Luftdurchlässe im Aufenthaltsbereich

Die Anordnung von Quellaftdurchlässen im Aufenthaltsbereich ermöglicht höhere Lastreduzierungen, als es bei einer Installation an der Decke möglich wäre. Dies kommt daher, dass die Zuluft aus Deckenauslässen immer erst stärker belastete Raumbereiche durchströmen muss, bevor sie in den Aufenthaltsbereich eintritt. Hierbei wird bereits belastete Raumluft eingemischt und in die Aufenthaltszone transportiert.

Damit sich eine Schichtströmung im Aufenthaltsbereich einstellt, sind die Luftdurchlässe in einer Höhe von ca. 0,2 m bis maximal 2,0 m über dem Fußboden zu platzieren. Grundsätzlich sind ebene, halbrunde oder runde Bauformen möglich, die entweder auf dem Boden stehend oder höher an den Wänden angebracht werden können. Es sollten:

- die Luftdurchlässe gleichmäßig verteilt und beaufschlagt werden
- störende Querströmungen vermieden werden
- die auf die Abströmfläche bezogene Strömungsgeschwindigkeit bei ebenen Luftdurchlässen nicht über 0,2 m/s und bei zylindrischen nicht über 0,4 m/s liegen
- die Zulufttemperatur mindestens 20 °C betragen.

Bei einer korrekten Auslegung und Dimensionierung der im Aufenthaltsbereich angeordneten Luftdurchlässe lassen sich stoffliche Lasten um bis zu 60 % bis 70 % reduzieren. Die Reduzierung thermischer Lasten kann ca. 50 % betragen. Diese Angaben sind jeweils im Vergleich zu einer Mischströmung mit gleich hohen Zuluftvolumenströmen zu sehen.

Bei Auslässen, die in mittlerer Höhe, also zwischen Fußboden und Decke, angeordnet werden, ist auf ausreichende Abstände zu den Arbeitsbereichen zu achten, da auch dann „herabfallende“ Zuluft zu Zugerscheinungen im Knöchelbereich führen kann.

Es ist auf eine gute Reinigbarkeit (Materialauswahl) zu achten. Bei bodennahen Installationen muss eine wasserdicht montierte Sockelleiste von ca. 20 cm Höhe vorhanden sein, damit das Reinigungswasser des Fußbodens nicht in die Luftdurchlässe gelangen kann. Das Gefälle des Fußbodens muss so ausgebildet werden, dass sich an den Zuluftdurchlässen keine stehenden Pfützen bilden.



Abbildung I-4-4: Flächenförmige Quellluftauslässe im Aufenthaltsbereich
(Quelle: Firma Halton Foodservice GmbH)

I-5 Ermittlung der Luftvolumenströme für warme Küchen und vergleichbare Bereiche

Für die verschiedenen Küchenbereiche gibt es unterschiedliche Methoden zur Berechnung der erforderlichen Luftvolumenströme. Relativ einfach ist dies bei Küchennebenräumen und Küchenbereichen mit geringen thermischen, Stoff- oder Feuchtelasten. Hierzu sind in den Regelwerken bereits flächenbezogene Luftvolumenströme angegeben. Komplizierter werden die Berechnungen in der warmen Küche, der Speiseausgabe und in der Spülküche. Für die Berechnung dieser Räume werden genaue Angaben zu den Koch- und Küchengeräten, deren Nutzungsdauer, Abmessungen, Anordnung und auch eine ausreichende Kenntnis über die Nutzungsart dieser Geräte, der Kochprozesse und Abläufe in der Küche benötigt. Dann ist auch noch eine Abstimmung darüber vorzunehmen, ob die Luftvolumenstromberechnungen von den Küchenplanern, in deren Lieferumfang sich in vielen Fällen die Küchenlüftungshauben und -decken befinden oder durch die Planer der RLT-Anlagen erfolgen soll.

Die hier vorgestellten Berechnungsmethoden können für alle wärme- und/oder feuchteabgebende Geräte angewendet werden – unabhängig von ihrem Aufstellungsort. Typische Anwendungsbereiche sind warme Küchen, Warmhaltebereiche, Ausgabe- oder Frontcooking-Bereiche. Spülküchen werden im Kapitel I-7 behandelt.

Zur Berechnung des Abluftvolumenstroms muss zuerst der Thermikluftstrom ermittelt werden. Auf Grundlage des Thermikluftstroms können dann die erforderlichen Abluftvolumenströme berechnet werden. Die Berechnungswege für Küchenlüftungshaube, Küchenlüftungsdecke und solcher Geräte, die nicht unter Lüftungsdecken oder -hauben aufgestellt werden, unterscheiden sich leicht voneinander.

I-5.1 Herleitung der Gleichungen zur Ermittlung der Thermikluftströme

Wie bereits beschrieben, sind die über den warmen Küchengeräten auftretenden Thermikluftströme durch geeignete Vorrichtungen zu erfassen und aus der Küche abzuführen. Untersuchungen über Thermikluftströme wurden für unterschiedliche technische Anwendungen durchgeführt, bei denen mehr oder weniger große Wärmelasten abzuführen waren. Hierbei handelte es sich um industrielle Anwendungen, wie z. B. Maschinenhallen, Stahlwerke, Glaswerke u. a. m. Aber auch bei Untersuchungen von Bränden und Brandverläufen wurden und werden immer noch die dabei auftretenden Thermikluftströme erforscht, da diese für die Dimensionierung von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und für die Wärmebelastung der Gebäudehülle maßgebend sind. Die für die Berechnung der Luftvolumenströme erforderlichen Formeln haben für all diese Anwendungen einen ähnlichen Aufbau. Diese, für das weitere Verständnis elementaren Gleichungen, sollen nun näher betrachtet werden.

I-5.1.1 Thermikluftstrom über einer punktförmigen Wärmequelle

In der nachstehenden Abbildung soll qualitativ eine Zunahme des aufsteigenden Thermikluftstroms dargestellt werden. Ursache für diese Zunahme ist die gegenüber der Raumlufte beschleunigte Strömung im Thermikluftstrom, die gegenüber der Raumlufte eine höhere Temperatur und damit einen geringeren Druck aufweist. Die Geschwindigkeit im Thermikluftstrom baut sich durch Reibung mit der stehenden Raumlufte mit steigender Lauflänge immer weiter ab, wobei der Thermikluftstrom im Volumen zunimmt.

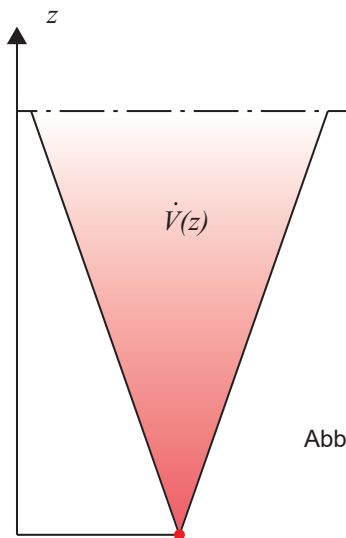


Abbildung I-5-1: Qualitative Darstellung eines Thermikluftstroms über einer punktförmigen Wärmequelle, (Quelle J. Dorenburg [17])

Hierbei gilt der Impulserhaltungssatz, sodass mit absinkender Geschwindigkeit der Massenstrom und damit auch der Volumenstrom zunehmen müssen.

$$I = \dot{m} \cdot v = \dot{V} / \rho \cdot v = \text{konst.} \quad (\text{I-5-1})$$

Dabei sind

- I : Impuls in $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$
- \dot{m} : Massenstrom in kg/s
- v : Geschwindigkeit in m/s
- \dot{V} : Volumenstrom in m^3/s
- ρ : Dichte in kg/m^3

Als eine der ersten Arbeiten zur Berechnung von Wärmeströmen über punktförmigen Wärmequellen wird laut J. Dorenburg [17] die Dissertation von W. Schmidt [16] angesehen. Er konnte folgenden Zusammenhang zur Bestimmung des Thermikvolumenstroms ermitteln:

$$\dot{V}_{\text{th}} = k_v \cdot \dot{Q}^{1/3} \cdot z^{5/3} \quad (\text{I-5-2})$$

Dabei sind

- \dot{V}_{th} : Thermikluftstrom in m^3/s
- k_v : konstanter Koeffizient in $\text{m}^{4/3} \text{W}^{-1/3} \text{s}^{-1}$
- \dot{Q} : abgegebene Wärme in kW
- z : Aufstiegshöhe in m

Später durchgeführte Untersuchungen bestätigten die exponentielle Abhängigkeit der abgegebenen Wärme \dot{Q} und der Aufstiegshöhe z mit den in der Gleichung angegebenen Exponenten $1/3$ und $5/3$.

Der konstante Koeffizient k_v wurde von Schmidt experimentell ermittelt. Er nimmt Werte von $0,004$ bis $0,006 \text{ m}^{4/3} \text{W}^{-1/3} \text{s}^{-1}$ an, die mehrheitlich um den Wert $0,005 \text{ m}^{4/3} \text{W}^{-1/3} \text{s}^{-1}$ schwanken. Die Abweichungen sind u. a. mit der Form, der Temperaturverteilung und der räumlichen Anordnung der Wärmequelle zu erklären. In der VDI-Richtlinie 3802 Blatt 1 [18] zur Luftbeschaffenheit an Arbeitsplätzen und in Fabrikationshallen wird der Koeffizient k_v mit Werten von $0,005$ bis $0,006 \text{ m}^{4/3} \text{W}^{-1/3} \text{s}^{-1}$ angegeben.

Da das Verständnis dieser Gleichung auch grundlegend für das von Thermikluftströmen in Küchen oberhalb warmer Kochgeräte ist, sollen die auftretenden Proportionalitäten noch etwas näher betrachtet werden.

Aus der Gleichung (I-5-2) folgt die Proportionalität

$$\dot{V}_{(z)} \propto \dot{Q}^{1/3} \cdot z^{5/3} \quad (\text{I-5-3})$$

Dabei sind

- $\dot{V}_{(z)}$: Thermikluftvolumenstrom in m^3/s der Aufstiegshöhe z in m
- \dot{Q} : Wärmestrom in kW
- z : Aufstiegshöhe in m

Hieraus folgt:

- der Thermikluftstrom nimmt mit der dritten Wurzel der abgegebenen Wärme zu.
Eine Verdoppelung der abgegebenen Wärme vergrößert den Thermikluftstrom um den Faktor $\sqrt[3]{2} \approx 1,26$, also nur um ca. 26 %.
- In Küchen entspricht die Aufstiegshöhe z der Unterkante der Erfassungsstelle, also der Unterkante der Küchenlüftungsdecke oder der Küchenlüftungshaube. Der Thermikluftstrom ist also proportional zu der 1,66. Potenz der Aufstiegshöhe.

I-5.1.2 Thermikluftströme über horizontalen Flächen

Gedanklich lassen sich viele punktförmige Wärmequellen zu einer flächenförmigen Wärmequelle zusammenfassen. Während bei einer punktförmigen Wärmequelle der Ursprung immer in der Wärmequelle selbst liegt, muss bei flächenförmigen Wärmequellen ein sogenannter „virtueller Ursprung“ eingeführt werden. Das ist ein unterhalb der Fläche liegender Punkt, dessen Wärmeabgabe vom Betrag her der Wärmeabgabe der Fläche entspricht.

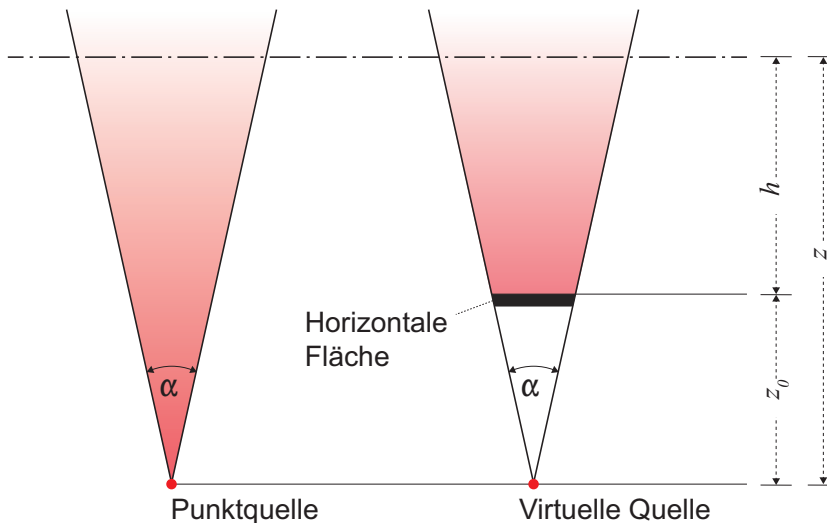


Abbildung I-5-2: Lage des Ursprungs einer virtuellen, punktförmigen Wärmequelle einer flächenförmigen Wärmequelle (rechts) im Vergleich zur punktförmigen Wärmequelle (links) (Quelle J, Dorenburg [17])

Der Abstand vom virtuellen Ursprung bis zur horizontalen Wärmequelle beträgt z_0 .

Die Lauflänge wird mit der Koordinate z angegeben. Es gilt der Zusammenhang entsprechend der Abbildung I-5-2:

$$z = h + z_0$$

(I-5-4)

Dabei sind:

h : Lauflänge oberhalb der Wärmequelle in m

z_0 : Lage des virtuellen Ursprungs in m

Durch Einsetzen von z in (I-5-2) erhält man die Gleichung (I-5-5) zur Berechnung des Thermikluftstroms oberhalb einer horizontalen Fläche

$$\dot{V}_{th} = k_v \cdot \dot{Q}^{1/3} \cdot (h + z_0)^{5/3} \quad (I-5-5)$$

Wie in Abbildung I-5-2 zu erkennen ist, hängt der virtuelle Abstand z_0 von den Abmessungen der Wärmequelle und vom Öffnungswinkel α ab. Es besteht der physikalische Zusammenhang, dass der Öffnungswinkel α mit steigenden Oberflächentemperaturen zunimmt [17], wobei z_0 abnimmt. Die Oberfläche der Wärmequelle wird durch deren hydraulischen Durchmesser berücksichtigt, der wie folgt definiert ist:

$$d_{hydr} = 2 \cdot \frac{L \cdot B}{L + B} \quad (I-5-6)$$

Dabei sind:

L : Länge der Wärmequelle in m

B : Breite der Wärmequelle in m

Für die Auslegung von RLT-Anlagen in Fertigungsstätten [18] wird eine Berechnungsmethode verwendet, die den virtuellen Ursprung z_0 in Abhängigkeit des hydraulischen Durchmessers wie folgt festlegt [17]:

$$z_0 = 1,7 \cdot d_{hydr} \quad (I-5-7)$$

In dieser Festlegung wird der in den Öffnungswinkel α einfließende Temperatureinfluss nicht mehr berücksichtigt. Dies ist bei Produktionsmaschinen aus dem Grund unproblematisch, da nach den Unfallverhütungsvorschriften die Oberflächentemperaturen von Fertigungsmaschinen auf 40 °C begrenzt sind. Bei höheren Oberflächentemperaturen als 40 °C und größeren Abmessungen der Wärmequellen kommt es zu Strahleinschnürungen im Strahlformierungsbereich. Für diese Fälle nimmt der Faktor z_0 kleinere Werte als der nach Gleichung (I-5-7) an, d. h. der virtuelle Ursprung wird näher an der Wärmequelle liegen.

$$z_{01} = 1,47 \cdot d_{hydr} \quad (I-5-8)$$

Dabei ist

z_{01} : virtueller Ursprung bei Oberflächentemperaturen oberhalb 40 °C mit Strahleinschnürung im Strahlformierungsbereich

I-5.2 Thermikluftströme in Küchen

Ein Hinweis vorweg

In Küchen treten an verschiedenen Stellen deutlich höhere Temperaturen auf als die für den industriellen Bereich genannten 40 °C. Die Temperaturen bei Kochprozessen betragen etwa:

- Kochen/Dünsten 100 °C
- Frittieren bis 180 °C
- Braten/Grillen > 220 °C

Ein Kochblock besteht oftmals aus mehreren Kochgeräten mit wärmegeprägten Gerätegehäusen, Umrandungsflächen oder Ablageflächen. Zu einem Kochblock können auch komplett geschlossene Geräte, wie z. B. Heißluftdämpfer gehören. Über die gesamte Fläche eines Kochblockes könnten sich also im Mittel durchaus Temperaturen um die 40 °C einstellen. Dies gilt natürlich nicht, wenn nur einzelne Geräte mit hohen Oberflächentemperaturen betrachtet werden. Für solche Anwendungsfälle können die nachstehend genannten Berechnungsformeln für den Thermikluftstrom gegebenenfalls angepasst werden.

Es soll zuerst auf Berechnungsformeln nach der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 [2] eingegangen werden. Die Unterschiede zur Berechnung nach der Euronorm DIN EN 16282 Teil 1 [3] werden in Kapitel I-5.7 behandelt.

Die Berechnung des oberhalb von warmen Kochgeräten aufsteigenden Thermikluftstroms erfolgt in der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 auf Grundlage der Gleichung (I-5-5).

Wie bereits in Kapitel I-3.2.1 dargelegt, wird von warmen Oberflächen Energie, sensible Wärme, in Form von Konvektion und Strahlung abgegeben. In die Berechnung des Thermikluftstroms geht lediglich der konvektive Anteil ein, da Strahlung keine Temperaturerhöhung an der Oberfläche der Kochgeräte erzeugt und damit auch nicht zum thermischen Auftrieb beiträgt. Der konvektiv wirksame Anteil der sensiblen Wärme wird pauschal für alle Kochgeräte mit 50 % der sensiblen Wärme angenommen:

$$\dot{Q}_{s,k} = 0,5 \cdot P \cdot \dot{Q}_s \quad (\text{I-5-9})$$

Dabei sind:

$\dot{Q}_{s,k}$: konvektiv wirksamer Anteil der sensiblen Wärmeabgabe in W

P : Anschlussleistung in kW

\dot{Q}_s : spezifische sensible Wärmeabgabe in W/kW

Strahlungsanteil

Die Regelwerke versuchen allgemein gültige Rechenmethoden vorzustellen, mit denen sich die Luftvolumenströme für warme Küchen relativ einfach berechnen lassen. Selbstverständlich gibt es immer wieder Spezialfälle, bei denen andere, oder geänderte Rechenverfahren verwendet werden müssen.

Der pauschale Ansatz, dass der konvektive Anteil 50 % der sensiblen Wärmeabgabe beträgt, wird dann zu richtigen Ergebnissen führen, wenn sich in der Küche

- entweder nur Geräte befinden, bei denen der konvektive Anteil in etwa 50 % beträgt, oder
- viele verschiedene Geräte befinden und eine Mittelwertbildung über alle Geräte zu einem 50-prozentigen Anteil führt.

Hohe Anteile an Strahlung haben alle offenen Grillflächen, wie Spießgrills, Salamander oder Hähnchengrills. Niedrige Strahlungsanteile haben alle doppelwandigen, thermisch isolierten Kochgeräte, wie z. B. Druckkochkessel, in deren Gehäusen Wärmedämmmatten eingebaut sind.

Bei Koch- und Garprozessen kommt es neben der sensiblen Wärmeabgabe zusätzlich auch noch zur Abgabe von latenter Wärme in Form von Wasserdampf.

Die VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 gibt in der Tabelle A1 für die meisten in Küchen verwendeten Geräte die sensible und latente Wärmeabgabe als festen Faktor von der Geräteanschlussleistung an. Die zur Berechnung des Thermikluftstroms erforderlichen sensiblen und latenten Wärmeabgaben werden in den Tabellen I-9-1 bis I-9-4 wiedergegeben.

Zur einfachen Handhabbarkeit wird in der Berechnungsformel für den Thermikluftstrom (I-5-11), im Gegensatz zu den Gleichungen aus Kapitel I-5.1, dieser mit der physikalischen Einheit m^3/h angegeben. Dies wird durch Multiplikation der Konstanten k_v mit 3.600 s/h zu einer neuen Konstanten k erreicht:

$$k = k_v \cdot 3600 \text{ s/h} = 18 \text{ m}^{4/3} \cdot \text{W}^{1/3} \cdot \text{h}^{-1} \quad (\text{I-5-10})$$

Der Thermikluftstrom errechnet sich dann zu:

$$\dot{V}_{\text{th}} = k \cdot \dot{Q}_{\text{s,k}}^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{\text{hydr}})^{5/3} \cdot r \cdot \varphi \quad (\text{I-5-11})$$

Dabei sind:

\dot{V}_{th} : Thermikluftstrom in m^3/h

k : Konstante $18 \text{ m}^{4/3} \cdot \text{W}^{-1/3} \cdot \text{h}^{-1}$

$\dot{Q}_{\text{s,k}}$: konvektiv wirksamer Anteil der sensiblen Wärmeabgabe in kW

- z : Höhe über der Wärmequelle/Kochblock, Aufstiegshöhe in m
- d_{hydr} : hydraulischer Durchmesser in m nach (I-5-6)
- r : Minderungsfaktor für die Aufstellung der Geräte nach Tabelle I-5.1
- φ : Gleichzeitigkeitsfaktor nach Tabelle I-5.2

In der Gleichung (I-5-11) wurden zwei Faktoren neu aufgenommen. Der Faktor r berücksichtigt die Aufstellungssituation der Wärmequelle und der Faktor φ die gleichzeitige Nutzung der Kochgeräte. Auf den letzteren wird noch ausführlich in Kapitel I-5.3 eingegangen.

Abbildung I-5-3 zeigt eine qualitative Darstellung des Thermikluftstroms. Es wird die Aufstiegshöhe „ z “ beginnend von der Oberkante des Kochgerätes bis zur Unterkante der Erfassungseinrichtung dargestellt.

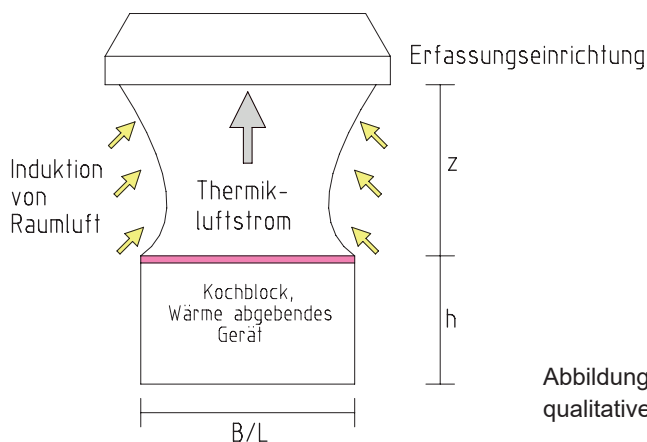


Abbildung I-5-3:
qualitative Darstellung des Thermikluftstroms

Berechnung der Aufstiegshöhe

Dunstabzugshauben werden üblicherweise in einer Höhe von 2,10 m über dem Fußboden montiert, damit ergeben sich Werte für die Höhe z über der Wärmequelle von 1,20 m bis 1,25 m, bei einer Höhe des Kochblockes von 0,85 m bis 0,90 m.

Küchenlüftungsdecken werden üblicherweise in größeren Höhen als Dunstabzugshauben montiert. Die Montagehöhe ist abhängig von der Raumhöhe, der Raumgröße und den behördlichen Auflagen (siehe hierzu auch Tabelle I-2-1). Da der Thermikluftstrom mit steigender Höhe seinen Auftrieb verliert und es daher zu keiner Volumenzunahme mehr kommt, wird für die Berechnung von z von einer maximalen Installationshöhe der Erfassungseinrichtung von 2,50 m ausgegangen. Dieser Wert wird immer dann zur Berechnung eingesetzt, wenn die tatsächliche Montagehöhe der Küchenlüftungsdecke $> 2,50$ m ist.

Bezüglich der Aufstellung werden zwischen der freien Aufstellung im Raum und der Aufstellung an einer Wand unterschieden (Tabelle I-5-1). Physikalisch lässt sich die Reduzierung des Thermikluftstroms bei einer Geräteaufstellung an einer Wand dadurch erklären, dass Raumluft nicht mehr von allen vier Seiten, sondern nur noch von drei Seiten in den Thermikluftstrom induziert werden kann.

Tabelle I-5-1: Minderungsfaktoren r des Thermikluftstroms

Minderungsfaktor r	Aufstellung
1,00	frei im Raum
0,63	an einer Wand

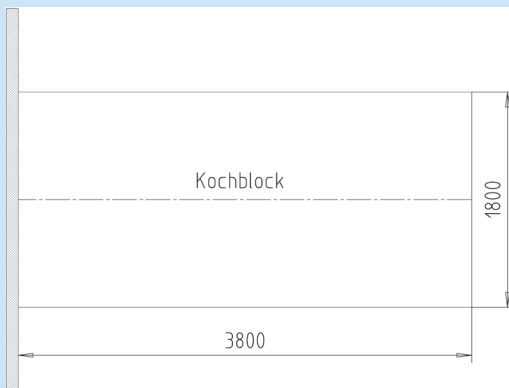
Anmerkung Minderungsfaktor

In älteren Ausgaben der VDI 2052 gab es auch noch einen dritten Minderungsfaktor für eine Eckaufstellung. Dieser ist seit der Ausgabe April 2006 entfallen, da er sich in der Praxis nicht bewährt hatte.

Anmerkung Aufstellung entlang einer Wand

Der reduzierte Minderungsfaktor von 0,63 darf nur dann verwendet werden, wenn der Kochblock oder das Kochgerät mit der längsten Seite entlang der Wand aufgestellt wird.

Aus der Praxis



Der in der Draufsicht dargestellte Mittelkochblock wurde mit der schmalen Seite an einer Wand aufgestellt. Die Berechnung des Thermikluftstroms erfolgte mit dem Minderungsfaktor $r = 0,63$. Beim Betrieb der Küche kam es zu Problemen wegen nicht abgesaugter Wrasen und zu hoher Temperaturen. Was war passiert?

Die Berechnung des Thermikluftstroms mit 0,63 war für diese Aufstellung falsch, da wegen der Aufstellung des Kochblocks an der schmalen Geräteseite die Induktion von Raumluft in den Thermikluftstrom

nicht wesentlich reduziert war. Die Lüftungsanlage war durch die unzulässige Verwendung des Minderungsfaktors r zu klein ausgelegt und damit für die vorgesehene Verwendung nicht geeignet.

Fazit: Der Minderungsfaktor 0,63 darf nur dann verwendet werden, wenn der Kochblock mit der langen Seite an einer Wand aufgestellt wird.

Berechnung der Höhe z bis zur Absaugvorrichtung

Bei hochstehenden Geräten, wie dies bei Heißluftdämpfern häufig der Fall ist, ist für die Ermittlung der Aufstiegshöhe z nach Gleichung I-5-10 bis zur Küchenlüftungsdecke oder Küchenlüftungshaube die mittlere Gerätehöhe zu verwenden.



Abbildung I-5-4: Aufstiegshöhe z bei einem Heißluftdämpfer

I-5.3 Gleichzeitigkeitsfaktor

Der Gleichzeitigkeitsfaktor (GLZ) φ ist für die Auslegung der RLT-Anlage von elementarer Bedeutung, da dieser die Intensität der Nutzung der Küche beschreiben soll. Die Aussage von φ ist folgende:

$\varphi = 0,0$: keine Nutzung von wärme- und feuchteabgebenden Kochgeräten, kein Kochbetrieb

$\varphi = 1,0$: alle im zu betrachtenden Bereich vorhandenen Kochgeräte befinden sich mit maximalen Emissionen in Betrieb; in der Regel entspricht dies dem Fortkochbetrieb

Leider enthalten weder die VDI-Richtlinie [2], noch die Euronorm [3] praxistaugliche Definitionen für φ . Nachdem in den vergangenen Versionen der VDI 2052 aus den Jahren 1999 und 2006 φ mehr oder weniger unglücklich definiert wurde, definiert die aktuelle Ausgabe der VDI 2052 Blatt 1 (2017) φ gar nicht mehr. Die Euronorm definiert φ wie folgt:

$$\varphi = \frac{\text{aufgenommene elektr. Leistung der Küchengeräte}}{\text{gesamt Anschlussleistung}} \quad (\text{I-5-12})$$

φ : Gleichzeitigkeitsfaktor der Nutzung der Küchengeräte

Bei der Definition nach (I-5-12) wird der Umstand nicht berücksichtigt, dass die Leistungsaufnahme eines Küchengeräts in der Regel nicht mit den Emissionen des Gerätes korreliert ist. Ein einfaches Beispiel hierfür ist das Kochen von Nudeln in einem Topf auf einem Elektroherd. Wenn der Topf mit kaltem Wasser aufgesetzt wird, wird man für die schnelle Erwärmung des Wassers den Herd auf die

höchste Leistungsstufe stellen (Ankochen). Die Emissionen des Kochvorgangs sind in diesem Fall fast Null, da der Topf die Wärme aufnimmt und noch kein Wasserdampf entsteht. Nachdem das Wasser gekocht hat und man die Nudeln hineingegeben hat, wird man die Leistung des Herds herunterschalten, damit die Nudeln nicht überkochen. Dieser Zustand entspricht dann dem normalen Kochbetrieb (Fortkochen), mit maximaler Wärme- und Wasserdampfabgabe bei reduzierter elektrischer Leistung. In der Regel beträgt die Leistungsaufnahme beim Fortkochen 40 % bis 70 % der Maximalleistung.

Beide Regelwerke bieten für φ übereinstimmende Anhaltswerte, die in Tabelle I-5-2 wiedergegeben sind.

Die Werte haben sich über die Jahre allerdings nicht verändert und wurden den geänderten Gegebenheiten in der Küche bezgl. der Gerätenutzung, der Geräteanzahl und der Küchengrößen nicht angepasst.

Tabelle I-5-2: empfohlene Gleichzeitigkeitsfaktoren nach DIN EN 16282-1 und VDI 2052 Blatt 1

Küchenart	Klein-Küche		Mittel-Küche		Groß-Küche	
	Portionen pro Tag oder pro Mahlzeit	Gleichzeitigkeitsfaktor φ	Portionen pro Tag oder pro Mahlzeit	Gleichzeitigkeitsfaktor φ	Portionen pro Tag oder pro Mahlzeit	Gleichzeitigkeitsfaktor φ
Gastronomie (Imbiss, Restaurant, Hotel)	< 100	1,0	< 250	0,7	> 250	0,7
Kantinen, Casinos, Mensen	150	0,8	< 500	0,6	> 500	0,8*
Krankenhäuser	Hauptküchen	250	< 650	0,6	> 650	0,6
	Verteilküchen	40	-	-	-	-
Heimküchen	100	0,9	< 250	0,6	> 250	0,6
Aufbereitungsküchen, Mischküchen	50	0,9	< 400	0,6	> 400	0,6
Industrielle Speisenzubereitung	-	-	< 3.000	0,7	> 3.000	0,7

*0,8 nach VDI 2052-1; 0,6 nach DIN EN 16282-1

Gleichzeitigkeitsfaktor - Ermittlung

In der Praxis wird φ in einer Küche über den Tagesverlauf unterschiedliche Werte annehmen, mal wird viel gekocht, mal weniger. Für die Dimensionierung der RLT-Anlage ist die maximale Nutzung ausschlaggebend. Zur Festlegung des korrekten φ sind also alle Küchengeräte zu betrachten, welche zu Zeiten maximaler Belastung in Betrieb sind. Der Autor würde dann für diese Geräte $\varphi = 1,0$ wählen und auch nur für diese Geräten den oder die Thermikluftströme berechnen bzw. die Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation nach Kapitel I-5.4 durchführen. Die übrigen sich nicht in Betrieb befindenden Geräte brauchen nicht berücksichtigt werden.

Mit dieser Methode lassen sich RLT-Anlagen auf die maximal zu erwartenden Emissionen auslegen. Für die Auslegung der Gesamtanlage sollte zur Sicherheit trotzdem noch eine Reserve eingeplant werden. Ein Rechenbeispiel hierfür enthält Kapitel I-11.2.

Zur Ermittlung von φ empfehlen die technischen Regeln [2] und [3] eine Abstimmung dieses Werts zwischen dem Betreiber, dem Küchenplaner, dem Kücheneinrichter und dem RLT-Anlagenplaner. Diese Abstimmung sollte aber nicht dazu dienen, den Faktor φ so weit zu reduzieren, bis dieser mit einer Lüftungsplanung in Übereinstimmung gebracht werden kann, welche – aus Unkenntnis oder um ein vorgegebenes Budget einzuhalten – die RLT-Anlagen zu gering dimensioniert hatte.

Gleichzeitigkeitsfaktor – Historie

Werte für Gleichzeitigkeitsfaktoren in gewerblichen Küchen wurden erstmals in der VDI-Richtlinie im Jahr 1995 [28] veröffentlicht und in den späteren Ausgaben der Richtlinie zum Teil reduziert. Die in Tabelle I-5-2 empfohlenen Werte für den Gleichzeitigkeitsfaktor stimmen daher in vielen Fällen nicht mehr mit der tatsächlichen Nutzung von modernen Küchen überein.

Durch die Verwendung multifunktionaler Küchengeräte, wie z. B. Heißluftdämpfer (Gerät zum Kochen, Dämpfen, Backen, Braten) oder spezielle Cooking-Center zum Kochen, Braten und Frittieren, hat sich die tägliche Nutzungsdauer solcher Geräte gegenüber Geräten mit nur einer Kochfunktion verlängert. Gleichzeitig wurde durch deren Einsatz die Gesamtanzahl der in der Küche verwendeten Geräte reduziert. Die Folge ist ein höheres φ , das dadurch zustande kommt, dass weniger Geräte vorhanden sind, die länger genutzt werden. In den Tabellen der Regelwerke mit den Anhaltswerten für φ wurden diese Umstände nicht berücksichtigt. In der Praxis treten daher häufig Werte von φ auf, die oberhalb der Empfehlungen aus Tabelle I-5-2 liegen. Aus Sicht des Autors haben sich in vielen Anwendungen Werte von $\varphi = 0,85$ bis 1,0 bewährt.

Gleichzeitigkeit in der Elektrotechnik

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass zur Auslegung der Elektroinstallationen (Leistungsbereitstellung, Absicherungen, Leitungsdimensionierung) ebenfalls ein Gleichzeitigkeitsfaktor verwendet wird. Der Gleichzeitigkeitsfaktor, der für die Dimensionierung der Elektroinstallationen verwendet wird, steht mit dem hier genannten Faktor φ zur Auslegung von RLT-Anlage für Küchen in keinem Zusammenhang.

I-5.4 Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation

Aus Gründen der Hygiene müssen Kondensationerscheinungen an Küchenlüftungshauben, Küchenlüftungsdecken oder an Küchendecken vermieden werden, siehe Abbildung I-5-5. Nur so ist ein mögliches Herabtropfen von kondensiertem Kochwrasen auf Zubereitungsflächen, Kochgeräte oder Speisen sicher zu verhindern.

Daher wurde in den Regelwerken eine Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation eingeführt. Mit dieser Kontrollrechnung ist immer zu überprüfen, ob die für den Kochblock oder das Kochgerät errechneten Luftvolumenströme auch ausreichend sind, um die auftretende latente Wärme in Form

von Wasserdampf abzuführen. Bei dieser Kontrollrechnung ist die Dampfabgabe aller thermischen Geräte zu addieren, die sich gemeinsam unter einer Erfassungseinrichtung befinden, und durch die Wasserdampfaufnahmefähigkeit der Zuluft zu dividieren. Das Ergebnis ist der Luftvolumenstrom, der zur Wasserdampfaufnahme maximal benötigt wird. Dieser Luftvolumenstrom wird mit dem Thermikluftstrom verglichen; gewählt wird dann der jeweils größere Volumenstrom.



Abbildung I-5-5:
Kondensation in einem nicht
ausreichend abgesaugten
Bereich einer Küchenlüf-
tungsdecke oberhalb von
Heißluftdämpfern

$$\dot{V}_{ABL} = \frac{\sum_{j=1}^n \dot{m}_d \cdot \varphi \cdot 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}{(x_{ABL} - x_{ZUL}) \cdot \rho} \quad (\text{I-5-13})$$

\dot{V}_{ABL} :	Abluftvolumenstrom in m³/h
\dot{m}_d :	Massenstrom, Wasserdampf in kg/h
φ :	Gleichzeitigkeitsfaktor
x_{ABL} :	absoluter Wassergehalt der Abluft in g _{WD} /kg _{tr.Luft}
x_{ZUL} :	absoluter Wassergehalt der Zuluft in g _{WD} /kg _{tr.Luft}
$(x_{ABL} - x_{ZUL})$:	6 g _{WD} /kg _{tr.Luft} ; jedoch $x_{ABL} \leq 16,5 \text{ g}_{WD}/\text{kg}_{tr.Luft}$
ρ :	Luftdichte in kg/m³; $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$

Hinweis zur Anwendung der Formel (I-5-13)

Mit Gleichung (I-5-13) wird direkt der Abluftvolumenstrom berechnet, der zur Abfuhr des Wasserdampfs erforderlich ist. Im Gegensatz zur Gleichung (I-5-11), mit der der Thermikluftstrom berechnet wird, wird der errechnete Luftvolumenstrom zum Schutz vor Kondensation nicht mit dem Ausspülgrad α multipliziert.

Der Wert von $6 \text{ g}_{\text{WD}}/\text{kg}_{\text{tr.Luft}}$ für die Differenz der Wasserdampfaufnahmefähigkeit zwischen Abluft und Zuluft wird in der Klimatechnik üblicherweise verwendet. Für den Fall, dass die Zuluft gekühlt und dabei auch getrocknet wird, kann die Luft unter Umständen größere Wasserdampfmengen als den angegebenen Wert aufnehmen. Hier empfiehlt sich eine anlagenbezogene Auslegung. Auch hierbei sollte der Wasserdampfgehalt der Abluft den Wert von $16,5 \text{ g}_{\text{WD}}/\text{kg}_{\text{tr.Luft}}$ nicht überschreiten.

Hohe spezifische Wasserdampfmengen werden von Kochkesseln, Heißluftdämpfern und Wasserbädern abgegeben. Besonders hohe spezifische Wasserdampfmengen treten an (Kipp-) Bratpfannen und Bratplatten, Grillgeräten und Fritteusen auf.

I-5.5 Berechnung der Abluftvolumenströme

Die Berechnung der Thermikluftströme erfolgt einzeln für jeden Koch- oder Geräteblock- oder geräteweise, wenn die Geräte alleine stehen. Bei der Aufstellung in Kochblöcken oder in Geräteblöcken werden Leerfelder, wie z. B. Arbeitsfelder, zwischen den einzelnen thermischen Geräten übermessen. Leerfelder, die sich am Anfang oder am Ende eines Kochblocks befinden, bleiben bei der Ermittlung der Abmessungen des Kochblocks unberücksichtigt.

Bei der Berechnung der Abluftvolumenströme thermischer Geräte, die unterhalb von Küchenlüftungshauben oder -decken aufgestellt sind, müssen die durch die Zulufteinbringung verursachten Störungen des Thermikluftstroms berücksichtigt werden. Dies geschieht durch einen Faktor, der als „Ausspülgrad“ bezeichnet wird. Turbulenzarme Formen der Zulufteinbringung werden mit niedrigeren Faktoren berücksichtigt, sodass diese Art der Zulufteinbringung zu geringeren Abluftvolumina führt.

Tabelle I-5-3: Ausspülgrad a für Küchenlüftungshauben und Küchenlüftungsdecken

Form der Strömung		Ausspülgrad a
Mischströmung mit	tangentialen Luftauslässen	1,35
	Deckenluftauslässen	1,30
Schichtströmung mit	Verdrängungsluftauslässen in der Decke	1,20
	Quellluftauslässen	1,15

I-5.5.1 Abluftvolumenströme bei der Verwendung von Küchenlüftungsdecken

Die Abbildung I-5-6 zeigt eine Küchenlüftungsdecke über einem Mittelkochblock und über Heißluftdämpfern in einer Betriebskantine. In der Küchenlüftungsdecke ist eine selbsttätige, ortsfeste Feuerlöscheinrichtung integriert. Weitere Hinweise zu Feuerlöschanlagen befinden sich in Kap. II-10.

Der Abluftvolumenstrom einer Küchenlüftungsdecke berechnet sich aus der Summe der unter der Decke aufsteigenden Thermikluftströme gemäß der Gleichung (I-5-11), die mit dem Ausspülgrad multipliziert wird.

$$\dot{V}_{ABL} = \left(\sum_{i=1}^n \dot{V}_{th} \right) \cdot \alpha \quad (\text{I-5-14})$$

Dabei sind:

\dot{V}_{ABL} : Abluftvolumenstrom in m³/h

\dot{V}_{th} : Thermikluftstrom in m³/h

α : Ausspülgrad



Abbildung I-5-6: Küchenlüftungsdecke mit einer ortsfesten Feuerlöschanlage

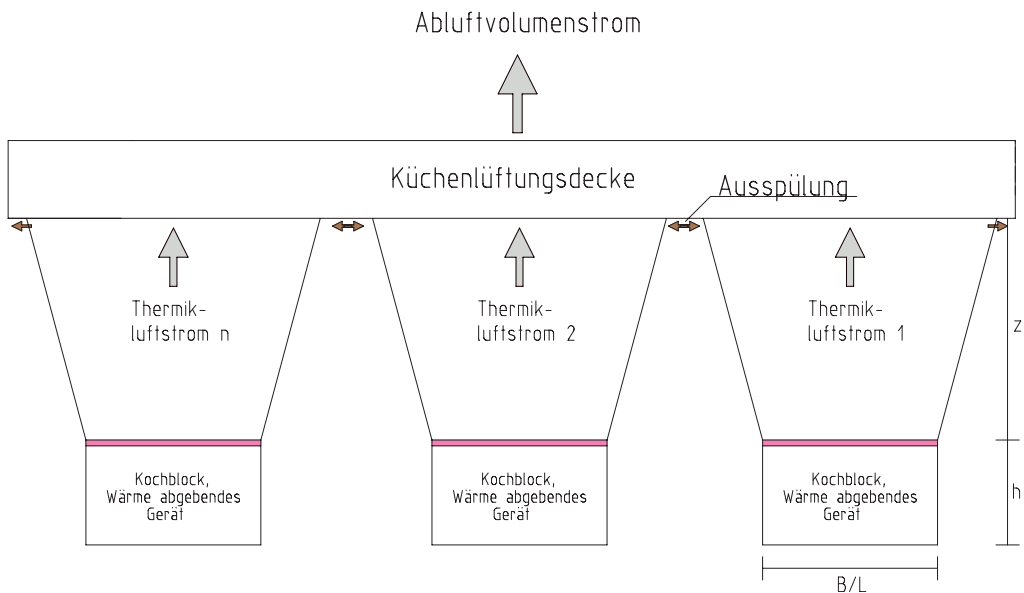


Abbildung I-5-7: Abluftvolumenströme an einer Küchenlüftungsdecke

Diese Zusammenhänge werden grafisch in Abbildung I-5-7 verdeutlicht: Bei der Berechnung der Thermikluftströme ist darauf zu achten, dass zur Ermittlung des Werts von z , der Höhe über dem Kochblock, die maximal anzunehmende Höhe der Unterkante der Küchenlüftungsdecke 2,50 m beträgt. Dies gilt immer dann, wenn die tatsächlichen Installationshöhen darüber liegen.

I-5.5.2 Abluftvolumenströme bei der Verwendung von Küchenlüftungshauben

Abbildung I-5-8 zeigt eine Ablufthaube über einem Mittelkochblock in einer Kantine. Bei Küchenlüftungshauben wird der Abluftstrom ganz ähnlich dem von Küchenlüftungsdecken berechnet. In der Regel befindet sich nur eine Gerätegruppe/Kochblock oder ein Gerät unter einer Haube, sodass auch nur der Thermikluftstrom, der sich unter der Haube befindlichen Geräte mit dem Ausspülgrad multipliziert wird. Das Ergebnis ist der Erfassungsluftstrom der Haube:

$$\dot{V}_{\text{Erf}} = \dot{V}_{\text{th}} \cdot a \quad (\text{I-5-15})$$

Dabei sind:

- \dot{V}_{Erf} : Erfassungsluftstrom der Ablufthaube in m^3/h
- \dot{V}_{th} : Thermikluftstrom der Geräte unter der Haube in m^3/h
- a : Ausspülgrad



Abbildung I-5-8: Dunstabzugshaube über einem Mittelkochblock

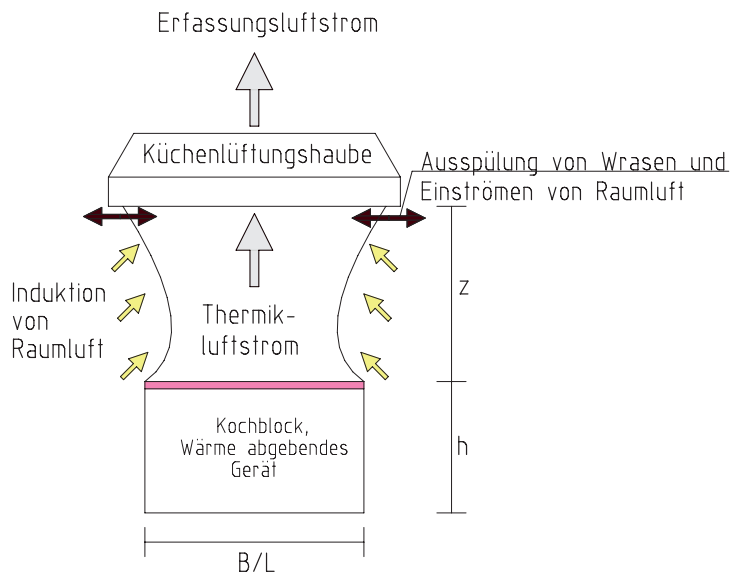


Abbildung I-5-9: Zusammenhang zwischen dem Thermikluftstrom und dem Erfassungsluftstrom einer Ablufthaube

Die Berechnung der Höhe z erfolgt bis zur Unterkante der Ablufthaube. Die Zusammenhänge werden in Abbildung I-5-9 grafisch dargestellt.

Der nach Gleichung (I-5-15) berechnete Erfassungsluftstrom der Ablufthaube entspricht dem erforderlichen Mindestabluftvolumenstrom der Haube.

Zusätzlich zu den Erfassungsluftströmen der Küchenlüftungshauben muss in Küchen mit Küchenlüftungshauben immer auch ein zusätzlicher Abluftvolumenstrom unterhalb der Raumdecke in der Küche abgesaugt werden. Die Berechnung dieses Abluftvolumenstroms wird im nächsten Kapitel I-5.5.3 beschrieben.

I-5.5.3 Abluftvolumenströme von nicht erfassten Geräten

Die Abluftvolumenströme von Geräten, deren Thermikluftstrom nicht von einer Küchenlüftungshaube oder einer Küchenlüftungsdecke erfasst wird, werden mit Gleichung (I-5-16) berechnet. Für diese Geräte werden die Thermikluftströme der Einzelgeräte addiert und mit dem Ausspülgrad multipliziert. Hierbei wird analog zur Berechnung bei Küchenlüftungsdecken die maximale Aufstiegshöhe mit 2,5 m angenommen.

$$\dot{V}_{ABL,ne} = (\sum_{i=1}^n \dot{V}_{th,ne}) \cdot \alpha \quad (I-5-16)$$

Dabei sind:

$\dot{V}_{ABL,ne}$: Abluftvolumenstrom der nicht erfassten Geräte in m^3/h

$\dot{V}_{th,ne}$: Thermikluftstrom eines nicht erfassten Gerätes in m^3/h

α : Ausspülgrad

Für den Fall, dass der Abluftvolumenstrom aller nicht erfasster Geräte weniger als 10 % der Erfassungsluftströme aller Küchenlüftungshauben im selben Raum beträgt, ist die Raumabluft um einen zusätzlichen Ausgleichsluftstrom zu erhöhen. Die Summe aus allen Thermikluftströmen der nicht erfassten Geräte und dem Ausgleichsluftstrom muss zumindest 10 % der Erfassungsluftströme der Hauben betragen.

$$(\sum_{i=1}^n \dot{V}_{th,ne}) + \dot{V}_{Ausg} \geq 0,1 \cdot (\sum_{i=1}^n \dot{V}_{Erf}) \quad (I-5-17)$$

Dabei ist

\dot{V}_{Ausg} : Ausgleichsvolumenstrom in m^3/h

Abluftdurchlässe in der Küche

In Küchen, die über Küchenablufthauben entlüftet werden, sind zusätzliche Abluftdurchlässe an der Raumdecke anzuordnen. Über diese muss ein Abluftvolumenstrom von mindestens 10 % der Gesamtabluft aller in der Küche installierten Hauben abgesaugt werden. Übersteigt die Summe der Thermikluftströme der außerhalb von Hauben installierten Kochgeräte diese 10 %, muss der Gesamtabluftvolumenstrom der Abluftgitter diesem Thermikluftstrom entsprechen. Die Abluftdurchlässe sind mit Aerosolabscheidern auszurüsten.

I-5.5.4 Küchenlüftungshaube und -decken mit integrierter Luftzuführung

Bei Küchenlüftungshauben oder -decken mit integrierter Luftzuführung ist ein anderes, als die bisher vorgestellten Verfahren zur Ermittlung der Thermikluftströme anzuwenden. Die Einblasung von Zuluft direkt in den Haubenkörper kann unter bestimmten Umständen ein Austreten des Wrasens aus dem Haubenkörper verhindern und damit die Erfassung verbessern. Hierbei kann die Induktionswirkung des Zuluftstrahls zu einer Stabilisierung der Strömung an der Haube führen und eine Reduzierung der Ausspülung bewirken, was zu einem verringerten Ausspülgrad führen würde. Als Folge würden sich auch der Erfassungsluftstrom und damit der Abluftvolumenstrom der Küche verringern. Diese Hauben werden von manchen Herstellern als „Induktionshauben“ oder auch als „Energiesparhauben“ bezeichnet. Eine solche Haube ist in Abbildung I-5-10 schematisch dargestellt.

Prinzipiell kann der gleiche Effekt auch bei Küchenlüftungsdecken erreicht werden. Zur Vereinfachung sollen an dieser Stelle aber nur Küchenlüftungshauben genannt werden, da diese die weit häufiger auftretenden Bauformen sind, und die nachstehenden Gleichungen (I-5-18) und (I-5-19) sowohl für Hauben als auch für Decken angewendet werden können.

Zur Sicherstellung der Abfuhr der Kochwrasen und der darin enthaltenen Schadstoffe, der Wärme und der Feuchte ist der aufsteigende Thermikluftstrom in seinem vollen Volumen abzuführen. Gemäß den Anforderungen der VDI-Richtlinie und der Euronorm ist die in die Haube eingeblasene Induktionsluft zusätzlich abzusaugen. Bei der Einblasung von Zuluft direkt in den Haubenkörper gilt zur Abfuhr des Thermikluftstroms folgender Zusammenhang:

$$\dot{V}_{\text{Erf}} = \dot{V}_{\text{th}} \cdot \alpha_{\text{ind}} + \dot{V}_{\text{H}} \quad (\text{I-5-18})$$

Dabei sind:

\dot{V}_{Erf} : Erfassungsluftstrom der Ablufthaube in m³/h

\dot{V}_{th} : Thermikluftstrom in m³/h

α_{ind} : durch Induktionswirkung verringerter Ausspülgrad, herstellerunabhängiger Nachweis erforderlich

\dot{V}_{H} : direkt in die Haube eingeblasener Zuluftstrom (Induktionsluftstrom) in m³/h

Abweichend von der Bezeichnung der VDI 2052, die den Ausspülgrad in dieser Gleichung wie in den Gleichungen (I-5-13) und (I-5-14) ebenfalls mit den Buchstaben α benennt, wurde hier die Bezeichnung α_{ind} verwendet. Hiermit soll verdeutlicht werden, dass es sich nicht um denselben Ausspülgrad wie denen nach Abbildung I-5-9 handelt.

Selbstverständlich bedürfen die Wirksamkeit einer solchen Technik und der gegebenenfalls durch die Induktionswirkung verringerte Ausspülgrad α_{ind} einen herstellerunabhängigen Nachweis durch ein nach DIN EN ISO 17025 zertifiziertes Prüfinstitut. Ein normiertes Verfahren, anhand dessen sich ein verbessertes Absaugverhalten nachweisen ließe, existiert wegen der Komplexität der in einen Nachweis einzubeziehenden Faktoren noch nicht. Von Seiten der europäischen Normeninstitutionen wurde bereits der Versuch einer Normierung unternommen, dieser konnte bisher aber noch nicht abgeschlossen werden.

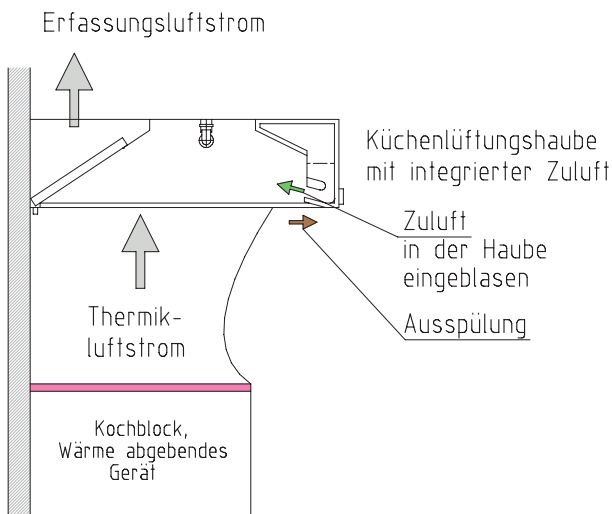


Abbildung I-5-10:
Prinzipskizze einer Ablufthaube mit integrierter Luftzuführung

Aus eigenen Versuchen und Messungen hat der Autor festgestellt, dass sich durch eine horizontale oder leicht nach oben gerichtete Einblasung entlang des Haubenkörpers mit einem Luftvolumenstrom von 80 bis 100 m³/h pro laufendem Meter Haube die Absaugwirkung verbessern lässt. Der horizontale Luftstrahl kann den Austritt von Wrasen aus dem Haubenkörper bei gleichem Erfassungsluftstrom reduzieren.

In Sonderfällen, bei denen die abzuführende Feuchte (latente Wärme) über den sensiblen Lasten liegt, kann sich die direkt in die Haube eingeblasene Zuluft lastmindernd auswirken. Dies kann besonders bei Geräten zum Kochen, Dämpfen und Frittieren der Fall sein. Der Luftvolumenstrom zur Abfuhr der latenten Wärme berechnet sich nach Gleichung (I-5-13). Der Erfassungsluftstrom einer Küchenlüftungshaube berechnet sich nach Gleichung (I-5-15). Der Differenzluftstrom berechnet sich aus:

$$\Delta \dot{V} = \text{Gl. (I-5-13)} - \text{Gl. (I-5-15)}$$

$$\Delta \dot{V} = \frac{\sum_{j=1}^n \dot{m}_{d,j} \cdot \varphi \cdot 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}{(x_{\text{ABL}} - x_{\text{ZUL}}) \cdot \rho} - \dot{V}_{\text{th}} \cdot a \quad (\text{I-5-19})$$

Dabei ist:

$\Delta \dot{V}$: Differenzluftstrom in m³/h

In diesen Fällen verringert sich \dot{V}_{H} in Gl. (I-5-16) um den Betrag von $\Delta \dot{V}$, oder es kann direkt $\dot{V}_{\text{H}} = \Delta \dot{V}$ gewählt werden.

Die direkt in die Haube eingeblasene Zuluft soll im Allgemeinen einen Betrag von 10 % bis 20 % nicht überschreiten und ist so zu temperieren, dass Kondensationserscheinungen, besonders im Haubenkörper, ausgeschlossen werden.

Systeme mit integrierter Zuluftführung richtig planen

Die Planung von Hauben oder Decken mit integrierter Luftzuführung bedarf besonderer Sorgfalt. Dem Autor sind bisher keine Systeme bekannt, die die oben genannte Zertifizierung nachweisen können. Die Fachplaner und ausführenden Firmen müssen sich daher einzig auf die Aussagen der Hersteller verlassen. Diese sind besonders kritisch zu hinterfragen, da auf diesem Gebiet immer wieder mit unseriösen Aussagen geworben wird. Generelle Aussagen, die pauschale Reduzierungen der erwärmten Zuluftvolumenströme von 50 % oder mehr anpreisen, sind wenig glaubhaft.

Auf die Besonderheiten von Küchenlüftungsdecken und Küchenlüftungshauben mit Induktionslufttechnik wird ausführlich im Kapitel II-4 eingegangen.

Weitere Informationen zu diesem Thema können dem Merkblatt des Industrieverbandes Haus-, Heiz- und Küchentechnik e. V. (HKI) [19] entnommen werden.

I-5.6 Anmerkung zur Luftvolumenstromberechnung

Die für den Betrieb einer Küche erforderlichen hohen Luftvolumenströme stehen immer mal wieder in der Kritik. Die Berechnungsmethoden der VDI-Richtlinie 2052 haben sich dabei in der Praxis bewährt. Ansätze mit geringeren Luftvolumenströmen führten hingegen häufig zu Reklamationen. Es ist allerdings auch möglich, die Berechnung der Luftvolumenströme nach anderen Methoden vorzunehmen. In Küchen für spezielle Anwendungen, wie z. B. in der Systemgastronomie, wo viele Fritteusen zum Einsatz kommen, könnte eine Berechnung der Luftvolumenströme der Fritteusen entsprechend der tatsächlichen Feuchteemissionen des Frittierguts zu exakteren Ergebnissen führen. Eine alternative Berechnungsmethode wird in Kapitel I-9.3 vorgestellt. Die dort vorgestellte Berechnung empfiehlt sich allerdings nur dann, wenn alle erforderlichen Angaben vorliegen und die Fachplaner über das nötige Detailwissen verfügen.

In vielen Fällen lassen sich die benötigten Abluftvolumenströme auch durch die Verringerung der Aufstieghöhe des Thermikluftstroms reduzieren, indem besonders niedrig positionierte Absaughauben (Grillhauben) oder spezielle Absaugeinrichtungen, wie z. B. Düsenplattenabsaugungen, eingesetzt werden. Über Fritteusen, bei denen die erforderlichen Luftvolumenströme immer mit der Gleichung (I-5-12) zum Schutz vor Kondensation berechnet werden müssen, entstehen durch niedriger positionierte Abzugshauben keine Vorteile.

I-5.7 Unterschiede bei den Berechnungen nach VDI 2052 Blatt 1 und DIN EN 16282-1

Bis zum Erscheinen der DIN EN 16282-1 war die VDI-Richtlinie 2052, die seit April 2017 als VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 bezeichnet wird, das einzige Regelwerk, das Formeln zur Berechnung der Luftvolumenströme für gewerbliche Küchen enthielt. Mit der Veröffentlichung der DIN EN 16282 Teil 1 [3] als Weißdruck im Dezember 2017 existiert nun ein zweites Regelwerk zur Berechnung der Luftvolumenströme in gewerblichen Küchen.

Glücklicherweise gleichen sich die beiden Regelwerke in vielen Punkten. Bei der Berechnung der Luftvolumenströme in warmen Küchen gibt es aber zwei wichtige Unterschiede, die bei der Planung zu berücksichtigen sind.

I-5.7.1 Vergleich der Berechnungsmethoden für die Thermikluftströme

Der von Kochgeräten aufsteigende Thermikluftstrom wird in der VDI 2052 Blatt 1 mit Gleichung (I-5-11) berechnet:

$$\dot{V}_{\text{th}} = k \cdot \dot{Q}_{\text{s,k}}^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{\text{hydr}})^{5/3} \cdot r \cdot \varphi$$

Die Euronorm enthält eine ganz ähnliche Formel:

$$\dot{V}_{\text{th}} = k \cdot (\dot{Q}_{\text{s,k}} \cdot \varphi)^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{\text{hydr}})^{5/3} \cdot r \quad (\text{I-5-20})$$

Dabei sind:

- k : Konstante $18 \text{ m}^{4/3} \cdot \text{W}^{1/3} \cdot \text{h}^{-1}$
- z : Höhe über der Wärmequelle/Kochblock in m
- $\dot{Q}_{\text{s,k}}$: konvektiv wirksamer Anteil der sensiblen Wärmeabgabe in W
- r : Minderungsfaktor für die Aufstellung der Geräte nach Tabelle I-5-1
- φ : Gleichzeitigkeitsfaktor nach Tabelle I-5-2

Der Unterschied zwischen den beiden Gleichungen (I-5-11) und (I-5-20) ergibt sich durch die unterschiedliche Stellung des Gleichzeitigkeitsfaktors φ . In der Gleichung (I-5-11) steht φ am Ende der Gleichung und geht somit linear ein.

In der Gleichung (I-5-20) geht φ nicht linear ein, sondern nur mit seiner dritten Wurzel. Da die dritte Wurzel einer Zahl kleiner Null immer größer als die Zahl selbst ist (z. B. Zahl = 0,7, $\sqrt[3]{0,7} \approx 0,84$), wirken sich irrtümlich zu klein gewählte Gleichzeitigkeitsfaktoren weniger gravierend aus. Damit gilt in der Euronorm die Proportionalität:

$$\dot{V}_{th} \propto \sqrt[3]{\varphi} \quad (I-5-21)$$

Die in der Euronorm verwendete Gleichung (I-5-20) stammte ursprünglich aus einer älteren Fassung der VDI-Richtlinie 2052 vom Juni 1999 [20]. In dieser Fassung kam der Gleichzeitigkeitsfaktor φ in der Gleichung (I-5-10) gar nicht vor, da φ direkt zur Berechnung von $\dot{Q}_{s,k}$, des konvektiv wirkenden Anteils der sensiblen Wärmeabgabe, verwendet wurde, damit galt:

$$\dot{V}_{th} \propto \sqrt[3]{\dot{Q}_{s,k}} \propto \sqrt[3]{\varphi} \quad (I-5-22)$$

Die in gewerblichen Küchen benötigten hohen Luftvolumenströme wurden in der Vergangenheit häufig kritisiert, worauf der VDI reagierte und ab der Fassung 2006-04 den Gleichzeitigkeitsfaktor nur noch linear zur Berechnung der Thermikluftströme verwendete. Die Empfehlungen für den Wert des Gleichzeitigkeitsfaktors aus Tabelle A.1 VDI 2052 Blatt 1 wurden dabei allerdings nicht angepasst. Es besteht daher die Gefahr, durch die Verwendung nicht ausreichend großer Gleichzeitigkeitsfaktoren die Luftvolumenströme zu gering zu berechnen. In der Vergangenheit kam es – und kommt auch immer wieder – zu Beschwerden und mangelhaft funktionierenden Anlagen, welche ihre Ursache in der nicht korrekten Festlegung von φ hatten. Die Ursachen hierfür sind vielfältig, sie lagen zum Teil darin, dass

- der Gleichzeitigkeitsfaktor zum Zeitpunkt der Planung nicht genau genug abgeschätzt werden konnte
- die in der VDI 2052 empfohlenen Richtwerte für φ für die realisierten Küchen zu gering waren
- sich während der Küchenplanung Änderungen ergeben hatten, die bei der Berechnung der Luftvolumenströme nicht berücksichtigt wurden
- die ermittelten Luftvolumenströme für zu groß erachtet werden und daher mit geringerem φ gerechnet wird, als es tatsächlich notwendig ist.

Der Gleichzeitigkeitsfaktor φ erhält durch die unterschiedliche Stellung in den Gleichungen (I-5-11) und (I-5-20) ein unterschiedliches Gewicht bei der Berechnung der Thermikluftströme. Der Zusammenhang ist in Tabelle I-5-4 dargestellt:

Tabelle I-5-4: Zahlenwerte des Gleichzeitigkeitsfaktors φ und $\varphi^{1/3}$

φ	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
$\varphi^{1/3}$	1,00	0,98	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,84	0,82	0,79

Es ist leicht zu erkennen, dass die Verwendung von φ in Gleichung (I-5-20) zu größeren Thermikluftströmen führt, siehe auch Tabelle I-5-6. Der Normenausschuss der Euronorm versucht, durch die Rückkehr zur ursprünglichen Berechnungsmethode Fehlauslegungen zu verhindern.

I-5.7.2 Vergleich der Berechnung der Luftvolumenströme

Die weitere Vorgehensweise bei der Ermittlung der benötigten Luftvolumenströme in der DIN EN 16282-1 gleicht der der VDI 2052 Blatt 1. Ein Unterschied liegt aber in den Werten für den Ausspülgrad a , die in der DIN EN 16282-1 durchgehend geringer sind als in der VDI 2052 Blatt 1. Die Tabelle I-5-5 zeigt einen Vergleich der in den beiden Regelwerken verwendeten Ausspülgrade.

Tabelle I-5-5: Vergleich der Ausspülgrade nach VDI 2052 Blatt 1 und DIN EN 16282-1

Form der Strömung		VDI 2052 Blatt 1	DIN EN 16282-1
		Ausspülgrad a	Ausspülgrad a
Mischströmung mit	tangentialen Luftauslässen	1,35	1,25
	Deckenluftauslässen	1,30	1,20
Schichtströmung mit	Verdrängungsluftauslässen in der Decke	1,20	1,10
	Quellluftauslässen	1,15	1,05

Die Unterschiede zwischen den beiden Berechnungsmethoden werden sich durch den Einfluss des niedrigeren Werts für den Ausspülgrad in der DIN EN 16282-1 etwas verringern. Trotzdem sind diese zum Teil noch erheblich, besonders bei kleineren Werten für φ .

Tabelle I-5-6 zeigt einen Vergleich zwischen den beiden Berechnungsmethoden. Es soll angenommen werden, dass bei einem Wert von $\varphi = 1,0$ der errechnete Thermikluftstrom 1.000 m³/h beträgt.

Spalte 1 der Tabelle enthält den jeweiligen Gleichzeitigkeitsfaktor φ , mit dem der Thermikluftstrom von 1.000 m³/h entsprechend den Gleichungen (I-5-11) oder (I-5-20) multipliziert wird.

Die Spalte 3 enthält die Werte für den Ausspülgrad nach VDI 2052 Blatt 1, die Spalte 6 den Ausspülgrad nach DIN EN 16282-1.

Die Spalten 4 und 7 enthalten die Abluftvolumenströme nach den beiden Regelwerken.

Spalte 8 zeigt die prozentualen Differenzen zwischen den berechneten Werten. Mit grüner Farbe sind Abweichungen von 0 % bis 5 % markiert, mit gelber Farbe Abweichungen von 5,1 % bis 10 % und mit roter Farbe alle Abweichungen > 10 %. Eine gute Übereinstimmung (Abweichung < 5 %) zwischen den beiden Rechenmethoden ergibt sich bei einem $\varphi = 0,9$, eine mäßige Übereinstimmung (Abweichung < 10 %) ergeben sich bei $\varphi = 1,0$ und $\varphi = 0,8$. Für Werte kleiner 0,7 sind die Abweichungen schon erheblich und betragen bei $\varphi = 0,5$ fast 32 %.

Für die in der VDI-Richtlinie häufig empfohlenen Werte von $\varphi = 0,7$ errechnet die Euronorm 14 %, bei $\varphi = 0,6$ sogar 22 % höhere Luftvolumenströme.

Tabelle I-5-6: Vergleich der berechneten Abluftvolumenströme nach VDI 2052 Blatt 1 und DIN EN 16282-1 bezogen auf einen Thermikluftstrom von 1.000 m³/h bei $\varphi = 1,0$

Spalte Nr.							
1	2	3	4	5	6	7	8
φ	Berechnung nach VDI 2052 Blatt 1			Berechnung nach DIN EN 16282-1			Abweichung
	Thermikluftstrom	Abluftvolumenstrom		Thermikluftstrom	Abluftvolumenstrom		
	Formel (5-10)	Formel (5-13)		Formel (5-10a)	Formel (5-13)		
1	1.000 m³/h	Mischlüftung mit tangentialen Luftauslässen $a = 1,35$	1.350 m³/h	1.000 m³/h	Mischlüftung tangential $a = 1,25$	1.250 m³/h	8,0 %
0,9	900 m³/h		1.215 m³/h	965 m³/h		1.207 m³/h	0,7 %
0,8	800 m³/h		1.080 m³/h	928 m³/h		1.160 m³/h	-6,9 %
0,7	700 m³/h		945 m³/h	888 m³/h		1.110 m³/h	-14,9 %
0,6	600 m³/h		810 m³/h	843 m³/h		1.054 m³/h	-23,2 %
0,5	500 m³/h		675 m³/h	794 m³/h		992 m³/h	-32,0 %
1	1.000 m³/h	Mischlüftung mit Deckenluftauslässen $a = 1,30$	1.300 m³/h	1.000 m³/h	Mischlüftung mit Deckenluftauslässen $a = 1,20$	1.200 m³/h	8,3 %
0,9	900 m³/h		1.170 m³/h	965 m³/h		1.159 m³/h	1,0 %
0,8	800 m³/h		1.040 m³/h	928 m³/h		1.114 m³/h	-6,6 %
0,7	700 m³/h		910 m³/h	888 m³/h		1.065 m³/h	-14,6 %
0,6	600 m³/h		780 m³/h	843 m³/h		1.012 m³/h	-22,9 %
0,5	500 m³/h		650 m³/h	794 m³/h		952 m³/h	-31,8 %
1	1.000 m³/h	Schichtströmung mit Verdängungs-luftauslässen in der Decke $a = 1,20$	1.200 m³/h	1.000 m³/h	Schichtströmung mit Verdängungs-luftauslässen in der Decke $a = 1,10$	1.100 m³/h	9,1 %
0,9	900 m³/h		1.080 m³/h	965 m³/h		1.062 m³/h	1,7 %
0,8	800 m³/h		960 m³/h	928 m³/h		1.021 m³/h	-6,0 %
0,7	700 m³/h		840 m³/h	888 m³/h		977 m³/h	-14,0 %
0,6	600 m³/h		720 m³/h	843 m³/h		928 m³/h	-22,4 %
0,5	500 m³/h		600 m³/h	794 m³/h		873 m³/h	-31,3 %
1	1.000 m³/h	Schichtströmung mit Quellluft auslässen bodennah $a = 1,15$	1.150 m³/h	1.000 m³/h	Schichtströmung mit Quellluftauslässen bodennah $a = 1,05$	1.050 m³/h	9,5 %
0,9	900 m³/h		1.035 m³/h	965 m³/h		1.014 m³/h	2,1 %
0,8	800 m³/h		920 m³/h	928 m³/h		975 m³/h	-5,6 %
0,7	700 m³/h		805 m³/h	888 m³/h		932 m³/h	-13,7 %
0,6	600 m³/h		690 m³/h	843 m³/h		886 m³/h	-22,1 %
0,5	500 m³/h		575 m³/h	794 m³/h		833 m³/h	-31,0 %

Hinweis zu den unterschiedlichen Rechenergebnissen bei VDI und DIN EN

Die unterschiedlichen Rechenergebnisse der beiden Regelwerke VDI-Richtlinie und Euronorm ergeben sich aus der Berechnung der Thermikluftströme nach den Gleichungen (I-5-11) und (I-5-20).

Bei überwiegend Wasserdampf abgebenden Geräten, deren Luftvolumenströme mit der Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation (Gleichung (I-5-13)) ermittelt werden (hauptsächlich Heißluftdämpfer, Fritteusen und Wasserbäder), ergeben sich nach beiden Methoden identische Luftvolumenströme.

Die in Tabelle I-5 6 aufgezeigten Unterschiede zwischen den beiden Berechnungsmethoden, die mit geringerem φ stark zunehmen, sind für Planer und Ausführende nicht befriedigend. Eine exakte Berechnung steht und fällt daher mit einer möglichst genauen Kenntnis des Gleichzeitigkeitsfaktors φ . Wenn dieser exakt ermittelt werden kann oder auf Grund der Anwendung schon bekannt ist, wie dies z. B. in der Systemgastronomie mit standardisierten Anwendungen häufig der Fall ist, würde sich eine Berechnung nach VDI 2052 Blatt 1 anbieten. Für alle anderen Fälle – und besonders dann, wenn Zweifel an der Richtigkeit des zu verwendenden Werts von φ bestehen – bietet die Berechnung nach DIN EN 16282-1 mehr Sicherheit.

Verwendete Regelwerke eindeutig benennen

Es sollte vermieden werden, die Luftvolumenströme für verschiedene Küchenbereiche nach unterschiedlichen Regelwerken zu berechnen. Da die meisten Planungsverträge einen Passus enthalten, der sinngemäß die Beachtung aller DIN-Normen, VDI-Richtlinien und der a.a.R.d.T. fordert, ist es zur Vermeidung späterer Streitigkeiten sehr zu empfehlen, mit seinem Auftraggeber das einzuhaltende Regelwerk schriftlich zu fixieren.

Eine Berechnung nach DIN EN 16282-1 bietet dem Planer und dem Ausführenden mehr Sicherheit, wodurch ungenaue Vorgaben und spätere Änderungen in der Küchenplanung vielleicht ohne größeren Aufwand kompensiert werden können. Die Methode kann aber eventuell auch zu überdimensionierten Anlagen und zu höheren Kosten führen.

Eine Berechnung nach VDI 2052 Blatt 1 wird bei genauer Kenntnis des Gleichzeitigkeitsfaktors φ i. d. R. zu guten Ergebnissen führen.

I-5.8 Küchengeräte mit integrierter Wrasenerfassungseinrichtung

Es gibt Küchengeräte, wie z. B. Heißluftdämpfer oder Spülmaschinen, die von den Herstellern bereits mit integrierten Wrasenerfassungseinrichtungen ausgestattet werden können. Von den Herstellern werden diese meist mit dem Begriff „Kondensationshauben“ beworben. Die Erfassung der erzeugten Wrasen kann entweder oberhalb oder neben den Küchengeräten vorgenommen werden. Mit diesen Vorrichtungen lassen sich die latenten Raumlasten reduzieren, wenn die Erfassungseinrichtungen an einen Kaltwasserkreislauf oder an einem anderen Kühlmedium angeschlossen

sen werden. Bei den neuesten Entwicklungen kommen auch Kältemaschinen mit Direktverdampfern zum Kondensieren der feuchten Luft zum Einsatz. Mit diesen Techniken lassen sich durch Kondensation der Wrasen die Raumlaster durch Entzug von latenter Wärme reduzieren. Bei der Berechnung der Luftvolumenströme nach Kapitel I-5.5 kann in der Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation für diese Küchengeräte der Wert auf 30 % des Rechenergebnisses reduziert werden.

Einfachere Techniken arbeiten ohne aktive Kondensationseinrichtungen, der Nutzen solcher Lösungen ist in der Fachwelt umstritten. Gemäß den Herstellerangaben sollen auch solche Geräte den Wrasen am Entstehungsort reduzieren, sodass diese auch außerhalb von Erfassungseinrichtungen oder Erfassungsflächen aufgestellt werden können sollen. Hier ist es anzuraten, sich von den Herstellern entsprechende Nachweise vorlegen zu lassen.

Der Thermikluftstrom wird in beiden Fällen nicht reduziert und muss entweder mittels einer Küchenlüftungsdecke, einer Küchenlüftungshaube oder, wenn die Geräte nicht unter Erfassungseinrichtungen aufgestellt sind, nach Kapitel I-5.5.4 als nicht erfasster Abluftvolumenstrom aus der Küche abgeführt werden.

Bei der Aufstellung solcher Geräte ist darauf zu achten, dass die Aufstellung nicht im Bereich der Zuluftbringung erfolgt.

Weitere Informationen zu diesem Thema können dem Merkblatt des Industrieverbandes Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V. (HKI) [21] entnommen werden.



Abbildung I-5-11: Gewerbespülmaschine mit integrierter Wrasenerfassungseinrichtung

I-5.9 Umluft in Küchen

Von manchen Herstellern von Abluftreinigungseinrichtungen und gelegentlich auch von Kücheneinrichtern oder Küchenplanern wird behauptet, dass in gewerblich genutzten Küchen die Verwendung von gereinigter Umluft möglich wäre. Dies ist nicht richtig. [Ein Umluftbetrieb in gewerblichen Küchen ist mit den Arbeitsstättenrichtlinien ASR 3.6 \[22\] nicht vereinbar und wird dort explizit ausgeschlossen](#). In jedem Fall sind die Arbeitsstättenrichtlinien einzuhalten, welche im Arbeitsschutzgesetz verankert sind. In den Arbeitsstättenrichtlinien steht unter Ziffer 6.4 Luftführung, Zitat:

Auszug aus ASR 3.6

(3) Abluft aus Räumen mit Lasten (Stoff-, Feuchte-, Wärmelasten) darf als Umluft nur dann genutzt werden, wenn Gesundheitsgefahren und Belästigungen ausgeschlossen werden können.

(4) Abluft aus Sanitärräumen, Raucherräumen und Küchen darf nicht als Zuluft genutzt werden.

Der Begriff „Zuluft“ in (4) schließt hier selbstverständlich auch die Verwendung von Umluft in der Küche aus.

Grundsätzlich erlauben die Arbeitsstättenrichtlinien auch andere Lösungen, sofern zumindest das gleiche Sicherheitsniveau bezüglich des Arbeitsschutzes gewährleistet ist. Solche Lösungen sind bisher bei einem Umluftbetrieb in gewerblichen Küchen nicht bekannt, daher werden diese in den ASR auch konkret ausgeschlossen.

Sollte eine Lösung mit Umluft in Betracht gezogen werden, stellt sich natürlich die Frage, wie der Lieferant dieser Anlage Gesundheitsgefahren ausschließen kann. Fast alle modernen Abluftreinigungssysteme arbeiten entweder mit UV-Strahlen, Ozon oder anderen, plasmaerzeugenden Stoffen oder Systemen. Es werden immer Ozon, Hydroxylradikale und andere oxidativ wirkende Stoffe erzeugt, andernfalls könnte die Abluft nicht gereinigt werden. Diese Chemikalien werden im Prozess nicht vollständig abgebaut, sondern würden mit der Umluft wieder der Küche zugeführt werden. Zusätzlich werden bei dem Oxidationsprozess andere, nicht bekannte und damit auch nicht bewertbare, Stoffe erzeugt. Auch ein nachgeschalteter Aktivkohlefilter wird diese Stoffe nicht vollständig entfernen können. Die Umluft müsste zusätzlich vor Feinstaub und vor gefährlichen Verkeimungen, die sich in dem feucht-warmen Milieu eines Aktivkohlefilters bilden könnten, geschützt werden. Der Einsatz von Schwebstofffiltern ist in Küchen jedoch nur schwer vorstellbar. Zum einen würde die sehr hohe zu erwartende Belastung zu sehr kurzen Standzeiten führen, zum anderen bedarf deren Verwendung besonders geschulten Personals und einer lückenlosen Überwachung.

In einer weiteren Luftbehandlungsstufe müsste die Luft entfeuchtet werden. Hierzu müsste sie relativ weit herabgekühlt (auf ca. 10 °C) und anschließend wieder erwärmt werden. Zusätzlich müsste in jedem Fall der Brandschutz eingehalten und der Baukörper vor Kondensation geschützt werden.

Eine Verwendung von Umluft wäre nach Ansicht des Autors nur dann zulässig, wenn der Hersteller nachweisen kann, dass von seiner Anlage keinerlei Gesundheitsgefahren ausgehen können. Dies ist auch eine Grundanforderung der Musterbauordnung (MBO) §3, Satz (3) [23], in der gefordert wird, dass von baulichen Anlagen keine Gefahren für das Leben und die Gesundheit ausgehen dürfen. Sofern ein solcher Nachweis überhaupt möglich wäre, müsste dieser von einem unabhängigen Prüfinstitut oder einer notifizierten Prüfstelle erbracht werden. Es müssten alle möglichen Einsatzfälle mit den unterschiedlichen Kochverfahren, Speisen und Zutaten getestet werden. Ohne Vorlage der oben genannten Nachweise und einer gültigen Baugenehmigung ist der Einsatz von Umluftanlagen in gewerblichen Küchen unzulässig. Auch bei genehmigten Anlagen können bei Gesundheitsschädigungen erhebliche Haftungsrisiken für den Betreiber, den Errichter, den Fachplaner und den Architekten entstehen.

I-6 Speiseausgaben- und Frontcooking-Bereiche

In Großküchen gibt es in der Regel Speiseausgaben, an denen die in der Küche zubereiteten Speisen warmgehalten und an die Essensteilnehmer ausgeteilt werden. In einigen Speiseausgaben sind auch sogenannte „Frontcooking-Stationen“ integriert, an denen Essen frisch zubereitet wird. Die Anforderungen an die Lüftung dieser Bereiche sind besonders hoch. Zum einen müssen die entstehenden Wrasen und die Wärme abgesaugt werden, zum anderen soll – aus hygienischen Gründen – keine Luft von den Essensteilnehmern in den Ausgabe- oder in den Frontcooking-Bereich hereinströmen. Eine zusätzliche Problematik besteht darin, dass Speiseausgaben in den meisten Fällen an andere gelüftete Küchenbereiche, wie beispielsweise an die warme Küche angrenzen. In solchen Fällen besteht immer die Gefahr unkontrollierter Strömungen zwischen den einzelnen Küchenbereichen, als Folge von nicht exakt einregulierten Lüftungsanlagen oder durch Querströmungen bei geöffneten Türen. Hier wäre natürlich zuerst eine korrekte Einregulierung der Lüftungsanlagen vorzunehmen. Automatiktüren zwischen der Ausgabe und der Küche könnten helfen, Luftströmungen zwischen den verschiedenen Küchenbereichen zu reduzieren.

Lufttechnisch lässt sich eine Trennung zwischen dem Ausgabe- und Frontcooking-Bereich zu den Essensteilnehmern durch einen Überdruck oder einen Luftschleier herstellen. Dies erfordert eine entsprechende Planung und eine ausreichend dimensionierte Zuluftanlage, damit sich die gewünschte gerichtete Strömung einstellt.

In den technischen Regelwerken für die Küchenlüftung (VDI 2052, DIN EN 16282, BGR) finden sich keine Hinweise, wie Lüftungsanlagen für die Essensausgabe auszuführen wären. Hilfestellung kann hier die Norm DIN 10505 Lebensmittelhygiene – Lüftungseinrichtungen für Lebensmittelverkaufsstätten [24] geben. Auch wenn diese Norm nicht für gewerbliche Küchen gilt, sind dort jedoch vergleichbare Anwendungen aufgeführt, wie z. B. Frontcooking-Bereiche in Verkaufsstätten, bei denen ähnliche Anforderungen an die Hygiene zu erfüllen sind. Es ist zu beachten, dass in DIN 10505 auch der Einsatz von Umluft beim Einsatz entsprechender Filter (ab Filterklasse H13) zulässig ist. Umluft darf in gewerblichen Küchen grundsätzlich nicht eingesetzt werden, sodass hier diese Variante ausscheidet.

In DIN 10505 werden zwei verschiedene Lüftungssysteme beschrieben:

- Überdruckanlagen mit einer Verblendung
- Luftschleieranlagen mit oder ohne Verblendung

Diese beiden Systeme sollen im Weiteren näher betrachtet werden.

Hinweis zur Strömungsrichtung

Die Strömungsrichtung an Speiseausgaben und Frontcooking-Stationen wird gelegentlich von den zuständigen Behörden (Veterinäramt, Wirtschaftskontrolldienst, Ordnungsamt u. a.) oder auch von Prüfsachverständigen überprüft. Dies kann sehr einfach durch die Verwendung von Rauchröhrchen vorgenommen werden. Sollte sich hierbei die geforderte Abschirmung zu dem Gastbereich nicht nachweisen lassen, stellt dies einen schwerwiegenden hygienischen Mangel dar, der die Inbetriebnahme der Küche gefährden kann.

I-6.1 Überdruckanlagen

Abbildung I-6-1 zeigt links den schematischen Aufbau einer Überdruckbelüftung nach DIN 10505. In vielen Geschäften und Supermärkten sind solche Ausführungen möglich, da aus der Theke heraus keine oder nur geringe Gerüche heraustreten. Anders verhält es sich in Speiseausgaben von Küchen: hier soll eine Geruchsbelastung anderer Bereiche vermieden werden. Im Bild ist rechts eine mögliche Lösung zur Lüftung einer Speiseausgabe mit oder ohne Frontcooking dargestellt.

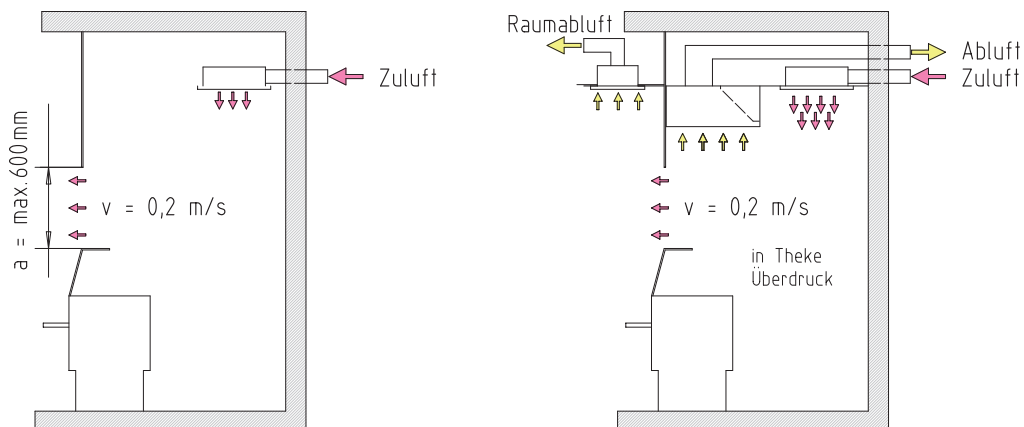


Abbildung I-6-1: schematische Darstellung einer Überdruckbelüftungsanlage, links gem. DIN 10505 für eine Ladentheke, rechts als eine mögliche Lösung in der Speiseausgabe einer Küche

Mittels einer an der Decke installierten, senkrecht herabhängenden Schürze wird zwischen der Unterkante der Schürze und dem auf den Ausgabemöbeln aufgesetzten Hustenschutz eine Durchreiche gebildet. Ein permanenter, durch die Durchreiche hindurch in den Gästebereich gerichteter, Luftstrom soll das Eindringen von belasteter Raumluft in die Speiseausgabe verhindern oder zumindest erschweren. Der überströmende Luftvolumenstrom müsste vor der Ausgabe wieder abgesaugt werden, um Gerüche im Gästebereich zu reduzieren.

Die für den Betrieb der Speiseausgabe und des gegebenenfalls dort integrierten Frontcooking-Bereichs sind die erforderlichen Abluftvolumenströme entsprechend der Gleichungen aus Kapitel I-5 zu berechnen. Die Zuluft ist so zu bemessen, dass sich in der Abströmfläche zwischen der Schürze und dem Hustenschutz eine Strömungsgeschwindigkeit von mindestens 0,2 m/s in Richtung des Gästebereichs einstellt. Das Maß der Höhe a zwischen der Schürze und dem Hustenschutz sollte 0,6 m nicht überschreiten. Der Luftvolumenstrom für den Überdruck, der im Gästebereich abgesaugt werden müsste, berechnet sich dann zu:

$$\dot{V}_{\text{Ü}} = a \cdot l \cdot v \quad (\text{I-6-1})$$

Dabei sind:

$\dot{V}_{\text{Ü}}$: erforderlicher Luftvolumenstrom der Durchreiche, in m³/s

a : Höhe der Durchreiche, in m

l : Länge der Theke, in m

v : Luftgeschwindigkeit in der Abströmfläche, in m/s

Für Anwendungen in denen die Höhe der Durchreiche weniger als 0,6 m beträgt, darf die Abströmgeschwindigkeit linear verringert werden. Es gilt der Zusammenhang:

$$v = \frac{v_{\text{max}}}{a_{\text{max}}} \cdot a \quad (\text{I-6-2})$$

Dabei sind:

v : Luftgeschwindigkeit in der Abströmfläche, in m/s

$v_{\text{max}} = 0,2$ m/s

$a_{\text{max}} = 0,6$ m

a : Höhe der Durchreiche in m

Die Gleichungen (I-6-1) und (I-6-2) beziehen sich auf einseitig offene und an der Ausgabe gerade verlaufende Konstruktionen. Bei anderen Konstruktionen, die im Grundriss gewinkelte oder geschwungene Ausgaben besitzen, ist darauf zu achten, dass die Luftgeschwindigkeiten in der Durch-

reiche der jeweiligen Konstruktion angepasst sind. Hier empfiehlt sich die Kombination mit einer Luftschleieranlage, siehe Kapitel I-6.2.

Der in die Speiseausgabe einzubringende Zuluftvolumenstrom berechnet sich aus der Summe der Abluftvolumenströme für alle Geräte zuzüglich des erforderlichen Luftvolumenstroms für den Überdruck an der Durchreiche:

$$\dot{V}_{\text{ZUL}} = \dot{V}_{\text{ABL}} + (\dot{V}_{\text{Ü}} \cdot 3.600) \quad (\text{I-6-3})$$

Bei der maximal zulässigen Höhe der Durchreiche von 0,6 m und der dort erforderlichen Luftgeschwindigkeit von 0,2 m/s beträgt der benötigte Zuluftvolumenstrom für die Aufrechterhaltung des Überdrucks in der Ausgabe pro laufendem Meter:

$$\dot{V}_{\text{Ü}} = 1 \text{ m} \cdot a \cdot v = 1 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m/s} \cdot 3.600 \text{ s/h} = 432 \text{ m}^3/\text{h} \quad (\text{I-6-4})$$

Da Speiseausgaben oft eine Länge von mehreren Metern aufweisen, ergeben sich erhebliche Zuluftvolumenströme für die Aufrechterhaltung des Überdrucks. Diese Zuluftvolumenströme müssen zusätzlich zu denen für die Ablufteinrichtungen benötigten, zugfrei in den Bereich der Speiseausgabe eingebracht werden. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass die Zuluft für den Überdruck in der Speiseausgabe gleichmäßig über deren gesamte Länge verteilt werden muss, da sich andernfalls an der Durchreiche kein gleichmäßiges Strömungsprofil einstellt. Planerisch ist diese Aufgabe – auch aufgrund der oftmals hohen Installationsdichte in den Zwischendecken in diesen Bereichen – nicht leicht zu realisieren. Für solche Anwendungen empfiehlt sich daher häufig die Installation einer Luftschleieranlage, die deutlich geringere Luftvolumenströme benötigt.

I-6.2 Luftschleieranlagen

Die Abbildung I-6-2 und Abbildung I-6-3 zeigen Luftschleieranlagen zur Abschirmung von Speiseausgaben. Die Trennwirkung wird durch den Luftschleier erzielt, der genau in der Flucht mit den Möbeln der Speiseausgabe, also oberhalb der Tabletrutsche, verlaufen muss. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Luftschleier weder in die Speiseausgabe hineinbläst, noch dass dieser durch einen eventuell in der Speiseausgabe herrschenden Unterdruck dort hinein gesaugt wird. Daher ist die Speiseausgabe mit ausgeglichenen Druckverhältnissen zu betreiben. Die Zuluft aus der Luftschleieranlage kann zur Lüftung des Gästebereichs verwendet werden. In einer Luftvolumenstromberechnung nach der VDI-Richtlinie oder der Euronorm wird der Zuluftvolumenstrom für die Schleieranlage nicht erfasst, dieser ist daher bei der Planung der RLT-Anlage für den Gästebereich mit zu berücksichtigen.

Oberhalb der Ausgabemöbel kann frontseitig eine Verblendung installiert sein; diese ist aber zur Funktion der Luftschleieranlage nicht zwingend erforderlich. Eine Begrenzung an die maximale Höhe der Durchreiche, wie diese bei Überdruckanlagen erforderlich ist, braucht hier nicht vorgesehen werden.



Abbildung I-6-2: Speiseausgabe mit Zuluftschleieranlage in einer Betriebskantine

In der Regel wird die Installation einer Luftschleieranlage gegenüber einer Überdruckanlage, speziell bei längeren Speiseausgabetheken, die zu favorisierende Lösung sein. Dies liegt zum einen in den geringeren erforderlichen Luftvolumenströmen, zum anderen an der besseren Anpassungsfähigkeit an die Geometrie der Speiseausgabe. Mit Zuluft-Schlitzdurchlässen lassen sich auch geschwungene und gewinkelte Konstruktionen leicht abschirmen, für die Überdruckanlagen weniger geeignet sind. Für die beschriebenen Luftschleieranlagen werden an der Vorderseite der Ausgabe linienförmige Zuluftdurchlässe installiert, meistens als Schlitzdurchlässe mit einem, zwei oder drei Schlitzen. Schlitzauslässe zur Installation im Zwischendeckenbereich werden von der Industrie in zahlreichen Varianten und Ausführungen angeboten.

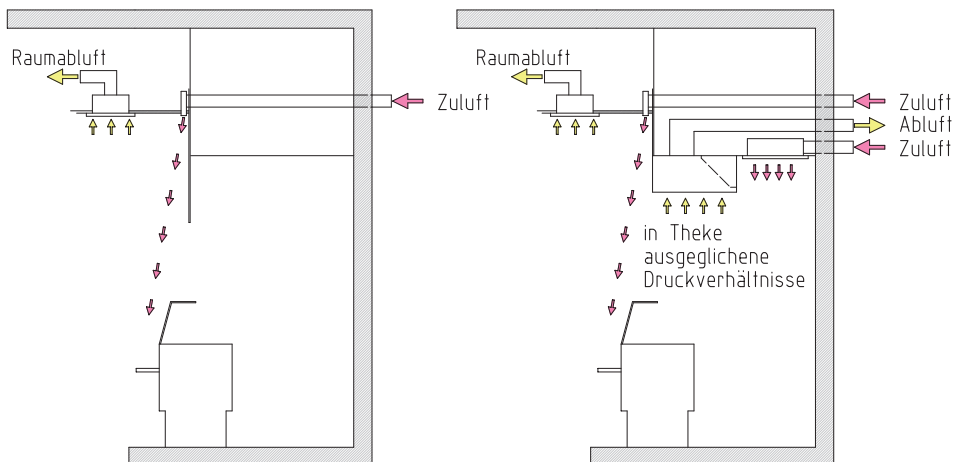


Abbildung I-6-3: schematische Darstellung einer Luftschleieranlage für eine Speiseausgabe mit Frontcooking, links mit einer tiefergezogenen frontseitigen Verblendung, rechts ohne zusätzliche Verblendung der Durchreiche

Die Installation gestaltet sich vergleichsweise einfach, da die Luft nicht innerhalb der Speiseausgabe, sondern davor und oberhalb des Gästebereichs eingeblasen wird. Dadurch wird die Gefahr von Zugluft innerhalb der Speiseausgabe gegenüber der Überdruckbelüftung deutlich reduziert.

Die typischerweise benötigten Luftvolumenströme liegen im Bereich von 150 m³/h bis 200 m³/h pro laufendem Meter der Speiseausgabetheke. Diese Zuluftvolumenströme lassen sich durch den Einbau von senkrecht nach unten gerichteten Blenden, wie in Abbildung I-6-2 links dargestellt, noch einmal reduzieren. Für die genaue Auslegung der Luftvolumenströme mit Schlitzauslässen empfiehlt es sich, die Hilfe der Hersteller in Anspruch zu nehmen. Luftschleieranlagen kommen insgesamt mit weniger als der Hälfte der Luftvolumenströme von Überdruckanlagen aus. Dies gilt auch unter Berücksichtigung der in der Ausgabe zusätzlich erforderlichen Luftvolumenströme zur Erzeugung des leichten Überdrucks.

Aus der Praxis

In der Praxis kommen auch noch andere Varianten und Lösungen vor. Eine weitere Möglichkeit wäre die Einblasung durch Schlitzdurchlässe oberhalb der Tabletttrutsche, ähnlich wie in Abbildung I-6-4 dargestellt. Die Luft würde allerdings nicht in den Gastraum abströmen, sondern als Zuluft für die Speiseausgabe verwendet werden und in diese hineinströmen. Der erforderliche Luftvolumenstrom wäre dann mit der Berechnungsmethode nach der VDI-Richtlinie oder der Euronorm in dem Volumenstrom für die Ausgabe erfasst. Auf Grund der geringen Verweildauer der Zuluft im Gästebereich werden solche Lösungen teilweise von den zuständigen Behörden akzeptiert. Es empfiehlt sich in jedem Fall im Zuge der Genehmigungsplanung Kontakt mit den zuständigen Behörden aufzunehmen und sich die vorgesehene Planung genehmigen zu lassen.

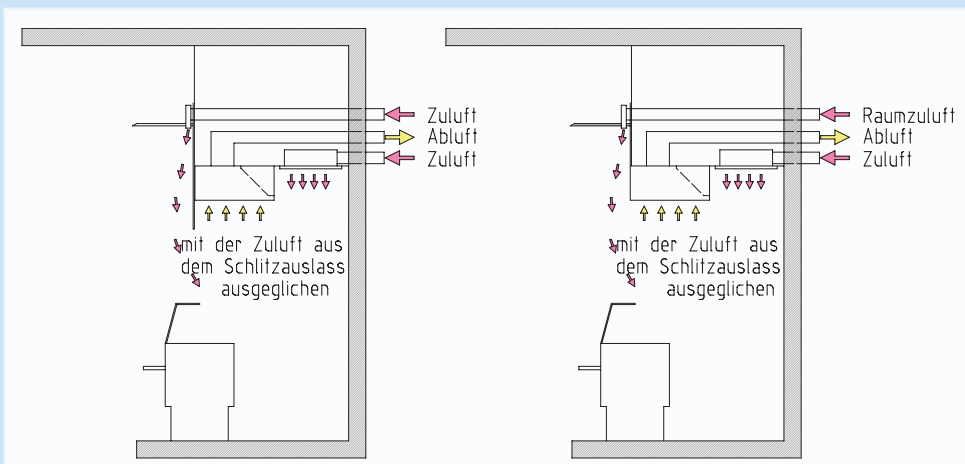


Abbildung I-6-4: schematische Darstellung einer Luftschleieranlage für eine Speiseausgabe mit Frontcooking. Die Luft aus dem Luftschleier wird als Zuluft für die Speiseausgabe verwendet. Darstellung links mit Verblendung der Durchreiche, rechts ohne

I-7 Spülküchen und Spülmaschinen

Spülküchen stellen eine besondere Küchenart dar, die separat von den übrigen Küchenbereichen zu betrachten sind. In Küchen fallen Essgeschirr, Bestecke und Kochgeschirr an, die in Spülküchen gereinigt, gespült und getrocknet werden müssen. Neben dem eigentlichen Reinigungsprozess ist dort auch der Ort, an dem unreines Geschirr, Tablett, Speise-, und Getränke- und reines, sauberes Geschirr im selben Raum transportiert, zwischen-, bzw. endgelagert und/oder weitertransportiert werden. Beim Reinigen von Essensgeschirr, Besteck, Transportboxen, Töpfen, Küchenmaterial usw. werden aggressive und chemisch hochwirksame Reinigungsmittel eingesetzt und viel Wärme und Wasserdampf freigesetzt. Aus diesen Gründen müssen zur Aufrechterhaltung einer ausreichenden Hygiene, zum Gesundheitsschutz des Personals und zum Schutz des Baukörpers an die Be- und Entlüftungsanlagen für diese Bereiche besondere Anforderungen gestellt werden, die bei der Planung und Installation zu berücksichtigen sind.



Abbildung I-7-1:
Schimmelbildung durch unzureichende Lüftung einer Spülküche

Abbildung I-7-1 zeigt eine Spülküche, die zur Sanierung ansteht. Oberhalb der Spülmaschine waren keine Ablufthauben installiert. Zur Be- und Entlüftung waren lediglich Lüftungsgitter in der Zwischendecke eingebaut. Die Luftvolumenströme waren zu gering. Als Folge kam es zu Kondensationserscheinungen mit Schimmelbildung an der Decke im Bereich der Fenster. Die Luft in der Spülküche war feucht, es roch muffig und am Austritt der Spülmaschine stark nach Spülmittel.

I-7.1 Erforderliche Absaugflächen

Die bei Spülmaschinen anfallenden Wrasen und die maschinell geförderte Spülmaschinenabluft sollen unmittelbar in der Nähe des Entstehungsortes durch geeignete Einrichtungen erfasst und abgeführt werden. Als Abzugsflächen können Dunstabzugshauben oder Küchenlüftungsdecken verwendet werden.

Oberhalb von Hauben- oder Korbspülmaschinen sind die Absaugflächen so zu bemessen, dass ein ausreichender Überstand vorhanden ist. Dieser sollte mindestens 0,3 m zur Spülmaschinenkante betragen. Am Austritt der Spülmaschine ist, aufgrund der dort vermehrt austretenden Wrasen, in vielen Fällen ein erweiterter Überstand von Vorteil, der auch den Dampf des Geschirrs beim Nach-trocknen aufnimmt.

Die Abbildung I-7-2 und Abbildung I-7-3 zeigen die für verschiedene Spülmaschinentypen empfohlenen Positionen der Absaugflächen.

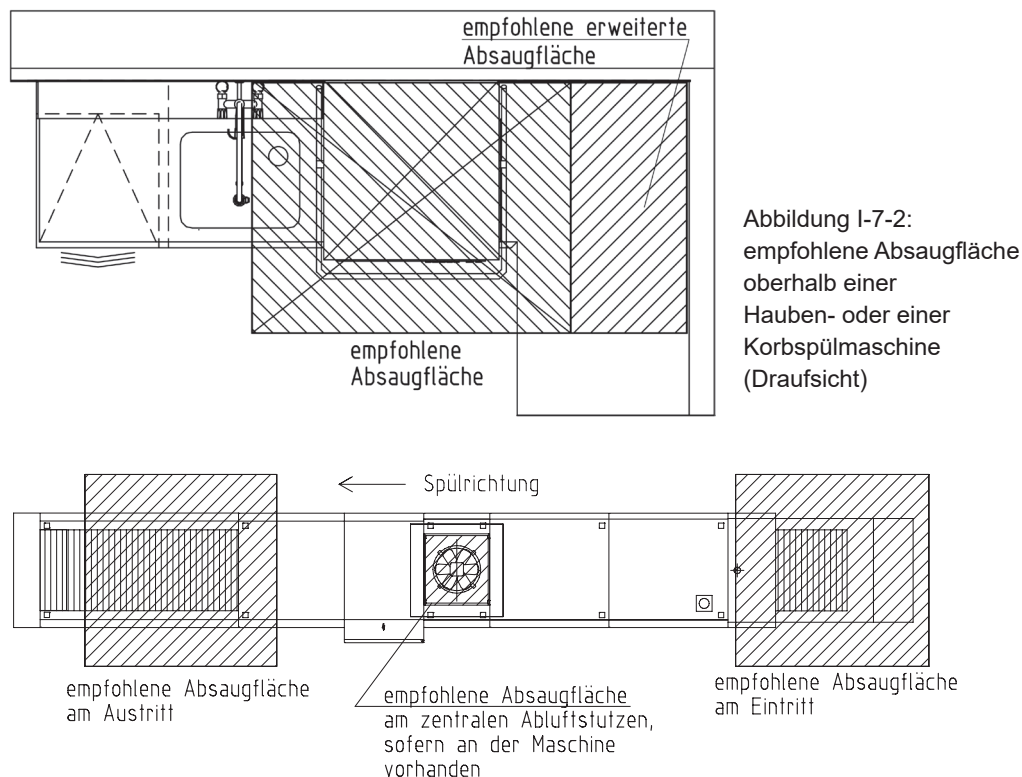


Abbildung I-7-3: empfohlene Absaugflächen oberhalb einer in der Spülküche freistehenden Transportspülmaschine (Draufsicht)

Bei der in Abbildung I-7-2 dargestellten Hauben- oder Korbspülmaschine ist eine Verlängerung der Absaugfläche über den rechts dargestellten Abdampfbereich hinaus zu empfehlen. In Fällen, in denen die Maschine nur selten verwendet wird und daher keine schädlichen Einflüsse zu erwarten sind, kann aus Sicht des Autors auf eine Absaugung oberhalb der Abdampffläche verzichtet werden.

Bei der in Abbildung I-7-3 dargestellten Transportspülmaschine kann immer von einer intensiven Nutzung ausgegangen werden. Zur Vermeidung von Kondensationserscheinungen an der Decke oder an Wänden und zur Erzeugung eines arbeitsgerechten Raumklimas ist eine Absaugung oberhalb der markierten Flächen dringend zu empfehlen.

I-7.2 Wärme- und Feuchtelasten

Von der Spülmaschine wird Wärme und Feuchtigkeit in den Raum abgegeben, die für den Raum sensible Wärmelasten und Feuchtelasten (latente Wärme) darstellen. Bei der Auslegung der Lüftung sind noch weitere Belastungen für den Raum zu berücksichtigen, die beim Spülen durch folgende Prozesse und Arbeiten entstehen:

- Wärmeabgabe durch das Spülgut, das die Spülmaschine mit Temperaturen von 50 °C und mehr verlässt
- Abgabe von Feuchtigkeit durch das Spülgut
- Feuchtigkeitsabgabe durch die Trocknung der Spülmaschine. Nach Beendigung des Spülvorgangs werden Spülmaschinen gereinigt und sollten anschließend aus Gründen der Hygiene innen vollständig austrocknen. Als Trocknungsdauer können zwei Stunden angenommen werden
- durch die Feuchtigkeitsabgabe von Putzwasser aus dem Raum nach der Reinigung.

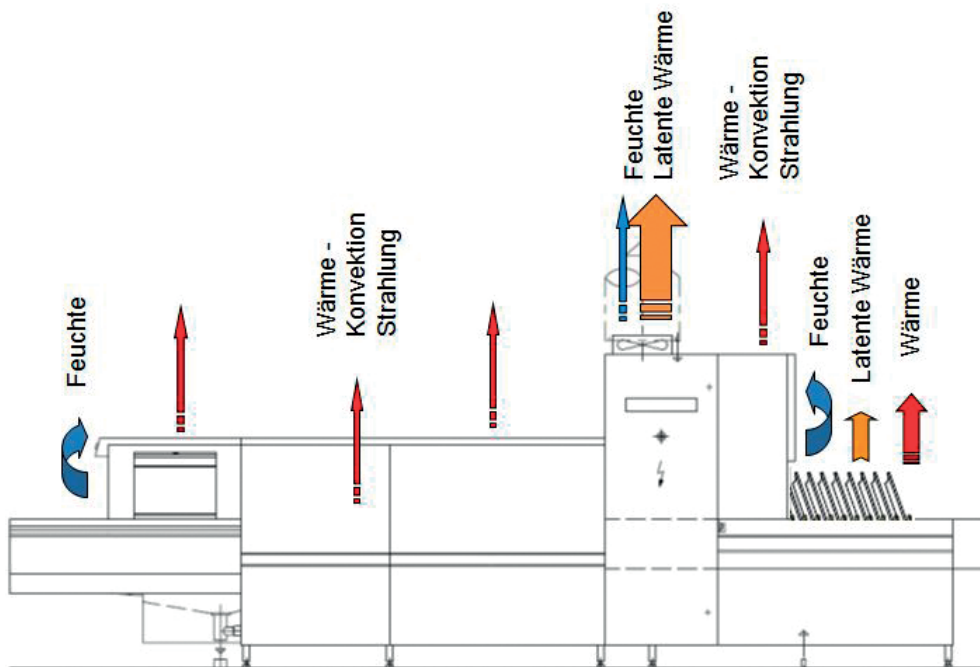


Abbildung I-7-4: schematische Darstellung der von einer Spülmaschine in den Raum abgegebenen Wärme- und Feuchtelasten (Quelle: Fa. Halton Foodservice GmbH)

Die von einer Bandspülmaschine in den Raum abgegebenen Wärme- und Feuchtelasten sind in Abbildung I-7-4 schematisch dargestellt. Man erkennt:

- Feuchtelasten durch austretenden Wasserdampf (Wrasen) am Ein- und am Austritt der Maschine, wobei üblicherweise die am Austritt überwiegen
- die Abgabe von sensibler Wärme in Form von Konvektion und Strahlung an den warmen Oberflächen der Spülmaschine
- den Austritt von Wärme und Feuchtigkeit am Abluftstutzen der Maschine.

I-7.3 Be- und Entlüftung

Die auftretenden sensiblen und latenten Wärmeenergien müssen erfasst und durch die Abluftanlage aus dem Raum abgeführt werden. Die abgesaugten Luftvolumenströme sind dem Raum als Zuluft wieder zuzuführen.

Abbildung I-7-5 zeigt eine Küchenlüftungsdecke nach der Sanierung der Spülküche. Die am Ein- und Austritt der Spülmaschine aufsteigenden Wrasen werden durch die Lüftungsdecke erfasst. Mittig im Bild befindet sich zusätzlich eine Abluftleitung, die als Anschluss für den Abluftventilator der Spülmaschine dient.

Die Strömungsrichtungen von Zu- und Abluft sind unbedingt den hygienischen Gegebenheiten im Raum anzupassen. Die Luft hat immer von den reinen Bereichen (sauberes Geschirr) zu den unreinen Bereichen zu strömen (schmutziges Geschirr, Lebensmittelabfälle usw.) (Abbildung I-7-6). Bei größeren Spülküchen ist der Einbau einer Hygienetrennwand zu empfehlen. Diese kann als festverglaste Anlage mit Durchgangstüren oder auch in Form eines Lamellenvorhangs ausgeführt werden.



Abbildung I-7-5:
Küchenlüftungsdecke in einer Spülküche

Nach Beendigung des eigentlichen Spülbetriebs muss die Lüftung noch so lange weiter betrieben werden, bis die vom Spülbetrieb in der Maschine und die von der Reinigung der Fußböden und anderer Oberflächen in der Spülküche verbliebene Feuchtigkeit abgeführt ist.

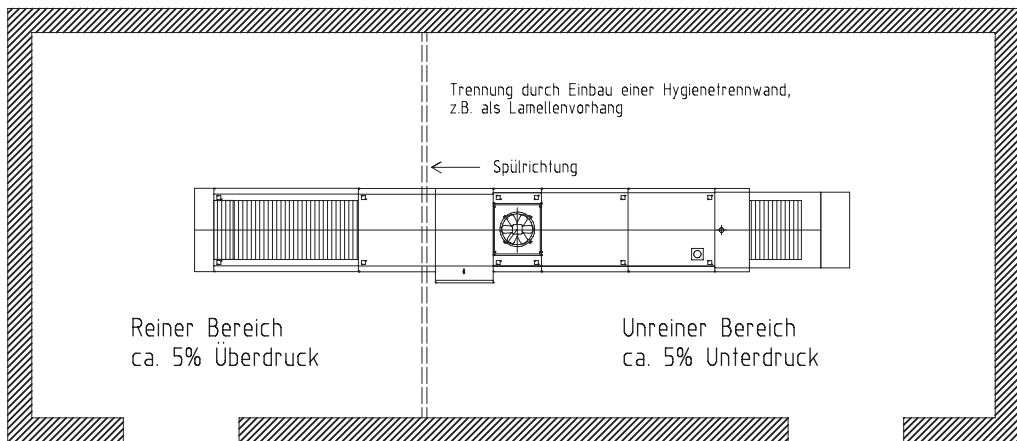


Abbildung I-7-6: schematische Darstellung der Druckverhältnisse in einer Spülküche

I-7.3.1 Auslegung der Luftvolumenströme

Für die Auslegung der Luftvolumenströme bieten die Regelwerke VDI 2052 Blatt 1 und DIN EN 16282-1 unterschiedliche Verfahren an. Die Empfehlungen zur Auslegung in der VDI-Richtlinie folgen einem Drei-Stufen-Modell, das von einer einfachen Abschätzung über die Raumfläche bis zu einer detaillierten Berechnung reicht. Die Berechnungen der dritten Stufe werden sich allerdings nur bei genauer Kenntnis des Spülbetriebs und der tatsächlich eingesetzten Spülmaschine durchführen lassen. Die Auslegung nach DIN EN 16282-1 ist einfacher gehalten. Diese wird in einem ersten Schritt über die Raumgröße vorgenommen und kann dann bei Kenntnis der eingesetzten Spülmaschine konkretisiert werden.

Nachstehend werden die verschiedenen Auslegungsmethoden vorgestellt und durch Angaben zur Auslegung ergänzt.

Hinweis für die Planung

Aufgrund der in den Spülmaschinen integrierten Wärmerückgewinnungseinrichtungen für das Spülwasser und der damit verringerten Wärmeabgabe, spielen die von den Herstellern angegebenen Abluftvolumenströme von den in den Spülmaschinen integrierten Abluftventilatoren für die Auslegung der Gesamtabluftvolumenströme der Spülküche nur noch eine untergeordnete Rolle. Die Herstellerangaben für die in den Spülmaschinen integrierten Abluftventilatoren dürfen daher nicht als Abluftvolumenstrom für die gesamte Spülküche angesehen werden.

I-7.3.2 Vorplanung

Bei der Vorplanung liegen in der Regel keine genauen Informationen über die einzusetzenden Spülmaschinen, die Geschirrmengen und das Geschirrhänding vor. Die Regelwerke empfehlen für die Vorplanung von Spülküchen pauschale flächenbezogene Werte für die Zuluftvolumenströme (siehe auch Tabelle I-8-1):

- VDI 2052 Blatt 1 (erste Stufe): 100 m³/h bis 120 m³/h pro Quadratmeter Raumfläche
- DIN EN 16282-1 (nach Tabelle 1): 120 m³/h pro Quadratmeter Raumfläche

I-7.3.3 Konkretisierungsplanung

In der Konkretisierungsplanung, die in der VDI 2052 Blatt 1 die zweite Stufe darstellt, wird die Wärmebelastung des Raumes durch die Spülmaschine über die sogenannte Normtellerleistung der Maschine abgeschätzt. Hierbei ist es technisch korrekt, die elektrische Anschlussleistung der Spülmaschine zu ignorieren, da diese nur bei der Herstellung der Betriebsbereitschaft zeitlich von Interesse ist. Die Normtellerleistung ermöglicht eine Aussage über die Spülkapazität der Spülmaschine in Normtellern pro Stunde. Es wird eine auf die jeweilige Normtellerleistung basierende Berechnung auf Grundlage der nachstehenden Annahmen durchgeführt:

- Nutzung der Spülmaschine mit 80 % ihrer Normtellerleistung
- die vom Spülgut abgegebene Wärme verbleibt zu 70 % im Raum und muss über die Lüftung abgeführt werden
- die Kontaktzeit zwischen Spülgut und Spülwasser beträgt 2 min
- die Differenz zwischen der Zuluft- und Ablufttemperatur soll $\Delta T = 8 \text{ K}$ betragen

Die Ergebnisse dieser Berechnung werden in der VDI 2052 Blatt 1 in der Tabelle A3 dargestellt und hier in der Tabelle I-7-1 ausschnittsweise wiedergegeben. In der Tabelle I-7-1 sind zusätzlich zu den Angaben aus der VDI-Richtlinie auch noch die der Euronorm aufgeführt.

Die Tabelle enthält in den Spalten 1 und 2 allgemeine Angaben zu den Spülmaschinen, in den Spalten 3-5 die Berechnungsergebnisse nach VDI 2052 Blatt 1, einmal mit einer Wärmerückgewinnung vom Spülabwasser und einmal ohne. Die Spalten 6-8 geben die Empfehlungen der Euronorm wieder. Hier wird nicht zwischen Spülmaschinen mit integrierter Wärmerückgewinnung und ohne unterschieden. Bei den Angaben nach der Euronorm ist darauf zu achten, dass hier eine Wärmebelastung des Raums durch das Spülgut nicht berücksichtigt wurde.

Tabelle I-7-1: erforderliche Luftvolumenströme für Spülmaschinen nach VDI 2052 Blatt 1 und DIN EN 16282-1

Spalte Nr.							
1	2	3	4	5	6	7	8
Allgemein		Angaben nach VDI 2052-1			Angaben nach DIN EN 16282-1		
					zzgl. zu dem Abluftvolumenstrom für die Spülmaschine ist der Raum mit 80 m³/h pro m² Grundfläche zu entlüften		
Kennzeichnung	Bezeichnung	Spülleistung in Normtellern/h ¹⁾	Erforderlicher Abluftvolumenstrom gesamt für Spülmaschine und Spülgut bei 80% Auslastung		Spülleistung in Normtellern/h ¹⁾	Empfohlener Abluftvolumenstrom für Spülmaschine	Zugeführte Gesamtwärme für
			ohne WRG ²⁾³⁾	mit WRG ²⁾³⁾		mit oder ohne WRG ²⁾³⁾	
K	Handbeschickte Einkorbmaschine	250	320 m³/h	300 m³/h	250 bis 1250	750 m³/h bis 1500 m³/h	Tankbeheizung, Boilerheizung und Pumpenmotor. Bei kleinen
		400	630 m³/h	580 m³/h			
		600	1070 m³/h	960 m³/h			
		800	1420 m³/h	1280 m³/h			
		1000	1770 m³/h	1600 m³/h			
D	Handbeschickte Doppelkorbmaschine	800	1420 m³/h	1280 m³/h	1000 bis 2500	1500 m³/h bis 3000 m³/h	Spülleistungen können Tank- und Boilerheizung gegeneinander verriegelt sein.
		1000	1770 m³/h	1600 m³/h			
		1200	2130 m³/h	1930 m³/h			
		1400	2510 m³/h	2270 m³/h			
			mit WRG ohne zentralem Abluftstutzen	mit WRG und zentralem Abluftstutzen		mit WRG, mit oder ohne zentralem Abluftstutzen	
KT	Korbtransportmaschine	1500	3140 m³/h	3140 m³/h	1600 bis 5000	2000 m³/h bis 5000 m³/h	Tankbeheizung, Boilerheizung, Trocknung und Motorantriebe
		2000	4050 m³/h	4050 m³/h			
		2500	4950 m³/h	4950 m³/h			
BT	Bandtransportmaschine	3000	5810 m³/h	5810 m³/h			
		4000	7530 m³/h	7530 m³/h			
		5000	9180 m³/h	9180 m³/h			

¹⁾ Die Spülleistung wird auf Normteller mit 260mm Durchmesser, flach, bezogen.

²⁾ WRG Wärmerückgewinnung des Spülwassers in der Spülmaschine

³⁾ Annahmen: 70 % der vom Spülgut ausgehenden Wärme und Feuchte verbleiben im Raum.

ΔT zwischen Zu- und Abluft = 8 K

Bei der Berechnung nach Euronorm muss zusätzlich zu den in Spalte 7 angegebenen Werten ein auf die Fläche der Spülküche bezogener Luftvolumenstrom von 80 m³/h pro Quadratmeter addiert werden. Für die Berechnung nach DIN EN 16282-1 gilt daher:

$$\dot{V}_{ABL} = \dot{V}(\text{Spalte 7}) + 80 \cdot A_R \quad (\text{I-7-1})$$

Dabei sind:

\dot{V}_{ABL} : erforderlicher Abluftvolumenstrom der Spülküche in m³/h

A_R : Fläche der Spülküche in m²

Beim Vergleich der Ergebnisse in den Spalten 4, 5 und 7 der Tabelle I-7-1 fällt auf, dass bei Einzelkorbmaschinen und Doppelkorbmaschinen die Ergebnisse der Euronorm durchgehend höher ausfallen als die der VDI-Richtlinie. Bei Korbtransportmaschinen und Bandtransportmaschinen ergeben die beiden Regelwerke in etwa gleich hohe Luftvolumenströme.

Auf die zusätzlichen flächenbezogenen Luftvolumenströme kann in den Fällen verzichtet werden, in denen die Spülmaschine nicht in einer separaten Küche, sondern – wie dies bei Gastronomiebetrieben häufig der Fall ist – zusammen mit den Koch- und anderen Geräten in einer Küche aufgestellt wird. Hier wird in der Regel eine Abfuhr der Wärmelasten des Spülguts durch die ohnehin vorhandene Lüftungsanlage möglich sein.

I-7.3.4 Feinplanung

Die VDI-Richtlinie stellt für die dritte Planungsstufe ein Verfahren vor, das sehr detaillierte Kenntnisse über den späteren Ablauf der Spülvorgänge und des Geschirrhandlings erfordert. Hierbei sollen alle auftretenden Wärmelasten bilanziert werden:

- die der Spülmaschine entsprechend den Herstellerangaben
- die des Spülguts entsprechend der Wärmekapazität und der Massen der einzelnen Teile sowie des Abkühlverhaltens.

Ein vergleichbares Rechenverfahren ist in der Euronorm nicht enthalten.

Dieses Verfahren kann nur dann angewendet werden, wenn der genaue Typ der Spülmaschine und das Spülverfahren in allen Details – bis zum Geschirrhandling und Lagerung – bekannt ist.

Hinweis für die Planung

Bei Neubauprojekten sind die RLT-Anlagen häufig schon fertig geplant, vielfach auch schon beauftragt und eventuell auch schon gebaut, bevor konkrete Angaben über die tatsächlich eingesetzten Spülmaschinen und den Spülbetrieb vorliegen. Es empfiehlt sich daher, die Auslegung der Spülküche mit der Stufe 2 „Konkretisierungsplanung“ (Kapitel I-7.3.3) vorzunehmen. Die Planung nach Stufe 3 „Feinplanung“ kann bei Sanierungen oder bei Änderungen im Bestand angewendet werden.

Auch wenn die erforderlichen Informationen für die Feinplanung nur in Ausnahmefällen vorliegen dürften, soll die Methode trotzdem hier vorgestellt werden, da diese eine komplette Betrachtung aller beim Spülprozess zu beachtender Wärmeströme beinhaltet.

Die Gesamtwärmebelastung der Spülküche ist die Summe der Wärmebelastungen durch die Spülmaschine und der Wärmebelastungen durch das Spülgut.

$$\dot{Q}_{\text{ges}} = \dot{Q}_{\text{Maschine}} + \dot{Q}_{\text{Spülgut}} \quad (\text{I-7-2})$$

Die Werte für die Spülmaschine können nur durch die Hersteller zur Verfügung gestellt werden. Für eine vollständige Berechnung werden folgende Angaben (siehe Abbildung I-7-4) benötigt:

- 1) Abluftvolumenstrom am Abluftstutzen
- 2) konvektive Gesamtwärmeabgabe durch warme Oberflächen in den Raum
- 3) latente Gesamtwärmeabgabe am Ein- und am Austritt der Maschine

Berechnung der Wärmebelastung durch das Spülgut

Die Belastung des Raums durch das Spülgut kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$\dot{Q}_{\text{Spülgut}} = \frac{F_S \cdot n \cdot f_A}{3.600} \quad (\text{I-7-3})$$

Dabei sind:

$\dot{Q}_{\text{Spülgut}}$: Gesamtwärmebelastung des Raums durch das Spülgut in kW

F_S : Faktor für die Wärmeabgabe des Spülguts an den Raum in kJ gemäß Tabelle I-7-2

f_A : Faktor für das Abkühlverhalten des Spülguts im Raum gemäß Tabelle I-7-2

n : Menge des zu spülenden Spülguts in Anzahl pro Stunde
(z. B. Teller/h oder Gedecksätze/h)

Die vom Spülgut an den Raum tatsächlich abgegebene Wärme hängt von folgenden Faktoren ab:

- der Masse und den Materialien des Spülguts (Metall, Porzellan, Kunststoff)
- der tatsächlich durchgesetzten Menge pro Zeiteinheit
- der Restfeuchte auf dem Spülgut nach Verlassen der Spülmaschine, die an den Raum abgegeben wird
- ob das Spülgut bis zur vollkommenen Abkühlung und Trocknung im Spülraum verbleibt

Tabelle I-7-2 liefert die für die Berechnung benötigten Anhaltswerte für die Wärmekapazität und über das Abkühlverhalten des Spülguts.

Tabelle I-7-2: links: Faktor F_S für die Wärmeabgabe des Spülguts an den Spülraum, rechts: Faktor f_A für die Abkühlung des Spülguts im Spülraum

Bezeichnung des Spülguts	Faktor F_S für die Wärmekapazität des Gedecksatzes ¹⁾	Beschreibung	Faktor f_A für das Abkühlverhalten
Porzellanteller, Durchmesser 24 cm, 0,6 kg	16 kJ	Das Spülgut verbleibt zu 100 % bis zur vollständigen Abkühlung im Aufstellungsraum	1,0
Mittlerer Casinogedecksatz bestehend aus: Tablett, Teller groß, zwei Schalen, Trinkglas, Besteck (ca. 1,6 kg)	41 kJ	Das Spülgut verbleibt vor dem Abtransport längere Zeit im Raum	0,7
Warmhalte-/Clochenge decksatz, bestehend aus: Tablett, Teller mit Kunststoff-cloche, drei Schalen, Besteck	65 kJ	Das Spülgut wird vor dem Abtransport zwischengelagert (z. B. in Tellerspendern)	0,4
Krankenhausgedecksatz bestehend aus: Kompaktisoliertablett, Teller groß mit Isolierplatte, drei Schalen, Tasse, Besteck	89 kJ	Das Spülgut wird sofort aus dem Spülraum abtransportiert	0,25

¹⁾ Abkühlung von 55 °C auf 22 °C

Berechnung der Luftvolumenströme

Nach der Ermittlung der Gesamtwärmebelastung der Spülküche mit den Gleichungen (I-7-2) und (I-7-3) errechnet sich der zur Kühlung des Raums erforderliche Zuluftvolumenstrom wie folgt:

$$\dot{V}_{ZUL} = \frac{\dot{Q}_{GES}}{(T_{ABL} - T_{ZUL}) \cdot \rho \cdot c_p} \cdot 3.600 \quad (I-7-4)$$

Dabei sind:

\dot{V}_{ZUL} : Zuluftvolumenstrom in m³/h

T_{ABL} : Ablufttemperatur in °C

T_{ZUL} : Zulufttemperatur in °C

ρ : Luftdichte in kg/m³; $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$

Der Abluftvolumenstrom ist unter Berücksichtigung der Druckverhältnisse zur Aufrechterhaltung der Strömungsrichtung (siehe Abbildung I-7-4) in der Spülküche zu wählen. Die VDI-Richtlinie empfiehlt in Spülküchen einen leichten Unterdruck von 5 %.

$$\dot{V}_{ABL} = \dot{V}_{ZUL} \cdot 1,05 \quad (I-7-5)$$

I-8 Berechnung der Luftvolumenströme für Produktionsküchen

Eine der größten Herausforderungen bei der Planung von RLT-Anlagen für gewerbliche Küchen ist die Ermittlung der benötigten Luftvolumenströme. Für wenig belastete Räume, wie Lagerräume, Küchennebenräume, Räume zur Speisevorbereitung oder der kalten Küche liefern die in Kapitel I-8.3 genannten Werte gute Ergebnisse. Sehr viel schwieriger ist die Ermittlung der erforderlichen Luftvolumenströme für warme Küchen, Speiseausgaben und Spülküchen, besonders in frühen Planungsphasen, wenn die Kucheneinrichtung und die Kochgeräte noch nicht feststehen. Hier liefern die Regelwerke Hinweise für die überschlägige Berechnung, die aber nicht für alle Küchen zu brauchbaren Ergebnissen führen.

Es stellt sich auch noch die Frage, wie viel Reserven grundsätzlich in der Berechnung vorzusehen sind. Eine Berechnung der Luftvolumenströme, auch unter Verwendung des Installationsplans, enthält immer noch Unsicherheiten, da die tatsächlich erforderlichen Luftvolumenströme von der Nutzung der Küche, den Abläufen beim Kochen und der Anzahl der produzierten Essen abhängen. Viele dieser Faktoren versucht man mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor zu berücksichtigen. Der Gleichzeitigkeitsfaktor bleibt – auch wenn der zwischen Auftraggeber, Küchenbetreiber und Planern vereinbart wurde – immer eine Annahme, die mit Unsicherheiten behaftet ist. Häufig besteht aus Kostengründen die Tendenz oder ein Druck auf die Planer, den Gleichzeitigkeitsfaktor nicht zu hoch anzusetzen. Zwischen Planungsphase und Installation können auch noch Umstände auftreten, die eine Erhöhung der Luftvolumenströme erforderlich machen. Solche Umstände könnten Änderungen des geplanten Kochbetriebs oder der Abläufe, ein Wechsel des vorgesehenen Betreibers/Caterers, ein geändertes Speiseangebot oder die Installation anderer als der ursprünglich geplanten Kochgeräte sein.

Bei einer sorgfältigen Planung würde aber nicht nur die augenblickliche Situation berücksichtigt werden. Der Bauherr wäre auch dahingehend zu beraten, bzw. es sollte mit ihm besprochen werden, wie denn zukünftige Änderungen an den zu errichtenden Lüftungsanlagen berücksichtigt werden könnten. RLT-Anlagen haben eine anzunehmende Nutzungsdauer von 15 bis 20 Jahren, tatsächlich werden diese oft länger betrieben. In dieser Zeit kann es zu Änderungen an der geplanten Betriebsweise kommen, wie zum Beispiel durch Nutzungsänderungen, einem Pächterwechsel oder dem Austausch von Küchengeräten. Kurz gesagt, es können Umstände eintreten, die höhere, als die momentan ersichtlichen Luftvolumenströme erfordern.

Daher ist es empfehlenswert, die Planung mit einer gewissen Reserve vorzunehmen oder Maßnahmen für eventuelle Anpassungen oder Erweiterungen vorzusehen.

Die bei der Berechnung ermittelten Werte wären daher mit Zuschlägen zu versehen, die abhängig von der Genauigkeit der Berechnung mehr oder weniger hoch ausfallen sollten. Bei einer Berechnung auf Basis der Kucheneinrichtung und bei der Verwendung eines plausiblen Gleichzeitigkeitsfaktors wäre immer noch ein Sicherheitszuschlag von mindestens 10 % – besser 15 % – als erforderlich anzusehen. Die Fachplaner sollten sich immer vor Augen führen, dass zu geringe Luftvolumenströme umgehend zu Reklamationen führen und als deren Ursache dann schnell Planungsfehler vermutet werden.

I-8.1 Anhaltswerte für die Vorplanung

Eine Warnung zu diesem Abschnitt

Vor einer undifferenzierten Verwendung der in Tabelle I-8-1 angegebenen Werte kann nur gewarnt werden. In vielen Fällen liegen die tatsächlich benötigten Luftvolumenströme weit über diesen Werten, teilweise sogar mehr als doppelt so hoch! Dies liegt darin begründet, dass die in der Tabelle angegebenen Werte die Entwicklungen im modernen Küchenbetrieb nicht berücksichtigen. Sie wurden zu einer Zeit aufgestellt, als die Küchen noch bedeutend größer waren und mit mehr unterschiedlichen Kochgeräten und Personal betrieben wurden.

In modernen Küchen werden, auch aufgrund gestiegener Bau- und Personalkosten, der Platz- und der Personalbedarf so gering als möglich gehalten. Kochgeräte unterschiedlichster Art, die früher üblicherweise in Küchen verwendet wurden und auch einen entsprechenden Platz benötigten, werden durch multifunktionale Geräte ersetzt. Diese Geräte benötigen eine geringere Aufstellfläche, da z. B. nur eins anstatt drei Geräten aufgestellt werden müssen. Die Nutzung dieser modernen Geräte ist dafür aber viel länger und intensiver als dies früher bei einzelnen Kochgeräten der Fall war. Als eine Folge davon steigt der Gleichzeitigkeitsfaktor für die Nutzung der Küchengeräte. In Summe ergeben sich deutlich gestiegene spezifische Luftvolumenströme [m^3/h pro m^2 Küchenfläche] in der warmen Küche und in den Ausgabebereichen.

Lastintensive Bereiche sollten immer küchenbezogen mit den dort eingesetzten Geräten und mit einem realistischen Gleichzeitigkeitsfaktor, der heute meist im Bereich von 0,85 bis 1,0 liegt, berechnet werden.

Die Wiedergabe der Werte aus der Tabelle I-8-1 dient daher mehr der Vollständigkeit als dem tatsächlichen Gebrauch.

Die in den Kapiteln I-5, I-6 und I-7 vorgestellten Methoden zur Berechnung der Luftvolumenströme setzt die Kenntnis der Kucheneinrichtung und der eingesetzten Kochgeräte, sowie deren Anschlussleistungen, Abmessungen und Aufstellung voraus. Sofern diese Informationen in einer frühen Planungsphase noch nicht vorliegen, kann gemäß den Regelwerken eine überschlägige Dimensionierung nach Tabelle I-8-1 vorgenommen werden. Für die Ausführungsplanung sind detaillierte Berechnungen auf Grundlage der Küchenplanung mit den zuvor beschriebenen Berechnungsmethoden durchzuführen.

Tabelle I-8-1: Luftvolumenströme zur Vorplanung nach VDI-Richtlinie und Euronorm

Küchentyp	Empfehlung nach VDI 2052-1	Empfehlung nach DIN EN 16282-1
gesamter Küchenbereich	90 m^3/h pro m^2 Küche	90 m^3/h pro m^2 Küche
Koch- und Küchenbereich	90 - 105 m^3/h pro m^2 Küche	–
Brat-, Grill-, Backbereich, Spülbereich	105 - 120 m^3/h pro m^2 Küche	120 m^3/h pro m^2 Küche

Kapitel III-1.11 enthält zusätzliche Hinweise für den Flächenbedarf von Produktionsküchen

I-8.2 Werte aus der Praxis

Soweit die Empfehlungen aus den Regelwerken des VDI und der Euronorm. Nun zur Praxis:

Die Tabelle I-8-2 zeigt Luftvolumenströme und flächenbezogene Luftvolumenströme aus realisierten Projekten. Die mit ¹⁾ gekennzeichneten Daten wurden von der Firma GIF ActiveVent GmbH zur Verfügung gestellt, die übrigen Daten stammen vom Autor selbst. Wie man erkennt, liegen die tatsächlich benötigten Werte für die Küche fast immer über den Empfehlungen der Regelwerke. Nur in Küchen, in denen überwiegend gekocht, gedämpft und gedünstet wird, oder wo sehr viele Convenience-Produkte in Heißluftdämpfern zubereitet werden, sind die Empfehlungen realistisch. In Küchen, in denen auch gebraten, gegrillt und frittiert wird, sind die empfohlenen Werte zum Teil erheblich zu niedrig und fernab der Realität. Warum das so ist? Wie schon an anderer Stelle erwähnt, stammen die Empfehlungen aus der Mitte der 1990er-Jahre und wurden seitdem nicht an die reduzierten Küchengrößen und geänderten Koch- und Speisegewohnheiten angepasst.

Tabelle I-8-2: Luftvolumenströme aus realisierten Projekten

Nutzung	Küchenart	Küchengröße [m²]	Luftmenge [m³/h]	Luftmenge flächenbezogen [m³/h pro m²]
Pflegeheim ¹⁾	warme Küche	52,0	5.000	96
Gastronomie 1 ¹⁾	warme Küche	73,3	11.700	160
Gastronomie 2 ¹⁾	warme Küche	63,5	14.100	222
Kantine 1 ¹⁾	warme Küche	136,0	24.500	180
Kantine 2 ¹⁾	warme Küche	88,0	8.900	101
Mensa 2000 Essen/Tag	warme Küche	90,0	21.500	239
Mensa 2000 Essen/Tag	Spülküche	100,0	15.700	157
Mensa 300 Essen/Tag, Bj. 1990	warme Küche	100,0	16.900	169
Mensa 300 Essen/Tag, Bj. 1990	Spülküche	34,0	5.000	147
Burger-Restaurant 1, 40 Sitzplätze	Küche gesamt	29,5	6.800	231
Burger-Restaurant 2, 150 Sitzplätze	Küche gesamt	46,0	14.500	315
Weinlokal - Restaurant, 170 Sitzplätze	Küche gesamt	62,0	9.700	156
Cafe, 30 Sitzplätze	Küche gesamt	40,0	2.150	54
Restaurant, 40 Sitzplätze	Küche gesamt	15,5	2.300	148
Seniorenzentrum	Produktionsküche	46,0	12.500	272
Seniorenzentrum	Spülküche	30,0	5.000	167

¹⁾ Quelle Fa. GIF ActiveVent GmbH

Aus der Praxis: Ein Fall für das Gericht

Ein Investor, der zugleich auch der Vermieter war, baute ein sechsgeschossiges Geschäftshaus. Im Gebäude befinden sich überwiegend Arztpraxen und im Erdgeschoss eine Gastronomiefläche. Die Gastronomiefläche enthielt eine Küche mit einer Fläche von 46 m² und einen Gastraum mit 220 m², sowie die erforderlichen Toilettenräume, Lagerräume, Abstellflächen und Nebenflächen.

Der Investor versuchte, seine Investitionskosten so gering wie möglich zu halten. Der von ihm beauftragte Fachplaner dimensionierte die RLT-Anlage darauf hin gemäß der Empfehlung der VDI-Richtlinie für die Vorplanung (s. Tabelle I-8-1) mit einem Luftvolumenstrom von 120 m³/h pro Quadratmeter Küchenfläche. Bei einer Küchenfläche von 46 m² ergab sich folgender Luftvolumenstrom für den Küchenraum, in dem sich die Produktionsküche und die Spülküche befindet:

$$\dot{V} = 120 \text{ m}^3 / (\text{h} \cdot \text{m}^2) \cdot 46 \text{ m}^2 = 5.520 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Um den Baufortschritt nicht zu behindern, wurde vor Vermietung der Gastronomiefläche die RLT-Anlage mit dem berechneten Luftvolumenstrom von 5.500 m³/h für die Zu- und Abluft bis zur Übergabestelle am Eintritt der Küche fertiggestellt. Das RLT-Gerät wurde auf dem Dach des Gebäudes aufgestellt. Die Lüftungsleitungen verliefen innenliegend in betonierten Schächten durch fünf Geschosse. Spätere nutzerbezogene Änderungen oder Anpassungen waren somit nicht mehr möglich.

Bereits hier war das Kind schon in den Brunnen gefallen! Die Lüftungstechnik war zu einem Zeitpunkt fertiggestellt, bevor ein Mieter und die Nutzung der Gastronomieflächen feststanden. Als Konsequenz hätte dieses Objekt nur noch an Interessenten vermietet werden können, deren Küchenkonzept die Bewirtschaftung eines Gastraums von 220 m² mit einem Luftvolumenstrom von 5.500 m³/h für die gesamte Küche erlaubt hätte. Solche gastronomischen Konzepte gibt es jedoch nur sehr selten.

Der potenzielle Mieter plante in dieser Fläche die Eröffnung eines amerikanischen Diner-Restaurants, von denen er schon mehrere in Deutschland betrieb. Das Restaurant sollte Sitzplätze für 150 Personen haben und ca. 600 Essen pro Tag verkaufen. Es sollten amerikanische Gerichte wie Burger, Chicken Wings, Spare Ribs und frisch hergestellte Pommes frites angeboten werden. Bei Mietvertragsabschluss übergab der Mieter dem Vermieter einen Einrichtungsplan, in dem die Bestuhlung und die Kücheneinrichtung inklusive der Küchengeräte und deren Anschlussleistungen eingezeichnet waren.

Der Vermieter garantierte laut Mietvertrag eine „RLT-Anlage gemäß gesetzlicher Anforderung“ und eine Abluftanlage mit Abzugshauben und der Kanalführung bis über das Dach. Eine Zu- und Abluftanlage für die Küche war ebenfalls installiert, im Mietvertrag aber nicht extra erwähnt.

Der Mieter bezweifelte von vornherein die Leistungsfähigkeit der RLT-Anlage und teilte dies dem Vermieter während diverser Gespräche auch mit. Der Vermieter und der Lüftungsplaner bestätigten dem Mieter anschließend, dass der Luftvolumenstrom von 5.500 m³/h für die von ihnen geplante Küche ausreichend wäre.

Der Lüftungsplaner erstellte sogar eine Berechnung auf Basis der installierten Küchengeräte, die interessanterweise einen benötigten Luftvolumenstrom von genau $5.450 \text{ m}^3/\text{h}$ ergab. Obwohl die Berechnung mit dem Programm eines renommierten Herstellers von Küchenlüftungshauben und Küchenlüftungsdecken erstellt worden war, wies diese doch so viele Mängel auf, dass sich der Verdacht aufdrängte, dass es sich hier wohl mehr um eine Gefälligkeit als um eine ernsthafte Berechnung gehandelt hatte:

- in der Berechnung waren keinerlei Geräteabmessungen eingetragen, es konnte daher gar kein Thermikluftstrom berechnet werden
- es fehlten die Aufstiegshöhen bis zu den Abzugshauben
- der Gleichzeitigkeitsfaktor wurde ohne Rücksprache mit lediglich 0,6 angenommen
- eine Berechnung zum Schutz vor Kondensation wurde nicht durchgeführt
- die Spülmaschine wurde nicht berücksichtigt.

Es hatte den Anschein, als ob einfach die Küchengeräte tabellarisch aufgelistet und dann das gewünschte Ergebnis eingetragen wurde.

Auf Grund der getätigten Zusagen hatte der Mieter das Objekt für zehn Jahre angemietet und eingerichtet. Sofort nach der Inbetriebnahme stellte sich heraus, dass die Küche nicht ausreichend be- und entlüftet wurde und ein Arbeiten in der Küche praktisch nicht möglich war. Die Köche standen permanent im Dunst und Rauch, zudem war es viel zu warm.

Daraufhin beauftragte der Mieter eine detaillierte Berechnung nach VDI 2052 Blatt 1 auf Basis der vorgesehenen Küchengeräte, die allein für die warme Küche einen Luftvolumenstrom von $12.000 \text{ m}^3/\text{h}$ bei einem für den Kochbetrieb realistischen Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,85 ermittelte. Mit Berücksichtigung der Spültechnik lag der benötigte Luftvolumenstrom bei $14.500 \text{ m}^3/\text{h}$. Dies entspricht einem flächenbezogenen Luftvolumenstrom von $315 \text{ m}^3/\text{h}$ pro Quadratmeter Küchenfläche.

Fazit:

- Der Planer hätte nicht nach den pauschalierten Empfehlungen der Regelwerke planen dürfen. Spätestens nach Vorlage des Kucheneinrichtungsplans hätte ihm auffallen müssen, dass die im Objekt vorhandenen Luftvolumenströme zu gering sind.
- Bei einer sorgfältigeren Vorgehensweise wären die tatsächlich benötigten Luftvolumenströme vor Abschluss des Mietvertrages ermittelt worden.
- Flächenbezogene Luftwechselraten von $> 300 \text{ m}^3/\text{h}$ pro Quadratmeter Küchenfläche sind in modernen, intensiv genutzten Küchen keine Seltenheit. Die Luftwechselrate beträgt 126 LW/h ; bei einer Deckenhöhe von lediglich $2,5 \text{ m}$ ist dies technisch nicht mehr machbar

I-8.3 Anhaltswerte für Nebenräume

Die Luftvolumenströme für Nebenräume können Tabelle I-8-3 entnommen werden.

Bei der Anlagenplanung und -ausführung von Küchennebenräumen ist darauf zu achten, dass diese mit eigenen Abluftanlagen auszurüsten sind. Diese Forderung ergibt sich aus Gründen des Brandschutzes und insbesondere aus den Vorgaben der Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie [6]. Die Zusammenführung mit fetthaltiger Abluft (warme Küche, Speiseausgabe, etc.) ist aus Sicht des Autors nur dann möglich, wenn dies in einem genehmigten Brandschutzkonzept beschrieben wurde.

Bei der Lüftung von Personal-Aufenthaltsräumen, Umkleide-, Dusch- oder Toilettenräumen sind zusätzlich noch die Vorgaben der Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) zu beachten.

Tabelle I-8-3: Anhaltswerte für Nebenräume

Empfehlung nach VDI 2052-1 und DIN EN 16282-1	
Bereich	Luftvolumenstrom in $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$
Fleischvorbereitung	25
Fischvorbereitung	25
Geflügelvorbereitung	25
Gemüsevorbereitung	25
Trockenlager	6
Brotlager	6
Non-Food-Lager	6
Leergutlager	6
Warmspeisenausgabe	60

I-9 Angaben für die Berechnung der Luftvolumenströme

In den Tabellen I-9-1 bis I-9-4 dieses Kapitels werden Werte für die spezifische sensible Wärmeabgabe (Kühllast) und für die spezifische Feuchteabgabe (Feuchtelast) von Küchengeräten an den Raum aufgeführt. Diese Werte bilden die Grundlage für die Berechnung der zur Lastabfuhr benötigten Luftvolumenströme in warmen Küchen, in Speiseausgabebereichen oder auch in anderen Küchenbereichen, in denen Wärme oder Feuchte abgebende Geräte aufgestellt werden. Die Werte stammen aus der VDI-Richtlinie [2] Tabelle A1 und der Euronorm [3] Tabelle A1.

Wo aus Sicht des Autors die in den Regelwerken angegebenen Werte unplausibel erscheinen, wird darauf hingewiesen. Bei Kochkesseln und Kochautomaten gibt es Abweichungen zwischen den Angaben der VDI-Richtlinie und denen der Euronorm. Bei vielen Geräten sind die Werte für gasbeheizte Geräte größer als bei elektro- oder dampfbeheizten Geräten. Dies erklärt sich durch den bei der Verbrennung von Gas entstehenden Wasserdampf und – bei den Werten für die sensible Wärme – auch durch den unterschiedlichen Wärmeübergang zwischen Wärmequelle und Kochgut.

Energiesparender Kochbetrieb

Die in den Tabellen des Kapitels I-9-1 angegebenen Werte gelten immer für einen „energiesparenden Kochbetrieb“. Dies bedeutet am Beispiel von Kochkesseln und Kochautomaten ein Kochbetrieb mit geschlossenen Deckeln. Beim Kochen mit offenen Deckeln kann so viel Wasserdampf austreten, dass die bei der Berechnung ermittelten Luftvolumenströme für dessen Abfuhr i. d. R. zu gering sein werden.

Die in den Tabellen angegebenen Werte gelten immer für das Fortkochen. Beim scharfen Anbraten, Ablöschen, Reduzieren oder anderen Kochvorgänge mit sehr großer Wrasenbildung, können die berechneten Luftvolumenströme zur kompletten Lastabfuhr eventuell nicht ausreichend sein. Solange Überschreitungen nur sehr kurzzeitig auftreten und anschließend abgesaugt werden, werden diese im Sinne der technischen Regelwerke nicht als Mangel angesehen.

Eingeschränkter Kochbetrieb

Die Tabellen aus der VDI-Richtlinie enthielten in der Vergangenheit auch noch Angaben für einen sogenannten „eingeschränkten Kochbetrieb“. Diese Angaben sind in der aktuellen Ausgabe nicht mehr enthalten. Die Euronorm [3] enthält aber noch die Werte für einen eingeschränkten Kochbetrieb, die der VDI-Richtlinie 2052 vom April 2006 entnommen wurden. Der eingeschränkte Kochbetrieb wird in der Euronorm wie folgt definiert, Zitat:

Definition eingeschränkter Betrieb:

in Schwachzeiten bei Teilinbetriebnahme der Geräte beim Fortkochen, Garziehen, Auftauen, Regenerieren, Warmhalten, Niedertemperatur-Garen usw.

Aus Sicht des Autors war der eingeschränkte Kochbetrieb nie so eindeutig definiert, als dass eine Berechnung mit diesen Werten nicht zu Fehlern hätte führen können und häufig auch geführt hatte. Auch die aktuelle Definition der Euronorm erscheint nicht überzeugend, da diese der VDI 2052 Ausgabe April 2006 entnommen wurde und der VDI auf die Angabe dieser Werte in der aktuellen Version verzichtet hat. Es wird daher in diesem Buch auf die Wiedergabe der Werte für den eingeschränkten Kochbetrieb verzichtet. Interessierte Leser können diese in der Originalausgabe der DIN EN 16282-1 nachschlagen.

I-9.1 Tabellen und Erläuterungen

In den Tabellen I-9-1 bis I-9-4 werden die für die Berechnung der Luftvolumenströme benötigten Werte für die spezifische sensible Wärmeabgabe und für die spezifische Dampfabgabe von Küchengeräten im Normalbetrieb angegeben. Die Berechnung erfolgt auf Basis der Geräteanschlussleistung der jeweils verwendeten Geräte.

Gerätespezifische Wärme- und Feuchtelasten

Unter den „spezifischen“ Wärme- und Feuchtelasten werden die gerätespezifischen Lasten der unterschiedlichen Küchengeräte pro kW Geräteanschlussleistung verstanden. In den Tabellen werden unterschiedliche Werte, abhängig von dem Küchengerät und der Art der Energieversorgung genannt. Es werden Werte für mit Elektroenergie, Dampf oder Gas betriebene Geräte aufgeführt.

Rechenbeispiel:

1. Heißluftdämpfer, Tabelle I-9-1 lfd. Nr. 1.5, Anschlußleistung 15 kW elektrisch

- sensible Wärmeabgabe Gerät: $120 \text{ W/kW} \times 15 \text{ kW} = 1800 \text{ W}$
- Dampfabgabe Gerät: $265 \text{ g/(h} \cdot \text{kW)} \times 15 \text{ kW} = 3975 \text{ g/h}$

2. Kippbratpfanne, Tabelle I-9-2 lfd. Nr. 2.1, Anschlußleistung 15 kW elektrisch

- sensible Wärmeabgabe Gerät: $450 \text{ W/kW} \times 15 \text{ kW} = 6750 \text{ W}$
- Dampfabgabe Gerät: $588 \text{ g/(h} \cdot \text{kW)} \times 15 \text{ kW} = 8820 \text{ g/h}$

Einige häufig verwendete und der Allgemeinheit nicht so geläufige Kochgeräte werden vorgestellt.

Die im Text angegebenen laufenden Nummern beziehen sich auf die laufenden Nummern der Küchengeräte in der ersten Spalte der Tabellen I-9-1 bis I-9-4. Diese Nummerierung ist identisch mit der aus den Tabellen der VDI-Richtlinie und der Euronorm.

I-9.1.1 Geräte zum Garen, Kochen und Dämpfen



Abbildung I-9-1: Gerätegruppe zum Kochen und Dämpfen mit (Kipp-)Kochkesseln (lfd. Nr. 1.1 und 1.2) und Heißluftdämpfern (rechts im Bild), (lfd. Nr. 1.3)

Die Gerätegruppe in Abbildung I-9-1 zeigt typische Geräte zum Garen, Kochen und Dämpfen. Links im Bild sind drei Kochkessel zu sehen, wobei der in der Mitte nicht gekippt werden kann, die beiden anderen sind Kippkochkessel. Rechts im Bild befinden sich zwei Heißluftdämpfer.

Geräte zum Kochen und Dämpfen werden häufig in einer eigenen Gerätegruppe unter einer Küchenlüftungshaube oder Küchenlüftungsdecke angeordnet. Die Heißluftdämpfer können vielseitig verwendet werden; spezielle Programme zum Dämpfen, Braten, Überbacken und andere mehr gehören heute zum Standard.

Tabelle I-9-1: spezifische Werte der sensiblen Wärmeabgabe und der Dampfabgabe an den Raum von Koch-, Dämpf- und Gargeräten

Lfd. Nr.	Bezeichnung des thermischen Küchengerätes	Elektro- und dampfbeheizte Geräte		Gasbeheizte Geräte	
		sensible Wärmeabgabe	Dampf-abgabe	sensible Wärmeabgabe	Dampf-abgabe
		\dot{Q}_s in W/kW	D in g/(h kW)	\dot{Q}_s in W/kW	D in g/(h kW)
1.1	Kochkessel und Kochautomaten ^a	35	441 / 294	100	441
1.2	Druckkochkessel	40	15	-	-
1.3	Hochdruckdämpfer Einschubgeräte	25	294	-	-
1.4	Hochdruckdämpfer Durchschubgeräte (Geräte mit Vorder- und Hintertür)	25	294	-	-
1.5	Heißluftdämpfer ^b	120	265	150	265

^a Bei Geräten der lfd. Nr. 1.1 werden für die Dampfabgabe bei elektro- und dampfbeheizten Geräten in den technischen Regeln unterschiedliche Werte angegeben. Der schwarzgedruckte Wert stammt aus der Euronorm, der rotgedruckte aus der VDI-Richtlinie.

^b Wenn das Öffnen der Türen von Heißluftdämpfern (lfd. Nr. 1.5) (siehe Abbildung I-9-1) ruckartig erfolgt, können sehr große Dampfmengen austreten, die von der Lüftungsanlage dann oftmals nur unvollständig abgesaugt werden können. Ein ruckartiges Öffnen entspricht nicht den Anforderungen an einen „energiesparenden Kochbetrieb“ und auch nicht den Betriebsanleitungen der Gerätehersteller. Bei Betätigung des Türgriffs wird der im Heißluftdämpfer eingebaute Umluftventilator abgeschaltet, hierdurch wird bei einem langsamen Öffnen der Tür ein übermäßiger Wrasenaustritt verhindert. Natürlich läuft der Ventilator noch für einige Sekunden nach, sodass es bei einem ruckartigen Öffnen der Tür immer noch zu einem ungewollten Wrasenaustritt kommen kann. Es sollte daher mit dem Öffnen der Tür so lange gewartet werden, bis der Ventilator zum Stillstand gekommen ist.

Empfehlungen für hier nicht aufgeführte Geräte

Nudelkocher können wie Kochkessel (lfd. Nr. 1.1) berechnet werden.

I-9.1.2 Geräte zum Grillen, Braten und Backen

Typische Geräte zum Braten, Grillen und Frittieren werden mit den nachstehenden Abbildungen wiedergegeben:

- Abbildung I-9-2 zeigt links eine Großfritteuse, in der Mitte und rechts zwei multifunktionale Cooking-Center zum Frittieren, Braten, Kochen u. a. m.
- In Abbildung I-9-3 ist eine Kippbratpfanne abgebildet. Diese wird i. d. R. nur zum Braten verwendet und fällt damit nicht unter die Gruppe der multifunktionalen Geräte
- Abbildung I-9-4 zeigt einen mit Gas befeuerter Lavasteingrill und mit einer Anschlussleistung 25,7 kW
- Abbildung I-9-5 zeigt einen Elektrogrill, der auch als „Salamander“ bezeichnet wird.



Abbildung I-9-2: Gerätegruppe zum Frittieren und Braten mit Großfritteuse (links), (lfd. Nr. 2.8) und zwei multifunktionalen Cooking-Centern



Abbildung I-9-3:
Kippbratpfanne (Ifd. Nr. 2.1)



Abbildung I-9-4:
mit Gas beheizter Lavasteingrill
(Ifd. Nr. 2.2)



Abbildung I-9-5:
Salamander-Grillgerät (Ifd. Nr. 2.15)

Tabelle I-9-2: spezifische Werte der sensiblen Wärmeabgabe und der Dampfabgabe an den Raum von Grill-, Brat- und Backgeräten

Lfd. Nr.	Bezeichnung des thermischen Küchengerätes	Elektro- und dampfbeheizte Geräte		Gasbeheizte Geräte	
		sensible Wärmeabgabe	Dampf-abgabe	sensible Wärmeabgabe	Dampf-abgabe
		\dot{Q}_s in W/kW	D in g/(h kW)	\dot{Q}_s in W/kW	D in g/(h kW)
2.1	Kippbratpfanne	450	588	450	630
2.2	Brat-, Grill- und Griddleplatten	330	588	350	588
2.3	Grill- u. Salamandergeräte	800	257	720	294
2.4	Brat- und Backöfen	350	235	350	294
2.5	Heißluftgeräte/ Auftaegeräte	70	220	100	220
2.6	Automatische Rost- und Grillgeräte zum Aufwärmen	250	338	-	-
2.7	Soßenautomaten	150	235	-	-
2.8	Fritteusen	90	1030	90	1030
2.9	Induktionsherd ^a	120	71	-	-
2.10	Ceranherd	200	118	200	118
2.11	Wok ^b	70	41	450	630
2.12	Großkochfeld	260	155	300	176

^a Die Werte für den Induktionsherd wurden gegenüber den Angaben der VDI-Richtlinie und der Euronorm vom Autor korrigiert, da diese für Induktionsherde deutlich zu geringe Werte angeben (70 W/kW und 41 g/(h · kW)). Der korrigierte Wert berechnet sich aus dem Wert für den Ceranherd (Kochplattenfaktor 1,0) multipliziert mit Kochstellenfaktor 0,6 (nach VDI und Euronorm) für den Induktionsherd.

Noch besser wäre es allerdings, bei der Berechnung den höheren Wert des Ceranherds einzusetzen, da sich die Temperaturen und damit die Wärme- und Feuchteabgabe des Kochgeschirrs beim Braten oder Kochen mit Induktionsherden und Ceranherden nicht wesentlich unterscheiden.

^b Die markierten Werte für Wok-Pfannen bei elektrobeheizten Geräten erscheinen dem Autor zu gering. Die Werte wurden erstmals in der VDI 2052 Ausgabe April 2006 veröffentlicht. Es konnte nicht geklärt werden, ob es sich eventuell um einen Schreibfehler handelte, der später nicht mehr korrigiert wurde. Der Autor empfiehlt, die Werte für eine Kippbratpfanne (lfd. Nr. 2.1) zu verwenden, da beide Geräte auf ähnliche Weise genutzt werden und die in den Regelwerken angegebenen Werte für den Gasbetrieb bei diesen beiden Geräten identisch sind.

Weitere Geräte dieser Gerätegruppe zeigen die Abbildung I-9-6 und Abbildung I-9-7. Ein Induktionswok ist ebenfalls in Abbildung I-9-6 abgebildet.

Empfehlungen für hier nicht aufgeführte Geräte

Hähnchengrills (Rotisserie) können wie Grill- und Salamandergeräte (lfd. Nr. 2.3) berechnet werden.

Das Gleiche empfiehlt sich für Spießgrills (Gyrosgrill, Döner), auch wenn die VDI-Richtlinie die Verwendung der Werte für Kippbratpfannen (lfd. Nr. 2.1) oder Bratplatten (lfd. Nr. 2.2) empfiehlt. Die hohe Abgabe von Strahlungswärme eines Spießgrills entspricht aber mehr dem eines Grillgeräts als der einer Bratplatte oder -pfanne.

Kontaktgrills können wie Bratplatten (lfd. Nr. 2.2) berechnet werden.

I-9.1.3 Herde und Geräte zum Auftauen, Garen, Warmhalten, Kühlen und Verteilen

Tabelle I-9-3: spezifische Werte der sensiblen Wärmeabgabe und der Dampfabgabe an den Raum von Multifunktional-Geräten, sowie Geräte zum Garen, Auftauen, Warmhalten, Kühlen, Verarbeiten, Transportieren

Lfd. Nr.	Bezeichnung des thermischen Küchengerätes	Elektro- und dampfbeheizte Geräte		Gasbeheizte Geräte	
		sensible Wärmeabgabe	Dampf-abgabe	sensible Wärmeabgabe	Dampf-abgabe
		\dot{Q}_s in W/kW	D in g/(h kW)	\dot{Q}_s in W/kW	D in g/(h kW)
3.1	Herde, Kochstellen ^a	200	118	250	147
3.2	Hockerkocher	200	220	250	265
3.3	Mikrowellengeräte	50	15	-	-
3.4	Wasserbäder / Bain-Marie	125	194	195	323
3.5	Wärmeanrichten und Wärmeschränke	350	-	350	-
3.6	Kühlschränke (ohne zentrale Kälteversorgung) ^b	700	-	-	-
3.7	Küchenmaschinen	175	-	-	-
3.8	Fördereinrichtungen/ Verteilband ^c	1000	-	-	-

^a Die Werte sind mit dem Kochplattenfaktor oder Kochstellenfaktor zu multiplizieren, diese betragen:

Kochplattenfaktor für Elektroherde:

Massenkochplatte: 1, Keramikkochplatte: 1, Induktionskochstelle: 0,6 (VDI),

Großfeld-Stahlplatte: 1,3

Kochstellenfaktor für Gasherde:

Offene Kochstelle: 1, Glühplatte: 1,2, Keramikplatte: 0,8

^b Bei Kühlschränken und Tiefkühlgeräten, die an eine zentrale Kälteversorgung angeschlossen sind, erfolgt keine Wärmeabgabe in den Raum

^c Die Wärmeabgabe von Transport- und Fördereinrichtungen erfolgt ausschließlich in den Raum

I-9.1.4 Geräte in der Speiseausgabe

Abbildung I-9-6 zeigt links ein Wasserbad (lfd. Nr. 3.4) auch „Bainmarie“ genannt, das zum Warmhalten von Speisen oder Soßen verwendet wird und rechts einen Induktionswok (lfd. Nr. 2.11) in einem Frontcooking-Bereich.



Abbildung I-9-6: Wasserbad/Bainmarie (lfd. Nr. 3.4) (links), Induktionswok (lfd. Nr. 2.9) (rechts) in einem Frontcooking-Bereich

Tabelle I-9-4: spezifische Werte der sensiblen Wärmeabgabe und der Dampfabgabe von Speiseverteilergeräten an den Raum

Lfd. Nr.	Bezeichnung des thermischen Küchengerätes	Elektro- und dampfbeheizte Geräte		Gasbeheizte Geräte	
		sensible Wärmeabgabe	Dampf-abgabe	sensible Wärmeabgabe	Dampf-abgabe
		\dot{Q}_s in W/kW	D in g/(h kW)	\dot{Q}_s in W/kW	D in g/(h kW)
4.1	Warmausgabegerät	125	-	-	-
4.2	Kaltausgabegerät (ohne zentrale Kälteversorgung)	700	-	-	-
4.3	Geschirrspender	300	-	-	-
4.4	Getränkebrühanlage	100	-	-	-

I-9.1.5 Anmerkungen zu multifunktionalen Geräten

Multifunktionale Geräte können für verschiedene Kochvorgänge, wie zum Braten, Kochen, Dämpfen, Druckkochen, Druckdämpfen, Reduzieren oder auch zum Frittieren verwendet werden. Eine Gruppe solcher Geräte sind die Heißluftdämpfer (Ifd. Nr. 1.5) (Abbildung I-9-1), die auch unter verschiedenen anderen Bezeichnungen wie Kombidämpfer, Kombi-Dämpfer, Kombi-Steamer, Dampfgarer u. a. m. bekannt sind. Für diese Geräte geben die technischen Regeln eindeutige Werte vor.

Andere Geräte, die von ihrem Aussehen mehr einer Kippbratpfanne ähneln, vereinen die Funktionen Braten, Kochen, Schmoren (Braisieren), Reduzieren und unter Umständen auch Frittieren in einem Gerät. Solche Geräte werden unter verschiedenen Bezeichnungen angeboten; sie werden als Druckgarpfannen, Braisière oder als Vario Cooking Center (Abbildung I-9-7) bezeichnet. Diese Geräte sind immer nach ihrer emissionsstärksten Nutzung zu berechnen, also je nach Anwendung wie eine Kippbratpfanne (Ifd. Nr. 2.1) (Abbildung I-9-3) oder wie eine Fritteuse (Ifd. Nr. 2.8).



Abbildung I-9-7:
Multifunktionales Cooking-Center

Auch bei Herden handelt es sich um multifunktionale Kochgeräte; für diese werden in den Regelwerken eindeutige, feste Werte (Ifd. Nr. 3.1) vorgegeben.

Hinweis für die Planung: Abluftvorrichtungen für Heißluftdämpfer

Abbildung I-9-8: Wandhaube mit nur rückwärtig angeordneten Aerosolabscheidern über Heißluftdämpfern

Auch bei korrekt berechneten und eingestellten RLT-Anlagen kommt es an Heißluftdämpfern und an deren Erfassungseinrichtungen sehr häufig zu Problemen durch Kondensation und heraustretende Wrasen. In der Abbildung oben sind im Inneren der Haube selbst nach Betriebsende noch die Reste kondensierter Wrasen zu erkennen. Eine Ursache, die durch das ruckartige Öffnen der Tür entsteht, wurde bereits beschrieben. Weitere Ursachen liegen in der meist ungünstigen Positionierung der Absaugung und eventuell auch in unzureichenden Überständen der Absaugvorrichtung. Die Abbildung I-9-7 zeigt einen Heißluftdämpfer unterhalb einer Wand-Absaughaube. Für die Dimensionierung der Haube sind die in den Regelwerken vorgeschriebenen seitlichen Mindestüberstände einzuhalten, die in aktuellen Fassungen der Regelwerke (VDI und Euronorm) nun 300 mm und frontseitig 600 mm betragen. Hierbei ist immer von der Außenkante des Geräts bis zur Innenkante der Kondensatablaufrinne zu messen. Es gilt auch, den unvermeidlichen Wandabstand des Heißluftdämpfers zu berücksichtigen, da der Wasseranschluss und der Kondensatablauf rückseitig angeordnet sind.

Die seit langem bekannte Problematik durch frontseitig übertretenden Wrasen und Kondensation in der Absaughaube oberhalb der Gerätetüren, sollten durch veränderte Vorgaben in den Regelwerken verhindert werden. So wurde in der VDI-Richtlinie der frontseitige Überstand von 400 mm auf 600 mm vergrößert, die Euronorm nennt denselben Wert. Der Überstand ist jedoch völlig sinnlos, wenn sich dort nicht auch aktive Absaugflächen befinden (Abbildung I-9-8).

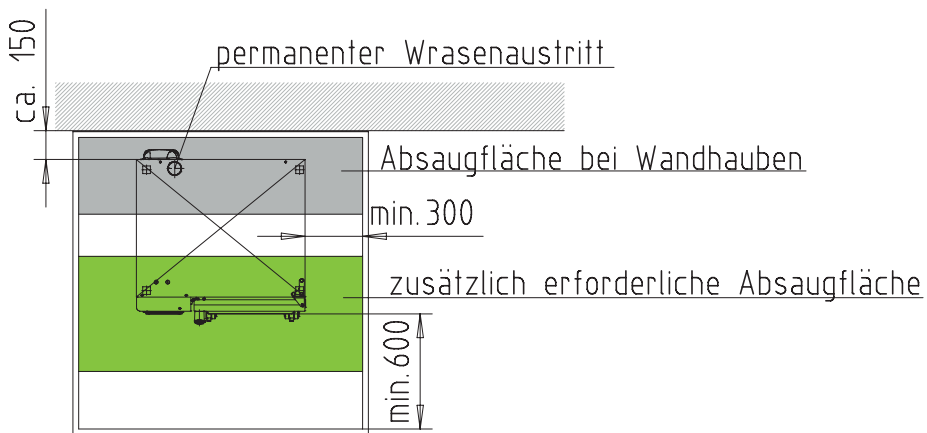


Abbildung I-9-9: erforderliche Absaugflächen über Heißluftdämpfern (Draufsicht)

Wie in Abbildung I-9-8 dargestellt, befindet sich beim Heißluftdämpfer im hinteren Bereich, in der Nähe der Wand, ein Rohrstutzen mit ca. 80 mm Durchmesser, aus dem während des Kochbetriebs permanent Dampf austritt. Auch dieser Dampf ist durch Erfassungseinrichtungen abzuführen. Abzugshauben werden in vielen Fällen so angeordnet, dass sich die Aerosolabscheider nur an der Rückseite befinden (graue Fläche in der Abbildung I-9-9), hiermit ist gewährleistet, dass der aus dem Rohrstutzen permanent austretende Dampf erfasst und abgesaugt wird. Bei diesen Absaughauben fehlt dann aber eine frontseitige Absaugung, sodass beim Öffnen der Tür nur ein Teil der Wrasen zu den rückseitig gelegenen Aerosolabscheidern gelangt. Dieser Teil wird dann auch abgesaugt; der übrige – und häufig auch größere – Anteil des Wrasens wird aber nicht abgesaugt und wird entweder frontseitig an der Innenseite der Abzugshaube kondensieren oder aus dem Haubenkörper austreten und in der Küche „vagabundieren“.

Oberhalb von Heißluftdämpfern oder anderen Geräten, an denen schwallartig Wrasen austritt, ist daher immer eine weitere Absaugstelle über den Gerätetüren erforderlich (grüne Fläche in der Abbildung). Dieses gilt natürlich auch sinngemäß bei der Installation von Küchenlüftungsdecken, wobei hier eine Ausbreitung der Wrasen unterhalb der Decke keinen Mangel darstellt, sofern dieser an einer anderen Stelle abgesaugt wird und keine Kondensation auftritt.

I-9.2 Anmerkungen zur Berechnung der Luftvolumenströme

Die in den Regelwerken (VDI und Euronorm) angegebenen Werte für die spezifische sensible Wärmeabgabe und für die spezifische Dampfabgabe von Küchengeräten stehen immer wieder in der Kritik. Es wird vorgetragen, dass die Werte veraltet seien und sich auf Basis dieser Werte zu hohe Luftvolumenströme für die warmen Küchenbereiche ergeben würden. Hierzu ist festzustellen, dass die Werte erstmals in der VDI-Richtlinie Mai 1995 [28] veröffentlicht wurden. Die Werte wurden von verschiedenen Herstellern der Küchenindustrie in aufwendigen Verfahren für diese Richtlinie ermittelt. Die in diesem Buch vorgestellte Berechnungsmethode für die Luftvolumenströme auf Basis der Thermikluftströme stammt aus dem Jahr 1999 [20]. Die Berechnungsmethode und die Angaben der spezifischen Wärme- und Dampfabgabe für die Kochgeräte haben sich auch insofern bewährt, als dass die vor Erscheinen der Richtlinie im Jahr 1999 oftmals aufgetretenen Beanstandungen wegen schlechter Luft in der Küche bei Anwendung dieser Rechenmethode nicht mehr auftraten. Das arbeitsrechtliche Schutzziel, die Gesundheit der in der Küche beschäftigten Personen zu schützen, wurde mit dieser Rechenmethode erfüllt und stellt auch heute noch das vorrangige Schutzziel dar.

Leider ist es so, dass die Küchenindustrie in den vergangenen Jahren keine neueren Werte zur Verfügung gestellt hatte, auf deren Basis genauere Berechnungen vorgenommen werden könnten. Der Autor hatte in den vergangenen Jahren versucht, neuere Angaben von den Herstellern von thermischen Küchengeräten zu erhalten. Sofern diese bereit waren, Unterlagen zur Verfügung zu stellen, handelte es sich immer wieder um die bereits bekannten Werte aus der VDI-Richtlinie. Erfreulicherweise wurde im Jahr 2022 zur gemeinsamen Lösung dieses Problems vom Industrieverband der Heizungs- und Küchenindustrie (HKI) eine Expertengruppe unter dem Namen „Task Force Wärme- und Feuchteabgabe“ gebildet. Sie besteht aus Herstellern von Kochgeräten, Küchen- und Lüftungsplanern, Lüftungsanlagenbauern, Sachverständigen und der Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe.

Zu der allgemeinen Kritik, dass die Berechnung nach den Tabellenwerten der VDI 2052-1 und der DIN EN 16282-1 generell zu überhöhten Luftvolumenströmen führen würde, ist anzumerken, dass es sich bei diesen Werten lediglich um Empfehlungen handelt und Fachplaner, sofern diese über ein vertiefendes Wissen bei der Ermittlung der Luftvolumenströme verfügen, dieses Wissen selbstverständlich auch anwenden dürfen. Aus Sicht des Autors kann der Kritik allerdings nicht zugestimmt werden. Beschwerden wegen zu hoher Luftvolumenströme in Küchen sind nicht bekannt, auch nicht, dass diese zu Streitigkeiten oder gerichtlichen Auseinandersetzungen geführt hätten. Vielmehr ist genau das Gegenteil der Fall. Probleme treten immer da auf, wo sich die tatsächlich vorhandenen Luftvolumenströme bei einer Überprüfung als zu gering gegenüber den Berechnungsergebnissen nach den technischen Regelwerken herausgestellt hatten. Es kann daher nicht dazu geraten werden, die sich aus der Berechnung ergebenden Werte generell zu reduzieren, oder aber den Gleichzeitigkeitsfaktor so niedrig anzusetzen, dass sich daraus eine Reduzierung ergeben würde. Auch ist hierbei nicht außer Acht zu lassen, dass moderne Kochgeräte in der Lage sind, größere Mengen von Essen in derselben Zeit zu produzieren, und dies bei annähernd gleichen Geräteanschlussleistungen. Die höhere Kochleistung wird durch die Verwendung verbesserter Materialien, Konstruktionen und Regelstrategien ermöglicht. Als Folge ergeben sich größere Luftvolumenströme.

me in der Küche, da größere Produktionsmengen pro Zeiteinheit auch immer größere Ab- und Zuluftvolumenströme erfordern.

Sehr hohe Luftvolumenströme werden für Fritteusen ermittelt. Für diese wird im nächsten Kapitel ein alternatives Berechnungsverfahren vorgestellt, welches auf der Menge der tatsächlich produzierten Pommes frites beruht.

I-9.3 Luftvolumenströme für Fritteusen

Für den Betrieb von Fritteusen werden zum Schutz vor Kondensation nach Gleichung (I-5-12) sehr hohe Luftvolumenströme benötigt. Die Tabelle I-9-3 nennt eine spezifische Dampfabgabe von 1030 g/h pro kW elektrischer Anschlussleistung. Dieser Wert wird von der Systemgastronomie in Frage gestellt, besonders wenn sehr intensiv mit Fritteusen gearbeitet wird. Von daher soll der Vorgang des Frittierens und die dabei erzeugte Feuchte näher betrachtet werden.

Beim Frittieren oder Ausbacken werden Lebensmittel in heißem Fett schwimmend gebacken. Die Erhitzung des Frittierguts erfolgt vor allem durch Wärmeleitung an der gesamten Oberfläche. Während des Frittiervorgangs ist das Fett auf einer hohen Temperatur zu halten. Dadurch wird ein Vollsaugen des Frittierguts mit Fett verhindert und die gewünschte Bräunung erzielt. Die hohe Temperatur bewirkt eine Verdampfung des sich in dem Frittiergut befindlichen Wassers. Hierdurch erklärt sich der hohe Wert für die spezifische Dampfabgabe von Fritteusen.



Abbildung I-9-10: 3 Stück Hochleistungsfritteusen mit je 2 x 7 kW (insgesamt 42 kW) Anschlussleistung (Quelle: Fa. Franke Foodservice Systems GmbH)

Die genaue Menge des sich dabei bildenden Wasserdampfs hängt im Wesentlichen von der frittierten Menge pro Zeiteinheit und dem Wassergehalt des Frittierguts zu Beginn und am Ende des Frittiervorgangs ab.

Für eine in der Systemgastronomie häufig verwendete elektrische Hochleistungsfritteuse mit zwei Becken und mit einer Anschlussleistung von 14 kW je Becken soll eine Beispielrechnung durchgeführt werden. Solche Fritteusen werden oft auch modular aufgebaut, sodass mehrere nebeneinander stehen können (s. Abbildung I-9-10).

Bei Fritteusen ist die sensible Wärmelast relativ gering, sodass immer der Luftvolumenstrom zum Schutz vor Kondensation für die Auslegung ausschlaggebend ist.

I-9.3.1 Berechnung des Abluftvolumenstroms nach Gleichung (I-5-13) zum Schutz vor Kondensation

$$\dot{V}_{ABL} = \frac{\sum_{j=1}^n \dot{m}_d \cdot \varphi \cdot 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}{(x_{ABL} - x_{ZUL}) \cdot \rho}$$

mit folgenden Werten:

elektrische Anschlussleistung: 14 kW

$$\dot{m} = 14 \text{ kW} \cdot 1.030 \text{ g}/(\text{h} \cdot \text{kW}) = 14.420 \text{ g}_{\text{Wasserdampf}}/\text{h} = 14,42 \text{ kg}/\text{h}$$

$$(x_{ABL} - x_{ZUL}) = 6 \frac{\text{g}_{\text{WD}}}{\text{kg}_{\text{tr.Luft}}}$$

ρ : Luftdichte in kg/m^3 ; $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$

GLZ φ : 1

$$\dot{V}_{ABL} = \frac{14.420}{6 \cdot 1,2} = 2.002 \text{ m}^3/\text{h}$$

Die Berechnung ergibt einen Luftvolumenstrom von 2.000 m^3/h .

I-9.3.2 Alternative Berechnung

Diese alternative Berechnung kann immer dann durchgeführt werden, wenn ausreichend genaue Informationen über den Betrieb der Fritteuse vorliegen. Die Methode beruht darauf, die beim Frittieren austretende Wasserdampfmenge möglichst genau zu berechnen. Hierfür muss der Wassergehalt des Frittierguts vor Beginn und nach Ende des Frittiervorgangs bekannt sein. Bei tiefgefrorenen Waren, aber auch bei frischen Produkten, kann die Lebensmittelindustrie entsprechende Daten bereitstellen. Für das Berechnungsbeispiel sollen folgende Werte herangezogen werden.

Berechnungsbeispiel

In der Fritteuse sollen vorfrittierte Pommes frites verwendet werden. Von Herstellern wird der Wassergehalt von vorfrittierten Pommes frites mit Werten zwischen 68 % bis 73 % angegeben. Im Weiteren wird in dieser Berechnung mit dem ungünstigeren Wert von 73 % gerechnet.

Fertig frittierte Pommes frites haben etwa einen Restwassergehalt von 43 %. Damit ergibt sich pro Frittiervorgang eine Differenz von $(73 \% - 43 \%) = 30 \%$, entsprechend 300 g Wasserdampf pro kg Pommes frites.

Ein Frittierkorb kann mit maximal 650 g befüllt werden, bei zwei Körben wären dies zusammen 1.300 g.

Bei den verwendeten Hochleistungsfritteusen dauert ein Frittiervorgang inklusive der Zeiten zum Wechseln der Körbe ca. drei Minuten.

Die maximale Durchsatzmenge beträgt damit: $1,3 \text{ kg} \cdot 60/3 \text{ 1/h} = 26 \text{ kg/h}$

Die maximale Wasserdampfmenge beträgt:

$$26 \text{ kg Pommes frites/h} \cdot 0,30 \text{ kg Wasserdampf/kg Pommes frites} = 7,8 \text{ kg Wasserdampf/h}$$

Der benötigte Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-13) zum Schutz vor Kondensation beträgt:

$$\dot{V}_{\text{ABL}} = \frac{7.800}{6 \cdot 1,2} = 1083 \text{ m}^3/\text{h}$$

Mit den Standardwerten aus den technischen Regelwerken hatte sich in der Berechnung oben eine Wasserdampfmenge von 14,42 kg/h ergeben, ein fast doppelt so hoher Wert. Der nach der alternativen Berechnung benötigte Luftvolumenstrom würde sich von 2002 m³/h auf 1083 m³/h reduzieren.

Zu dieser Berechnung ist anzumerken, dass der Wassergehalt der verwendeten Ware immer gewissen Schwankungen unterliegt und auch die Genauigkeit von Herstellerangaben oder Tabellenwerten zu prüfen wäre. Es sollten auf alle Fälle ausreichend hohe Reserven einkalkuliert werden, sodass nicht schon übliche Produktveränderungen, wie z. B. der Bezug von Kartoffeln eines anderen Herstellers oder einer anderen Sorte zum Versagen der Lüftung führt. Es ist auch wichtig zu beachten, dass der Umgang mit tiefgefrorener Ware einen Einfluss auf deren Wassergehalt hat. Tiefkühlware, die für mehrere Minuten offen an der Luft verbleibt, wird durch Kondensation von Feuchtigkeit aus der Luft bereifen, wodurch sich der Feuchtegehalt der Ware erhöht. Dies geschieht immer dann, wenn die Frittierkörbe nicht umgehend in das Frittierbecken getaucht werden.

I-9.3.3 Fazit

Sobald in einer Küche mehrere Fritteusen aufgestellt werden, kann durch eine genauere Betrachtung der Frittiervorgänge die Auslegung der Lüftungsanlage optimiert werden. Hierzu müssen von Seiten des Nutzers genaue Angaben gemacht werden über:

- die Art des Frittierguts
- die maximale produzierte Menge pro Zeiteinheit
- die Feuchte des Frittierguts zu Beginn des Frittiervorgangs und
- die Feuchte des Frittierguts am Ende des Frittiervorgangs.

Sind nur wenige Fritteusen vorhanden, werden diese nur selten genutzt oder werden diese mit unterschiedlichen Speisen beschickt (Pommes frites, Zwiebelringe usw.), empfiehlt sich eine Berechnung mit den Standardwerten der Regelwerke. Ein eventueller Luftüberschuss stünde dann als Reserve zur Verfügung. Bei der Berechnung sollte immer eine ausreichende Reserve vorgesehen werden.

Aus der Praxis

Die Berechnung nach den Methoden der VDI-Richtlinie oder der Euronorm ergeben relativ hohe Luftvolumenströme für Fritteusen, bieten aber auch eine gewisse Sicherheit bei der Auslegung. Durch die eventuell zu hoch berechneten Luftvolumenströme bei Fritteusen können gegebenenfalls Mindermengen an anderen Geräten oder durch die Verwendung eines zu kleinen Gleichzeitigkeitsfaktors ausgeglichen werden. Für spätere Nutzungsänderungen, Ergänzungen von Geräten, den Austausch gegen leistungstärkere Geräte usw. stünde so eine Reserve zur Verfügung. Der Planer sollte sich immer vor Augen führen, dass eine vertretbare Überdimensionierung der RLT-Anlage für ihn keinen Schaden bedeutet, eine Unterdimensionierung aber umgehend zu einer Reklamation führen wird.

I-10 Rechenbeispiel 1: Volumenstromberechnungen für eine Küchenlüftungsdecke und für eine Küchenlüftungshaube

I-10.1 Berechnung des Abluftvolumenstroms für eine Küchenlüftungsdecke

Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um eine Restaurantküche für mehr als 250 Essen pro Tag. Der Gleichzeitigkeitsfaktor beträgt nach Tabelle A2 0,7 [2]. Die Küchenlüftungsdecke ist in einer Höhe von 2,70 m über dem Fußboden installiert.

In der Küche befindet sich der in Abbildung I-10-1 dargestellte Mittelkochblock. Zusätzlich werden in der Küche zwei Heißluftdämpfer und zwei Kühlschränke verwendet, die jeweils an einer Wand aufgestellt sind.

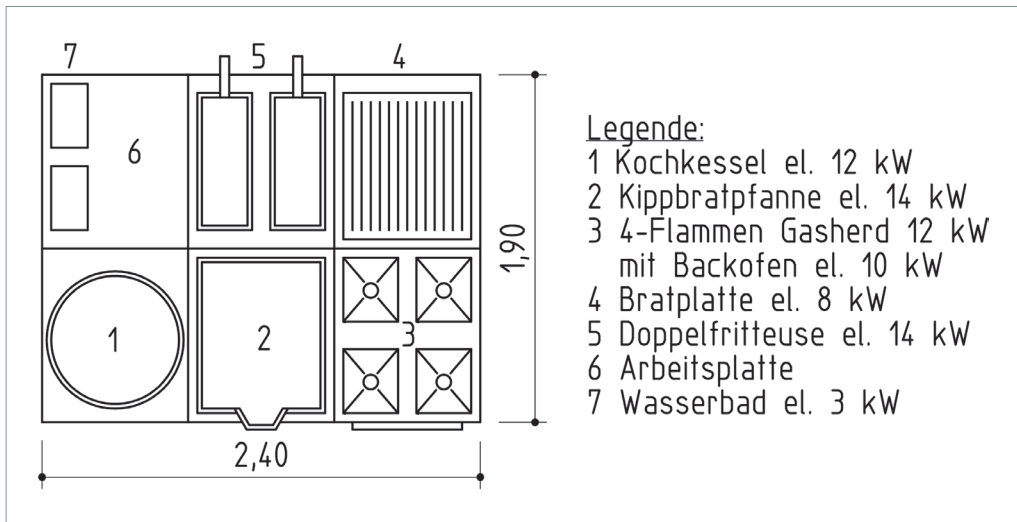


Abbildung I-10-1: Skizze des Mittelkochblocks

I-10.1.1 Berechnung des Thermikluftstroms des Mittelkochblocks

Mit den Angaben aus Tabelle I-9-1, Tabelle I-9-2 und Tabelle I-9-3 in Kapitel I-9.1 berechnen sich die sensible Wärmeabgabe und die Dampfabgabe des Kochblocks wie folgt:

Tabelle I-10-1: Berechnung der sensiblen Wärmeabgabe und der Dampfabgabe für den Kochblock aus Abbildung I-10-1

Nr.	Gerät	Anschlussleistung [kW]	Medium	Lfd. Nr. Tab. A1	Wärmeabgabe sensibel [W/kW]	Dampf-abgabe spezifisch [g/(h kW)]	Wärme-abgabe sensibel gesamt [kW]	Dampf-abgabe gesamt [g/h]
1	Kochkessel	12	elektro	1.1	35	294	420	3528
2	Kippbratpfanne	14	elektro	2.1	450	588	6300	8232
3.1	4-Flammen Gasherd	12	Gas	3.1	250	147	3000	1764
3.2	Backofen	10	elektro	2.4	350	235	3500	2350
4	Bratplatte	8	elektro	2.2	330	588	2640	4704
5	Doppelfritteuse	14	elektro	2.8	90	1030	1260	14420
7	Wasserbad	3	elektro	3.4	125	294	375	882
	Gesamt	73				Gesamt	17495	35880

Der hydraulische Durchmesser beträgt nach Gleichung (I-5-6):

$$d_{\text{hyd}} = 2 \cdot (2,4 \text{ m} \cdot 1,9 \text{ m}) / (2,4 \text{ m} + 1,9 \text{ m}) = 2,12 \text{ m}$$

Der Thermikluftstrom berechnet sich nach Gleichung (I-5-11). Die Werte für die sensible Wärmeabgabe aus den Tabellen I-9-1 bis I-9-3 müssen noch um die Strahlungsanteile reduziert werden, d. h. sie müssen mit dem Faktor 0,5 multipliziert werden.

Der abgebildete Mittelkochblock steht frei im Raum, damit ist $r = 1,0$.

Es handelt sich um eine Restaurantküche für mehr als 250 Essen pro Tag. Der Gleichzeitigkeitsfaktor beträgt 0,7 nach Tabelle I-5-2.

Für die Berechnung von z wird die tatsächliche Deckenhöhe auf das für die Berechnung maximal zulässige Maß von 2,5 m reduziert.

Mit Gleichung (I-5-11) wird der Thermikluftstrom berechnet

$$\dot{V}_{\text{th}} = k \cdot \dot{Q}_{\text{s,k}}^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{\text{hydr}})^{5/3} \cdot r \cdot \varphi$$

Die Höhe des Kochblocks beträgt 0,9 m.

Die Aufstiegshöhe z von der Wärmequelle bis zur Küchenlüftungsdecke berechnet sich damit

$$z = 2,5 \text{ m} - 0,9 \text{ m}.$$

$$\begin{aligned} \dot{V}_{\text{th}1} &= 18 \cdot (17.495 \cdot 0,5)^{1/3} \cdot (2,5 - 0,9 + 1,7 \cdot 2,12)^{5/3} \cdot 1,0 \cdot 0,7 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= \mathbf{4.057 \text{ m}^3/\text{h}} \end{aligned}$$

Da am Kochblock auch Dampf erzeugt wird, ist eine Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation mit Gleichung (I-5-13) durchzuführen:

$$\dot{V}_{\text{ABL}} = \frac{\sum_{j=1}^n \dot{m}_{\text{d}} \cdot \varphi \cdot 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}{(x_{\text{ABL}} - x_{\text{ZUL}}) \cdot \rho}$$

$$\dot{V}_{\text{ABL}1} = \frac{35.880 \cdot 0,7}{6 \cdot 1,2} \text{ m}^3/\text{h} = 3.488 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ergebnis: Bei dem Mittelkochblock überwiegt der Thermikluftstrom, dieser beträgt 4.057 m³/h.

I-10.1.2 Berechnung des Thermikluftstroms der beiden Heißluftdämpfer

In der Küche befinden sich weiterhin zwei nebeneinander an einer Wand aufgestellte Heißluftdämpfer mit je 14 kW elektrischer Anschlussleistung und den Abmessungen $H = 1.800 \text{ mm}$, $T = 790 \text{ mm}$, $L = 880 \text{ mm}$.

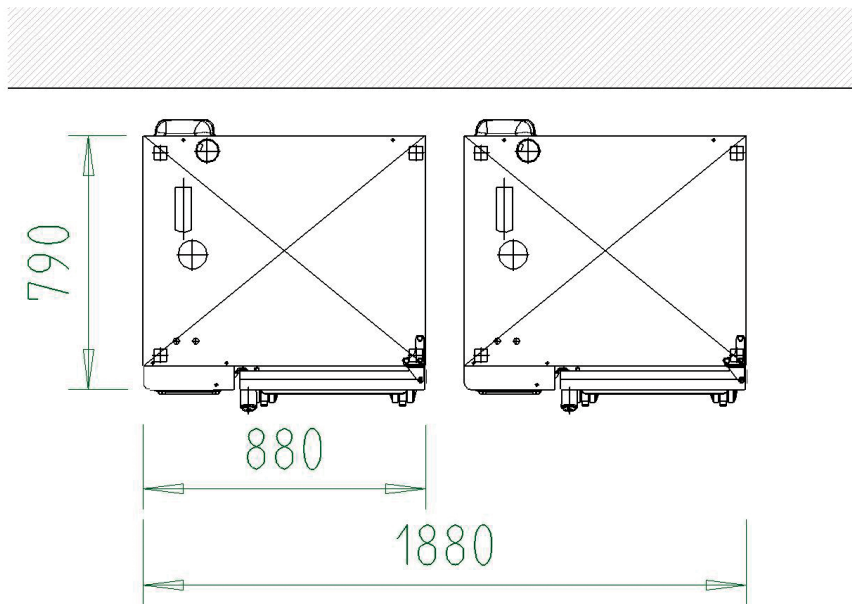


Abbildung I-10-2: Skizze der Heißluftdämpfer

Tabelle I-10-2: Berechnung der sensiblen Wärmeabgabe und der Dampfabgabe für die beiden Heißluftdämpfer

Nr.	Gerät	Anschlussleistung [kW]	Medium	Lfd. Nr. Tab. A1	Wärmeabgabe sensibel [W/kW]	Dampf-abgabe spezifisch [g/(h kW)]	Wärme-abgabe sensibel gesamt [kW]	Dampf-abgabe gesamt [g/h]
8.1	Heißluft-dämpfer	14	elektro	1.5	120	265	1680	3710
8.2	Heißluft-dämpfer	14	elektro	1.5	120	265	1680	3710
	Gesamt	28				Gesamt	3360	7420

Für die Berechnung des hydraulischen Durchmessers ist die Lücke zwischen den beiden Geräten zu übermessen. Der hydraulische Durchmesser beträgt nach Gleichung (I-5-6):

$$d_{\text{hyd}} = 2 \cdot (1,88 \text{ m} \cdot 0,79 \text{ m}) / (1,88 \text{ m} + 0,79 \text{ m}) = 1,11 \text{ m}$$

Die beiden Heißluftdämpfer stehen an der Wand, damit ist $r = 0,63$. Mit Gleichung (I-5-11) berechnet sich der Thermikluftstrom:

$$\begin{aligned} \dot{V}_{\text{th2}} &= 18 \cdot (3360 \cdot 0,5)^{1/3} \cdot (2,5 - 1,8 + 1,7 \cdot 1,11)^{5/3} \cdot 0,63 \cdot 0,7 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 461 \text{ m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation mit Gleichung (I-5-13):

$$\dot{V}_{\text{ABL2}} = \frac{7420 \cdot 0,7}{6 \cdot 1,2} \text{ m}^3/\text{h} = 721 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ergebnis: Bei den Heißluftdämpfern überwiegt der Luftstrom zum Schutz vor Kondensation, der Abluftvolumenstrom beträgt für diesen Bereich 721 m³/h.

I-10.1.3 Berechnung des Thermikluftstroms der beiden Kühlschränke

Die beiden Kühlschränke haben eine elektrische Anschlussleistung von je 1 kW und folgende Abmessungen: H = 2.000 mm, T = 900 mm, L = 900 mm.

Tabelle I-10-3: Berechnung der sensiblen Wärmeabgabe für die beiden Kühlschränke

Nr.	Gerät	Anschlussleistung [kW]	Medium	Lfd. Nr. Tab. A1	Wärmeabgabe sensibel [W/kW]	Dampf-abgabe spezifisch [g/(h kW)]	Wärme-abgabe sensibel gesamt [kW]	Dampf-abgabe gesamt [g/h]
9.1	Kühl-schrank	1	elektro	3.6	700	0	700	0
9.2	Kühl-schrank	1	elektro	3.6	700	0	700	0
	Gesamt	2				Gesamt	1400	0

Die beiden Kühlschränke werden entweder einzeln, oder ohne Abstand zueinander aufgestellt. Für beide Fälle berechnet sich der hydraulische Durchmesser gleich:

$$d_{\text{hyd}} = 2 \cdot (1,8 \text{ m} \cdot 0,9 \text{ m}) / (1,8 \text{ m} + 0,9 \text{ m}) = 1,2 \text{ m}$$

Die Kühlschränke stehen an der Wand, damit ist $r = 0,63$. Mit Gleichung (I-5-11) berechnet sich der Thermikluftstrom:

$$\begin{aligned}\dot{V}_{\text{th3}} &= 18 \cdot (1.400 \cdot 0,5)^{1/3} \cdot (2,5 - 2,0 + 1,7 \cdot 1,2)^{5/3} \cdot 0,63 \cdot 0,7 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 333 \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

An Kühlschränken fällt keine latente Wärme an, daher braucht auch keine Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation durchgeführt werden.

Ergebnis: Der Thermikluftstrom der Kühlschränke beträgt 333 m³/h.

I-10.1.4 Berechnung des Gesamtabluftvolumenstroms der Küchenlüftungsdecke

Der Abluftvolumenstrom der Küchenlüftungsdecke wird nach Gleichung (I-5-14) berechnet. Hierzu werden die beiden zuvor ermittelten Thermikluftströme für den Mittelkochblock und die Kühlschränke addiert und mit dem Ausspülgrad multipliziert. Hierzu ist der Abluftvolumenstrom der Heißluftdämpfer zum Schutz von Kondensation zu addieren.

Gute Küchenlüftungsdecken sollten Verdrängungsluftauslässe haben, sodass der Ausspülgrad hier mit $\alpha = 1,2$ angenommen wird.

$$\dot{V}_{\text{ABL}} = (4.057 + 333) \cdot 1,2 + 721 \text{ m}^3/\text{h} = 5.989 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der Abluftvolumenstrom der Musterküche beträgt bei Verwendung einer Küchenlüftungsdecke 5.989 m³/h.

I-10.2 Berechnung des Abluftvolumenstroms mit Küchenlüftungshauben

Die Berechnung soll in der gleichen Küche wie bei der Küchenlüftungsdecke vorgenommen werden. Statt einer Küchenlüftungsdecke befinden sich über dem Mittelkochblock und über den Heißluftdämpfern jeweils eine Küchenlüftungshaube. Die Unterkanten der Hauben befinden sich 2,10 m über dem Fußboden. Die Einbringung der Zuluft erfolgt durch in der Zwischendecke eingebaute Dralldurchlässe. Mit diesen ergibt sich ein Ausspülgrad von 1,3, der damit höher liegt als bei der Küchenlüftungsdecke.

I-10.2.1 Berechnung des Erfassungsluftstroms des Mittelkochblocks

Auch hier wird mit Gleichung (I-5-11) der Thermikluftstrom berechnet. Das Maß z wird aus der Differenz der Höhe der Haubenunterkante (2,1 m) zu der Höhe des Kochblocks (0,9 m) gebildet.

$$\dot{V}_{th} = k \cdot \dot{Q}_{s,k}^{1/3} \cdot (z + 1,7 \cdot d_{hydr})^{5/3} \cdot r \cdot \varphi$$

$$\dot{V}_{th1} = 18 \cdot (17495 \cdot 0,5)^{1/3} \cdot (2,1 - 0,9 + 1,7 \cdot 2,12)^{5/3} \cdot 1,0 \cdot 0,7 \text{ m}^3/\text{h} = 3.551 \text{ m}^3/\text{h}$$

Die Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation mit Gleichung (I-5-13) ergibt dasselbe Ergebnis wie bei der Küchenlüftungsdecke aus Beispiel 1, da hier die Installationshöhe der Küchenlüftungsdecke oder der Abzugshaube keine Rolle spielen.

Ergebnis: Bei dem Mittelkochblock überwiegt der Thermikluftstrom, dieser beträgt 3.551 m³/h.

Der Erfassungsluftstrom der Küchenlüftungshaube berechnet sich nach Gleichung (I-5-14) zu:

$$\dot{V}_{Erf} = \dot{V}_{th} \cdot a$$

$$\dot{V}_{Erf1} = 3.551 \cdot 1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 4.616 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der Erfassungsluftstrom der Abzugshaube über dem Mittelkochblock beträgt 4.616 m³/h.

I-10.2.2 Berechnung des Erfassungsluftstroms der beiden Heißluftdämpfer

Die Berechnung der Thermikluftströme der beiden Heißluftdämpfer führt zu folgendem Ergebnis:

$$\dot{V}_{th2} = 18 \cdot (3360 \cdot 0,5)^{1/3} \cdot (2,1 - 1,8 + 1,7 \cdot 1,11)^{5/3} \cdot 0,63 \cdot 0,7 \text{ m}^3/\text{h} = 348 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{Erf2} = 348 \cdot 1,3 \text{ m}^3/\text{h} = 452 \text{ m}^3/\text{h}$$

Auch die Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation führt hier wieder zu demselben Ergebnis wie bei Beispiel 1:

Bei den Heißluftdämpfern überwiegt der Luftstrom zum Schutz vor Kondensation, der Abluftvolumenstrom dieser Haube beträgt 721 m³/h.

I-10.2.3 Berechnung des Thermikluftstroms der beiden Kühlschränke

Die beiden Kühlschränke stehen nicht unter einer Küchenlüftungshaube, die erforderliche Abluft wird mit Abluftdurchlässen in der Raumdecke abgesaugt. Bei einer Raumhöhe von 2,70 m wird sich für Kühlschränke genau der gleiche Wert wie im Beispiel 1 ergeben, da auch hier die Raumhöhe bis maximal 2,50 m berücksichtigt wird.

$$\dot{V}_{th3} = 18 \cdot (1400 \cdot 0,5)^{1/3} \cdot (2,5 - 2,0 + 1,7 \cdot 1,2)^{5/3} \cdot 0,63 \cdot 0,7 \text{ m}^3/\text{h} = 333 \text{ m}^3/\text{h}$$

An Kühlschränken fällt keine latente Wärme an, daher braucht auch keine Kontrollrechnung zum Schutz vor Kondensation durchgeführt werden.

Der Thermikluftstrom der Kühlschränke beträgt 333 m³/h.

I-10.2.4 Berechnung des Ausgleichsvolumenstroms

Es ist noch zu prüfen, ob ein zusätzlicher Ausgleichsvolumenstrom benötigt wird.

Das Prüfkriterium ist Gleichung (I-5-17).

$$\dot{V}_{th,ne} + \dot{V}_{Aus} \geq 0,1 \cdot (\sum_{i=1}^n \dot{V}_{Erf})$$

Die Berechnung des rechten Terms der Gleichung erfolgt mit den Erfassungsluftströmen der beiden Ablufthauben und ergibt folgenden Wert:

$$\dot{V}_{Erf} = \dot{V}_{Erf1} + \dot{V}_{Erf2} = 4.616 + 452 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 5068 \text{ m}^3/\text{h}$$

Die Berechnung nach Gleichung (I-5-16) führt nach dem Einsetzen der Zahlenwerte zu folgendem Ergebnis:

$$333 \text{ m}^3/\text{h} + \dot{V}_{Ausg} \geq 0,1 \cdot 5.337 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{Ausg} \geq 533 - 333 \text{ m}^3/\text{h} \geq 200 \text{ m}^3/\text{h}$$

Es ist zu den Thermikluftströmen der Kühlschränke ein zusätzlicher Ausgleichsvolumenstrom von mindestens 200 m³/h an der Raumdecke abzusaugen, insgesamt also zumindest 533 m³/h.

I-10.2.5 Berechnung des Gesamtabluftvolumenstroms der Küche

Für die Berechnung des Abluftvolumenstroms der gesamten warmen Küche müssen nun die in den Schritten 1. bis 4. ermittelten Volumenströme addiert werden.

$$\dot{V}_{Abl} = 4.616 + 721 + 333 + 200 \text{ m}^3/\text{h} = 5.870 \text{ m}^3/\text{h}$$

Der Abluftvolumenstrom der Musterküche beträgt bei Verwendung von Ablufthauben und Abluftdurchlässen 5.870 m³/h.

I-10.3 Vergleich mit der Küchenlüftungsdecke

Gegenüber der Küche mit der Küchenlüftungsdecke werden bei der Verwendung von Küchenablufthauben 119 m³/h weniger Abluft benötigt. Dieser geringe Unterschied ist in der Praxis ohne Bedeutung.

I-11 Rechenbeispiel 2: Sanierung einer Küche

In einem Berufsbildungszentrum für das Handwerk mit angeschlossenem Internat soll die Lüftungsanlage der Küche saniert werden. Hierbei sollen auch die Hauben ersetzt werden, da diese den zwischenzeitlich vergrößerten Kochbereich nicht mehr abdecken. Der Bauherr wünscht sich den Einbau einer Küchenlüftungsdecke, die auf einer Höhe von 2,75 m montiert werden soll. Die Zuluft soll über die in der Lüftungsdecke eingebauten Verdrängungsluftauslässe in die Küche einströmen.

Zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen des Küchenpersonals soll die Zuluft gekühlt werden. Die im Gebäudeenergiegesetz (GEG) [25] geforderte Wärmerückgewinnung soll aufgrund der örtlichen Gegebenheiten durch ein Kreislaufverbundsystem (KVS) in den RLT-Geräten erfolgen.

In der warmen Küche werden mittags – abhängig von der Nachfrage – zwischen 100-200 Essen produziert. Es werden täglich drei unterschiedliche warme Mahlzeiten angeboten. Da bei den Essensteilnehmern Schnitzel oder Currywurst mit Pommes frites sehr beliebt sind, gibt es diese jeden Tag zusätzlich zu den drei Gerichten. Als Vorspeise werden zwei unterschiedliche Suppen und ein reichhaltiges Salatbuffet angeboten. Die Mahlzeiten werden durch mehrere Nachspeisen abgerundet. In der Küche werden auch Köchinnen und Köche ausgebildet. Daher werden, abgesehen von den Pommes frites, nur wenige Convenience-Produkte verwendet. Die meisten Gerichte werden frisch gekocht.

Die in der warmen Küche vorhandenen Kochgeräte sind in Tabelle I-11-1 aufgeführt. An diesen sind keine Änderungen geplant. Die Kochkessel, Kippbratpfannen, Fritteusen und der Herd sind in einem zweizeiligen, im Raum freistehenden Kochblock angeordnet. Der Pizzaofen und die beiden Heißluftdämpfer stehen nebeneinander an einer Wand.

Auf Grundlage der in Tabelle I-11-1 ermittelten Werte für die Thermikluftströme und der Wasserdampfabgabe der warmen Küche sollen die erforderlichen Luftvolumenströme berechnet werden. Es werden nachfolgend verschiedene Berechnungsmethoden verglichen. Die gewählten Werte sind jeweils fett dargestellt.

Tabelle I-11-1: Kochgeräte in der warmen Küche

**1. Mittelkochblock ca. 6,00 m x 1,80 m, Höhe = 0,95 m,
Aufstiegshöhe z = 1,55 m, Hydraulischer Durchmesser = 2,77 m.**

Ifd. Nr.	Gerät	Stück	Anschluss		Nr. aus Tab. 9...	Wärme- und Dampfabgabe			
			[kW]	Medium		Qs [W/kW]	D [g/(h kW)]	Qs ges. [kW]	D ges. [g/h]
1	Kochkessel klein	3	12,2	elektro	1.1	35	294	1281	10760,4
2	Kochkessel groß	1	18,2	elektro	1.1	35	294	637	5350,8
3	Induktionskochfeld	1	20	elektro	2.9	70	41	1400	820
4	Kippbratpfanne klein	2	12,2	elektro	2.1	450	588	10980	14347,2
5	Kippbratpfanne groß	1	15,2	elektro	2.1	450	588	6840	8937,6
6	Fritteuse	5	7,5	elektro	2.8	90	1030	3375	38625
	Gesamt		151,9				Gesamt	24513	78841
							Qsk	12256,5	

**2. Heißluftdämpfer, Wandaufstellung ca. 2,50 m x 1,00 m, mittlere Höhe 1,50 m,
Aufstiegshöhe z = 1,00 m, Hydraulischer Durchmesser = 1,43 m.**

Ifd. Nr.	Gerät	Stück	Anschluss		Nr. aus Tab. 9...	Wärme- und Dampfabgabe			
			[kW]	Medium		Qs [W/kW]	D [g/(h kW)]	Qs ges. [kW]	D ges. [g/h]
7	Heißluftdämpfer	1	15,7	elektro	1.5	120	265	1884	4160,5
8	Heißluftdämpfer	1	30,8	elektro	1.5	120	265	3696	8162
	Gesamt		46,5				Gesamt	5580	12322,5
							Qsk	2790	

**3. Pizzeriaofen, Wandaufstellung ca. 2,50 m x 1,00 m, mittlere Höhe 1,40 m,
Aufstiegshöhe z = 1,10 m, Hydraulischer Durchmesser = 1,00 m.**

Ifd. Nr.	Gerät	Stück	Anschluss		Nr. aus Tab. 9...	Wärme- und Dampfabgabe			
			[kW]	Medium		Qs [W/kW]	D [g/(h kW)]	Qs ges. [kW]	D ges. [g/h]
9	Pizzeriaofen	1	11,2	elektro	2.4	350	235	3920	2632
	Gesamt		11,2				Gesamt	3920	2632
							Qsk	1960	

I-11.1 Berechnung nach VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 und Euronorm DIN EN 16282-1

I-11.1.1 Berechnung nach VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1, $\varphi = 0,7$

Es handelt sich um eine Mensa, in der weniger als 500 Essen pro Tag produziert werden. Der für die Küche empfohlene Gleichzeitigkeitsfaktor kann der Tabelle I-5-1 entnommen werden; er beträgt $\varphi = 0,7$.

Der Ausspülgrad aus Tabelle I-5-2 für die in der Decke eingebauten Verdrängungsluftauslässe beträgt $\alpha = 1,2$.

Die einzelnen Rechenschritte erfolgen analog dem vorherigen Rechenbeispiel 1. Auf die Wiedergabe der einzelnen Schritte wird an dieser Stelle verzichtet.

Unter den oben gemachten Annahmen ergeben sich für die einzelnen Kochbereiche folgende Werte:

1. Mittelkochblock

- 1.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-11): $6.175 \text{ m}^3/\text{h}$
- 1.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): $7.410 \text{ m}^3/\text{h}$
- 1.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
 $7.665 \text{ m}^3/\text{h}$

2. Heißluftdämpfer

- 2.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-11): $872 \text{ m}^3/\text{h}$
- 2.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): $1.046 \text{ m}^3/\text{h}$
- 2.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
 $1.198 \text{ m}^3/\text{h}$

3. Pizzeria

- 3.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-11): $427 \text{ m}^3/\text{h}$
- 3.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): **$512 \text{ m}^3/\text{h}$**
- 3.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
 $256 \text{ m}^3/\text{h}$

Luftvolumenstrom gesamt = $7.665 + 1.198 + 512 \text{ m}^3/\text{h} = 9.376 \text{ m}^3/\text{h}$

I-11.1.2 Berechnung nach Euronorm DIN EN 16282-1, $\varphi = 0,7$

Der Gleichzeitigkeitsfaktor beträgt ebenfalls nach Tabelle I-5-2 $\varphi = 0,7$.

Für den Ausspülgrad ist hier ein anderer Wert zu verwenden, dieser beträgt nach der Tabelle I-5-3 = 1,1.

Aufgrund der unterschiedlichen Verwendung des Gleichzeitigkeitsfaktors in der Gleichung (I-5-20) und des etwas geringeren Ausspülgrads ergeben sich für die Kochbereiche folgende Werte:

1. Mittelkochblock

- 1.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-20): 7.833 m³/h
- 1.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): **8.616 m³/h**
- 1.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
7.665 m³/h

2. Heißluftdämpfer

- 2.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-20): 1.106 m³/h
- 2.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): **1.217 m³/h**
- 2.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
1.198 m³/h

3. Pizzaofen

- 3.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-20): 542 m³/h
- 3.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): **596 m³/h**
- 3.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
256 m³/h

Luftvolumenstrom gesamt = 8.616 + 1.217 + 596 m³/h = 10.429 m³/h

Differenz zur Rechenmethode nach VDI-Richtlinie: +1.054 m³/h

I-11.1.3 Berechnung nach VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1, $\varphi = 0,85$

Der eingeschaltete Sachverständige erachtete den Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,7 als zu niedrig, da eine Berechnung mit diesem Wert bei vielen Projekten zu Problemen durch zu geringe Luftvolumenströme führte. Er schlug daher eine Berechnung mit $\varphi = 0,85$ vor, welche zu folgenden Ergebnissen führte:

1. Mittelkochblock

- 1.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-11): 7.499 m³/h
- 1.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): 8.999 m³/h
- 1.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
9.308 m³/h

2. Heißluftdämpfer

- 2.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-11): 1.059 m³/h
- 2.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): 1.271 m³/h
- 2.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
1.455 m³/h

3. Pizzaofen

- 3.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-11): 519 m³/h
- 3.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): **623 m³/h**
- 3.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
310 m³/h

Luftvolumenstrom gesamt = 9.308 + 1.455 + 623 m³/h = 11.386 m³/h

I-11.1.4 Berechnung nach Euronorm DIN EN 16282-1, $\varphi = 0,85$

Mit dem vom Sachverständigen empfohlenen Gleichzeitigkeitsfaktor von $\varphi = 0,85$ und dem Ausspülgrad nach Tabelle I-5-3 = 1,1 ergeben sich für die Kochbereiche folgende Werte:

1. Mittelkochblock

- 1.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-20): 8.357 m³/h
- 1.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): 9.193 m³/h
- 1.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
9.308 m³/h

2. Heißluftdämpfer

- 2.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-20): 1.180 m³/h
- 2.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): 1.298 m³/h
- 2.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
1.455 m³/h

3. Pizzaofen

- 3.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-20): 578 m³/h
- 3.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): **636 m³/h**
- 3.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
310 m³/h

Luftvolumenstrom gesamt = 9.308 + 1.455 + 636 m³/h = 11.399 m³/h

Differenz zur Rechenmethode nach VDI-Richtlinie: +13 m³/h

I-11.2 Berechnung auf Basis des tatsächlichen Kochbetriebs

Die Küche befand sich schon seit vielen Jahren in Betrieb, daher wurde es als sinnvoll erachtet, die Luftvolumenströme auch auf Basis der maximalen gleichzeitigen Nutzung aller Küchengeräte zu berechnen. Der Küchenleiter konnte ohne großes Nachdenken sofort die Geräte benennen, die sich zur Hauptkochzeit alle gleichzeitig in Betrieb befanden. Die Geräte sind mit den Werten für die Dampf- und Wärmeabgabe in Tabelle I-11-2 aufgeführt.

Der Pizzaofen wird nur selten genutzt und braucht bei dieser Berechnung nicht berücksichtigt werden, daher wurde die Stückzahl 0 eingetragen. Die Kochkessel, Kippbratpfannen und die Fritteusen sind auch nicht alle in Betrieb, wohingegen die beiden Heißluftdämpfer fast durchgehend genutzt werden.

Für die Berechnung mit der maximalen Nutzung ist der Gleichzeitigkeitsfaktor $\varphi = 1$ für die Geräte zu verwenden, die sich im Betrieb befinden. Die übrigen Geräte werden mit $\varphi = 0$ angesetzt.

Als Ausspülgrad wurde der Wert aus der VDI-Richtlinie $\alpha = 1,2$ verwendet.

1. Mittelkochblock

- 1.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-11): 7.781 m³/h
- 1.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14):
9.337 m³/h
- 1.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13): 6.812 m³/h

2. Heißluftdämpfer

- 2.1 Thermikluftstrom nach Gleichung (I-5-11): 1.246 m³/h
- 2.2 Abluftvolumenstrom nach Gleichung (I-5-14): 1.495 m³/h
- 2.3 Kontrollrechnung zum Schutz von Kondensation nach Gleichung (I-5-13):
1.711 m³/h

Tabelle I-11-2: alle bei maximalem Kochbetrieb gleichzeitig in der warmen Küche genutzten Geräte

**1. Mittelkochblock ca. 6,00 m x 1,80 m, Höhe = 0,95 m,
Aufstiegshöhe z = 1,55 m. Hydraulischer Durchmesser = 2,77 m.**

Ifd. Nr.	Gerät	Stück	Anschluss		Nr. aus Tab. 9...	Wärme- und Dampfabgabe			
			[kW]	Medium		Qs [W/kW]	D [g/(h kW)]	Qs ges. [kW]	D ges. [g/h]
1	Kochkessel klein	1	12,2	elektro	1.1	35	294	427	3586,8
2	Kochkessel groß	1	18,2	elektro	1.1	35	294	637	5350,8
3	Induktionskochfeld	1	20	elektro	2.9	70	41	1400	820
4	Kippbratpfanne klein	1	12,2	elektro	2.1	450	588	5490	7173,6
5	Kippbratpfanne groß	1	15,2	elektro	2.1	450	588	6840	8937,6
6	Fritteuse	3	7,5	elektro	2.8	90	1030	2025	23175
	Gesamt		100,3				Gesamt	16819	49043,8
							Qsk	8409,5	

**2. Heißluftdämpfer, Wandaufstellung ca. 2,50 m x 1,00 m, mittlere Höhe 1,50 m,
Aufstiegshöhe z = 1,00 m, Hydraulischer Durchmesser = 1,43 m.**

Ifd. Nr.	Gerät	Stück	Anschluss		Nr. aus Tab. 9...	Wärme- und Dampfabgabe			
			[kW]	Medium		Qs [W/kW]	D [g/(h kW)]	Qs ges. [kW]	D ges. [g/h]
7	Heißluftdämpfer	1	15,7	elektro	1.5	120	265	1884	4160,5
8	Heißluftdämpfer	1	30,8	elektro	1.5	120	265	3696	8162
	Gesamt		46,5				Gesamt	5580	12322,5
							Qsk	2790	

**3. Pizzeriaofen, Wandaufstellung ca. 2,50 m x 1,00 m, mittlere Höhe 1,40 m,
Aufstiegshöhe z = 1,10 m, Hydraulischer Durchmesser = 1,00 m.**

Ifd. Nr.	Gerät	Stück	Anschluss		Nr. aus Tab. 9...	Wärme- und Dampfabgabe			
			[kW]	Medium		Qs [W/kW]	D [g/(h kW)]	Qs ges. [kW]	D ges. [g/h]
9	Pizzeriaofen	0	11,2	elektro	2.4	350	235	0	0
	Gesamt		11,2				Gesamt	0	0
							Qsk	0	

3. Luftvolumenstrom gesamt = $9.337 + 1.711 \text{ m}^3/\text{h} = 11.048 \text{ m}^3/\text{h}$

Für dieselben Luftdurchlässe würde sich bei der Berechnung nach der Euronorm ein Ausspülgrad von $\alpha = 1,1$ ergeben. Der Gesamtluftvolumenstrom würde nach dieser Norm $10.271 \text{ m}^3/\text{h}$ betragen.

Die Thermikluftströme sind bei $\varphi = 1$ bei den Rechenmethoden nach VDI und Euronorm gleich groß. Die Multiplikation mit dem kleineren Ausspülgrad führt nach der Euronorm zu einem geringeren Luftvolumenstrom.

I-11.3 Vergleich der Ergebnisse

Die Rechenergebnisse nach den Methoden der VDI-Richtlinie, der Euronorm für verschiedene Gleichzeitigkeitsfaktoren und für die Berechnung nach der maximalen gleichzeitigen Nutzung werden in der Tabelle I-11-3 noch einmal zusammengestellt.

Der benötigte Luftvolumenstrom für die maximale Nutzung der Küchengeräte beträgt $11.045 \text{ m}^3/\text{h}$, bei einem Ausspülgrad von 1,2 nach VDI-Richtlinie. Das Ergebnis liegt damit deutlich über den Werten, die sich mit den empfohlenen Werten für den Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,7 ergeben.

Ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,85 führt – sowohl nach dem Verfahren der VDI-Richtlinie als auch nach dem der Euronorm – zu einem guten Ergebnis und gewährleistet eine ausreichende Lüftung der Küche.

Die sich bei den Berechnungen mit $\varphi = 0,85$ nach den Regelwerken ergebenden Unterschiede liegen unterhalb der Messgenauigkeit der Luftvolumenströme und sind in der Praxis ohne Relevanz. Diese Aussage widerspricht auf den ersten Blick den Ergebnissen aus Kapitel I-5.7, sie ist aber leicht zu erklären. Die Luftvolumenströme des Mittelkochblocks und der Heißluftdämpfer errechnen sich nach der Gleichung zum Schutz vor Kondensation, da sowohl die Fritteusen als auch die Heißluftdämpfer sehr viel Wasserdampf abgeben. Da diese Berechnung in beiden Regelwerken identisch ist, führen diese auch zu demselben Ergebnis.

Tabelle I-11-3: Vergleich der mit den verschiedenen Rechenverfahren ermittelten Luftvolumenströme

Methode	Luftvolumenstrom
VDI 2052-1 Gleichzeitigkeitsfaktor $\varphi = 0,7$	$9376 \text{ m}^3/\text{h}$
DIN EN 16282-1 Gleichzeitigkeitsfaktor $\varphi = 0,7$	$10.429 \text{ m}^3/\text{h}$
VDI 2052-1 Gleichzeitigkeitsfaktor $\varphi = 0,85$	$11.386 \text{ m}^3/\text{h}$
DIN EN 16282-1 Gleichzeitigkeitsfaktor $\varphi = 0,85$	$11.399 \text{ m}^3/\text{h}$
Küchenbetrieb bei maximaler Nutzung laut Nutzerangaben	
Ausspülgrad $\alpha = 1,2$ nach VDI	$11.048 \text{ m}^3/\text{h}$
Ausspülgrad $\alpha = 1,1$ nach Euronorm	$10.271 \text{ m}^3/\text{h}$

I-11.4 Auslegung der Lüftungsanlage für Küche und Spülküche

Neben der warmen Küche ist noch eine Spülküche vorhanden, die über die gleiche Lüftungsanlage be- und entlüftet werden soll. Die beiden Küchenbereiche sind unmittelbar nebeneinander angeordnet und nicht durch eine Wand voneinander getrennt. Anforderungen an den Brandschutz, die die Installation zweier getrennter Abluftanlagen erforderlich gemacht hätten, lagen hier nicht vor.

In der Spülküche befinden sich die drei in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Spülmaschinen. Mit den Empfehlungen für die Luftvolumenströme nach Tabelle I-7-1 ergibt sich für die Spülmaschinen ein Gesamtluftvolumenstrom von 5.000 m³/h.

Tabelle I-11-4: Luftvolumenströme für die Spülmaschinen nach Tabelle I-7-1

lfd. Nr.	Allgemein		Angaben nach VDI 2052-1	
	Kennzeichnung	Bezeichnung	Spülleistung in Normtellern/h	Erforderlicher Abluftvolumenstrom gesamt für Spülmaschine und Spülgut bei 80% Auslastung mit WRG
1	K	Handbeschickte Einkorbmaschine	400	580 m³/h
2	K	Topfspülmaschine	800	1280 m³/h
3	KT	Korbtransportmaschine	1500	3140 m³/h
			gesamt	5000 m³/h

Die Spülküche wird immer erst nach Ende der Essensausgabe in Betrieb genommen. Durch diese Betriebsweise brauchen die für den Betrieb der Spülmaschinen erforderlichen Luftvolumenströme nicht zu denen der warmen Küche hinzuaddiert werden.

Die Auslegung der Lüftungsanlage erfolgte mit dem in Kapitel I-11.2 auf Basis der sich maximal gleichzeitig in Betrieb befindlichen Kochgeräte errechneten Luftvolumenstrom von 11.048 m³/h.

Der Gesamtluftvolumenstrom für die warme Küche und die Spülküche wurde mit 13.500 m³/h festgelegt. Dies beinhaltet noch eine Reserve gegenüber dem berechneten Wert von 11.048 m³/h, mit der auch die Spülküche außerhalb deren Nutzungszeiten entlüftet werden kann. Auf diese Weise lässt sich ein Überströmen von Luft aus der Spülküche in die Bereiche der warmen Küche vermeiden.

Diese Luftvolumenströme wurden mit dem Küchenbetreiber und dem Auftraggeber abgestimmt.

Die Lüftungsanlage wird zweistufig betrieben, mit Luftvolumenströmen von 8.200 m³/h und 13.500 m³/h. Die Luftvolumenströme werden entsprechend der Szenarien wie folgt aufgeteilt:

- Geringe Küchennutzung: warme Küche 7.200 m³/h Spülküche 1.000 m³/h
- Normale Küchennutzung: warme Küche 12.500 m³/h Spülküche 1.000 m³/h
- Spülbetrieb: warme Küche 3.500 m³/h Spülküche 5.000 m³/h

Der Luftvolumenstrom in der warmen Küche muss so ausgelegt werden, dass auch bei geringer Nutzung (Zubereitung von Frühstück und Abendbrot) die Mindestanströmgeschwindigkeiten an den Aerosolabscheidern eingehalten werden, sofern der Hersteller diesbezügliche Angaben macht.

Während des Spülbetriebs wird die warme Küche gereinigt, sodass auch zu dieser Zeit ein ausreichender Luftvolumenstrom zum Trocknen des Fußbodens und der übrigen Oberflächen zur Verfügung steht. Die Umschaltung zwischen den beiden Betriebsstufen kann manuell von der Küche aus oder durch ein Timerprogramm erfolgen.

II

Komponenten und Anlagen

II–1 Küchenlüftungshauben und Küchenlüftungsdecken

Küchenlüftungshauben und Küchenlüftungsdecken sind von entscheidender Bedeutung für die Erfassung und Abfuhr der beim Kochen entstehenden thermischen und stofflichen Lasten und der Wrasen. Werden Fehler bei der Auswahl und Anordnung dieser wichtigen Komponenten der Lüftungsanlage gemacht, können diese zu Fehlfunktionen führen, die sich auch durch erhöhte Luftvolumenströme in den meisten Fällen nicht mehr beheben lassen werden.

II–1.1 Anzuwendende Normen und Richtlinien

Die zulässigen Ausführungsvarianten, Materialien und andere Spezifikationen werden für Küchenlüftungshauben in der Norm DIN EN 16282-2 [31] und für Küchenlüftungsdecken in der Norm DIN EN 16282-3 [32] geregelt. Die VDI-Richtlinie 6022 Blatt 1 [9] nennt für Küchenlüftungshauben und -decken zum Teil von diesen Normen abweichende Anforderungen. Der Autor ist allerdings der Meinung, dass für die Herstellung von Küchenlüftungshauben und Küchenlüftungsdecken die Eunormen (DIN EN) verbindlich anzuwenden sind. Es wird daher im weiteren Verlauf von Kapitel II-1 auch nur auf die Anforderungen dieser zwei Normen eingegangen.

Zuerst soll auf die Gemeinsamkeiten von Küchenlüftungshauben und -decken eingegangen werden, bevor dann die spezifischen Merkmale dieser Komponenten behandelt werden. In diesem Buch können natürlich nicht alle Bauformen und Ausführungsdetails behandelt werden. Nähere Informationen können den oben genannten Normen entnommen werden.

II–1.2 Ermittlung der Luftvolumenströme

Die korrekte Funktion einer Küchenlüftungsdecke oder -haube hängt selbstverständlich von der richtigen Berechnung der Zu- und Abluftvolumenströme ab, für die die maximal in der Küche auftretenden Emissionen zugrunde gelegt werden müssen.

In Kapitel I-5 wurde auf die zum Teil erheblichen Unterschiede eingegangen, die sich bei der Berechnung der Luftvolumenströme nach den technischen Regelwerken DIN EN 16282-1 und VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 ergeben können. Die Unterschiede resultieren aus dem in den Berechnungsformeln unterschiedlich gewichteten Einfluss des Gleichzeitigkeitsfaktors und unterschiedlicher Werte für den Ausspülgrad. Bei Gleichzeitigkeitsfaktoren von 1,0 und 0,9 stimmen die Rechenergebnisse der Regelwerke sehr gut überein. Beim Gleichzeitigkeitsfaktor 0,8 errechnet die VDI-Richtlinie ca. 6 % niedrigere Werte. Die Abweichungen in den Berechnungsergebnissen zwischen den

beiden Berechnungsverfahren sind bei Gleichzeitigkeitsfaktoren $\leq 0,7$ erheblich, siehe Tabelle I-5-6.

Die in der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 empfohlenen Gleichzeitigkeitsfaktoren für moderne Küchen mit multifunktionalen Geräten sind i. d. R. zu niedrig angesetzt, sodass die damit berechneten Luftvolumenströme zu gering ausfallen können, siehe Kapitel I-5.3.

II-1.3 Aerosolabscheider, Anordnung und Anzahl

Küchenlüftungshauben und -decken sind so anzuordnen, dass die aufsteigenden Wrasen vollständig erfasst und abgeführt werden. Die Erfassung der aufsteigenden Wrasen erfolgt über den Hauzenkörper oder die Abluftbereiche der Decke, die ausreichend groß bemessen sein müssen. In den Hauben oder Decken eingesetzte Aerosolabscheider sorgen als Abluftdurchlässe für die Abfuhr der erfassten Kochwrasen. Die Aerosolabscheider sind oberhalb der aufsteigenden Wrasen anzuordnen, wobei die Anzahl, Lage und Größe der Abscheider den darunter abzusaugenden Abluftvolumenströmen angepasst sein müssen. Bei korrekt bemessenen Abluftvolumenströmen darf sich an den der Küche zugewandten Flächen (Innenseiten) von Küchenlüftungshauben oder -decken kein Kondensat bilden. Ausnahmen sind die sogenannten „Kondensationshauben“ oder „Kondensationsdecken“, bei denen das Kondensieren der Wrasen einen erwünschten Effekt darstellt. Auf solche Bauformen wird später eingegangen.

Abbildung II-1-1 soll den Zusammenhang zwischen der Anordnung der Aerosolabscheider und der Ableitung der Wrasen verdeutlichen. Im linken Bild sind die Aerosolabscheider mittig oberhalb der aufsteigenden Wrasen angeordnet. Hierdurch kann bei einzeliligen Kochblöcken in der Regel eine gute Abfuhr der Wrasen erreicht werden. Im rechten Bild sind die Aerosolabscheider außen angeordnet, wodurch die Gefahr besteht, dass der mittig aufsteigende Wrasen nicht ausreichend gut abgeführt wird und es zur Kondensation des aufsteigenden Wasserdampfs im mittleren Bereich der Abzugshaube kommt. Ein Beispiel hierfür zeigt Abbildung II-3-6. Das Foto stammt zwar von einer Küchenlüftungsdecke, die Anordnung des Kochblocks und der Aerosolabscheider entspricht aber der Darstellung aus Abbildung II-1-1 rechts.

Oberhalb von Mittelkochblöcken bei denen zwei Kochzeilen gegenüberliegend angeordnet sind, empfiehlt es sich die Aerosolabscheider sowohl mittig in zwei Reihen, als auch an den beiden Außenseiten anzuordnen; also als eine Kombination der beiden in Abbildung II-1-1 dargestellten Abzugshaube. Weitere Hinweise zu den für solche Anwendungsfälle benötigten Hauben enthält Kapitel II-2-2.

Querströmungen, die das senkrechte Aufsteigen der Wrasen von den Kochgeräten stören könnten, sind unbedingt zu vermeiden. Bei der Auslegung der Zuluftdurchlässe ist besonders auf deren Anordnung, sowie auf die Zuluftgeschwindigkeit zu achten. Zu hohe Zuluftgeschwindigkeiten können – auch bei theoretisch korrekt ausgelegten – Luftdurchlässen auftreten, und zwar dann, wenn diese aufgrund des fehlenden Platzes in der Zwischendecke nicht mehr wie geplant angeschlossen werden können. Dadurch könnten einzelne Zuluftdurchlässe nicht mehr korrekt angeströmt werden, wodurch sich die Luftvolumenströme bei anderen Zuluftdurchlässen in unzulässiger Weise erhöhen.

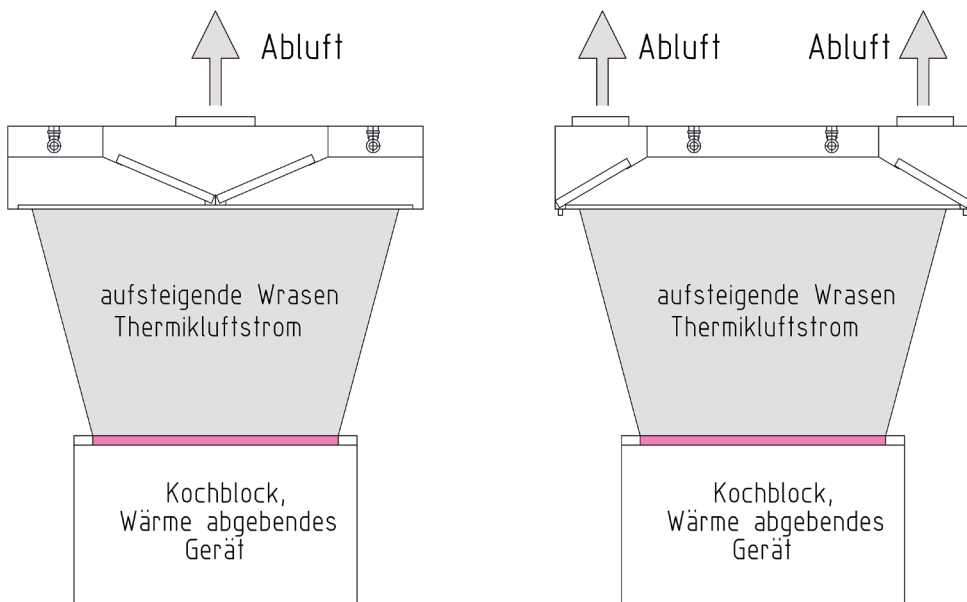


Abbildung II-1-1: links: Anordnung der Aerosolabscheider mittig, rechts: außen angeordnete Aerosolabscheider

Aus der Praxis

Bei einer Show-Küche mit einer Küchenlüftungsdecke in einem neu gebauten Restaurant kam es genau aus diesen Gründen zu Problemen. Die Show-Küche war dreiseitig zum Restaurant offen und rückseitig gegen eine Wand gebaut. Die Zuluftdurchlässe waren als Lochblech-Quellluftdurchlässe dreiseitig um die Abluftzone der Küchenlüftungsdecke herum angeordnet. Der Zwischendeckenbereich war so niedrig, dass nicht alle vorhandenen Anschlussstutzen der Zuluftanschlusskästen angeschlossen werden konnten. Die Folge waren stark ungleichmäßige Zuluftgeschwindigkeiten an den Quellluftdurchlässen, welche von 0,1 bis maximal 1,6 m/s reichten. Im Bereich der hohen Zuluftgeschwindigkeiten strömte die Zuluft so schnell über die Kochblöcke, dass die Kochwrasen quer aus der Abluftzone der Küchenlüftungsdecke bis in das Restaurant geblasen wurden. Zusätzlich kam noch erschwerend hinzu, dass der senkrechte Aufstieg der Kochwrasen durch breite, oberhalb der Kochblöcke angeordnete Regale erschwert wurde, auf denen die für den Kochbetrieb benötigten Pfannen und Töpfe vorgehalten wurden. Solche Regale sind bei Show-Küchen durchaus üblich; den senkrechten Aufstieg der Wrasen sollten sie allerdings nicht behindern.

II–1.4 Materialien

Die von der Abluft berührten Bauteile von Küchenlüftungshauben und -decken sind aus nichtrostendem Stahl zu fertigen. Die Euronormen DIN EN 16282 Teil 1 und Teil 2 spezifizieren nichtrostenden Stahl anhand der DIN EN 10088-1 „Nichtrostende Stähle – Teil 1 Verzeichnis der nichtrostenden Stähle“. Nach dieser Norm sind auch ferritische, magnetisierbare Stähle ab der Werkstoffnummer 1.4003 und höher zulässig. Gemäß den Anforderungen der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 sind vorrangig nicht magnetisierbare Chromnickelstähle ab der Werkstoffnummer 1.4301 und höher zu verwenden, die gegenüber den Werkstoffnummern 1.4003 bevorzugt verwendet werden sollten.

Bauteile für die Zuluft einbringung von Küchenlüftungshauben und -decken können aus nichtrostendem Stahl oder aus oberflächenbehandeltem Aluminium gefertigt werden.

Sollten an den Hauben oder Decken äußere Verkleidungen angebracht werden, dürfen diese aus Kupfer oder Aluminium bestehen, sofern die Bleche in einer geeigneten Weise oberflächenbehandelt sind.

Küchenlüftungshauben benötigen häufig Abschottungen, zum Beispiel zwischen den Bereichen für die Zuluft und denen für die Abluft. Solche Abschottungen können aus nichtrostendem Stahl, Aluminium (blank oder oberflächenbehandelt) oder aus verzinktem Stahl gefertigt sein. Zur Vermeidung von Kondensation kann der Einbau von Wärmedämmungen zwischen den Bereichen für die Zuluft und die Abluft erforderlich werden. Hierbei ist zu beachten, dass in Deutschland nach Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie in Küchenabluftleitungen ausschließlich nicht brennbare Baustoffe verwendet werden dürfen, siehe hierzu auch Kapitel III-2.4.

II–1.5 Ausführung des Korpus

Korpusse von Lüftungshauben und -decken, die mit fetthaltiger Küchenabluft beaufschlagt werden, sind vollständig aerosolatdicht auszuführen. Die Bleche sollten vorzugsweise miteinander verschweißt sein, Stoßstellen sind zu verschleifen. Nach innen gefalzte Verbindungen sind ebenfalls zulässig.

Unabhängig von der gewählten Verbindungsart ist darauf zu achten, dass keine scharfen Schnittkanten zurückbleiben, an denen sich das Küchen- oder das Reinigungspersonal verletzen könnte. Die zur Fertigung verwendeten Bleche und die Kanten müssen gratfrei sein.

Öle, Fette oder anderer Schmutz, durch den bakterielles Wachstum gefördert werden könnte, sollen sich an den Innenseiten nicht anlagern können. Diese Oberflächen müssen daher glatt, abwaschbar und desinfizierbar sein.

Vorrichtungen zur Aufnahme der Aerosolabscheider müssen vorhanden sein. Die Abscheider sollten so angeordnet werden, dass sich zwischen Gehäuse und Abscheidern und zwischen den Ab-

scheiden untereinander keine Spalten bilden, durch die Abluft unkontrolliert abströmen könnte.

Von den Aerosolabscheidern darf kein Aerosolat in die Küche tropfen. Es muss zu einem Selbst-drainageeffekt des Aerosolats kommen, damit dieses sich nicht in den Abscheidern ansammelt, sondern aus diesen in geeigneter Weise herausfließt. Je nach Bauart der Abscheider kann es notwendig sein, diese in einem bestimmten Winkel zur Horizontalen einzubauen. Weitere Hinweise zu Abscheidern finden sich in Kapitel II-4.

Es müssen Aerosolatsammelrinnen vorhanden sein, die mit Vorrichtungen zum Ablassen von Kondensat ausgerüstet sind. Hierbei kann es sich um Ablasshähne oder um Anschlussstutzen für ein Ablasssammelsystem handeln. Sollten die Abscheider direkt in die Sammelrinnen eingesetzt werden oder selber mit Sammelrinnen ausgestattet sein, darf es zu keinem Rückstau von Aerosolat kommen.

II-1.6 Beleuchtungseinrichtungen

In Hauben und Decken müssen Beleuchtungseinrichtungen vorgesehen werden, damit die in den Arbeitsstättenrichtlinien geforderte Beleuchtungsstärke von 500 lx an den Arbeitsplätzen in der Küche erreicht wird.

Beleuchtungskörper sollen flächenbündig eingebaut sein, die Euronorm DIN EN 16282 verbietet aus Gründen der Hygiene den Einsatz von Aufbauleuchten. Die Beleuchtungskörper sind mindestens in der Schutzart IP 54 auszubilden. Für Lampen, die außerhalb des Abluftstroms liegen, genügt die Schutzart IP 20.

Die Abdeckungen der Leuchten sind aus Sicherheitsglas oder aus Polycarbonat herzustellen.

Die Lampen müssen so konstruiert sein, dass sie unter Berücksichtigung der thermischen Situation am Einsatzort und innerhalb der Temperaturlimits der Hersteller dauerhaft funktionieren. Die elektrischen Anschlüsse sind in einem Klemmkasten auf Klemmen aufzulegen. Es müssen geeignete Elektroleitungen verwendet werden. Im Bereich der Küchenabluft sind fett- und säurebeständige, mit Silikon ummantelte Leitungen zu verwenden.

II-1.7 Reinigung

Küchenlüftungshaube und Küchenlüftungsdecke müssen so gebaut sein, dass Wartungs- und Reinigungsarbeiten an den Abluftkammern gefahrlos möglich sind. Näheres kann Kapitel II-8 „Inspektion und Reinigung“ entnommen werden.

Abscheider müssen einfach ausgebaut und gefahrlos gereinigt werden können. Da die Reinigung vorzugsweise in Gewerbspülmaschinen vorgenommen wird, sollten die Abmessungen der Abscheider $L \times B = 500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ nicht überschreiten.

II-1.8 Anleitungen und Dokumentationen

Für jede Haube oder Decke sind Installations- und Bedienungsanleitungen in Landessprache zu übergeben. In den Unterlagen müssen mindestens folgende Angaben gemacht werden:

- zulässige Befestigungsmittel
- Einstellung der eingebauten Drosselklappen oder Luftmengenschieber
- Einstellung der Luftvolumenströme an den Abscheidern und auftretende Druckverluste
- Reinigung, Reinigungsmittel und Reinigungsintervalle
- Hinweis auf die Norm DIN EN 18282-2 oder -3
- der Name des Herstellers, des Lieferanten oder des Importeurs, die Typenbezeichnung und Auftragsnummer müssen dauerhaft angebracht werden.

Hinweis zur CE-Kennzeichnung

Da es sich bei der Normenreihe DIN EN 16282 nicht um eine europäisch harmonisierte Norm handelt, darf die Konformität mit diesen Normen nicht mit einer CE-Kennzeichnung und einer Leistungserklärung bestätigt werden. Für vorhandene Elektroinstallationen muss hingegen mit einer CE-Kennzeichnung die Konformität der Elektroinstallationen erklärt und an der Küchenlüftungshaube oder -decke angebracht werden.

II-2 Küchenlüftungshauben

II-2.1 Bauarten und Bauformen

Küchenlüftungshauben werden oberhalb der Küchengeräte angeordnet. Bei den beiden häufigsten Bauformen handelt es sich um Wandhauben, die mit einer Längsseite entlang einer Wand verlaufen, und um Mittelhauben, die sich frei im Raum oder nur mit der schmalen Seite an einer Wand befinden.

Die Euronorm DIN EN 16282-2 „Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 2: Küchenlüftungshauben; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen“ [31] führt die gängigsten Haubenarten und Bauformen in ihrer Tabelle 1 auf. In dieser Tabelle wird jede Bauform mit einem speziellen Klassifikationskennzeichen (B1 bis B12) versehen. Hierdurch kann, z. B. in einem Ausschreibungstext, lediglich durch Nennung der Klassifikation die Bauform der Haube genau spezifiziert werden.

Soll in einer Ausschreibung der Preis für eine Wandhaube als Kastenhaube abgefragt werden, kann die Bauform einfach mit der Bezeichnung „Küchenlüftungshaube DIN EN 16282-2-B1“ beschrieben werden.

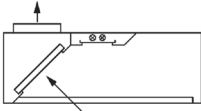
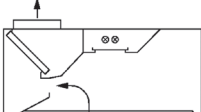
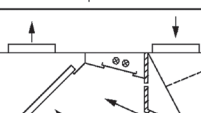
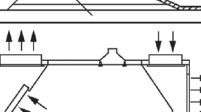
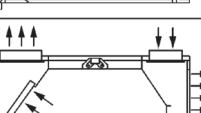
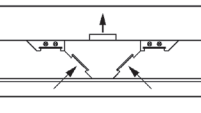
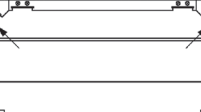

Es wird im Wesentlichen zwischen Haubenarten und Bauformen nach DIN 16282-2 Tabelle 1 unterschieden.

Tabelle II-2-1: Haubenarten und Bauformen, Werte gemäß DIN EN 16282-2

Haubenbauart und Bauform	Klassifikation
Wandhaube, als Kastenhaube	EN 16282-2-B1
Wandhaube mit Randabsaugung, als Kastenhaube	EN 16282-2-B2
Wandhaube als Induktionshaube, als Kastenhaube	EN 16282-2-B3
Wandhaube als Induktionshaube mit zusätzlicher Zuluft einbringung, als Kastenhaube	EN 16282-2-B4
Wandhaube mit zusätzlicher Zuluft einbringung, als Kastenhaube	EN 16282-2-B5
Mittelhaube mit Zentralabsaugung (Aerosolabscheider mittig angeordnet), als Kastenhaube	EN 16282-2-B6
Mittelhaube als Kastenhaube mit beidseitiger Absaugung außen	EN 16282-2-B7
Mittelhaube mit Randabsaugung, als Kastenhaube	EN 16282-2-B8
Mittelhaube als Induktionshaube, als Kastenhaube	EN 16282-2-B9
Mittelhaube als Induktionshaube und zusätzlicher Zuluft einbringung, als Kastenhaube	EN 16282-2-B10
Tresen-/Thekenhaube	EN 16282-2-B11
Grillhaube	EN 16282-2-B12

Sämtliche in der Euronorm enthaltenen Bauformen zeigen die nachstehenden Abbildungen.

Tabelle 1 — Beispiele für verschiedene Haubentypen und -bauformen

Design	Schematische Darstellung (Beispiel)	Normbezeichnung		
		Kennzeichnung	EN- Nummer	Klassi- fikation
Wandhaube als Kasten-/ Kubushaube		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B1
Randabsaugungs- Wandhaube als Kasten-/ Kubushaube ^{N1)}		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B2
Induktionswandhaube als Kasten-/Kubushaube		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B3
Induktionswandhaube als Kasten-/Kubushaube mit zusätzlicher Zuluft einbringung		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B4
Wandhaube als Kasten-/ Kubushaube mit zusätzlicher Zuluft einbringung		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B5
Mittelhaube als Kasten-/ Kubushaube mit Zentralabsaugung		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B6
Mittelhaube als Kasten-/ Kubushaube mit beidseitiger Randabsaugung		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B7
Randabsaugmittelhaube als Kasten-/Kubushaube ^{N2)}		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B8

N1) Nationale Fußnote: mit verdeckt angeordneten (oder integrierten) Abscheidern

N2) Nationale Fußnote: mit verdeckt angeordneten (oder integrierten) Abscheidern

Abbildung II-2-1: Auszug DIN EN 16282-2 [2] Tabelle 1 – Haubentypen und -bauformen

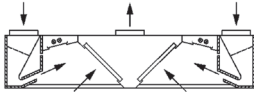
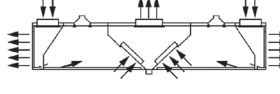
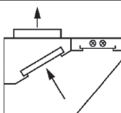
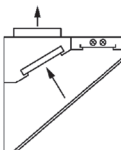
Design	Schematische Darstellung (Beispiel)	Normbezeichnung		
		Kennzeichnung	EN- Nummer	Klassi- fikation
Induktionsmittelhaube als Kasten-/Kubushaube		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B9
Induktionsmittelhaube als Kasten-/Kubushaube mit ergänzender Zulufteinbringung		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B10
Tresen-/Thekenhaube ^{N3)}		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B11
Grillhaube ^{N4)}		Küchenlüftungs- haube	EN 16282-2	-B12

Abbildung II-2-2: Auszug DIN EN 16282-2 [2] Tabelle 1 – Haubentypen und -bauformen

II-2.2 Anforderungen

Auf die grundlegenden Anforderungen an die zu verwendenden Werkstoffe wurde bereits in Kapitel II-1.4 eingegangen. Die Euronorm erlaubt die in der nachstehenden Tabelle II-2-2 aufgeführten Werkstoffe.

Für Wand- oder Mittelhauben gelten entsprechend der Euronorm die nachstehend beschriebenen Anforderungen.

Um ein Heraustreten der erfassten Wrasen aus dem Haubenkörper zu verhindern, soll die Haubenhöhe im Inneren zumindest 400 mm betragen und das Stauraumvolumen des Haubenkörpers mindestens den in 1 Sekunde abgesaugten Luftstrom aufnehmen können, siehe Abbildung II-2-3.

Hinweis zur Berechnung des erforderlichen Stauraums

Der Abluftvolumenstrom einer Abzugshaube soll 3.600 m³/h betragen. Der erforderliche Stauraum der Haube (blau hinterlegte Fläche in Abbildung II-2-3) soll zumindest dem in einer Sekunde abgesaugtem Luftvolumenstrom entsprechen. Da 3.600 m³/h = 1 m³/s sind, muss der Stauraum der Küchenlüftungshaube mindestens 1 m³ betragen und eine Höhe von mindestens 400 mm haben.

Tabelle II-2-2: zulässige Werkstoffe für Küchenlüftungshaube, Werte gemäß DIN EN 16282-2, Tabelle 2

Bauelement / Bauteil	Werkstoff	Oberfläche
Befestigungen	nichtrostender Stahl	
	Stahl	verzinkt
Haubenkorpus	nichtrostender Stahl	gebürstet oder geschliffen
Einbauleuchtenabdeckung	Sicherheitsglas	
	Polycarbonat, selbstverlöschend	
Haubenaufsatz / Verkleidungsschürzen	nichtrostender Stahl	gebürstet oder geschliffen
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
	Kupfer	eloxiert oder beschichtet
integrierte Zuluftdurchlässe	nichtrostender Stahl	gebürstet oder geschliffen
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
Abluftstutzen	nichtrostender Stahl	
Zuluftkammer	nichtrostender Stahl	
Deckenkassetten, Deckenpaneel und Deckenbeschichtungen	nichtrostender Stahl	gebürstet, geschliffen und beschichtet
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
Abscheider	siehe Kapitel II-5	

Über Küchengeräten ohne Türen soll die Haube allseitig mindestens 300 mm überstehen. Dieser Abstand wird von der Außenkante des Kochblocks oder des Küchengeräts bis zur Innenseite der Kondensatablaufrinne der Haube gemessen, siehe Abbildung II-2-3.

Bei Geräten mit Türen soll der Überstand zwischen Kochgerät und der Innenkante der Kondensatsammelrinne 600 mm betragen. In der Regel ist es nicht ausreichend, die Haube lediglich um 600 mm zu verlängern, da es dann leicht zu Kondensationserscheinungen im Haubeninneren kommen kann. Besonders oberhalb der Türen von Heißluftdämpfern, aber auch bei anderen viel feuchte- oder wärmeabgebenden Geräten sind zusätzliche Aerosolabscheider oberhalb der Gerätetüren zu installieren.

Aufgrund der Tatsache, dass der Thermikluftstrom oberhalb einer warmen Fläche mit steigender Höhe zunimmt, sollten Küchenlüftungshauben nicht höher als unbedingt notwendig installiert werden, mindestens aber in einer Höhe von 2,0 m.

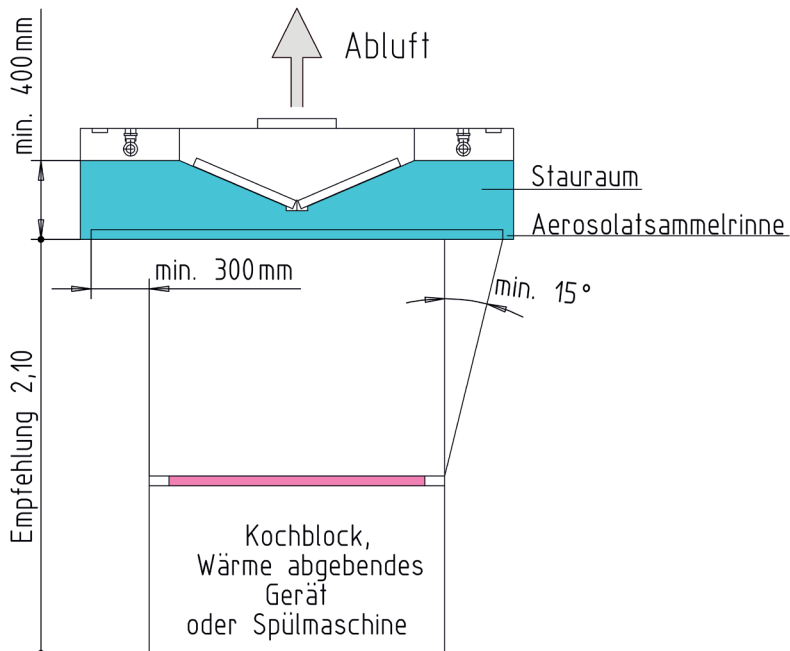


Abbildung II-2-3: Mittelhaube oberhalb eines einzeligen Mittelkochblocks ohne Türen

Empfehlenswert ist eine Montagehöhe von 2,10 m, da bei dieser Höhe keine Gefahr von Kopfverletzungen mehr besteht. Bei größerer Montagehöhe ist der seitliche Haubenüberstand so zu vergrößern, dass sich ein Winkel zwischen Außenkante des Kochblocks oder Küchengeräts und der Innenkante der Haube bis zur Kondensatsammelrinne von 15° ergibt, wie in Abbildung II-2-3 dargestellt.

Aerosolatsammelrinnen müssen mindestens 50 mm breit und 25 mm hoch sein. Am tiefsten Punkt der Aerosolatsammelrinnen muss eine Ablassvorrichtung angebracht werden. Diese kann entweder aus einem leicht zugänglichen, verschließbaren Ablaufhahn bestehen, einem Verschlussstopfen oder frei auslaufend und mit einem leicht abnehmbaren Sammelbehälter versehen sein. Die Durchtrittsöffnung muss eine Mindestnennweite von $\frac{3}{4}$ " aufweisen.

In Produktionsküchen werden häufig freistehende Kochblöcke eingesetzt. Um mit einer Küchenlüftungshaube eine ausreichende Abfuhr der Wrasen sicherzustellen, ist es erforderlich zwischen einzeligen und zweizeiligen Mittelkochblöcken zu unterscheiden. Einzelige Mittelkochblöcke bestehen aus einer Reihe von Kochgeräten, ähnlich einem Wandkochblock, und haben eine geräteabhängige Tiefe von ca. 700 mm bis 900 mm. Bei zweizeiligen Mittelkochblöcken sind zwei Gerätereihen gegenüberliegend angeordnet. Zwischen den beiden Gerätezeilen befindet sich häufig noch ein Installationsschacht, in dem die Anschlussleitungen verlaufen. Mittelkochblöcke können eine Tiefe von mehr als 2000 mm haben.



Abbildung II-2-4: zweizeiliger Mittelkochblock mit einer Tiefe von 2.150 mm

Bei zweizeiligen Mittelkochblöcken ist aus Sicht des Autors mit den in Abbildung II-1-1 dargestellten Anordnungen von Aerosolabscheidern (nur v-förmig mittig oder nur jeweils außen) eine ausreichende Absaugung und Erfassung der Wrasen nicht mehr sichergestellt. Dies liegt an der bei tiefen Kochblöcken zu geringen Überdeckung der Kochflächen mit Aerosolabscheidern. Durch die Anordnung der Aerosolabscheider nur mittig oder nur außen verbleiben an den Haubeninnenseiten große Flächen, an denen keine Absaugung erfolgt und sich daher Wrasen niederschlagen und es zur Kondensatbildung oder zu einem Wrasenaustritt aus dem Haubenkörper in die Küche kommen kann. Um beide Effekte zu vermeiden, müssen die Kochflächen großflächiger mit Aerosolabscheidern überdeckt werden. Hierfür würde sich eine Kombination aus mittigen v-förmig und jeweils an den Haubenaußenseiten angeordneten Aerosolabscheidern anbieten. Leider führt die Euronorm DIN EN 16282-2 in ihrer Tabelle 1 (im Buch Abbildung II-2-1 und Abbildung II-2-2) solche Konstruktionen nicht aus. Über zweizeiligen Mittelkochblöcken kommen daher häufig Küchenlüftungsdecken zum Einsatz, wie in Abbildung II-3-1 dargestellt.

Bei längeren Hauben, in der Regel ab 3 m Länge, müssen mehrere Abluftstutzen eingebaut werden. Hierdurch lassen sich erhöhte Differenzdrücke im Abluftsammelkanal der Haube vermeiden und eine gleichmäßige Absaugung an den Aerosolabscheidern erreichen. Üblicherweise ist ein Ab-

luftstutzen in der Lage, einen Bereich beidseitig von ca. 1,5 m abzudecken, sodass bei Haubenlängen bis 6 m zwei Abluftstutzen und bei Haubenlängen bis 9 m drei Abluftstutzen eingesetzt werden sollten. Die Hersteller der Hauben können natürlich hiervon abweichende Vorgaben machen.

Die Euronorm DIN EN 16282-2 empfiehlt, die Strömungsgeschwindigkeit in den Abluftstutzen idealerweise mit 4 m/s auszulegen, maximal sollte sie aber nicht mehr als 6 m/s betragen. Der Autor hat hier andere Erfahrungen gemacht und empfiehlt eine maximale Strömungsgeschwindigkeit von 3 m/s im Abluftstutzen. Hierdurch lassen sich gleichmäßigere Luftvolumenströme an den einzelnen Stutzen und damit auch an den Aerosolabscheidern erreichen.

Sofern an einer Abluftleitung mehrere Abluftstutzen angeschlossen werden, müssen diese über Einrichtungen zur Einstellung der Luftvolumenströme der einzelnen Absaugstellen verfügen. Hierfür werden von den Herstellern oftmals verschiebbare Bleche, Lochbleche oder Jalousieklappen verwendet.

II-2.3 Hinweise für die Auslegung

Das wichtigste Kriterium für die Auslegung einer Küchenablufthaube ist der abzusaugende Luftvolumenstrom. Nach diesem ist die Anzahl der benötigten Aerosolabscheider festzulegen. Hierbei ist Folgendes zu beachten:

1. Die Hersteller von Aerosolabscheidern geben maximal zulässige Luftvolumenströme für die Abscheider an, manchmal auch Luftvolumenströme, die nicht unterschritten werden dürfen.
2. Bei der Auslegung sind auch die in der Küche zulässigen Schalldruckpegel zu beachten, siehe Kapitel I-3.3 und II-5.3. Mit steigendem Luftvolumenstrom steigt i. d. R. auch der Schallpegel der Abscheider.
3. Mit steigenden Luftvolumenströmen steigen ebenfalls die Druckverluste der Haube.
4. Die Haube muss den für den Luftvolumenstrom erforderlichen Mindeststauraum aufweisen.

Die Druckverluste einer Küchenlüftungshaube nehmen an der Abluftseite üblicherweise Werte von 60 Pa bis 100 Pa an. Bei höheren Druckverlusten kommt es häufig zu störenden Geräuschen.

II-2.4 Küchenlüftungshaube mit Zuluftbauteilen

Küchenlüftungshauben können mit Zuluftdurchlässen versehen sein. Diese werden entweder seitlich an in den Hauben integrierten Zuluftkammern angeschlossen oder sind in Zuluftkästen oder -aufsätzen eingebaut, die oberhalb des Abluftbereichs angeordnet werden.

Die Zuluft ist in jedem Fall ausreichend zu erwärmen. Zusätzlich muss die Ausführung der Zuluftkammern, -kästen oder -aufsätze so erfolgen, dass Kondensationserscheinungen sowohl im Abluftteil der Haube als auch an den zuluftführenden Teilen vermieden werden. Die zuluftführenden Bauteile sind mit einer abriebfesten, für Zuluft unbedenklichen Wärmedämmung auszustatten.

Dämmungen aus Fasermaterialien dürfen nur in Sandwichbauweise, zwischen zwei Lagen aus Blech verwendet werden. Brandschutztechnische Anforderungen an Dämmmaterialien werden in Kapitel II-6.1 beschrieben.

II-2.5 Küchenlüftungshauben, besondere Bauformen

II-2.5.1 Theken- oder Tresenhauben

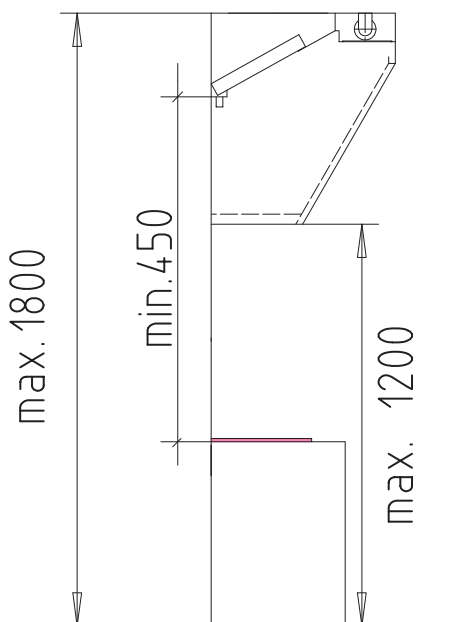


Abbildung II-2-5:
geometrische Anforderungen an Grill- und
Thekenhauben

Tresen- oder Thekenhauben werden häufig in Imbissstuben direkt über Bratplatten, Grills oder Friteusen installiert. Die geringere Installationshöhe gegenüber Wand- oder Mittelhauben wirkt sich positiv auf das Volumen des Thermikluftstroms aus, sodass solche Hauben in der Regel mit geringeren Abluftvolumenströmen betrieben werden können. Auch an solche Hauben werden normative Vorgaben gestellt:

- Die maximale Höhe zwischen Fußboden und Haubenoberkante ist auf 1,8 m begrenzt.
- Die Unterkante des Stauraums soll nicht höher als 1,2 m über dem Fußboden liegen.
- Die seitlichen Haubenüberstände von 300 mm brauchen bei diesen Hauben nicht eingehalten zu werden.
- Kochgeräte mit zu öffnenden Türen dürfen unter solchen Hauben nicht aufgestellt werden, daher ist ein frontseitiger Überstand nicht erforderlich.

- Zur Vermeidung von hohen Temperaturen an den Aerosolabscheidern soll der Abstand zwischen den Kochgeräten und der tiefsten Stelle der Aerosolabscheider mindestens 450 mm betragen. Hierdurch soll auch die Entstehung von Bränden verhindert werden.
- Es sind ausschließlich flammdurchschlagsicher geprüfte Aerosolabscheider zu verwenden, siehe Abs. II-5.1
- Bei Unterschreitung des Abstands von 450 mm ist gemäß DIN EN 16282-2 ein Feuerlöschsystem in der Haube einzubauen.

Die Abbildung II-2-5 verdeutlicht die Anforderungen an die Geometrie der Hauben.

II-2.5.2 Kondensationshauben



Abbildung II-2-6:
Heißluftdämpfer mit
Kondensationshauben und
Küchenabluflhaube zur Abfuhr der
thermischen und Stofflasten.
Die Kondensationshauben sind mit
dem Kaltwassernetz verbunden

Kondensationshauben werden sinnvollerweise über Kochgeräten eingesetzt, an denen viel Wasserdampf entsteht. Typische Anwendungen sind die Installationen oberhalb von Heißluftdämpfern oder Spülmaschinen. Der Kondensationseffekt innerhalb der Haube lässt sich entweder durch den Anschluss an das Kaltwassernetz oder durch eine Kälteanlage mit Direktverdampfer erreichen. Nor-

mative Vorgaben für die Installation und Abmessungen dieser Haube gibt es nicht. Beim Einsatz solcher Hauben muss man sich daher allein auf die Angaben der Hersteller verlassen.

Weitergehende Informationen zur Berechnung der benötigten Luftvolumenströme beim Einsatz von Kondensationshauben finden sich auch in Kapitel I-5.8.

II-2.5.3 Düsenplattenabsaug



Abbildung II-2-7: 2 Stück Düsenplattenabsaugvorrichtungen in einem Frontcooking-Bereich, (Foto: Firma GIF ActiveVent GmbH)

Düsenplatten sind eine spezielle Bauform von Schwerpunktabsaugvorrichtungen, die überwiegend in Frontcooking-Bereichen eingesetzt werden. Die Absaugvorrichtung besteht im Wesentlichen aus den folgenden Komponenten:

- Absaugdüse mit horizontaler Glasplatte direkt oberhalb der abzusaugenden Kochstelle
- senkrechte Luftleitung
- Filtergehäuse mit Aerosolabscheidern oberhalb der Düsenplatten

Die Absaugwirkung wird durch eine relativ hohe Absauggeschwindigkeit in der Düse erzielt. Die im Vergleich zu Ablufthauben deutlich höheren Druckverluste von ca. 240 Pa sind bei der Planung der Abluftanlage zu berücksichtigen.

II-2.5.4 Randabsaughauben

Randabsaughauben stellen eine besondere Bauform dar, bei der die Absaugung nicht an den Aerosolabscheidern erfolgt, sondern an Schlitzen, die in der Regel seitlich und eventuell auch mittig im Haubenkörper angeordnet sind. Durch die seitliche Absaugung soll, bei einem gegenüber einer herkömmlichen Haube reduzierten Abluftvolumenstrom, ein Austreten der Wrasen aus dem Haubenkörper verhindert werden. Aufgrund fehlender Nachweise über möglicherweise reduzierte Abluftvolumenströme und des bauartbedingten höheren Preises haben sich diese Hauben bis heute am Markt nicht durchsetzen können.

II-2.6 Umlufthauben



Abbildung II-2-8: Haube einer Küchenlüftungsanlage für Abluft und Umluft die nach weniger als einem Jahr auf Grund mangelnder Gebrauchstauglichkeit demontiert wurde. Stattdessen wurde eine reine Zu- und Abluftanlage eingebaut

Seit vielen Jahren finden sich immer wieder Firmen, die sehr intensiv Umlufthauben für den Betrieb in gewerblichen Küchen bewerben und dabei auch mit allen möglichen Zertifikaten versuchen, die Wirksamkeit und Zulässigkeit solcher Lösungen „zu beweisen“. Natürlich ist es der Traum eines jeden Küchenbetreibers, keine aufwendige Zuluft- und Abluftanlagen bauen zu müssen, die mindestens einen fünfstelligen, bei größeren Anlagen aber auch sechsstellige Eurobeträge kosten, viel Platz benötigen und in bestehende Räumlichkeiten oft nur unter großen Schwierigkeiten einzubauen sind. Dieser Wunsch ist verständlich, leider ist er – bis auf wenige spezielle Anwendungen – nicht realisierbar. Die Schlagworte, mit denen die mehr oder minder aufwendigen Techniken beworben werden, lauten: „Plasmasystem“, „Plasmatechnologie“, „Blaurauch-Filter“, „UV-C-Reinigung“, „patentiert System“, „sehr niedrige Ozonwerte“, „besondere Filter“, „Aktivkohle“, „rückstandsfrei gereinigt (mind. 99,9 %)“, „völlig neuartig“, „einzigartige technische Innovation“, „durch das Institut XYZ geprüft, getestet und zertifiziert“, „verbrauchte Luft kann wieder genutzt werden“, „Umluft jetzt endlich möglich“ und was die Marketingabteilung noch so alles hergibt...

Seit über 15 Jahren werden Umlufthauben für gewerbliche Küchen angeboten und es wird immer herausgestellt, dass mit dieser völlig neuen und einzigartigen Technologie es nun endlich zulässig wäre, Küchenabluft als Zuluft für die Küche zu verwenden. **Dies ist falsch! Die Nutzung von Küchenabluft als Zuluft oder Umluft ist nicht zulässig!**

Diese Aussage gilt völlig unabhängig von der verwendeten Technologie. Für den Gesetzgeber und auch für die Ersteller von Normen und Richtlinien hat der Gesundheitsschutz der in der Küche beschäftigten Personen oberste Priorität. Deshalb wird in gewerblichen Küchen in allen einschlägigen Verordnungen, Normen und Richtlinien die Nutzung von Küchenabluft als Umluft oder Zuluft explizit ausgeschlossen. Eine ausführlichere Beschreibung der mit der Nutzung von Umluft beschriebenen Gefahren befindet sich in Kapitel I-5.9.

Hinweis: von den allgemein anerkannten Regeln der Technik abweichende Lüftungssysteme nur mit Gefährdungsbeurteilung

Das Arbeitsschutzrecht verpflichtet die Arbeitgeber, für alle Arbeitsplätze eine angemessene Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Die Gefährdungsbeurteilung dient dazu, die beim Betrieb von Anlagen auftretenden Gefahren zu erkennen und zu beschreiben (Risikoanalyse) und die potenziellen Auswirkungen und die daraus abzuleitenden Maßnahmen festzulegen (Risikobewertung). Sollte ein Arbeitgeber den Einbau einer Umlufthaube erwägen, hat er vor deren Inbetriebnahme eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Gefährdungsbeurteilungen dürfen nur durch sachkundige Personen vorgenommen werden. Als Mindestvoraussetzung für einen Sachkundenachweis könnte beispielsweise der erfolgreiche Besuch einer Raumluft-Hygieneschulung nach VDI 6022 Kategorie A angesehen werden. In Fragestellungen, bei denen die Gesundheit von Personen gefährdet ist, betrachtet der Autor diese Mindestqualifikation aber nicht als ausreichend.

Hilfestellung bei der Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen bieten die Berufsgenossenschaften.

Anhand zweier Beispiele soll verdeutlicht werden, zu welchen unterschiedlichen Ergebnissen Gefährdungsbeurteilungen für ähnliche Anwendungsfälle kommen können.

Beispiel 1: Einbau einer Umlufthaube (1.000 m³/h) mit integrierter Abluftreinigung oberhalb eines Imbissstands in einer großen Messehalle.

Für diesen Anwendungsfall könnte eine Gefährdungsbeurteilung zu dem Ergebnis kommen, dass keine Gefahren für Personen oder die Anlagentechnik bestehen. Begründen könnte man dies damit, dass bei fachgerechter Wartung und Betrieb die Abluftreinigung einen hohen Anteil der Aerosole und Verunreinigungen aus der Abluft des Imbissstands entfernt. Die mit der Abluft in die Messehalle eingeblasenen Restbestandteile der potenziell schädlichen Stoffe wie Ozon, freie Radikale, Feinstaub und andere nicht bekannte Stoffe würden durch die RLT-Anlagen der Messehalle (100.000 m³/h) erfasst und abgeführt, sodass diese aufgrund der hohen Verdünnung keine Gefahren für Personen darstellen. Die in der Umlufthaube eingebauten Techniken zur Abluftreinigung würden die fetthaltigen Aerosole aus der Luft zum großen Teil entfernen, so dass diese nicht in die RLT-Anlage der Messehalle gelangen können. Daher könnte man potenzielle Risiken für die Anlagentechnik ausschließen.

Bei Vorliegen der geschilderten Gefährdungsbeurteilung bestünden gegen den Betrieb des Imbissstands mit der Umlufthaube in der Messehalle keine Bedenken.

Beispiel 2: Einbau einer Umlufthaube (3.000 m³/h) mit integrierter Abluftreinigung in der Küche eines Gastronomiebetriebs

Ein Betreiber plant den Einbau einer Umlufthaube in der Küche eines Gastronomiebetriebs, zum Beispiel eines Imbisses. Die Umlufthaube soll die Wrasen einer Grillplatte, einer Fritteuse, eines Herds und eines Spießgrills absaugen. Der Betreiber geht davon aus, sich durch den Einbau dieser Technik die teure Zu- und Abluftanlage ersparen zu können.

Die Gefährdungsbeurteilung **müsste** dann aber zu dem Ergebnis kommen, dass durch den Betrieb der Umluftanlage Gesundheitsgefährdungen für das Küchenpersonal und für die Gäste nicht auszuschließen sind. Die von der Anlage in den Raum freigesetzten Stoffe sind nicht bekannt, durch die physikalisch-chemischen Methoden zur Abluftreinigung ist die Gefahr der Freisetzung von weiteren schädlichen Stoffen (NOX, Ozon, freie Radikale u. a. m.) und Feinstäuben nicht auszuschließen. Der Betrieb der Umluftanlage wäre daher nicht statthaft.

An diesem Umstand würde auch eine maschinelle Be- und Entlüftung der Küche nichts ändern, solange die Luftvolumenströme der RLT-Anlage nicht so hoch sind, dass eine Anreicherung von der Gesundheit nicht zuträglichem Stoffen in der Küche und den angrenzenden Räumen nicht ausgeschlossen werden kann.

II-3 Küchenlüftungsdecken

Küchenlüftungsdecken dienen der großflächigen Erfassung und Abfuhr von Wrasen in Küchen, Speisenausgaben oder Spülküchen. Küchenlüftungsdecken können mit oder ohne Einrichtungen zur Zuluft einbringung ausgerüstet sein. Zumindest in größere Küchenlüftungsdecken sollten immer auch die benötigten Zuluftdurchlässe integriert werden. Hierbei werden die Lage und die Luftvolumenströme der einzelnen Luftdurchlässe so geplant, dass Störungen der über den Kochgeräten aufsteigenden Thermikluftströme durch die eingebrachte Zuluft vermieden werden.

Zur Gewährleistung einer ausreichenden Ausleuchtung der Arbeitsplätze sind in Küchenlüftungsdecken immer Beleuchtungseinrichtungen integriert.

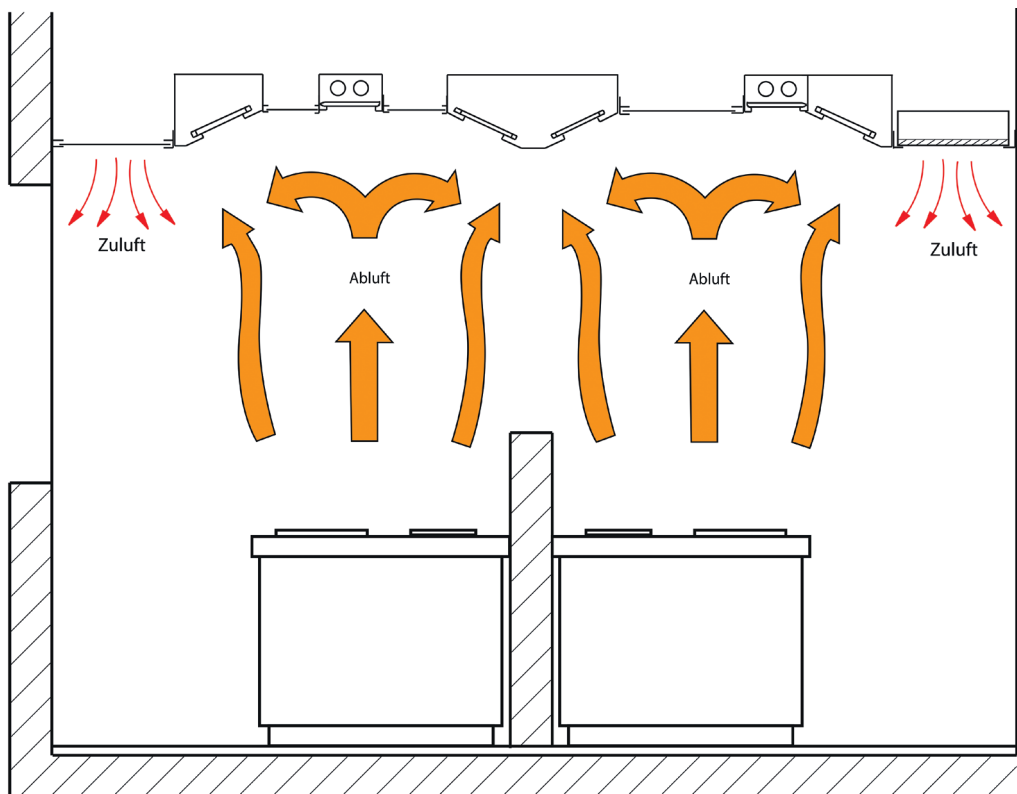


Abbildung II-3-1: Funktionsskizze einer Küchenlüftungsdecke (Grafik: GIF ActiveVent GmbH)

II-3.1 Bauarten und Bauformen

Normative Regelungen zu Küchenlüftungsdecken finden sich in der Euronorm DIN EN 16282-3 „Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 3: Küchenlüftungsdecken; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen“ [32]. Ganz allgemein wird zwischen Deckenausführungen in Trapezbauweise, in der Euronorm „Plenum-Bauart“ genannt, und Decken in Flachbauweise (Flachdecken) unterschieden.

Ein weiteres wichtiges Unterscheidungsmerkmal ist die Art der Luftführung. Bei Lüftungsdecken in geschlossener Bauweise erfolgt die Luftführung der Zuluft und der Abluft immer in Luftleitungen, Luftgehäusen oder Luftkästen, die Bestandteile der Küchenlüftungsdecke oder des Luftleitungsnetzes sind. Bei der offenen Bauweise werden die Zuluft, die Abluft oder auch beide Luftarten – selbstverständlich lufttechnisch voneinander getrennt – durch den Deckenhohlraum geführt. Hierbei kommt es immer zu einer Berührung von Zu- und/oder Abluft mit dem Baukörper.

Analog zu den Küchenlüftungshauben werden in der Euronorm die wichtigsten Ausführungen mit Klassifikationskennzeichen C1 bis C3 versehen, siehe Tabelle II-3-1.

Tabelle II-3-1: Bauformen von Küchenlüftungsdecken,
Werte gemäß DIN EN 16282-3

Ausführung Küchenlüftungsdecke	Klassifikation
Offene Bauart mit Luftkammern	EN 16282-3 C1
Geschlossene Bauart mit Luftgehäusen	EN 16282-3 C2
Plenum-Bauart mit Luftkasten	EN 16282-3 C3

Die häufigsten Bauformen von Küchenlüftungsdecken sind Bauformen mit trapezförmig angeordneten, schräg stehenden Aerosolabscheidern (Plenum-Bauart, Abbildung II-3-3) und Bauformen mit liegend angeordneten Aerosolabscheidern (Flachdecken, Abbildung II-3-4).

Bei Küchenlüftungsdecken in Plenum-Bauart werden die Aerosolabscheider trapezförmig in Reihen angeordnet. Zwischen den Balken mit den Aerosolabscheidern können entweder horizontal flache oder gewölbte Deckenelemente angeordnet sein. Die aufsteigenden Wrasen verteilen sich unterhalb den Deckenelementen und gelangen so zu den Abscheidern. Eine kurzfristig größere Wrasenmenge kann von einer solchen Deckenkonstruktion aufgenommen werden, solange die Wrasen unterhalb der Küchenlüftungsdecke verbleiben und nicht seitlich oder nach unten austreten.

In den außerhalb des Thermikluftstroms positionierten Zuluftfeldern der Decke wird die Zuluft impulsarm durch Verdrängungsluftauslässe der Küche zugeführt. Ergänzend sind Beleuchtungseinrichtungen entsprechend den baulichen Anforderungen in der Decke integriert. Eine Kombination mit selbsttätigen Feuerlöscheinrichtungen für Küchenabluft (siehe Kapitel II-10) ist möglich.

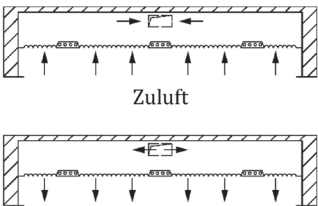
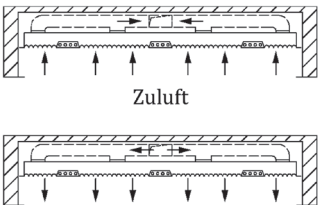
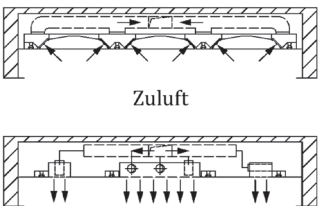
Ausführung	Schematische Darstellung	Normbezeichnung		
		Benennung	EN-Nummer	Klassifikation
Offene Bauart mit Luftkammern	<p>Abluft</p>  <p>Zuluft</p>	Küchen- lüftungsdecke	EN 16282-3	-C1
Geschlossene Bauart mit Luftgehäusen	<p>Abluft</p>  <p>Zuluft</p>	Küchen- lüftungsdecke	EN 16282-3	-C2
Plenum-Bauart mit Luftkasten	<p>Abluft</p>  <p>Zuluft</p>	Küchen- lüftungsdecke	EN 16282-3	-C3

Abbildung II-3-2: Tabelle 1 aus DIN EN 16282-3: Beispiele für verschiedene Deckenausführungen [32]

Bei Flachdecken werden die Aerosolabscheider liegend eingebaut, entweder in einer ebenen Ausführung wie in Abbildung II-3-4 oder konkav gewölbt. Horizontal angeordnete Abscheider werden bauartbedingt mit geringeren spezifischen Luftvolumenströmen (flächenbezogen in m^3/h pro m^2) als schrägstehende Aerosolabscheider beaufschlagt. Sie sind daher großflächig über den Küchengeräten angeordnet. Sollten punktuell höhere Luftvolumenströme abgesaugt werden müssen, können auch in Flachdecken zusätzliche trapezförmig angeordnete Aerosolabscheider, oft als „Schwerpunktabscheider“ bezeichnet, eingebaut sein.

Auch in Küchenlüftungsdecken in Flachbauweise werden die Zuluftfelder außerhalb der aufsteigenden Thermikluftströme angeordnet. Die Zuluftbringung erfolgt ebenfalls impulsarm von oben. Auch hier werden die Beleuchtungseinrichtungen entsprechend den Anforderungen angeordnet; der Einbau von selbsttätigen Feuerlöschrichtungen für Küchenabluft ist ebenfalls möglich. Selbstverständlich hält jeder Hersteller sein Produkt gegenüber denen des Wettbewerbs für überlegen. Aus Sicht des Autors haben beide Bauformen Vor- und Nachteile, eine besonders vorteilhafte Bauweise konnte sich bisher am Markt nicht durchsetzen.



Abbildung II-3-3: Küchenlüftungsdecke mit trapezförmig angeordneten Aerosolabscheidern in Plenum-Bauart und mit Zuluftdurchlässen außerhalb der Kochbereiche, (Foto: Südluft Systemtechnik GmbH)



Abbildung II-3-4: Küchenlüftungsdecke in Flachbauweise mit Schwerpunktabscheidern über Kochgeräten mit hohen Lasten und Zuluftdurchlässen außerhalb der Kochbereiche, (Foto: GIF ActiveVent GmbH)

Wichtiger in diesem Zusammenhang sind die korrekte Ermittlung der Luftvolumenströme und die ausreichende Anzahl und Anordnung der Aerosolabscheider oberhalb oder möglichst dicht an den Emissionsstellen.

Auf die Einbringung der Zuluft ist besonderes Augenmerk zu richten, damit diese die aufsteigenden Thermikluftströme und Wrasen nicht stören oder behindern und eine gute Belüftung der Küche gewährleisten. Eine ausreichende Beleuchtung gemäß den Arbeitsstättenrichtlinien ist in jedem Fall sicherzustellen.

II-3.2 Anforderungen

Auf die grundlegenden Anforderungen an die zu verwendenden Werkstoffe wurde bereits in Kapitel II-1.4 eingegangen. Die Euronorm erlaubt die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Werkstoffe.

Tabelle II-3-2: zulässige Werkstoffe für Küchenlüftungsdecken,
Werte gemäß DIN EN 16282-3, Tabelle 2

Bauelement / Bauteil	Werkstoff	Oberfläche
Beleuchtungsbefestigungen	nichtrostender Stahl	
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
	Stahl	verzinkt
Beleuchtungsabdeckung	Sicherheitsglas	
	Polycarbonat, selbstverlöschend	
Befestigungen	nichtrostender Stahl	
	Stahl	verzinkt
Unterkonstruktion	nichtrostender Stahl	
	Stahl	verzinkt
Abschottungen Luftkammern	nichtrostender Stahl	
	Aluminium	blank
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
	Stahl	verzinkt
Deckendruckraum	nichtrostender Stahl	
	Aluminium	blank
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
	Stahl	verzinkt
	Beton	beschichtet
	Gipskarton	blank, wasserbeständig

Tabelle II-3-2: zulässige Werkstoffe für Küchenlüftungsdecken,
Werte gemäß DIN EN 16282-3, Tabelle 2

Bauelement / Bauteil	Werkstoff	Oberfläche
raumseitig sichtbare Einbauten wie Rinnenprofile, Wandprofile und andere tragende Profile und Auflagebauteile	nichtrostender Stahl	gebürstet, geschliffen oder beschichtet
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
Deckenkassetten, Deckenpaneele und Deckenelemente	nichtrostender Stahl	gebürstet, geschliffen oder beschichtet
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
	feueraluminierter Stahl	beschichtet
Abluft- und Zuluftkästen	nichtrostender Stahl	gebürstet, geschliffen oder beschichtet
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
Verdrängungsluftdurchlass	nichtrostender Stahl	gebürstet, geschliffen oder beschichtet
	Stahl	verzinkt
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
	feueraluminierter Stahl	beschichtet
Aerosolatsammelrinne	nichtrostender Stahl	gebürstet, geschliffen oder beschichtet
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
Aerosolatabscheider	siehe Kapitel II-5	

Gemäß der Euronorm sollen Küchenlüftungsdecken über die gesamte Fläche der jeweiligen Küchenräume angeordnet sein. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass möglichst auch die Zuluft-einbringung in der Lüftungsdecke erfolgt und es zu keinen Störungen des Thermikluftstroms und der aufsteigenden Wrasen durch die Zuluft kommt.

Die Zuluft-einbringung von der Decke muss impulsarm erfolgen. Bei der Anordnung der Zuluft-durchlässe ist darauf zu achten, dass diese nicht oberhalb von thermischen Küchengeräten instal-liert werden. Zuluftbereiche müssen mit abnehmbaren Luftdurchlässen ausgestattet sein, damit ein Zugang zu den Luftleitungen und Anschlusskästen für Reinigungsarbeiten möglich ist. Manche Hersteller statten Zuluftdurchlässe, gerade bei offenen Bauweisen, mit zusätzlichen Filtermatten aus. Abhängig von der Bauausführung können Filtermatten vorteilhaft sein, sie werden jedoch in der Euronorm nicht gefordert.

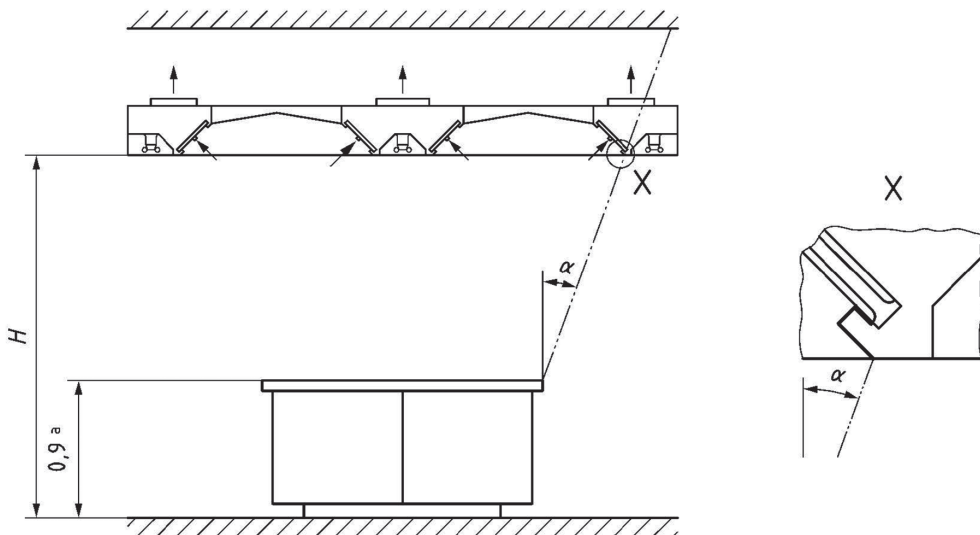


Abbildung II-3-5: Abmessungen und Überstände von Küchenlüftungsdecken,
Auszug aus DIN EN 16282-3 [32], Bild 1
(H = Installationshöhe, a = Gerätehöhe, Winkel $\alpha = 20^\circ$)

Die Dimensionierung der Abluffelder hat so zu erfolgen, dass die aufsteigenden Thermikluftströme und Wrasen komplett erfasst werden. Die seitlichen Überstände sind zumindest mit einem Winkel α von 20° gemäß Abbildung II-3-5 vorzunehmen.

Die Kondensatabführung muss auch bei Flachdecken oder bei Decken mit konkav gewölbten Deckenelementen möglich sein. Bei solchen Bauformen können in Verbindung mit tiefliegenden Stellen integrierte Aerosolsammelrinnen verwendet werden oder es ist auf andere Art ein geeigneter Abfluss des Aerosols sicherzustellen. Auch bei ebenen Deckenelementen muss die Tropfenbildung an der Deckenunterseite wirksam verhindert werden.

Aus der Praxis

Abbildung II-3-6 zeigt eine Küchenlüftungsdecke, bei der die Aerosolabscheider nicht oberhalb der Kochgeräte angeordnet waren, sondern eher dort, wo das Küchenpersonal beim Kochen steht. Oberhalb der Kochgeräte bestand die Decke nur aus horizontalen Deckenplatten. Der aufsteigende Wrasen konnte nicht im erforderlichen Maße abgesaugt werden und kondensierte an den Deckenplatten. Ursächlich für diese Mängel waren nicht zu geringe Abluftvolumenströme, sondern ausschließlich die ungünstige Anordnung der Aerosolabscheider. Nachdem alle Nachrüstversuche durch den Hersteller keinen Erfolg brachten, wurde die Küchenlüftungsdecke auf Kosten des Lieferanten ausgebaut und durch eine funktionsfähige Decke ersetzt.



Abbildung II-3-6:
Kondensation im
Inneren einer
Küchenlüftungsdecke
trotz ausreichendem
Abluftvolumenstrom
als Folge falscher
Anordnung der
Aerosolabscheider

II-3.3 Brandschutz und Hygiene bei offenen Bauarten

Auf die allgemeinen Anforderungen an die Hygiene und den Brandschutz von Küchenlüftungsanlagen wird ausführlich in Teil III dieses Buches eingegangen. An dieser Stelle soll speziell auf die an Küchenlüftungsdecken in offener Bauart zu stellenden Anforderungen eingegangen werden.

Bei Systemen offener Bauart dient der Deckenhohlraum als Luftleitung, daher sind für diesen die Anforderungen an die Hygiene und den Brandschutz zu beachten. Anforderungen an die Hygiene von Zuluftleitungen werden in der VDI-Richtlinie 6022 Blatt 1 [9] beschrieben. Nach dieser Richtlinie dürfen sich innerhalb von Luftleitungen keine Materialien mit porösen Oberflächen befinden oder Materialien, die auf andere Weise die Qualität der Zuluft negativ beeinflussen könnten. Die Oberflächen im Deckenhohlraum müssen abriebfest und bei der Übergabe besenrein sein. Der Deckenhohlraum muss für eine Inspektion zugänglich sein.

Gemäß der Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie (M-LüAR) [6] dürfen im luftführenden Querschnitt von Luftleitungen nur Einrichtungen von Lüftungsanlagen und die zugehörigen Leitungen vorhanden sein (M-LüAR Abschnitt 3.2.3). Bei Küchenlüftungsdecken in offener Bauart wird sich diese Forderung nicht ohne Weiteres erfüllen lassen, da sich im Zwischendeckenbereich üblicherweise auch Installationen fremder Gewerke, wie Elektroleitungen, Wasserleitungen, Entwässerungsleitungen und andere mehr befinden, die nicht die Küchenlüftungsdecke versorgen. Küchenabluftleitungen und deren Einbauten müssen nach M-LüAR Abschnitt 8.1 aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen. Nach Abschnitt 3.2.3 dürfen für elektrische und pneumatische Leitungen brennbare Baustoffe verwendet werden, soweit sie außerhalb von Lüftungsleitungen liegen und den zur Lüftungsanlage gehörenden Einrichtungen in Lüftungsleitungen von außen auf kürzestem Wege zugeführt sind. Dies bedeutet, dass Installationen in von Küchenabluft durchströmten Deckenhöhlen auf das unbedingt erforderliche Maß zu beschränken sind. Falls Sie sich nicht vermeiden lassen, ist der Autor der Ansicht, dass es ausreicht, alle nicht zu der Lüftungsanlage gehörenden

Leitungen und Installationen in der Qualität einer Lüftungsleitung, d. h. zumindest aus verzinktem Stahlblech mit einer Wandstärke von mind. 0,6 mm, zum offenen Deckenhohlraum hin abzuschotten. Diese Abschottung muss selbstverständlich aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen, luftdicht und im Bereich von Küchenabluft auch aerosolatdicht ausgeführt sein.

Lüftungsdecken sind Bestandteile der Luftleitung. In diesen sind die zur Beleuchtung der Küche erforderlichen Beleuchtungskörper eingebaut. Gemäß DIN EN 16282-3:2021-08 Abschnitt 5.8 dürfen Küchenleuchten in Küchenlüftungsdecken integriert und flächenbündig ausgeführt sein. Von daher können in Küchenlüftungsdecken integrierte Beleuchtungskörper aus Sicht des Autors als für den Betrieb der Lüftungsanlage erforderlich angesehen werden.

Brennbare Baustoffe und Leitungen mit toxischen oder brennbaren Gasen (Gasleitungen) oder mit Stoffen mit Temperaturen von mehr als 110 °C (z. B. Dampfleitungen) dürfen keinesfalls im luftführenden Querschnitt von Luftleitungen verlegt werden. Solche Leitungen sind daher in den luftführenden Deckenhöhlräumen von offenen Küchenlüftungsdecken nicht erlaubt.

Im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens sind, nicht zur Lüftung gehörende Leitungen und Installationen im Deckenhohlraum von offenen Küchenlüftungsdecken, als Abweichung zur M-LüAR zu beschreiben und die Einhaltung der Schutzziele nachzuweisen. Es ist empfehlenswert Abweichungen im Brandschutzkonzept oder im Brandschutznachweis zu beschreiben, durch den Brandschutzsachverständigen bewerten und durch die Bauaufsicht genehmigen zu lassen. Weitere Erläuterungen und Hinweise zur M-LüAR finden sich im Teil III dieses Buchs.

II–3.4 Reinigung und Inspektion bei offenen Bauformen

Alle von Küchenabluft berührten Oberflächen müssen für eine Inspektion und Reinigung zugänglich sein und leicht gereinigt werden können. D. h., die Oberflächen müssen glatt sein und dürfen sich nicht mit Fetten oder Feuchtigkeit vollsaugen. Für den von Küchenabluft berührten Deckenhohlraum gelten dieselben Anforderungen wie für Küchenabluftleitungen, siehe Kapitel II-6.1.

II–3.5 Besondere Bauformen

II–3.5.1 Küchenlüftungsdecken als Kondensationsdecken

In Küchenbereichen mit starker Wrasenbildung, wie zum Beispiel in Spülküchen oder oberhalb von Kochkesseln und Heißluftdämpfern, können Kondensationsdecken eingesetzt werden. Die aufsteigenden Wrasen sollen an der Decke kondensieren und das Kondensat soll an den konkav gewölbten Deckenflächen in die darunter angeordneten Kondensatsammelrinnen hineinlaufen. Aus Sicht des Autors hat sich diese Bauform dort bewährt, wo die Wrasen überwiegend Wasserdampf und wenig Fettpartikel oder andere Feststoffe enthalten.

II-4 Küchenlüftungshauben und -decken mit integrierter Zuluft einbringung und Induktionshauben

II-4.1 Küchenlüftungshauben und -decken mit integrierter Zuluft einbringung

Als Küchenlüftungshauben oder -decken mit integrierter Zuluft einbringung werden solche Hauben oder Decken bezeichnet, bei denen Teile der Zuluft nicht in die Küche, sondern direkt in oder am Rand der Hauben-/Deckenkonstruktion eingeblasen werden. Durch horizontal oder vertikal angeordnete Düsen oder Schlitze soll die Erfassung der aufsteigenden Wrasen verbessert oder aber ein Heraustreten von Wrasen aus der Deckenkonstruktion verhindert werden. Die Hersteller bieten verschiedene Bauformen an. Da es noch kein normiertes Testverfahren für die Effektivität solcher Lösungen gibt, müssen sich die Verwender auf die Aussagen der Hersteller verlassen. Konstruktionen, die Energieeinsparungen von 40 % oder mehr versprechen, sind unglaublich. Der Autor hält eine Verringerung der Abluftvolumenströme als Folge einer verbesserten Erfassung und Absaugung im Bereich von 10 % bis 15 % bei ausgereiften Konstruktionen für plausibel.

Die Industrie bietet verschiedene Varianten von Küchenlüftungshauben und Küchenlüftungsdecken mit integrierter Zuluft einbringung an. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der sogenannten „Stützstrahltechnik“ und der „Induktionstechnik“.

Bei Küchenlüftungshauben oder -decken mit Stützstrahltechnik werden nur relativ geringe und erwärmte Zuluftvolumenströme in die Hauben oder Decken eingeblasen. Die Luftvolumina bewegen sich in einem Bereich von 30 m³/h bis ca. 100 m³/h pro laufende Meter der Einblasstrecke. Der Gesamtluftbedarf beträgt bei solchen Techniken maximal 10 % des Gesamtzuluftvolumenstroms.

Induktionshauben oder -decken werden herstellerabhängig mit Zuluftvolumenströmen von 25 % bis 50 % des dort abgesaugten Volumenstroms ausgelegt; zum Teil mit erwärmter, bei manchen Herstellern aber auch mit nicht erwärmter Induktionszuluft. Auf die Auslegung und Funktion dieser Hauben und Decken wird in Kapitel I-5.5.4 eingegangen.

Die nachfolgend aufgeführten Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf sogenannte „Induktionshauben“ mit Zuluftvolumina ≥ 25 % des an der Einrichtung abgesaugten Luftvolumenstroms.

II-4.2 Induktionshaube in der Praxis, Erfahrungen des Autors

Vor vielen Jahren hatte ich eine Firma für Lüftungsanlagenbau, mit Spezialisierung auf RLT-Anlagen für die Gastronomie und Großküchen. Damals, als ich noch etwas leichtgläubiger und unwissender war, hatte ich bei zwei verschiedenen Kunden Induktionshauben mit 50 % Kaltluft einblasung ge-

plant und eingebaut. Die erste Haube ging nach Luxemburg, von dieser habe ich nach der Inbetriebnahme zum Glück nie wieder etwas gehört. Die zweite Haube wurde in der Küche eines mittelgroßen Restaurants in Frankfurt am Main eingebaut. Der Auftraggeber war der Hauseigentümer, eine Versicherung. Schnell stellte sich heraus, dass während der kalten Jahreszeit ein Induktionsluftanteil von 50 % Kaltluft zu sehr starken Zugscheinungen führte. Außerdem erzeugte die Induktionsluft Verwirbelungen an den Aerosolabscheidern und verschlechterte so die Absaugung. Eine Lösung für diese Probleme hatte ich nicht. Ich musste mehrfach vor Ort, um das Verhältnis zwischen beheizter Zuluft und Induktionsluft zu verändern, eine befriedigende Funktion ließ sich auf Grund der fehlenden Beheizung der Induktionsluft an kalten Tagen aber nicht erreichen. Zu meinem Glück verkaufte die Versicherung das Gebäude nach drei Jahren. Zusätzlich kam es zu einem Pächterwechsel, weil der Sohn des Pächters das Restaurant entgegen der ursprünglichen Planung nun doch nicht übernehmen wollte. Kurz um, mit den neuen Eigentümern und den neuen Pächtern hatte ich kein Vertragsverhältnis mehr, so dass ich mich um die schlecht funktionierende Induktionshaube nicht mehr kümmern musste. All das ist schon über 20 Jahre her, ich weiß nicht, was aus dieser Induktionshaube geworden ist.

Aktuell sind mir zwei Küchenlüftungsdecken und zwei Küchenlüftungshauben mit Induktionszuluft bekannt, bei denen massive Probleme auftreten. Die Absaugung der Wrasen ist nicht gewährleistet und es treten Zugscheinungen auf. In allen vier genannten Beispielen wurden die allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht eingehalten. Die Abluftvolumenströme für die Küchenlüftungshauben und -decken mit Induktionszuluft wurden wie für konventionelle Erfassungseinrichtungen berechnet (Formeln I-5-14 und I-5-15). Richtig wäre die Berechnung nach Formel I-5-18 gewesen.

Die Hauben und Küchenlüftungsdecken müssen komplett ausgetauscht und die RLT-Anlagen umgebaut werden. Um auf die bei der Verwendung von Induktionszuluft möglicherweise auftretende Probleme hinzuweisen, möchte ich die Fälle kurz schildern:

■ Fall 1: Induktionshaube in einer Hotelküche

Das Hotel gehört dem Gebäudeeigentümer und wird auch von ihm und seiner Familie betrieben. Die Be- und Entlüftung der Hotelküche sollte erneuert werden, zusätzlich wurden auch einige neue Kochgeräte benötigt. Der Eigentümer beauftragte einen Großkücheneinrichter mit der Planung und der Lieferung der Küchengeräte. Die Lieferung der Lüftungsanlage erfolgte durch eine Lüftungsfachfirma. Aus Gründen der Energieeinsparung und um eine teurere RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung zu vermeiden, wurde vom Küchenplaner eine Induktionshaube oberhalb des Mittel-Kochblocks empfohlen. In der Induktionshaube wurden 50 % nicht beheizte Zuluft eingeblasen. Über der Spülmaschine und den Kombidämpfern wurden herkömmliche Küchenlüftungshauben eingebaut.

Die Küchenlüftungsanlage hat von Anfang an nicht richtig funktioniert. Den Köchen blies die kalte Induktionsluft auf Kopf und Nacken. Zusätzlich waren durch die von der Induktionsluft verursachten Querströmungen so stark, dass die Wrasen und Essensgerüche aus der Küche herausgeblasen wurden und in den Flur und das angrenzende Restaurant gelangten. Nicht schlimm genug, traten zusätzlich in vier Gästezimmern störende Geräusche durch den Abluftventilator auf. Die Abluft-

führung erfolgte, wie zuvor auch, durch den vorhandenen gemauerten Kamin, der an die vier Gästezimmer angrenzte. Beim Umbau wurde ein stärkerer und lauterer Abluftventilator auf dem Kaminkopf platziert, zusätzliche Schalldämpfer wurden aber nicht vorgesehen.



Abbildung II-4-1:
Induktionshaube über
einem Mittelkochblock

Trotz mehrerer Versuche zur Mängelbeseitigung konnte die Lüftungsfirma die Mängel nicht abstellen. Der Hoteleigentümer klagte vor dem Landgericht Hanau auf Schadenersatz. Bei Gericht wurde ein Vergleich geschlossen, bei dem der Lüftungsbauer wegen der stark mangelbehafteten Anlage 50 % des Kaufpreises der RLT-Anlage als Schadenersatz an den Hotelbesitzer zurückerstatten musste. Der Hotelbesitzer hat bis heute keine funktionierende Lüftungsanlage, weil er noch keine Firma gefunden hat, die aus der verpuschten RLT-Anlage irgendetwas gut Funktionierendes hätte bauen können oder wollen.

■ Fall 2: Küchenlüftungsdecke mit Induktions-Zuluft in einem Seniorenzentrum

Eine Wohnungsbaugesellschaft baut ein neues Seniorenzentrum mit einer Küche. In dieser Küche sollen nicht nur die Essen für das Seniorenzentrum, sondern auch noch für andere Einrichtungen produziert werden. Mit der Planung und Ausführung wurden regional bekannte Fachplaner und Firmen beauftragt. Unglücklicherweise ließen sich die Lüftungsplaner von einem Hersteller von

Küchenlüftungshauben zu der Verwendung einer Induktionshaube über dem großen Mittelkochblock überreden. Von Seiten des Herstellers wurde mit hohen Energieeinsparungen durch die Nutzung von 50 % nicht erwärmter Außenluft argumentiert, wodurch man sich die im Gebäudeenergiegesetz geforderte Wärmerückgewinnung würde sparen können. Die Küchenlüftungsanlage wurde so realisiert. Sofort nach Inbetriebnahme traten die bereits in Fall 1 geschilderten Probleme durch Zugluft und völlig unzureichendes Absaugen der Wrasen auf. Zusätzlich waren die Abzugshauben oberhalb der Kombidämpfer nur mit einer entlang der Wand verlaufenden Reihe von Aerosolabscheidern ausgestattet, so dass auch hier die Wrasen nicht richtig abgesaugt wurden, siehe Abs. I-9.1.5.



Abbildung II-4-2: Induktionshaube über einem Mittelkochblock, die gelben Pfeile zeigen die Einblasung der nicht beheizten Zuluft in der Haube

Die Fachplaner haben mittlerweile ihre Haftpflichtversicherung informiert und eine Mängelbeseitigungsplanung vorgelegt. Die Hauben über dem Mittelkochblock und über den Kombidämpfern werden ausgebaut und ausgetauscht und auf die Einblasung von Induktionsluft wird komplett verzichtet. Die Zwischendecke der Küche wird durch den Einbau zusätzlicher Luftauslässe für die Einbringung ausschließlich erwärmter Zuluft ertüchtigt. Die RLT-Anlage wird mit einem zusätzlichen Heizregister ausgerüstet. Die Kosten für diese Maßnahmen werden von den Planern auf 100.000 € geschätzt. Eine Wärmerückgewinnung wird sich nachträglich aufgrund der Platzverhältnisse nicht mehr einbauen lassen, so dass die RLT-Anlage dauerhaft mit sehr hohen Energiekosten betrieben werden muss.

■ Fall 3: Küchenlüftungsdecke mit Induktions-Zuluft in einem Speiserestaurant



Abbildung II-4-3:
Küchenlüftungsdecke
mit erwärmter
Induktionszuluft
(gelbe Pfeile) und einer
Reihe Aerosolabscheidern
entlang der Wand

Die abgebildete Küchenlüftungsdecke befindet sich in einem sehr guten Speiserestaurant in einer Kleinstadt am Mittelrhein. Gebäudeeigentümer ist die Stadt. Das Gebäude wurde sehr aufwendig saniert und mit einer neuen Küche und RLT-Anlagen ausgestattet. Der Pächter ist ein sehr erfahrener Gastronom, der das Objekt für zehn Jahre gepachtet hat. Die thermischen Kochgeräte sind entlang einer Küchenwand aufgestellt. Darüber befinden sich in der Küchenlüftungsdecke mit nur einer Reihe Aerosolabscheider entlang der Wand. Die Berechnung der Luftvolumenströme wurde durch den Lieferanten der Küchenlüftungsdecke durchgeführt. Diese ergab mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1,0 einen Wert von ca. 5600 m³/h. Meine eigene Berechnung ergab ein Ergebnis von 9500 m³/h, ebenfalls bei dem Gleichzeitigkeitsfaktor von 1,0. In der Berechnung des Herstellers wurden Geräte zum Warmhalten, die Kühlschränke und die beiden Gewerbespülmaschinen nicht berücksichtigt. Somit erklären sich die Differenzen in den beiden Berechnungen.

Trotzdem hätte mit den vom Lieferanten berechneten Luftvolumenströmen zumindest die Absaugung oberhalb der Kochgeräte gewährleistet sein müssen, da diese vollständig in der Berechnung enthalten waren. Doch auch das war nicht gegeben. Die eingeblasene, in diesem Fall erwärmte,

Induktionszuluft behinderte durch Verwirbelungen massiv die Absaugung an den Aerosolabscheidern. Wrasen und Gerüche verteilten sich in der Küche und in den an die Küche angrenzende Räume und dem Treppenraum. Der Lüftungsanlagenbauer und der Lieferant der Küchenlüftungsdecke hatten versucht diese Mängel zu beseitigen und dazu die Induktionszuluft, an dem in der RLT-Anlage vorhandenen Volumenstromregler, auf den kleinstmöglichen Wert eingestellt. Trotzdem kam es im Bereich der Aerosolabscheider immer noch zu störenden Verwirbelungen, es konnte keine ausreichende Absaugung oberhalb des Kochbereiches erreicht werden.

Der Betreiber hatte seine Beschwerde und mein Gutachten bei der Stadt eingereicht. Diese möchte aber anscheinend eine gerichtliche Auseinandersetzung mit den Planern und Lieferanten vermeiden. Der Betreiber muss also mit den Mängeln leben und kann nur noch versuchen, über eine Reduzierung seiner Pacht einen kleinen Ausgleich für die nicht funktionsfähige Küchenlüftung und die damit verbundenen Unannehmlichkeiten zu erhalten.

■ Fall 4: Küchenlüftungsdecke mit Induktions-Zuluft in einem Steakrestaurant



Abbildung II-4-4: Küchenlüftungsdecke mit Induktionszuluft (gelbe Pfeile) über einem Mittelkochblock

Im Erdgeschoss eines neu gebauten Wohn- und Geschäftshauses wurde ein Steakrestaurant mit ca. 50 Sitzplätzen eingerichtet. Der Planer der RLT-Anlagen ließ sich auch hier von dem Vertreter eines Herstellers für Küchenlüftungsdecken und -hauben zu dem Einbau einer Küchenlüftungsdecke mit 50 % nicht erwärmter Induktionszuluft überreden. Hier wurden ebenfalls die einfachere Installation und die möglichen Energieeinsparungen als Gründe vorgetragen. Die vom Lieferanten der Lüftungsdecke berechneten Luftvolumenströme waren zwar etwas zu gering, trotzdem hätte aber mit den vorhandenen Luftvolumenströmen zu den überwiegenden Betriebszeiten eine ausreichende Be- und Entlüftung der Küche sichergestellt werden müssen.

Leider hat auch die Lüftung dieser Küche von Beginn an nicht funktioniert. Selbst die aufsteigenden Wrasen von lediglich fünf Steaks auf dem Lavasteingrill konnten nicht richtig abgesaugt werden.

Auch hier zeigte sich das bereits bekannte Bild. Die Induktionszuluft war direkt auf die Aerosolabscheider gerichtet, führte dort zu Verwirbelungen und verhinderte die korrekte Absaugung. Die nicht abgesaugten Wrasen verteilten sich in der ganzen Küche. Beim Anbraten von Zwiebeln und Chilischoten in einer Pfanne kam es beim Küchenpersonal und mir selbst zu starken Reizungen an den Schleimhäuten. Mir tränten die Augen, die Nase lief und ich hatte Hustenreiz. Arbeiten konnte man in der Küche eigentlich nicht, trotzdem blieb den Pächtern nichts anderes übrig, als diesen Zustand zu erdulden.

Die Fachplaner und -firmen versuchten die Mängel zu beseitigen, jedoch ohne Erfolg. Es wurde auch externer Rat eingeholt. Ein anderer Fachplaner, der sich selbst als Sachverständiger bezeichnet, kam zu dem Ergebnis, dass die Luftvolumenströme in der Küche verdoppelt werden müssten. Er unterbreitete einen Sanierungsvorschlag, der mehr als 150.000 € kosten sollte. Die Haftpflichtversicherung des TGA-Fachplaners beauftragte mich daraufhin mit der Untersuchung der vorhandenen Mängel. Ich kam zu dem Ergebnis, dass die vorhandenen Luftvolumenströme, wenn auch nicht ideal, so doch für die meiste Zeit ausreichen müssten. Im Ergebnis muss die Induktions-Küchenlüftungsdecke demontiert und eine Küchenlüftungsdecke mit einer verbesserten Absaugung installiert werden. Zum Beispiel mit mittig angeordneten Aerosolabscheidern (wie bereits vorhanden) und zusätzlich jeweils einer weiteren Reihe Aerosolabscheidern dort, wo zurzeit die Zuluft eingeblasen wird. Dann würden die über dem Grill nicht direkt abgesaugte Wrasen nicht in die Küche geblasen werden, sondern unterhalb der Decke verbleiben und an den beiden Frontseiten abgesaugt werden. Alternativ könnte man eine Küchenlüftungsdecke mit einer großflächigen Absaugung und eine mittig angeordneten Schwerpunktabsaugung installieren. Die Sanierungskosten wurden von mir auf 50.000 € geschätzt.

II-4.3 Fazit Induktionshauben und -decken

Die Verwendung von Induktionshauben und -decken erfolgt in den überwiegenden Fällen nicht entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Die als Folge der fehlerhaften Planung und Montage aufgetretenen Reklamationen wären in den dem Autor bekannten Fällen vermeidbar gewesen. Im Nachhinein lassen sich die Mängel nur mit einem sehr hohen zeitlichen und monetären Aufwand abstellen.

II-5 Aerosolabscheider

Aerosolabscheider werden in Küchenlüftungsdecken oder -hauben eingebaut. Sie sollen effizient luftgetragene feste und flüssige Partikel aus der Küchenabluft entfernen, bevor diese in das Luftleitungsnetz oder in den Zwischendeckenbereich eintreten. Oberhalb von thermischen Kochgeräten sollen sie zusätzlich im Brandfall einen Flammdurchschlag in das Luftleitungsnetz verhindern.

Bis zum April 2020 wurden in Deutschland Aerosolabscheider nach der Norm DIN 18869-5: Abscheider, Anforderungen und Prüfung vom Januar 2006 [48] geprüft. Seitdem erfolgt die Prüfung durch die neue europäische Norm DIN EN 16282 Teil 6: Aerosolabscheider; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen [35]. Die deutsche Norm DIN 18869-5 enthielt auch eine Prüfung zur Feststellung der Effizienz der Abscheidung, die in der Euronorm aber nicht mehr enthalten ist.

II-5.1 Allgemeine Anforderungen und Flammdurchschlagsicherheit

Die Euronorm unterscheidet zwei wesentliche Bauarten von Abscheidern. Die Bauart F-1 muss erfolgreich einen Test auf Flammdurchschlag bestanden haben, bei dem in einem Versuchsstand nachzuweisen ist, dass bei kontrollierten Testbedingungen keine Flammen an der Rückseite des Abscheiders austreten. Abscheider der Bauart F-2 sind nicht geprüft oder haben den Flammdurchschlagstest nicht bestanden und dürfen deshalb nicht oberhalb von thermischen Geräten mit erhöhter Brandgefahr verwendet werden. Tabelle II-5-1 zeigt die möglichen Anwendungsbereiche für die verschiedenen Abscheider.



Abbildung II-5-1:
flammdurchschlagsicher geprüfter
Aerosolabscheider der Bauart F1,
Typ FF-2A, (Foto: Walpol GmbH)

Tabelle II-5-1: Anwendungsbereiche für Aerosolabscheider

Küchenbereiche für die ausschließlich Bauart F-1 zulässig ist	Küchenbereiche für die Bauart F-2 zulässig ist
Alle Küchenbereiche mit thermischen Geräten, wie z. B. Garküchen, Cook and Chill	Küchenbereiche zur Speisenvorbereitung
Frontcooking-Bereich	Küchenbereiche zur Speisenausgabe
	Küchenbereiche zur Speisenlagerung
	Spülküchen

Aerosolabscheider müssen aus Chrom-Nickel-Stahl ab Werkstoffnummer 1.4301 oder höherwertig ausgeführt sein.

Als erste Abscheiderstufe in Küchenlüftungsdecken und -hauben muss immer ein Aerosolabscheider eingesetzt werden. Anschließend dürfen auch Filter verwendet werden, in denen sich das abgeschiedene Aerosol ansammeln kann. Eine besondere Bauart stellen Kombinationsabscheider dar, bei denen hinter dem Abscheider ein Metallgestrickfilter angeordnet ist (siehe Abbildung II-5-2). Diese Bauform gewährleistet eine effektivere Abscheidung von Aerosolen.



Abbildung II-5-2:
flammdurchschlagsicher geprüfter
Kombinationsabscheider mit einem
zusätzlichen Metallgestrickfilter
der Bauart F1, Typ FS-20K40,
(Foto: Walpol GmbH)

Sollten in Küchen unterschiedliche Ausführungen von Abscheidern mit gleicher Größe zum Einsatz kommen, z. B. Abscheider der Bauart F-1 über den Kochgeräten und der Bauart F-2 über den Spülmaschinen, sind die Abscheider ausreichend zu kennzeichnen, damit sie beim Wiedereinsetzen in die Hauben/Decken nach einer Reinigung nicht vertauscht werden können.

Aerosolabscheider müssen so gefertigt sein, dass sich in ihnen kein Aerosolat ansammeln und dieses auch nicht auf darunterliegende Küchenbereiche herabtropfen kann.

Abscheider sind mit Griffen zu versehen und sollten so gefertigt sein, dass sie in Gewerbespülmaschinen gereinigt werden können. Die Abmessungen sollten daher nicht mehr als $L \times B = 500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ betragen. Bei Kombinationsabscheidern müssen der Abscheider und der Filter getrennt gereinigt werden können, sie dürfen also nicht fest zusammen verbaut sein.

II-5.2 Effizienz der Abscheidung

Die Euronorm DIN EN 16282-6 enthält keine Anforderungen oder Prüfverfahren für die Effizienz der Abscheidung, wie diese in der DIN 18869-5 enthalten waren. Die Partikelabscheidung bei Aerosolabscheidern beruht auf der Wirkung von Fliehkräften (Zentrifugalkräften), somit hängt das Maß der Abscheidung sowohl von der Anströmgeschwindigkeit als auch von der Masse der abzuschheidenden Partikel ab. Bei gleicher Anströmgeschwindigkeit werden daher schwere Partikel erheblich besser abgeschieden als leichte Partikel. Hohe Anströmgeschwindigkeiten sind ebenfalls in der Lage, die Abscheidung zu verbessern, führen aber zu höherem Strömungsrauschen, sodass dieser Effekt nur begrenzt genutzt werden kann.

Da der Abscheidegrad auch von der Anströmgeschwindigkeit abhängt, sinkt dieser mit geringeren Anströmgeschwindigkeiten. Manche Hersteller geben für ihre Aerosolabscheider Mindestanströmgeschwindigkeiten an, die im Kochbetrieb nicht unterschritten werden dürfen. Diese sind im Kochbetrieb auch bei reduzierten Luftvolumenströmen einzuhalten. Wenn die Lüftungsanlage zu Zeiten außerhalb des Kochbetrieb nur zur Lüftung der Küche verwendet wird, müssen keine Mindestanströmgeschwindigkeiten eingehalten werden.

Manche Hersteller von Aerosolabscheidern geben sehr hohe Abscheidegrade an, meist mehr als 90 %, teilweise sogar fast 100 %. Diese hohen Abscheidegrade werden aber nur bei relativ großen Partikeln von $> 3 - 5 \text{ }\mu\text{m}$ erreicht. Bei Partikeln $< 3 \text{ }\mu\text{m}$ fällt der Abscheidegrad aufgrund der geringen Masse der Partikel stark ab und beträgt bei Partikelgröße von $1 \text{ }\mu\text{m}$ nur noch wenige Prozent, siehe Abbildung II-5-3. Diese Aussage gilt herstellerunabhängig sofern es sich um Aerosolabscheider nach DIN 18869-5 oder DIN EN 16282-6 handelt. Der Effekt der geringen Abscheidung sehr kleiner Aerosolpartikel wirkt sich in der Praxis aber kaum aus, da der überwiegende Massenanteil der beim Kochen erzeugten Aerosole aus Partikeln $\geq 3 \text{ }\mu\text{m}$ besteht.

Die Belastung eines Aerosolabscheiders mit fetthaltigen und anderen Aerosolen ist auch abhängig von der Installationshöhe oberhalb der Kochgeräte. Direkt oberhalb der Kochgeräte angebrachte

Abscheider, wie dies bei Grill- oder Thekenhauben der Fall ist, werden immer stärker belastet sein als Abscheider, die in herkömmlichen Küchenlüftungshauben (Montagehöhe ca. 2,10 m) oder in Küchenlüftungsdecken (Montagehöhe höher als 2,50 m) eingesetzt sind.

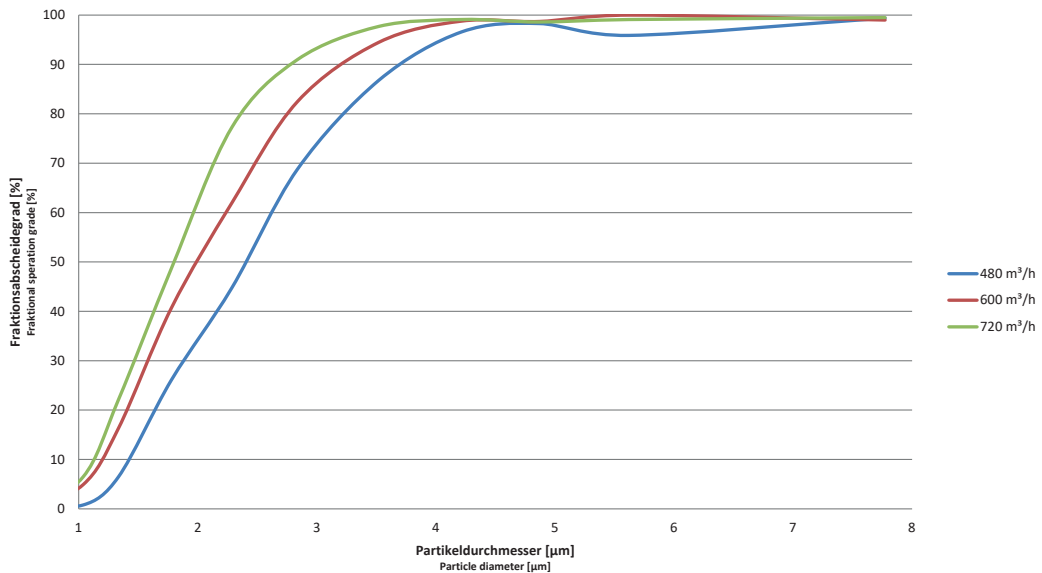


Abbildung II-5-3: Abscheidegrade für Partikel unterschiedlicher Größe eines flammdurchschlagsicher geprüften Aerosolabscheiders Bauart F1, Typ FS-20K40, (Diagramm Firma Walpol GmbH)

Mit steigender Aufstiegshöhe werden gerade größere Partikel „es nicht mehr bis nach ganz oben schaffen“ und ein Teil von ihnen wird vor Eintritt in die Aerosolabscheider zu Boden sinken. Hiermit lassen sich die häufig beobachteten relativ sauberen Aerosolabscheider in Küchenlüftungsdecken erklären.

Um das Maß der Ablagerungen in Abluftleitungen und den darin installierten Komponenten bewerten zu können, wäre es wichtig, die Anzahl bzw. die Masse der in der Abluft enthaltenen Partikel zu kennen. Untersuchungen des Autors im Abluftstrom oberhalb von Fritteusen bei der Zubereitung von Pommes frites, gemessen vor den Aerosolabscheidern einer Thekenhaube, kamen zu den in Tabelle II-5-2 dargestellten Ergebnissen. Auch wenn die Messergebnisse nicht repräsentativ für alle Kochverfahren sein können, sind sie dennoch interessant, da sie Aufschluss über die Größenverteilung der beim Frittieren auftretenden Aerosole liefern.

Tabelle II-5-2: Messung der Partikelgrößen und Auswertung in der Abluft oberhalb von Fritteusen

Partikelgröße	0,3 µm	0,5 µm	1,0 µm	2,5 µm	5,0 µm	10 µm
Partikelanzahl	113.000	50.000	91.000	10.000	3.500	2.200
prozentuale Verteilung	41,9 %	18,5 %	33,7 %	3,7 %	1,3 %	0,8 %
Masse	1.597	3.272	47.646	81.810	229.068	1.151.883
prozentuale Verteilung	0 %	0 %	3 %	5 %	15 %	76 %

Anmerkungen zur Tabelle II-5-2:

Erste Zeile: Durchmesser der gemessenen Partikel

Zweite Zeile: Anzahl der gemessenen Partikel

Dritte Zeile: Prozentuale Verteilung der Partikelanzahl

Vierte Zeile: Zur Abschätzung der Gesamtmasse wurde die Masse der Partikel mit deren Anzahl multipliziert. Für die Berechnung wurde davon ausgegangen, dass sich die Durchmesser proportional zur Masse der Teilchen verhalten würden.

Fünfte Zeile: Prozentuale Verteilung der Masse

Nur geringe Anteile der Aerosolmasse liegen im Bereich sehr kleiner Partikel ($\leq 2,5 \mu\text{m}$), die wegen ihrer geringen Masse in Aerosolabscheidern nicht gut abgeschieden werden. Der überwiegende Anteil der Aerosole wird in den Abscheidern zurückgehalten. Dass es in den Luftleitungen trotzdem zu Verschmutzungen durch Öle und Fette kommt, liegt an den großen Mengen der verwendeten Bratfetten und -ölen, sowie an tierischen Fetten, die beim Braten und Grillen von Fleisch mit in die Abluft gelangen.

Es sind am Markt Abscheider in besonderen Bauausführungen erhältlich, für die auch bei kleinen Partikelfractionen mit hohen Abscheidegraden geworben wird. Bei diesen Abscheidern sind die Anströmgeschwindigkeiten – und damit auch die Druckverluste – und die daraus resultierenden Strömungsgeräusche bedeutend höher als bei Aerosolabscheidern herkömmlicher Bauart. Dies ist bei der Planung zu beachten.

II-5.3 Geräuschmissionen durch Aerosolabscheider

Bei der Durchströmung von Aerosolabscheidern treten abhängig von der Bauform und der Anströmgeschwindigkeit Strömungsgeräusche auf. Diese Strömungsgeräusche werden auch Strömungsrauschen genannt, es addiert sich beim Einsatz mehrerer Aerosolabscheider nach dem Gesetz der Schallpegel-Addition. Die Addition der Schallpegel erfolgt aber nicht rein arithmetisch additiv, sondern es müssen die logarithmischen Werte der Schallpegel addiert werden.

$$L = 10 \lg (10^{L_1} + 10^{L_2} \dots + 10^{L_n})$$

(II-5-1)

Dabei sind:

L : Gesamtschallpegel in dB(A)

$L1$ bis L_n : Schallpegel der einzelnen Schallquellen in dB(A)

Rechenbeispiel:

Ein Aerosolabscheider hat laut Datenblatt bei einem vorgegebenen Volumenstrom einen Schallleistungspegel von 42 dB(A). In einer Haube sind 8 baugleiche Aerosolabscheider vorhanden, es stellt sich die Frage nach dem Gesamt-Schallleistungspegel der 8 Aerosolabscheider.

Für zwei Aerosolabscheider ergibt sich folgender Gesamtschallpegel:

$$L = 10 \cdot \lg (10^{4,2} + 10^{4,2}) = 10 \cdot 4,5 = 45 \text{ dB(A)} \quad (\text{II-5-2})$$

Gemäß dem Additionsgesetz akustischer Pegel von Schallquellen führt eine Verdopplung von Schallquellen mit gleich hohem Pegel immer zu einer Zunahme um +3 dB(A). Dies ergibt:

1 Aerosolabscheider = 42 dB(A), 2 Aerosolabscheider = 45 dB(A)

4 Aerosolabscheider = 48 dB(A), 8 Aerosolabscheider = 51 dB(A)

Dieses Gesetz kann z. B. auch für die Berechnung der Schallpegel mehrerer Luftdurchlässe im selben Raum verwendet werden.

II-5.4 Aerosolabscheider in Sonderbauformen

Von manchen Herstellern von Küchenlüftungshauben oder Küchenlüftungsdecken werden Aerosolabscheider eingebaut, die rein augenscheinlich nicht den üblichen Bauformen entsprechen. In solchen Fällen ist es ratsam, sich die Prüfsertifikate über die bestandene Flammdurchschlagsicherheitsprüfung nach DIN EN 16282 Teil 6 und über die Abscheideeffizienz vorlegen zu lassen. Bei der Verwendung oberhalb von Koch-, Brat- und Grillgeräten muss zumindest die Flammdurchschlagsicherheit nachgewiesen sein, andernfalls dürfen die Aerosolabscheider nicht verwendet werden.



Abbildung II-5-4:
Aerosolabscheider in
Sonderbauform

II–6 Anforderungen an Luftleitungen und Komponenten

In diesem Kapitel soll nur auf solche Luftleitungen und deren Komponenten eingegangen werden, an die beim Einsatz in gewerblichen Küchen besondere Ansprüche gestellt werden. Kenntnisse über die Technik und allgemeine Anforderungen an Lüftungsleitungen, deren Einbauteile und Komponenten werden als bekannt vorausgesetzt.

II–6.1 Luftleitungen, Luftverteilung und Brandschutz

Als Küchenabluftleitungen gelten alle von Küchenabluft durchströmte Bereiche, so auch von Abluft durchströmte Deckenhohlräume, alle in Abluftleitungen eingebauten Komponenten, inkl. Schalldämpfer, und auch die RLT-Geräte. In der Küchenlüftungstechnik werden besondere Anforderungen an Luftleitungen gestellt, da diese im erhöhten Maße mit Feuchtigkeit, Fetten, Ölen und sonstiger, beim Kochen entstehenden Stoffen, in Berührung kommen. Dies gilt für Abluftleitungen von:

- Produktionsküchen,
- Koch-, Brat- und Grillbereichen,
- Frontcooking-Bereichen und eventuell auch Speiseausgaben,
- Spülküchen,
- Speisewarmausgaben.

Anforderungen an Küchenabluftleitungen werden in der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 [2], in der DIN EN 16282-5 [34] und in der Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie M-LüAR [6] beschrieben, wobei die M-LüAR als bauordnungsrechtlich eingeführte Technische Baubestimmung bei der Bauausführung in vielen Gebäuden zu beachten ist. An Küchenabluftleitungen werden immer besondere Anforderungen an den Brandschutz gestellt, diese werden bei Beachtung der M-LüAR eingehalten. Verschiedene Bundesländer hatten oder haben eigene Anforderungen an Küchenabluftleitungen formuliert, welche der M-LüAR entnommen oder aus dieser abgeleitet wurden; von daher wird an dieser Stelle auf die für Küchenabluft wichtigsten Forderungen der M-LüAR eingegangen. Weitergehende Hinweise zur M-LüAR finden sich in Kap. III-2.

II–6.1.1 Anforderungen an die Planung

Luftleitungssystem sollen so dimensioniert und montiert werden, dass Leckagen, Wärmeverluste, Druckverluste und damit auch der Energieverbrauch der Ventilatoren reduziert werden. Begrifflich unterscheidet man zwischen Abluftleitungen, die von der Erfassungsstelle bis zum Ventilator reichen und immer im Unterdruck stehen und Fortluftleitungen, die vom Ventilator bis zur Ausblasung reichen, in denen immer Überdruck herrscht.

Ab- und Fortluftleitungen müssen aerosolatdicht ausgeführt sein. Dies ist dann gegeben, wenn die Leitungen außen trocken bleiben und keine Tropfen oder in anderer Form ausgetretene Stoffe zu

erkennen sind. Um einen möglichen Austritt von Aerosolat zu vermeiden, ist es vorteilhaft, die Falze von Luftleitungen oben anzuordnen. Dies ist allerdings nur bei geschweißten Glattrohren oder eckigen, geraden Luftleitungen möglich. Eckige Formteile haben in der Regel an allen vier Kanten Falze.

Bevorzugt sind gelötete oder geschweißte Rohrleitungsverbindungen zu verwenden. Zulässig sind auch andere Verbindungsarten, die mittels dauerelastischen und gegen Aerosol beständige Dichtungsmaterialien abgedichtet werden. Hierbei ist sicher zu stellen, dass Dichtungsmaterialien die Luftleitung dauerhaft abdichten und zusätzlich beständig gegen die zur Anwendung kommenden Reinigungsmittel und Chemikalien sind.

Ab- und Fortluftleitungen sind möglichst kurz und geradlinig sowie mit Gefälle hin zu gut zugänglichen Stellen zum Auffangen und Ablassen von Kondensat und Reinigungsflüssigkeiten zu verlegen. Stellen, an denen diese Leitungen nach einem Gefälle wieder ansteigen, sind ebenfalls mit verschließbaren Kondensatablassrichtungen zu versehen. Hierfür können Ablasshähne oder Verschlussstopfen verwendet werden.

Ab- und Fortluftleitungen sind mit Reinigungs- und Inspektionsöffnungen zu versehen. Auf die Lage, Größe und Anzahl der Öffnungen wird im Kapitel II-8 „Inspektion und Reinigung“ ausführlich eingegangen.

Sollten Lüftungsleitungen sichtbar in Küchen verlegt werden, besteht die Gefahr, dass an deren Oberflächen Feuchtigkeit aus der Küche kondensiert und auf Lebensmittel oder Kochbereiche herabtropfen könnte. Die äußeren Oberflächen dieser Leitungen müssen glatt, wasserundurchlässig, abwaschbar und desinfizierbar sein. Die Leitungsoberflächen sollten vorzugsweise aus Edelstahl gefertigt sein; verzinkte Bleche sind dauerhaft mit Farbe zu beschichten. Äußere Bereiche, in denen sich Schmutz oder Kondensat ansammeln können, sind zu vermeiden. Solche Bereiche könnten beispielsweise Luftspalten zwischen den Oberkanten von Luftleitungen und der Raum- oder einer Zwischendecke sein. Diese Luftspalten sind dann so auszuführen, dass sie gereinigt werden können. Besser ist es allerdings, diese seitlich bis zur Decke durch Verblechen zu verschließen.

Gemäß der Euronorm [34] soll die Luftgeschwindigkeit in Luftleitungen in einem Bereich von 3 m/s bis 6 m/s liegen. Dem Autor erscheinen Luftgeschwindigkeiten in senkrechten Steigeschächten oder außen liegenden Luftleitungen von bis zu 10 m/s noch zulässig zu sein. Den erhöhten Druckverlusten – und einer damit eventuell geringfügig höheren Leistungsaufnahme des Abluftventilators – stehen Platz- und Kostenersparnisse wegen der geringeren Leitungsquerschnitte gegenüber.

Aus Küchenabluft- und Fortluftleitungen gewerblicher Küchen sollen keine Gerüche in das Gebäude gelangen. Abluftventilatoren sollten im Freien oder, sofern dies nicht möglich ist, nahe an der Außenfassade oder im Dachraum installiert werden. Die Luftdichtheit dieser Leitungen muss mindestens der Luftdichtheitsklasse C nach EN 12237 oder EN 1507 entsprechen. In der neuen europäischen Norm DIN EN 16798-3 [10] wird die Dichtheitsklasse C jetzt als „ATC 3“ bezeichnet.

Häufig werden in Küchen Anlagen zur Aerosolnachbehandlung (Abluftreinigungsanlagen), wie zum Beispiel Ozongeneratoren, UV-C-Anlagen, Plasmaanlagen u. a. m., eingesetzt. Die meisten dieser Anlagen erzeugen Ozon oder andere der menschlichen Gesundheit nicht zuträgliche Stoffe. Um ein Austreten von Essensgerüchen und durch eventuell vorhandenen Abluftreinigungsanlagen erzeugte Stoffe in das Gebäude auszuschließen, sind im Gebäude verlaufende Küchenabluftleitungen immer im Unterdruck zu betreiben. Zulässig ist Überdruck in Fortluftleitungen innerhalb des Gebäudes nur, wenn die Fortluftleitungen aus Lüftungszentralen oder speziellen Aufstellräumen für Abluftventilatoren direkt ins Freie geführt werden.

II-6.1.2 Materialauswahl

Lüftungsleitungen, an denen sich im besonderen Maße brennbare Stoffe ablagern können – was bei allen oben aufgeführten Abluftleitungen der Fall ist – müssen aus nicht brennbaren Baustoffen errichtet werden. Dies gilt auch für alle Bekleidungen und Dämmstoffe dieser Luftleitungen.

Flexible Aluminiumleitungen dürfen in Küchenabluftleitungen nicht verwendet werden, auch nicht als kurze Anschlussstücke.

Wickelfalzrohre sind als Küchenabluftleitungen zulässig, sofern der Hersteller sein Produkt für Küchenabluft freigibt. Manche Hersteller dichten die Falze von Küchenabluftleitungen mit zusätzlichen Dichtschnüren ab, damit die Falze dauerhaft aerosolatdicht bleiben.

Es kann unter Umständen sinnvoll sein, Abluftleitungen in kalten Gebäudezonen zur Verringerung der Kondensatbildung zu dämmen.

Abluftleitungen von Spülmaschinen können aus schwer entflammaren Baustoffen bestehen und mit solchen gedämmt werden, siehe das nachstehende Kapitel II-6.1.3.

II-6.1.3 Verwendung schwer entflammbarer Baustoffe

Abluftleitungen von Spülmaschinen können aus schwer entflammaren Baustoffen (zum Beispiel PP bzw. PPs) hergestellt werden. Diese sind gegen die auf metallische Oberflächen korrosiv wirkenden Salze und Spülmittel besser beständig als Leitungen aus verzinktem Stahlblech oder auch aus Edelstahl. Auch ist es oftmals leichter, Leitungen aus Kunststoff dauerhaft aerosolatdicht herzustellen.

Bei der Verwendung von Abluftleitungen aus Kunststoff ist sicherzustellen, dass diese zur Brandentstehung nicht beitragen und eine Brandweiterleitung durch feuerwiderstandsfähige raumabschließende Bauteile ausgeschlossen wird. Hierzu sind beispielsweise geeignete Brandschutzklappen einzubauen, die gegen die in den Spülmaschinen verwendeten Salze beständig sind. Die Hersteller bieten hierzu Brandschutzklappen mit beschichteten Oberflächen und mit speziell beschichteten Klappenblättern an. Es ist auch möglich, Leitungen aus Kunststoff feuerwiderstandsfähig mit Platten aus Kalziumsilikat zu bekleiden. Hierbei ist es unbedingt erforderlich, nur solche Fabrikate einzusetzen, für die auch die erforderlichen Nachweise für die Verwendung und den

Einbau nach MVV TB vorliegen. Diese sind eine CE-Kennzeichnung und Leistungserklärung für die Brandschutzplatten und zusätzliche Nachweise für deren Zusammenbau; in der Regel ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder eine allgemeine Bauarten Genehmigung. Die Verlegung von Kunststoffleitung in einem ausreichend feuerwiderstandsfähigen Schacht ist ebenfalls möglich. Nicht möglich ist eine Bekleidung von Kunststoffleitungen mit Mineralwolle (1000-Grad-Wolle), wie diese in der DIN 4102-4 für Stahlblechleitungen beschrieben wird. Weitere Hinweise zu diesem Thema enthält Kap. II-6.4.

Der Anschluss einer Abluftleitung einer Spülmaschine aus schwer entflammaren Baustoffen an die Abluftleitung aus nicht brennbaren Baustoffen einer warmen Küche erscheint allenfalls in Ausnahmefällen zulässig. Dies könnte dann der Fall sein, wenn sich die Spülmaschine und die Kochgeräte im selben Raum befinden, was dies beispielsweise in Restaurantküchen häufig vorkommt. Diese Ausführung sollte dann aber im Brandschutzkonzept beschrieben und im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens genehmigt werden.

II-6.2 Luftdurchlässe für Zu- und Abluft

Normative Vorgaben zu Luftdurchlässen in Küchen enthält die Norm DIN EN 16282-4 [44]. Die Euronorm fordert für alle in Küchen verwendeten Luftdurchlässe frontseitige Regulierungsmöglichkeiten der Luftvolumenströme mittels integrierter Einstellvorrichtungen. Ausgenommen von dieser Forderung sind Aerosolabscheider in Küchenlüftungshauben und -decken.

Die verwendeten Werkstoffe müssen fäulnisbeständig, nicht porös, abriebbeständig, lebensmittelneutral, sowie beständig gegen Reinigungs- und Desinfektionsmittel sein.

Alle Luftdurchlässe müssen zur Vermeidung nicht hygienischer Ablagerungen flächenbündig eingebaut werden.

Alle Innenflächen sollten glatt sein. Werden aus akustischen oder thermischen Gründen Dämmmaterialien verwendet, müssen deren Oberflächen abriebbeständig und nicht hygroskopisch sein.

Bodennah eingebaute Luftdurchlässe müssen so gefertigt sein, dass sich Spritz- oder Schwallwasser in ihnen nicht ansammeln kann. Zusätzlich müssen sie mindestens 20 cm über dem Fertigfußboden installiert sein.

Die zur Herstellung von Luftdurchlässen in Küchen zulässigen Werkstoffe und Materialien sind in der nachstehenden Tabelle wiedergegeben.

Textile Luftdurchlässe können in Küchen zur Zuluftbringung verwendet werden. Auf deren regelmäßige Reinigung gemäß den Herstellerangaben, mindestens jedoch halbjährlich, ist zu achten. Zur Aufrechterhaltung der Hygiene sind textile Luftdurchlässe bei mindestens 60 °C für mindestens 15 Minuten zu waschen.

Tabelle II-6-1: Werkstoffe für Luftdurchlässe, Werte gemäß DIN EN 16282-4

Bauelement	Werkstoff	Oberfläche
Befestigung/Aufhängung	Stahl nichtrostend	
	Stahl	verzinkt
Anschlussstutzen	Stahl nichtrostend	
Luftsammelkasten	Stahl	verzinkt
Zuluftverteiler (außer Quellluftdurchlässe)	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
Quellluftdurchlass, alle Bauteile	Stahl nichtrostend	
großflächige Zuluftverteilung	Stahl nichtrostend	
	Stahl	verzinkt oder beschichtet
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
	Textilgewebe (selbstverlöschend)	
	Kunststoff	
Frontrahmen Zuluftdurchlass	Stahl nichtrostend	
	Stahl	verzinkt oder beschichtet
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
Luftverteilelemente	Stahl nichtrostend (im Sichtbereich)	
	Stahl	verzinkt oder beschichtet
	Aluminium	eloxiert oder beschichtet
	Kunststoff	

II-6.3 Reinigung von Küchenabluftanlagen

Küchenabluftanlagen müssen in Abhängigkeit von deren Aerosolbelastungen regelmäßig gereinigt werden. Erforderliche Reinigungsintervalle reichen von Zeiträumen von zwei- bis dreimal pro Jahr bis zu einmal alle drei bis fünf Jahre. Damit alle Leitungsanlagen, deren Einbauten und die Ventilatoren zur Reinigung ausreichend zugänglich sind, ist im Zuge der Planung ein Reinigungskonzept zu erstellen und die Lage und Größe der Reinigungsöffnungen festzulegen. Es ist zu empfehlen, hierfür auf die Unterstützung einer auf die Reinigung von Küchenabluftanlagen spezialisierten Firma zurückzugreifen, welche sich mit den in Frage kommenden Reinigungsmethoden auskennt und die Lage und Größe von Revisionsöffnungen und Kondensatablaufstellen angeben kann.

Das Reinigungskonzept wird insbesondere benötigt, damit die Zugänglichkeit zu den Reinigungsöffnungen auch nach der Inbetriebnahme des Gebäudes gegeben ist und der Zugang nicht durch abgehängte Decken, Kabeltrassen, Rohrleitungen oder andere Einbauten behindert wird. Der für

die Reinigung erforderliche Platzbedarf ist dabei mit den anderen Gewerken zu koordinieren und in der Bauausführung zu berücksichtigen.

Oftmals wird bei der Planung auf eine Festlegung der Lage und Größe von Reinigungs- und Inspektionsöffnungen mit dem Hinweis verzichtet, dass die mit der Reinigung beauftragten Firmen sich ihre Öffnungen selbst herstellen würden. Das Problem hieran ist: Was machen die Firmen, wenn sie an diese Stellen nicht mehr herankommen? Wie soll eine Inspektion der Abluftanlage stattfinden, wenn keine Inspektionsöffnungen vorhanden sind?

Weitere Informationen zur Reinigung von Küchenabluftanlagen sind in VDI-Richtlinie 2052-2 Raumlufttechnik – Küchen – Reinigung von Abluftanlagen vom Januar 2022 [45] enthalten.

II–6.3.1 Reinigungsöffnungen

Anforderungen an die Lage und Anzahl von Reinigungs- und Inspektionsöffnungen in Küchenabluft- und -fortluftleitungen werden in den Euronormen DIN EN 16282-1 [3] und DIN EN 16282-5 [34], in der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 [2] und – von besonderer bauordnungsrechtlicher Relevanz – in der Muster-Lüftungsanlagen Richtlinie (M-LüAR) [6] formuliert. In dieser Richtlinie werden an die Lage und Anzahl von Reinigungsöffnungen die nachstehenden Anforderungen gestellt:

- Abluftleitungen müssen an jeder Richtungsänderung, vor und hinter Absperr- und Brandschutzklappen und in ausreichender Anzahl in gerade geführten Leitungsabschnitten Reinigungsöffnungen haben.
- Im Bereich der Aerosolabscheider und anderer Fettabscheideeinrichtungen sind Reinigungsöffnungen erforderlich, sofern nicht eine Reinigung dieses Leitungsbereichs von der Abzugseinrichtung aus möglich oder durch technische Maßnahmen eine ausreichende Reinigung sichergestellt ist.
- Die Abmessung der Reinigungsöffnungen muss mindestens dem lichten Querschnitt der Abluftleitung entsprechen; es genügt jedoch ein lichter Querschnitt von maximal 3600 cm² herzustellen (dies entspricht 60 cm × 60 cm).
- Die Abluftleitungen müssen an geeigneter Stelle Einrichtungen zum Auffangen und Ablassen von Kondensat und Reinigungsmitteln haben.
- Es wird empfohlen, Reinigungsöffnungen seitlich oder oben anzuordnen.

Abweichend zu den Anforderungen der M-LüAR ist es statthaft, die Anzahl und die Positionierung der Reinigungsöffnungen zu reduzieren, sofern durch das Reinigungskonzept eine effektive Reinigung und Inspektion der Anlage sichergestellt wird.

II–6.3.2 Reinigungskonzept

Im Rahmen der Planung der Küchenlüftungsanlage ist ein Reinigungskonzept zu erstellen. In diesem Reinigungskonzept sind mindestens die nachfolgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Festlegung geeigneter Reinigungsverfahren, abgestimmt auf die Anlage und deren Komponenten

- Lage, Art und Größe aller zur Reinigung benötigten Reinigungsöffnungen und Kondensatablassstellen
- der für die Inspektion und Reinigung erforderliche Platzbedarf
- die Sicherstellung einer ausreichenden Zugänglichkeit zu den Reinigungsöffnungen, auch unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit
- die für das Reinigungsverfahren erforderlichen Gewichtslasten, zum Beispiel dann, wenn die Luftleitungen zur Reinigung begangen werden müssen oder besonders schwere Reinigungsgeräte zum Einsatz kommen sollen

Alle für die Reinigung relevanten Informationen sind in den Revisionsplänen und -unterlagen anzugeben. Luftleitungsabschnitte, die zur Reinigung demontiert oder von innen begangen werden müssen, sind statisch ausreichend auszulegen und zu befestigen sowie in den Revisionsunterlagen separat zu kennzeichnen.

II–6.4 Feuerwiderstandsfähige Bekleidungen von Luftleitungen

Küchenabluft- und -fortluftleitungen aus Stahlblech können zur Verhinderung einer Brandweiterleitung in vom Brand nicht betroffene Bereiche feuerwiderstandsfähig bekleidet werden. Selbständige Luftleitungen aus Brandschutzbauplatten dürfen wegen der bei Küchenabluft immer zu erwartenden Belastung mit Fetten, Ölen und Feuchtigkeit nicht verwendet werden.

Bei der Auswahl der verwendeten Baustoffe ist darauf zu achten, dass sie über die benötigten bauordnungsrechtlichen Nachweise verfügen. Grundsätzlich können verschiedene Systeme zur feuerwiderstandsfähigen Bekleidung von Stahlblechleitungen verwendet werden:

1. Bekleidungen mit Kalziumsilikatplatten und Anwendbarkeitsnachweis
2. Bekleidungen mit mineralischen Dämmstoffen nach DIN 4102-4: 2016-05, Abschnitt 11.2

II–6.4.1 Bekleidungen mit Kalziumsilikatplatten und Verwendbarkeitsnachweis

Bei den am Markt erhältlichen und dem Autor bekannten Konstruktionen handelt es sich um Brandschutzbauplatten aus Kalziumsilikat, mit denen eckige Lüftungsleitungen aus Stahlblech bekleidet werden können. Hierfür sind Plattenstärken von 35 mm ausreichend. Die bauaufsichtlichen Anforderungen für den Einbau werden in der MVV TB unter Abschnitt C 4.4 beschrieben.

Der bauaufsichtliche Anwendbarkeitsnachweis für den Zusammenbau der Brandschutzbauplatten erfolgt mit einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis (abP), für maximale Querschnitte der Innenleitungen bis zu $b \times h$ 1600 mm x 1095 mm. Die Feuerwiderstandsklasse beträgt 90 Minuten (EI 90).

Das allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnis unterscheidet nicht zwischen Luftleitungen für Raumluft und Ab- und Fortluftleitungen gewerblicher Küchen, so dass gemäß diesem abP auch für Kü-

chenabluftleitungen Plattenstärken von 1 x 35 mm ausreichend sind. Im Montagehandbuch beschreibt der Hersteller bei der Bekleidung von Küchenabluftleitungen Konstruktionen mit $d = 50$ mm oder zwei Lagen mit Kalziumsilikatplatten $d = 35$ mm, die versetzt angeordnet werden müssen. Begründet werden die größeren Wandstärken durch die höhere mögliche Belastung der Küchenabluft durch Fettpartikel. Diese könnten zu brennbaren Ablagerungen in den Abluftleitungen führen, so dass bei hohen inneren Brandlasten ein Versagen der geprüften Konstruktion mit Wandstärken von 35 mm nicht mehr auszuschließen wäre. Dem ist entgegenzuhalten, dass Küchenabluftleitungen regelmäßig inspiziert und bei Bedarf gereinigt werden müssen, damit sich in diesen keine Ablagerungen in einem brandgefährlichen Maße bilden. Der Autor sieht keine Notwendigkeit, Küchenabluftleitungen mit Plattenstärken von mehr als 35 mm zu bekleden, da dies bauordnungsrechtlich nicht gefordert ist.

Die Planung und die Montage von feuerwiderstandsfähigen Bekleidungen von Lüftungsleitungen sind sehr anspruchsvoll. Die zu bekleidenden Luftleitungen müssen die nachstehend aufgeführten Eigenschaften aufweisen:

- Es dürfen nur rechteckige Luftleitungen aus Stahlblech nach DIN 1507: 2006-07 mit den maximal im Prüfzeugnis genannten Abmessungen bekleidet werden,
- die Luftdichtheitsklasse der Luftleitungen muss zumindest der Klasse A nach DIN EN 1507 entsprechen, dies ist ATC 5 nach DIN EN 16798-3,
- die maximalen Über- und Unterdrücke in der Luftleitung dürfen ± 500 Pa. betragen,
- die Lüftungsleitungen müssen aus gefalteten Blechkanälen und gefalteten Blechkanalstücken nach DIN EN 1505 hergestellt werden. Die Blechdicke soll bei vierseitigen Bekleidungen 0,8-1,2 mm betragen,
- die Winkel-Flanschverbindungen sind mit zusätzlichen Klemmschienen vorzunehmen.

Bei der Planung und Montage der feuerwiderstandsfähigen Bekleidungen sind nachstehende Aspekte besonders zu beachten:

- Durchführungen durch massive Wände, Trennwände in Metallständerbauweise oder durch Decken müssen genau wie im abP beschrieben vorgenommen werden. Hierbei kommt es häufig zu nicht genehmigungsfähigen Abweichungen in der Ausführung, die bei einer Prüfung durch Sachverständige bemängelt werden müssen.
- Für die Abhängung dürfen Gewindestangen $\geq M8$ aus Stahl und Stahl L-Profile 50 x 50 x 3 mm oder Montageschienen 41/3 bzw. 40/60 verwendet werden. Die Bemessung der Gewindestangen hat für den Brandfall mit Zugspannungen von nicht mehr als 6 N/mm² zu erfolgen. Abhängungen mit mehr als 1,5 m Höhe müssen brandschutztechnisch bekleidet werden.
- Es dürfen nur Dübel aus Stahl $\geq M8$ verwendet werden, die für den Untergrund zugelassen sind und über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder einer europäischen technischen Bewertung (ETA) verfügen. Alternativ können Dübel nach DIN 4102-4: 1994-03 verwendet werden.
- Die Durchmesser der Gewindestangen und der Dübel sind für 90 Minuten Feuerwiderstandsdauer statisch zu bemessen.

- Abhängungen sind in geraden Luftleitungen im Abstand von maximal 1250 mm erforderlich und zusätzlich unter allen Formteilen.
- Im Bereich aller Stöße sind die Platten stirnseitig vollflächig zu verkleben und zusätzlich mit Stahlklammern oder Schrauben untereinander zu befestigen. An den Stellen der Plattenstöße sind umlaufende Muffen aus 10 mm starken Streifen herzustellen.
- Oberhalb von feuerwiderstandsfähig bekleideten Luftleitungen verlaufende Konstruktionen sind brandsicher zu befestigen, damit diese im Brandfall die Bekleidungen nicht beschädigen.
- Abhängig von der Ausführung (einseitige-, zweiseitige-, dreiseitige oder vierseitige Bekleidung) und von den maximalen Leitungsquerschnitten werden unterschiedliche Anforderungen an die Konstruktionen gestellt.

Die Aufzählungen sind nicht vollständig, sie sollen lediglich verdeutlichen, wie detailliert die Anforderungen an die Montage der feuerwiderstandsfähigen Bekleidungen im abP beschrieben werden. Abweichungen sind nur im geringen Maße möglich. Diese müssen vom Hersteller als „nicht wesentliche Abweichung vom allgemeinen bauaufsichtliche Prüfzeugnis“ freigegeben werden.

Küchenlüftungsleitungen müssen in regelmäßigen Abständen gereinigt werden. Zur Reinigung werden in Luftleitungen und den feuerwiderstandsfähigen Bekleidungen relativ große und zahlreiche Revisionsöffnungen benötigt. Revisionsöffnungen aus Kalziumsilikatplatten sind sehr stoßempfindlich. Bei der Herstellung der Revisionsöffnungen ist darauf zu achten, dass diese genau gemäß den Herstellerangaben erfolgt, sodass sie sich auch mehrfach ohne Beschädigungen öffnen und wieder schließen lassen.

Bei Lüftungsleitungen von gewerblichen Küchen besteht die Besonderheit, dass nach M-LüAR generell ab Austritt der Küche die Ausführung der Lüftungsleitungen mit der Feuerwiderstandsklasse L 90 (oder mit einer europäisch gleichwertigen Klassifizierung) ausgeführt werden muss. L 90-Lüftungsleitungen müssen an Bauteilen mit der gleichen oder einer höheren Feuerwiderstandsfähigkeit befestigt werden. In Gebäudeteilen, in denen an Decken und Trennwände geringere Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit gestellt werden, wie zum Beispiel F 30 oder F 60, kann gemäß abP eine feuerwiderstandsfähige Bekleidung in L 90 Qualität nicht befestigt werden. Die höchst mögliche Feuerwiderstandsklasse der Bekleidung wäre dann die des Befestigungsuntergrundes. Das Schutzziel bei Küchenlüftungsleitungen ist die Verhinderung eines Brandüberschlags von innen nach außen, zum Beispiel bei einem Fettbrand. Von daher kann davon ausgegangen werden, dass es bauaufsichtlich ausreichend ist, die Abhängungen der L 90-Lüftungsleitungen gemäß dem abP auszuführen, auch wenn dies an Anbauteilen mit geringerer Feuerwiderstandsfähigkeit erfolgt.

Vertiefende Informationen zu diesem Thema und zum Brandschutz von Lüftungsanlagen finden sich im Kommentar zu der Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie der Autoren Lippe, Czepuck, Mertens, Vogelsang [42].

Vor der Ausführung ist es empfehlenswert, die Planung einer feuerwiderstandsfähigen Bekleidung von Küchenabluftleitungen dem Prüfsachverständigen der Lüftungsanlage zur Prüfung vorzulegen.

II-6.4.2 Bekleidungen aus Mineralwolle mit allgemeinem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis

Rechteckige Luftleitungen mit den maximalen Abmessungen $b \times h = 1250 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$ können mit Mineralfaserplatten mit einer Materialstärke von 80 mm feuerwiderstandsfähig bekleidet werden. Für runde Luftleitungen mit Durchmessern von bis zu 315 mm gibt es feuerwiderstandsfähige Mineralwollschalen, ebenfalls mit einer Materialstärke von 80 mm. Die verwendete Mineralwolle ist nicht brennbar und hat einen Schmelzpunkt von $> 1000 \text{ °C}$. Für beide Konstruktionen besitzt der Hersteller der feuerwiderstandsfähigen Bekleidungen allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP).

Die Anforderungen an die eckigen Luftleitungen entsprechend weitgehend denen im vorangehenden Kapitel beschrieben. Da nicht alle Details gleich sind, sollte im Zuge der Planung und der Ausführung das abP gründlich durchgelesen werden. Das Lesen lediglich der Montageanleitung des Herstellers hält der Autor für nicht ausreichend, da dort nicht alle Details beschrieben werden.

In rechteckigen Luftleitungen sind die Größen von Revisionsöffnungen auf die maximalen Abmessungen von $l \times b = 400 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ beschränkt. Da nach M-LüAR Abs. 8.4 die Abmessungen der Revisionsöffnungen zumindest dem lichten Querschnitt der Abluftleitung entsprechen müssen, dürfen nur relativ kleine Küchenabluftleitungen (maximal von $l \times b = 400 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$) mit diesem System feuerwiderstandsfähig bekleidet werden. Dies schränkt den Einsatz in Küchenabluftleitungen stark ein.

Das allgemeine Prüfzeugnis für runde Luftleitungen erlaubt keinen Einbau von Revisionsöffnungen. Von daher können diese entweder gar nicht oder nur sehr eingeschränkt, in Teilstücken mit dem geprüften System feuerwiderstandsfähig bekleidet werden.

II-6.4.3 Bekleidungen nach DIN 4102-4

Nach DIN 4102-4: 2016-05, Abschnitt 11.2.6 „Lüftungsleitungen aus Stahlblech mit äußerer Dämmschicht“ dürfen Luftleitungen mit rechteckigen und runden Querschnitten mit äußeren Dämmschichten aus Mineralwolle feuerwiderstandsfähig L 30 bis L 120 bekleidet werden. Eines zusätzlichen Anwendungsnachweises bedarf es nicht, sofern die Bekleidungen genau in Übereinstimmung mit der Norm errichtet werden. Auf diese Art der feuerwiderstandsfähigen Bekleidung wird im Weiteren nicht eingegangen, da die zu bekleidenden Luftleitungen keine Revisionsöffnungen enthalten dürfen und damit in Küchenabluftleitungen nur sehr begrenzt oder gar nicht eingesetzt werden können.

II-6.5 Brandschutzklappen

Bei der Verwendung von Brandschutzklappen in der Abluft von Küchen sind einige Besonderheiten zu beachten. Dies betrifft in besonderem Maße Brandschutzklappen für fetthaltige Abluft von Grill-, Back- und Kochbereichen und auch von Spülmaschinen.

In der Küchenzuluft und für nicht fettbelastete Raumabluft können die üblichen, in der Lufttechnik bekannten Brandschutzklappen nach EN 15650 [46] mit CE-Kennzeichnung und Übereinstimmungserklärung gemäß Montageanleitung verwendet werden.

II-6.5.1 Brandschutzklappen für fetthaltige Küchenabluft

In Abluft- und Fortluftleitungen aus Bereichen, in denen warme Speisen zubereitet werden, dürfen nur spezielle für Küchenabluft zugelassene Brandschutzklappen eingebaut werden. Dies gilt unabhängig davon, ob die Abluft in irgendeiner Weise gereinigt, gefiltert oder behandelt wird. Also sind auch beim Einsatz von UV-C- und Plasmaanlagen, auch in Kombination mit Filtern und/oder Aktivkohlekatalysatoren, spezielle, für Küchenabluft geprüfte Brandschutzklappen zu verwenden. Hierzu werden von unseriösen oder unwissenden Herstellern von Abluftreinigungsanlagen schon seit Jahren immer wieder falsche Angaben gemacht, etwa:

- dass auf Brandschutzklappen ganz verzichtet werden könne, weil die Abluft ja nun nicht mehr brennbar wäre, oder aber
- dass aus demselben Grund herkömmliche Brandschutzklappen nach DIN EN 15650 verwendet werden könnten.

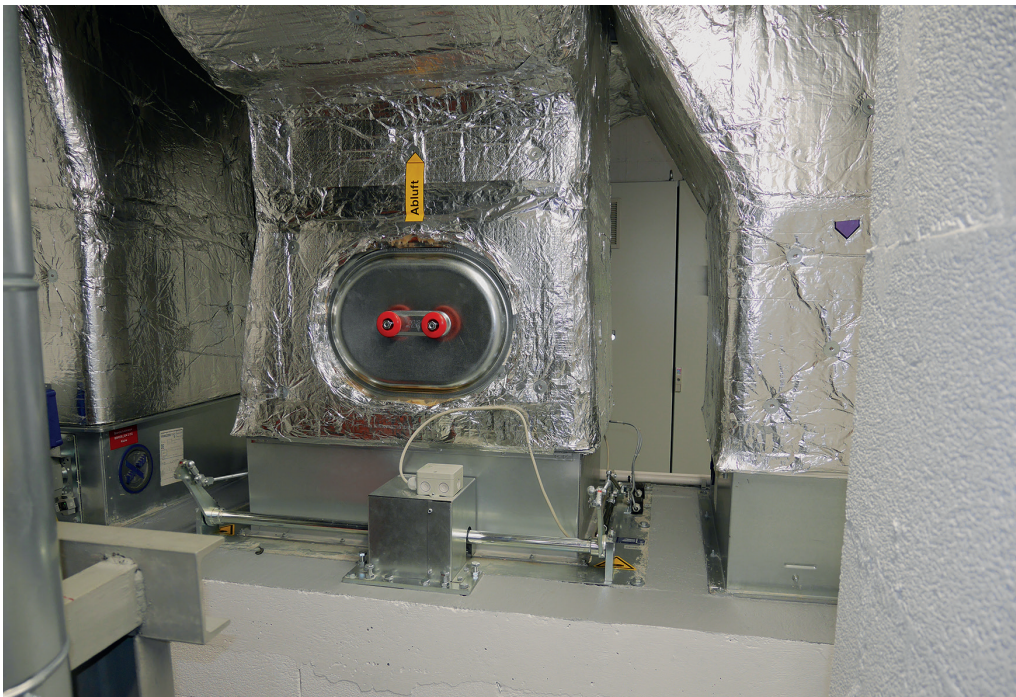


Abbildung II-6-1: Brandschutzklappe für Küchenabluft mit dem erforderlichen Revisionsdeckel in der Luftleitung

Dass diese Aussagen falsch sind, geht ganz eindeutig aus der Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie M-LüAR und der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) [36] hervor. So ist in der MVV TB in Anhang 14 unter Ziffer 6.3.2 nachzulesen, dass Brandschutzklappen nach DIN EN 15650 nicht in Ab- oder Fortluftleitungen von gewerblichen Küchen verwendet werden dürfen. Brandschutzklappen für Küchenabluft benötigen daher einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis nach § 17 bis § 20 Musterbauordnung (MBO) [23]. In der Regel ist dies eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ).

Auch das Argument, dass mittels einer Küchenabluftreinigungsanlage gereinigte Luft gar keine Küchenabluft mehr wäre, zieht nicht, da alle Küchenabluftreinigungsanlagen chemische Stoffe einsetzen oder erzeugen. Brandschutzklappen nach EN 15650 dürfen jedoch nicht in mit Chemikalien belasteter Abluft eingesetzt werden, wenn diese schädigende oder korrosive Wirkungen auf diese ausüben könnten.

Brandschutzklappen für Küchenabluft mit abZ werden ohne intumeszierenden Dichtungen hergestellt. Da sie auch im verschmutzten Zustand sicher schließen müssen, ist Ihre Konstruktion bedeutend aufwendiger als die üblicher Brandschutzklappen nach DIN EN 15650. Aufgrund der aufwendigeren Herstellung, der geringeren Stückzahlen und der hohen Kosten für die Brandprüfungen sind solche Brandschutzklappen sehr viel teurer als normale Brandschutzklappen.

Bisher (Stand Frühjahr 2023) sind noch keine Brandschutzklappen für Küchenabluft mit CE-Kennzeichnung nach einer europäisch harmonisierten Norm erhältlich. Damit dürfen in Deutschland lediglich Brandschutzklappen mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) für die Verwendung in der Abluft von gewerblichen Küchen eingesetzt werden. Der Einsatz dieser Brandschutzklappen weicht erheblich von den üblichen Brandschutzklappen nach EN 15650 ab; daher sollten sich die Planer und Errichter von Küchenabluftanlagen unbedingt die abZ und die Montageanleitung des Herstellers genau durchlesen. Einige dieser Besonderheiten werden nachfolgend aufgezählt:

1. Die Brandschutzklappe darf ausschließlich in Ab- oder Fortluftleitungen von gewerblichen Küchen verwendet werden.
2. An diese Leitungen dürfen nur weitere Ab- oder Fortluftleitungen gewerblicher Küchen angeschlossen werden, dazu gehören auch Speiseausgaben.
3. Zur Gewährleistung der einwandfreien brandschutztechnischen Funktion der Brandschutzklappe müssen bei deren Auslösung die Ventilatoren der Ab- oder Fortluftanlage abgeschaltet werden.
4. Sofern eine elektrische Auffahrhilfe angebaut ist, darf diese nicht für den täglichen Lüftungsbetrieb verwendet werden. Sie dient lediglich dazu, die Klappe nach einer Inspektion oder Reinigung wieder zu öffnen.
5. Eine Reinigung muss je nach Verschmutzungsgrad, aber mindestens alle 6 Monate durchgeführt werden. Eine Wischreinigung mit in Lebensmittelbereichen zulässigen, auch fettlösenden Reinigungsmitteln ist zulässig.
6. Unzulässige Reinigungsverfahren sind: mechanisch, mittels Hochdruck- oder Heißdampfreinigungsgeräten, mit automatischen Bürstenkonstruktionen (Mulchen), mit säurehaltigen oder stark basischen Reinigungsmitteln.

In den Luftleitungen sind für die Reinigung ausreichend große Reinigungsöffnungen einzubauen. Die Reinigung muss problemlos ausgeführt werden können. Hierfür ist auf eine gute Zugänglichkeit zu der Brandschutzklappe und zu den Revisionsöffnungen zu achten. Eine gute Zugänglichkeit ist auch deshalb wichtig, da die Klappen regelmäßig inspiziert und die Funktion überprüft werden muss. Da sich das manuelle Öffnen der Brandschutzklappen bei manchen Konstruktionen als schwierig erweist, ist der Einbau einer elektrischen Auffahrhilfe empfehlenswert. Der Einbau der Brandschutzklappe kann in horizontaler oder vertikaler Einbaulage für eine Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten erfolgen. Es gibt geprüfte Einbauvarianten für:

- massive Wände mit einer Mindestdicke von 100 mm aus Beton, Porenbeton oder Leichtbeton,
- massive Wände mit einer Mindestdicke von 100 mm aus Mauerwerk,
- massive Decken mit einer Mindestdicke von 100 mm,
- in Metallständerwänden mit einer Mindestdicke von 90 und 100 mm, mit beidseitiger Bekleidung und mit abP,
- in Wänden mit einer Mindestdicke von 100 mm aus Gipsbauplatten,
- in Brandwände mit einer Mindestdicke von 100 mm als Metallständerwände mit beidseitiger Bekleidung und abP.

Da die verschiedenen Hersteller nicht alle die gleichen Einbauvarianten nachgewiesen haben, ist es unbedingt erforderlich, bei der Auswahl eines Fabrikats bzw. bei einem Fabrikatwechsel zwischen Planung und Ausführung die vorgesehene Einbauvariante anhand der abZ zu überprüfen.

Einbauvarianten außerhalb von Wänden, als Vorwandkonstruktionen, über oder unter Decken wurden bisher noch nicht nachgewiesen und dürfen daher nicht gebaut werden.

Im Abstand von 500 mm sind vor und hinter den Brandschutzklappen thermisch-elektrische Auslöseeinrichtungen einzubauen. Sind die Brandschutzklappen in einem feuerwiderstandsfähigen Schacht (F90) eingebaut, kann auf die Auslöseeinrichtung im Schacht verzichtet werden. Selbstverständlich müssen auch alle Auslösevorrichtungen für eine Inspektion, Reinigung und einen eventuellen Austausch ausreichend zugänglich sein.

Grundsätzlich dürfen nach M-LüAR Abs. 8.4 nur Küchenabfluthauben oder -decken aus derselben Küche an eine Brandschutzklappe angeschlossen werden. Dabei können mehrere Küchenabfluthauben aus demselben Raum an eine Brandschutzklappe angeschlossen werden. Die abZ der Hersteller von Küchenbrandschutzklappen erlauben inzwischen auch, die zu der Küche gehörenden Speiseausgabetheken an der Küchenabluftleitung anzuschließen, wobei die in der abZ gemachten Vorgaben selbstverständlich einzuhalten sind.

Sollten aber Küchenabfluthauben aus verschiedenen Räumen, die zur selben Küche gehören, angeschlossen werden, muss die Zulässigkeit dieser Variante unbedingt anhand der abZ und der Montageanleitung des Herstellers geprüft werden. Auch hierzu können von verschiedenen Herstellern unterschiedliche Vorgaben gemacht werden.

An mit fetthaltigen Aerosolen belasteten Küchenabluftleitungen dürfen keine Entlüftungsleitungen von zur Küche gehörenden Nebenräumen, wie z. B. Lebensmittelager, Küchenleiterbüro, Umklei-

den etc., angeschlossen werden. Dies gilt auch dann, wenn Brandschutzklappen eingebaut sind. Der gemeinsame Anschluss von Küchenlüftungshauben oder -decken und Absaughauben bzw. Abluftvorrichtungen von Spülmaschinen erscheint dem Autor unproblematisch zu sein, sofern sich alle Absaugvorrichtungen im selben Raum befinden. Problematisch wäre ein gemeinsamer Anschluss dann, wenn die warme Küche und die Spülküche räumlich getrennt sind; in dem Fall sollte die Spülmaschine separat entlüftet werden.

In Gebäuden für die ein Brandschutzkonzept oder ein Brandschutznachweis vorliegt oder zu erstellen ist, sind die Anforderungen an die Küchenabluftanlage durch den Brandschutzkonzeptersteller zu beschreiben. Da dieser in der Regel aber kein Lüftungsfachmann ist, sollte vor Einreichung bei der Bauaufsichtsbehörde eine Abstimmung mit dem Fachplaner der RLT-Anlagen erfolgen.

Aus der Praxis

Der Geschäftsführer eines Restaurants in einem neu gebauten fünfstöckigen Wohn- und Geschäftshaus hatte den Autor beauftragt, die Ursache für zwei nicht funktionierende Brandschutzklappen zu finden. Das Restaurant war seit ca. einem Jahr in Betrieb. An einer Brandschutzklappe musste bereits einmal der Antrieb gewechselt werden, trotzdem war er wieder defekt. An der anderen Brandschutzklappe war der Antrieb ebenfalls ausgefallen. Die Firma, die die Lüftungsanlage installiert und auch einen Wartungsvertrag hatte, weigerte sich inzwischen, aufgrund der wiederholten Anlagenausfälle noch weitere Reparaturarbeiten an den Antrieben der Brandschutzklappen vorzunehmen. Als der Betreiber anrief und mir seine Probleme schilderte, klang die Sachlage ziemlich mysteriös, beim Ortstermin klärte sich die Situation allerdings schnell auf. Was war geschehen?

Zur Belüftung des Restaurants und der Küche waren je eine Lüftungsanlage mit erwärmter Zuluft, Abluft und Wärmerückgewinnung installiert worden. Da sich die Lüftungszentrale im Untergeschoss befand, mussten mehrere Brandschutzklappen eingebaut werden. In der Küchenabluft und in der Küchenfortluft waren zwei für Küchenabluft zugelassene Brandschutzklappen eingebaut, die mit einer „elektrischen Auffahrhilfe“ ausgerüstet waren. Der Brandschutz-Konzeptersteller hatte gefordert, dass mit dem Abstellen der Lüftungsanlagen alle Brandschutzklappen schließen müssen. Für die normalen Brandschutzklappen in der Zuluft und Raumabluft war dies kein Problem, da die eingebauten Motoren für 10.000 Lastwechsel geprüft sind. Anders verhält es sich bei den elektrischen Auffahrhilfen der Küchenbrandschutzklappen. Diese sollen lediglich bei einer Inspektion oder Reinigung der Brandschutzklappe ausgelöst werden, also maximal zwei- bis dreimal pro Jahr. Für ein tägliches Auf- und Zufahren waren die elektrischen Antriebe der beiden Küchenbrandschutzklappen nicht ausgelegt; nach wenigen Monaten musste es also zu einem Versagen der Antriebe kommen.

II-6.5.2 Brandschutzklappen für Spülküchen

Sofern die Spülmaschinenabluft in eigenen Luftleitungen geführt wird und von diesen keine fett-haltige Küchenabluft abgesaugt oder angeschlossen werden, müssen in diesen Abluftleitungen keine speziell für Küchenabluft zugelassenen Brandschutzklappen verwendet werden.

Brandschutzklappen für Spülmaschinenabluft sind erhöhten Belastungen durch Feuchtigkeit und durch die in der Abluft enthaltenen Rückstände von Spülmitteln und Spülmaschinensalzen ausgesetzt. Damit es nicht zu vorzeitigen Beschädigungen des Klappenblatts kommt, das üblicherweise aus Kalziumsilikat und daher nicht feuchtebeständig hergestellt wird, und um Korrosionen am Klappengehäuse zu vermeiden, sollten die Brandschutzklappen speziell für den Einsatz in Spülmaschinenabluft ausgeschieden und bestellt werden. Die Hersteller werden dann das Klappenblatt imprägnieren, beschichten oder auf eine andere geeignete Weise gegen die hohe Feuchtigkeit schützen. Das Klappengehäuse wird entsprechend den zu erwartenden Belastungen beschichtet.

Die Lüftungsanlage der Spülküche sollte nach dem Abschalten der Spülmaschinen noch so lange weiter betrieben werden, bis alle Oberflächen in der Spülküche und in und auf den Spülmaschinen nach deren inneren Reinigung abgetrocknet sind. Während dieser Zeit können die Abluft- und Fortluftleitungen sowie die dort eingebauten Brandschutzklappen und sonstige Komponenten ebenfalls trocknen.

In diesem Zusammenhang sei auch darauf hingewiesen, dass die in Bandspülmaschinen eingebauten Abluftventilatoren nicht direkt an Abluftleitungen angeschlossen werden dürfen. Dies würde dazu führen, dass zu viel Wärme aus den Spülmaschinen herausgesaugt und die Spülmaschinen somit ihre Betriebstemperatur nicht erreichen würden. Der Anschluss der Abluftventilatoren hat daher mit einer freien Abströmung zu erfolgen, zum Beispiel durch den Einsatz von Abzugshauben, wie in Abbildung II-6-2 dargestellt.



Abbildung II-6-2: im Bild vorne: Abzugshauben oberhalb der in den Spülmaschinen eingebauten Ventilatoren. Im Bild hinten: Abzugshaube oberhalb des Spülmaschinenauslaufs

II-6.6 Volumenstromregler

Konstant-Volumenstromregler bieten die Möglichkeit, die Abluftvolumenströme verschiedener Absaugstellen von Küchenlüftungshauben oder Küchenlüftungsdecken gemäß den Planwerten aufeinander abzustimmen. Variable Volumenstromregler (VVS) bieten den zusätzlichen Vorteil, dass die Luftvolumenströme an den Absaugstellen variiert werden können, ohne die an den Aerosolabscheidern geforderten Mindestanströmgeschwindigkeiten zu unterschreiten.

Volumenstromregler reagieren empfindlich auf Verschmutzungen. Daher ist es wichtig, Fabrikate zu verwenden, die für den Einsatz in fetthaltiger und feuchter Küchenabluft geeignet sind. Die Industrie bietet spezielle Bauformen für belastete Abluft an, wie zum Beispiel Volumenstromregler zum Einsatz in Laboren mit chemisch kontaminierter Abluft oder aber auch spezielle Volumenstromregler für Küchenabluft. Diese Volumenstromregler sind vergleichsweise unempfindlich gegen Verschmutzungen. Hierbei kommt es besonders auf die Bauausführung des Differenzdrucksensors und des Transmitters an. Der Sensor muss gegen Verschmutzungen unempfindlich und einfach zu reinigen sein. Der Differenzdrucktransmitter wandelt das Drucksignal in ein elektrisches Signal um. Er führt dieses Signal einem Regler zu, der daraufhin den Antrieb positioniert und so den Soll- mit dem Istdruck abgleicht. Für den Einsatz in Küchenabluft bieten sich statische Differenzdrucktransmitter an, die nicht von Luft durchströmt werden und bauartbedingt durch Messung der Wirkdrücke, in der Regel über Membranen, gegen Verschmutzungen geschützt sind.

Die Abbildung II-6-3 zeigt einen Volumenstromregler, der für konstante und variable Volumenströme eingesetzt werden kann und laut Herstellerangaben für den Betrieb in Küchenabluftanlagen geeignet ist. Das Gehäuse und die wesentlichen Bauteile bestehen aus Stahlblech, sodass der Einbau in Küchenabluftleitungen, auch unter Gesichtspunkten des Brandschutzes, unkritisch ist.



Abbildung II-6-3:
elektronischer Volumenstromregler
für Küchenabluft Typ VRJK,
(Foto: Kampmann GmbH & Co. KG)

Abbildung II-6-4 zeigt einen Volumenstromregler für variable Luftvolumenströme. Das Gehäuse ist aus schwer entflammbarem Polypropylen (PPs) und damit problemlos zu reinigen. Die als Röhren mit Bohrungen ausgeführten Differenzdrucksensoren (in der Abbildung links), können ganz herausgezogen und in einer (Gewerbe-)Spülmaschine gereinigt werden. Um Verformungen vorzubeugen, sollten die Transmitter aber nicht zu heiß gespült werden. Auch das Wiedereinsetzen der Differenzdrucksensoren ist einfach. Der statische Differenzdrucktransmitter ist in der Abbildung II-6.4 unten mittig zu sehen.

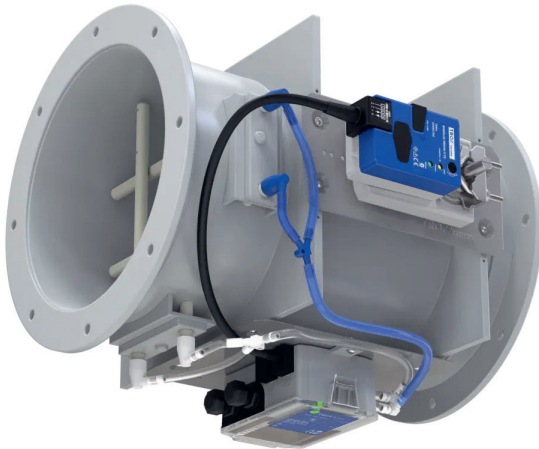


Abbildung II-6-4:
Volumenstromregler
Fabr. TROX Typ TVRK,
(Foto: TROX GmbH)

Aus Gründen des Brandschutzes dürfen Volumenstromregler aus schwer entflammbarem Polypropylen (PPs) nur mit Einschränkungen in Küchenabluftanlagen eingebaut werden, da es sich um einen brennbaren Baustoff handelt und Küchenabluftleitungen aus nicht brennbaren Baustoffen errichtet werden sollen. Sofern die Volumenstromregler keinen Beitrag zu Brandentstehung oder Brandweiterleitung leisten können, erscheint deren Einsatz dem Autor zulässig. Eine solche Abweichung von der Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie ist möglich, wenn die Gleichwertigkeit der Lösung nachgewiesen werden kann. Die Verwendung von Brandschutzklappen in Küchenabluftleitungen könnte dazu führen, dass eine Brandentstehung oder Brandweiterleitung durch diese Volumenstromregler aus PPs ausgeschlossen werden könnte. Auf bauordnungsrechtliche Anforderungen und den Brandschutz von RLT-Anlagen wird in Teil III dieses Buches eingegangen.

Bei der Planung ist auch auf die Lage des Volumenstromreglers im Luftleitungsnetz zu achten. Damit die Messungen ausreichend genau sind, sollte der Einbau luftseitig nicht direkt hinter sich verzweigenden oder abzweigenden Luftleitungen erfolgen. Unmittelbar vor den Volumenstromreglern eingebaute Bögen sind in der Regel weniger kritisch, genauso wie Einbauten an der Abströmseite. Die produktspezifischen Einbaubedingungen sind den Handbüchern der Hersteller zu entnehmen.

In der Luftleitung werden Revisionsöffnungen zur inneren Inspektion und zur Reinigung der Volumenstromregler benötigt; der Regler als Ganzes muss zur Revision ebenfalls zugänglich sein. Hierzu sind ausreichend große Öffnungen in den Zwischendecken und in der Luftleitung vorzusehen.

Volumenstromregler erhöhen den Schallpegel in den Luftleitungen und haben eine zusätzliche Schallabstrahlung in den Raum. In Gewerbeküchen sind diese Erhöhungen der Schallpegel in der Regel unkritisch, da die in der Küche zulässigen Schalldruckpegel im Bereich von 50 dB(A) (Speisenausgabe) bis 60 dB(A) liegen. Empfohlen wird ein Wert von 55 dB(A), der in der Spülküche 5 dB(A) höher liegen darf.

Sollten in der Küchenabluft variable Volumenstromregler eingebaut sein, ist es zu empfehlen, die Zuluft ebenfalls variabel zu regeln. Hierzu können beispielsweise variable Volumenstromregler aus dem Laborbereich eingesetzt werden, die raumweise den Zuluftvolumenstrom anhand der bilanzierten Abluftvolumenströme nachführen. Dadurch lassen sich auch Druckverhältnisse zwischen einzelnen Räumen entsprechend der planerischen Vorgaben sicher einstellen und im Betrieb aufrechterhalten. Vorteilhaft ist auch die Möglichkeit, mit solchen Reglern eine Bilanzierung von mehreren Ablufthauben oder Absaugstellen direkt im Regelkreis der Volumenstromregler vorzunehmen. Hierbei können die Luftvolumenströme variabel oder in Stufen schaltbar eingestellt werden.

II-7 Messung von Luftvolumenströmen

Die meisten Probleme, denen der Autor in der täglichen Praxis begegnet, entstehen aus falsch ausgelegten oder nicht korrekt eingemessenen Anlagen. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Messung der Luftvolumenströme und der Einregulierung von Küchenlüftungsanlagen.

Im Rahmen dieses Buchs wird nur auf die Grundsätze der Luftvolumenstrommessungen eingegangen. Die genaue Durchführung von Luftvolumenstrom-, Dichte-, Feuchte- und Differenzdruckmessungen in Luftleitungen wird in DIN EN 12599 [14] ausführlich beschrieben. Unglücklicherweise gibt es auch noch eine weitere Euronorm DIN EN 16211 [47], welche die Volumenstrommessung in Luftleitungen beschreibt. Allerdings ist diese aus Sicht des Autors in der Praxis bei Anlagen mit großen Leitungsquerschnitten nicht gut anwendbar, da vor und hinter den Messstellen relativ lange Strecken mit ungestörter Strömung benötigt werden, die in ausgeführten Leitungsnetzen häufig nicht vorhanden sind.

Damit Messungen von Luftvolumenströmen, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten gemacht wurden, miteinander verglichen werden können, sollten immer die nachstehenden Werte notiert werden:

1. atmosphärischer Druck
2. Differenzdruck in der Luftleitung zum atmosphärischen Druck
3. Lufttemperatur an der Messstelle
4. relative Luftfeuchte an der Messstelle
5. Betriebsstellung des Ventilators

Eine Kontrolle der Betriebsstellung des Ventilators ist wichtig. Hierbei ist schriftlich festzuhalten, in welcher Schaltstellung der Ventilator an der Gebäudeleittechnik (GLT) oder am Regler während der Messung eingestellt ist. Wenn ein Frequenzumformer eingebaut ist, wird die Frequenz des Ventilators notiert.

II-7.1 Messung der Luftvolumenströme am RLT-Gerät

Wichtig ist es, zunächst einmal den Gesamtluftvolumenstrom einer Anlage zu kennen, bevor man sich den einzelnen Teilluftströmen zuwenden kann. Alle namhaften RLT-Gerätehersteller bieten inzwischen die Möglichkeit, den Luftvolumenstrom eines Lüftungsgeräts mit am Ventilator eingebauten Messeinrichtungen nach dem Wirkdruckverfahren zu messen. Dies setzt natürlich voraus, dass diese Messeinrichtung ausgeschrieben und auch bestellt wurde. Die Schläuche sollten bereits an Messnippeln am Gerätegehäuse angeschlossen sein. Die Messung des Gesamtvolumenstroms des RLT-Geräts kann dann innerhalb weniger Minuten mit einem Differenzdruck-Messgerät vorgenommen werden.

Die Genauigkeit der Messung nach dem Wirkdruckverfahren liegt im Bereich von $\pm 8 \%$ (Angaben Ziehl-Abegg Ventilatoren). Ungünstige Anströmbedingungen am Ventilator, die stark von denen am Prüfstand abweichen, können die Genauigkeit der Messung zusätzlich herabsetzen. Die Messmethode ist nicht in DIN EN 12599 aufgeführt; daher könnten die hierbei ermittelten Werte in einem Streitfall angezweifelt werden, insbesondere, weil die Genauigkeit der Messung nicht genau bestimmt werden kann. Für Abnahmemessungen im Rahmen eines Liefer- oder Bauvertrags und zur Einregulierung der Anlage erscheinen dem Autor die hierbei ermittelten Werte ausreichend genau zu sein.

Als Wirkdruck bezeichnet man die Druckdifferenz zwischen zwei statischen Drücken an einer Messblende oder Messdüse. Durch die Zunahme der Geschwindigkeit in der sich verengenden Düse kommt es zu einer Zunahme des dynamischen und zu einer Abnahme des statischen Drucks. Für eine stationäre, reibungsfreie Luftströmung bei konstanter Dichte und Höhenlage gilt die Bernoulli-Gleichung (II-7-1) für Teilchen, die sich entlang eines Stromfadens fortbewegen:

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} \quad (\text{II-7-1})$$

Dabei sind:

- v_1, v_2 = Luftgeschwindigkeit entlang eines Stromfadens
- p_1, p_2 = statische Drücke
- ρ = Luftdichte



Abbildung II-7-1: Volumenstrommesseinrichtung an einem Ventilator mit freilaufendem Laufrad und rückwärtsgekrümmten Schaufeln

Bei Ventilatoren mit freilaufenden Laufrädern, wie sie bei Küchenlüftungsanlagen überwiegend eingebaut werden, erfolgt die Messung an der Einlaufdüse. Es werden der statische Druck vor der Einlaufdüse und an der engsten Stelle der Einlaufdüse gemessen (Abbildung II-7-1). Die Luftvolumenströme und die Differenzdrücke an der Einlaufdüse werden für jeden Ventilator von den Herstellern auf einem Normprüfstand gemessen. Hierbei wird der Kalibrierfaktor k für den Ventilator ermittelt. Mit den am Prüfstand eingestellten Kalibrierbedingungen vereinfacht sich Formel (II-7-1) zu Formel (II-7-2). Mit ihr kann der Luftvolumenstrom des Ventilators bestimmt werden.

$$\dot{V} = k \cdot \sqrt{\Delta p_w} \quad \text{in } \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (\text{II-7-2})$$

Dabei sind:

\dot{V} = gemessener Luftvolumenstrom in m^3/h

k = Kalibrierfaktor des Ventilators, dimensionslos

Δp_w = gemessener Wirkdruck in Pa

Hierbei muss der Einfluss der Luftdichte berücksichtigt werden, da die Formel (II-7-2) nur mit der Dichte bei der Prüfung (herstellerabhängig meist Normdichte $1,2 \text{ kg/m}^3$) korrekt ist.

Die Ventilatorhersteller verwenden nicht alle die gleichen Formeln zur Berechnung der Luftvolumenströme. Manche Hersteller integrieren die Luftdichte bei 20°C in den Kalibrierfaktor, bei anderen geht die Dichte direkt in die Formel ein. Es muss daher die vom Hersteller angegebene Formel verwendet werden. Weitere gebräuchliche Formeln sind:

$$\dot{V} = k \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot \Delta p_w} \quad \text{in } \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (\text{II-7-3})$$

Oder bei von 20°C abweichenden Luftdichten auch

$$\dot{V} = k_{20} \cdot \sqrt{\frac{1,2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p_w} \quad (\text{II-7-4})$$

Der Kalibrierfaktor wird häufig auf dem Typenschild der RLT-Anlage oder des Ventilators angegeben. Sollte dies nicht der Fall sein, ist dieser beim Hersteller zu erfragen.

Damit der Einfluss der Dichte bei der Messung berücksichtigt werden kann, sind zusätzlich zu dem Differenzdruck folgende Werte zu messen:

- Lufttemperatur an der Messstelle
- relative Luftfeuchte an der Messstelle
- barometrischer Druck
- Differenzdruck der Messstelle zum atmosphärischen Druck

Sollten die Messungen nicht sehr hohen Standards genügen müssen, kann der Einfluss der Luftfeuchte vernachlässigt werden. Dieser beträgt bei Küchenlüftungsanlagen weniger als ein Prozent des Messwerts.

Mittlerweile werden in RLT-Geräten auch zwei oder mehrere Ventilatoren parallel eingebaut. In diesem Fall gibt es verschiedene Möglichkeiten.

1. Sollten die Messdüsen der einzelnen Ventilatoren über Schläuche miteinander verbunden sein, ist der gemessene Wirkdruck der Mittelwert der eingebauten Ventilatoren. Der aus dem gemessenen Differenzdruck berechnete Luftvolumenstrom muss dann mit der Anzahl der parallellaufenden Ventilatoren multipliziert werden.
2. Für den anderen Fall, dass die einzelnen Messstellen nicht miteinander verbunden sind, sind die Ventilatoren einzeln zu messen und die Luftvolumenströme zu addieren.

II-7.2 Messgeräte zur Volumenstrommessung

Der Luftvolumenstrom in einer Luftleitung kann nicht als Ganzes direkt gemessen werden. Von daher sind in der Luftleitung an einzelnen Messpunkten entweder die Strömungsgeschwindigkeit oder der Staudruck zu messen. Der Staudruck ergibt sich aus der Summe des statischen und des dynamischen Drucks an der Messstelle.

II-7.2.1 Flügelrad-Anemometer

Am einfachsten ist die Messung mit einem Flügelrad-Anemometer, da dieses direkt die Luftgeschwindigkeit in der Luftleitung über die Frequenz des sich drehenden Flügelrads ermittelt. Diese Messung hängt nicht von der Dichte der Luft ab, sodass auch bei verschiedenen Lufttemperaturen an derselben Messstelle immer die gleiche Luftgeschwindigkeit gemessen werden wird.

Den Vorteilen der hohen Genauigkeit bei mittleren Strömungsgeschwindigkeiten und mittleren Umgebungstemperaturen sowie der Unempfindlichkeit gegen turbulente Strömungen stehen die Nachteile der sensiblen Sensorik, der Empfindlichkeit gegen mechanische Beanspruchung und der Richtungsabhängigkeit gegenüber. Bei der Messung von Küchenabluft besteht eine erhöhte Verschmutzungsgefahr der empfindlichen Messtechnik.

II-7.2.2 Thermoanemometer

Thermistoren und Hitzdrahtsonden sind hochempfindliche Messwertaufnehmer, die bei der Messung in fetthaltigen Küchenabluftleitungen beschädigt werden könnten. Es werden zwei verschiedene

Messverfahren eingesetzt, bei denen mittels einer Regelschaltung entweder der für die Beheizung der Messsonde eingesetzte Strom konstant gehalten wird oder aber die Messsonde mit einer zum Luftstrom konstanten Übertemperatur beheizt wird. Beide Messverfahren sind abhängig vom Massenstrom und damit von der Dichte (Temperatur, barometrischer Druck, Feuchte) der anströmenden Luft.

Die Vorteile sind, dass auch sehr geringe Luftgeschwindigkeiten (z. B. Zugluftmessungen) messbar und auch richtungsunabhängige Messungen möglich sind.

Nachteilig sind die sensible Sensorik, eine starke Winkelabhängigkeit, die Empfindlichkeit gegen mechanische Beanspruchung und Verschmutzung, sowie der eingeschränkte Temperaturbereich.

II-7.2.3 Staurohre

Mit einem Staurohr, auch Prandl- oder Pitot-Rohr genannt, wird die Luftgeschwindigkeit mit Hilfe des dynamischen Drucks an der Spitze des Staurohrs bestimmt. Der dynamische Druck kann nicht direkt gemessen werden, sondern ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Staudruck an der Spitze des Staurohres und dem statischen Druck an dessen Wandung.

Staurohre sind für hohe Strömungsgeschwindigkeiten und raue Einsatzbedingungen geeignet. Messungen sind auch bei hohen Umgebungstemperaturen möglich.

Allerdings sind sie stark richtungsabhängig; geringe Strömungsgeschwindigkeiten sind nicht messbar. Nachteilig sind auch die temperaturabhängig begrenzte Genauigkeit und die Empfindlichkeit gegen turbulente Strömungen.

Thermische Anemometer und Staurohre ermitteln die Luftgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Luftdichte. Werden beispielsweise Messungen in einer Außenluftleitung vorgenommen, ergeben sich unterschiedliche Messergebnisse im Sommer und im Winter. Dasselbe könnte bei Küchenabluftanlagen der Fall sein, wenn die Küche in Betrieb ist und damit die Ablufttemperatur höher als bei abgeschalteter Küche ist. Manche Messgeräte sind in der Lage, den Dichteeinfluss zu kompensieren, d. h. auf einen Normalzustand umzurechnen, indem diese zusätzlich auch die Temperatur und die relative Feuchte in der Luftleitung messen. Bei einfacheren Geräten muss die Temperatur in der Luftleitung manuell eingegeben werden. Einzelheiten zu den Einflüssen der Luftdichte auf die Messergebnisse sind den Betriebsanleitungen der Messgeräte zu entnehmen.

II-7.3 Messung in Luftleitungen

Luftvolumenstrommessungen in Luftleitungen stellen besonders hohe Anforderungen an das Können der messenden Personen sowie an die sichere Handhabung und die Auswahl der Messgeräte. Hier werden erfahrungsgemäß die meisten Fehler gemacht. Genaue und verwertbare Messungen erfordern Zeit und sind nicht „eben mal so nebenher“ gemacht.

Alle Messungen in Luftleitungen beruhen darauf, dass der Querschnitt einer Luftleitung gedanklich in mehrere gleich große Flächen unterteilt wird und im Mittelpunkt dieser Flächen je eine Messung der Luftgeschwindigkeit oder des Staudrucks vorgenommen wird. Dieses Verfahren wird als „Netzmessung“ bezeichnet.

Um möglichst genaue Messergebnisse zu erhalten, sollte die Geschwindigkeitsverteilung über den Leitungsquerschnitt gleichmäßig sein. Von entscheidender Bedeutung ist daher die Lage des Messorts in der Luftleitung. Die Messstelle sollte im Bereich der ungestörten Strömung liegen und von Störstellen möglichst weit entfernt sein. Hierbei wirken sich Störungen in der Anströmung sehr viel stärker aus als Störstellen in der Abströmung. Störungen in der Anströmung entstehen durch:

- Bögen, mit oder ohne Leitblechen
- Übergänge
- Abzweige etc.
- Einbauteile wie Brandschutzklappen, Jalousieklappen
- Messwertaufnehmer oder Rauchauslösevorrichtungen

An solchen Störstellen treten Ablösungen oder Verwirbelungen der Strömung auf und es entstehen unregelmäßige Geschwindigkeitsprofile. Das Maß der Störung lässt sich als Verhältnis des Abstands der Störstelle zur Messstelle und zu dem hydraulischen Durchmesser der Abluftleitung bestimmen. Der hydraulische Durchmesser einer runden Luftleitung entspricht dem geometrischen Durchmesser. Bei einer eckigen Luftleitung wird dieser aus der Breite und der Höhe der Luftleitung wie folgt berechnet:

$$d_{\text{hyd}} = 2 \cdot \frac{H \cdot B}{H + B} \text{ in m} \quad (\text{II-7-5})$$

Dabei sind:

H = Höhe der Luftleitungen in m

B = Breite der Luftleitung in m

Der relative Abstand einer Störstelle zur Messstelle berechnet sich aus dem Abstand zur stromauf liegenden Störstelle a , dividiert durch den hydraulischen Durchmesser:

$$\text{relativer Abstand} = a/d_{\text{hyd}} \text{ in m} \quad (\text{II-7-6})$$

Abhängig von dem relativen Abstand zur stromauf liegenden Störstelle muss die Anzahl der Messpunkte in der Luftleitung nach Tabelle II-7-1 festgelegt werden. Die Werte in der Tabelle gehen von einer Ungenauigkeit der verwendeten Messtechnik von 5 % aus; dies ist für moderne Messgeräte ein realistischer Wert. Messungen der Gesamt-Luftvolumenströme von Anlagen sollten mit einer Messungenauigkeit von maximal 10 % ausgeführt werden und Messungen von Teilluftströmen (zum Beispiel für einzelne Räume) sollten eine Messungenauigkeit von weniger als 15 % aufwei-

sen. Der Abstand zu stromab liegenden Störstellen wird in der Norm an dieser Stelle nicht genannt, er sollte aber zumindest $1 \times d_{\text{hyd}}$ betragen.

In der rechten Spalte der Tabelle II-7-1 wird links die erforderliche Anzahl der Messpunkte zur Erreichung einer Messungenauigkeit von 10 % angegeben und rechts die erforderliche Anzahl der Messpunkte für eine Messungenauigkeit von 15 %.

Anhand der Tabelle ist auch der Einfluss des relativen Störstellenabstands leicht zu erkennen, der in der linken Spalte eingetragen ist. Genaue Messungen lassen sich nicht unmittelbar hinter Störstellen vornehmen. Es ist also durchaus wichtig, eine geeignete Messstelle zu suchen.

Tabelle II-7-1: erforderliche Anzahl der Messpunkte nach [14] bei einer Unsicherheit des verwendeten Messgeräts von 5 %

Relativer Abstand a/d_{hyd}	Erforderliche Anzahl der Messpunkte in Abhängigkeit von der Messungenauigkeiten in %	
	10%	15%
1,6	nicht möglich	30
2,0	50	21
3,0	34	12
4,0	16	8
5,0	12	6
6,0	9	4

Vor der Messung sind also:

- die Abstände zu stromauf und stromab liegenden Störstellen zu messen,
- der relative Abstand zu berechnen und
- die Anzahl der Messpunkte abhängig von der gewünschten Genauigkeit festzulegen.

Nachdem die Anzahl und Lage der Messpunkte festgelegt wurden, wird die Luftgeschwindigkeit an jedem der Messpunkte gemessen. Aus der Summe aller Messwerte wird anschließend die mittlere Geschwindigkeit in der Luftleitung und damit der Luftvolumenstrom mit der Formel (II-7-7) errechnet:

$$\dot{V} = v_m \cdot A \text{ in m}^3/\text{s} \quad (\text{II-7-7})$$

Dabei sind:

- \dot{V} = Luftvolumenstrom in m^3/s
- v_m = mittlere Strömungsgeschwindigkeit in der Luftleitung in m/s
- A = Querschnitt der Luftleitung in m^2

Die Berechnung des Luftvolumenstroms erfolgt auf Basis der errechneten mittleren Strömungsgeschwindigkeit. Damit die errechnete mittlere Strömungsgeschwindigkeit auch mit der tatsächlichen mittleren Strömungsgeschwindigkeit übereinstimmt, ist es unerlässlich, dass sich die Messpunkte immer in den Mittelpunkten gleich großer Flächen befinden.

Bei Messungen in Luftleitungen sind zusätzlich zu den bereits in Kapitel II-7.1 aufgeführten Werten noch folgende physikalische Größen zu messen:

1. Lufttemperatur in der Luftleitung
2. relative Luftfeuchte in der Luftleitung
3. Differenzdruck zur Atmosphäre in der Luftleitung
4. barometrischer Luftdruck

II-7.3.1 Leitungen mit rechteckigem Querschnitt

Die Anordnung der Messpunkte für Luftleitungen mit rechteckigem Querschnitt erfolgt nach dem sogenannten „Netz-Trivial-Verfahren“. Hierzu wird der Luftleitungsquerschnitt in Elemente gleich großer Fläche unterteilt. Abhängig von der Anzahl der benötigten Messpunkte werden in der Luftleitung Messbohrungen angebracht und dann entlang dieser Messbohrungen in unterschiedlichen Höhen/Abständen gemessen.

Abbildung II-7-2 zeigt die Lage der Messbohrungen und der Messebenen bei quadratischen Leitungsquerschnitten. Bei rechteckigen Querschnitten wird analog verfahren. Soll zum Beispiel an 16 Messpunkten gemessen werden, sind vier Messbohrungen vorzunehmen. Die erste Messbohrung ist in einem Abstand von $b/8$ zur Außenwand vorzunehmen, die zweite in einem Abstand von $b/4$ zur ersten Bohrung usw.

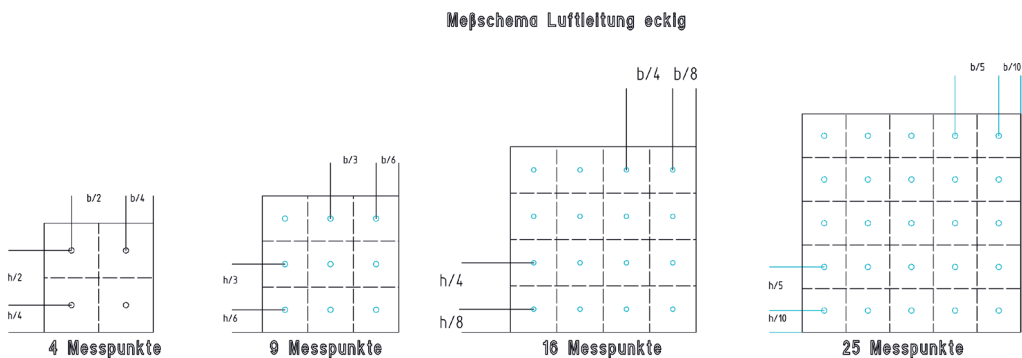


Abbildung II-7-2: Anordnung der Messpunkte bei rechteckigen oder quadratischen Luftleitungen in der Mitte von Quadraten gleicher Größe

Die einzelnen Messebenen sind dann ebenfalls, wie oben dargestellt, festzulegen. Gemessen wird dann jeweils in den Mittelpunkten von 16 Quadraten mit gleich großen Flächen.

Der relative Abstand vom Messpunkt zur Kanalwand ergibt sich aus nachfolgender Gleichung

$$\frac{b_i}{B} = \frac{h_i}{H} = \frac{2i - 1}{2n} \quad (\text{II-7-8})$$

Dabei sind:

b_i, h_i = Koordinaten des Messquerschnitts

B = Breite der Luftleitung

H = Höhe der Luftleitung

i = Ordnungszahl des Messpunkts

n = Gesamtanzahl der Messpunkte

Die Lage der Messpunkte soll an einem Beispiel verdeutlicht werden.

An einer Messstelle hat der relative Abstand der Störstelle zur Messstelle nach Formel (II-7-3) den Wert 5. Die Ungenauigkeit der Messung soll maximal 10 % betragen, damit muss mindestens an zwölf Stellen gemessen werden.

Die Luftleitung hat folgende Abmessungen:

$B = 600 \text{ mm}$, $H = 400 \text{ mm}$

In der Breite sollen vier Messbohrungen angebracht werden, in der Höhe soll in drei Ebenen gemessen werden.

Die Lage der Messbohrungen ergibt sich nach Formel (II-7-5) zu:

$$B_1 = 600 \cdot (2 - 1)/8 = 75 \text{ mm}$$

$$B_2 = 600 \cdot (4 - 1)/8 = 225 \text{ mm}$$

$$B_3 = 600 \cdot (6 - 1)/8 = 375 \text{ mm}$$

$$B_4 = 600 \cdot (8 - 1)/8 = 525 \text{ mm}$$

Die Lage der 3 Messebenen (Eintauchtiefen) in der Höhe ergibt sich zu:

$$H_1 = 400 \cdot (2 - 1)/6 = 67 \text{ mm}$$

$$H_2 = 400 \cdot (4 - 1)/6 = 267 \text{ mm}$$

$$H_3 = 400 \cdot (6 - 1)/6 = 333 \text{ mm}$$

Die Anordnung der Messbohrungen und der Messpunkte zeigt Abbildung II-7-3.

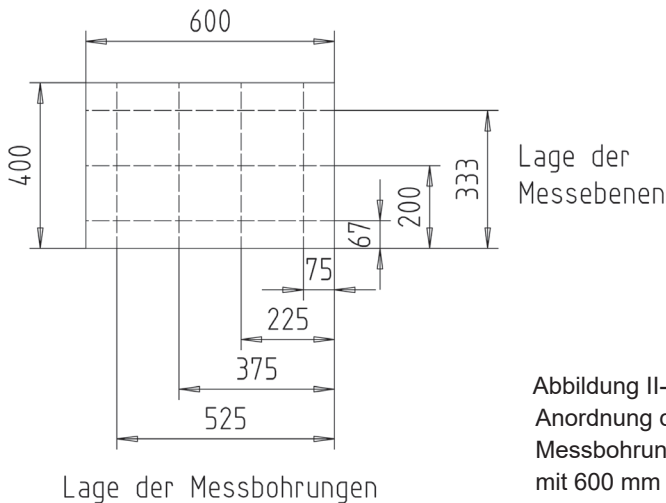


Abbildung II-7-3:
Anordnung der Messpunkte und
Messbohrungen bei einer Luftleitung
mit 600 mm Breite und 400 mm Höhe

Aus der Praxis

Manchmal kann man in Luftleitungen keine guten Messstellen finden. Möchte man dennoch eine genaue Messung durchführen, bleibt einem keine andere Möglichkeit, als die Anzahl der Messpunkte zu erhöhen.

In dem hier beschriebenen Fall konnte der Abluftvolumenstrom der Küche nur nahe vor dem Ansaugstutzen des RLT-Geräts gemessen werden. Die Luftleitung hatte einen Querschnitt von $H = 500 \text{ mm}$ und $B = 600 \text{ mm}$, die Störstelle befand sich 950 mm vor der Messstelle.

Der hydraulische Querschnitt der Luftleitung beträgt:

$$d_{\text{hyd}} = 2 \cdot \frac{0,5 \cdot 0,6}{0,5 + 0,6} = 0,55 \text{ m}$$

Der relative Abstand der Störstelle berechnet sich zu $0,95 \text{ m} / 0,55 \text{ m} = 1,73$.

Um mit diesem geringen Störstellenabstand eine ausreichend genaue Messung durchführen zu können, waren 56 Messpunkte erforderlich. Die Tabelle II-7-1 gibt für einen relativen Störstellenabstand von 2,0 bei 10 % Messungenauigkeit 50 Messpunkte an (2. Zeile), der Wert von 56 Messpunkten wurde vom Messgerät nach Angabe des Leitungsquerschnitts und des Störstellenabstandes angezeigt.

In der Breite der Luftleitungen wurden an sechs Messbohrungen jeweils acht Messungen durchgeführt.



Abbildung II-7-4: Messung des Küchenabluftvolumenstroms an einer ungünstigen Stelle

II-7.3.2 Leitungen mit kreisförmigem Querschnitt

Das Schwerlinienverfahren wird bei Luftleitungen mit kreisförmigen Querschnitten verwendet. Dabei wird der Kreisquerschnitt gedanklich in flächengleiche Teilflächen (Kreisflächen- und Kreisringflächen) unterteilt. Die Messung erfolgt dann durch zwei senkrecht aufeinander stehende Messbohrungen, wobei die Abstände untereinander so angeordnet werden, dass diese auf den Schwerlinien liegen. Damit ergeben sich auch bei der Messung in kreisförmigen Querschnitten gleichgroße Flächen, an denen die Messpunkte angeordnet werden.

*Messschema runde Luftleitungen
Massangabe in 0/00 vom Durchmesser*

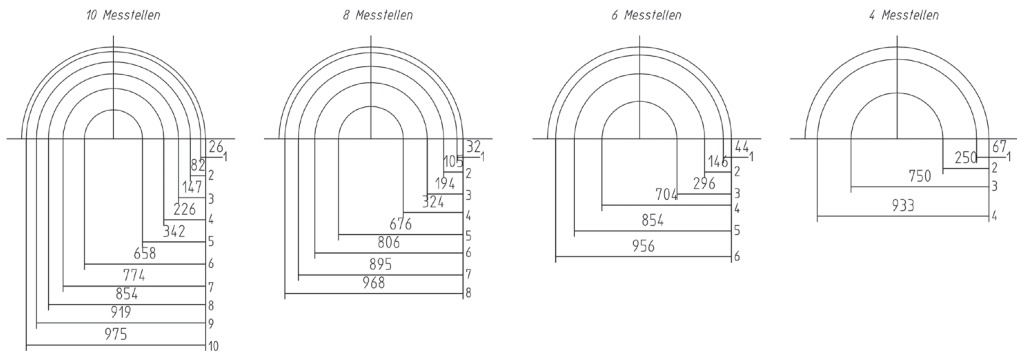


Abbildung II-7-5: Anordnung der Messpunkte bei kreisförmigen Luftleitungsquerschnitten nach dem Schwerlinienverfahren, Bild D2 aus DIN EN 12599 [14]

Die Auswertung der Messung erfolgt durch arithmetische Mittelung der einzelnen Geschwindigkeitswerte in den Schwerlinien, siehe obige Abbildung.

Die Durchmesser der Schwerlinien D_i bzw. die Abstände von der Kanalwand y_i sind nach den folgenden Formeln zu ermitteln:

Schwerliniendurchmesser D_i/D

$$\frac{D_i}{D} = \sqrt{1 - \frac{2i - 1}{2n}} \quad (\text{II-7-9})$$

Abstand der Schwerlinie von der Kanalwand y_i/D

$$\frac{y_i}{D} = \sqrt{1 - \frac{2i - 1}{2n}} \quad (\text{II-7-10})$$

Dabei sind:

- D = Durchmesser des Außenkreises
- i = Ordnungszahl der Kreisinge von außen gezählt
- n = Anzahl der Kreisinge

Für eine aussagekräftige Messung werden immer zwei im Winkel von 90° angeordnete Messebenen benötigt. Hierfür werden in die Luftleitung zwei um 90° versetzte Löcher gebohrt und die einzelnen Messungen dann entsprechend den berechneten Eintauchtiefen vorgenommen.

Beispiel:

Der relative Abstand der Störstelle zur Messstelle nach Formel (II-7-6) beträgt 6. Die Ungenauigkeit der Messung soll maximal 10 % betragen, damit muss zumindest an neun Stellen gemessen werden. Da die Messpunkte von zwei Messbohrungen aus gemessen werden können und auch pro Messbohrung nur wieder eine gerade Zahl von Messungen vorgenommen werden kann, ergeben sich pro Messbohrung 2 × 3 Messstellen. Zur Erreichung der gewünschten Genauigkeit muss damit an zwölf Stellen im Leitungsquerschnitt gemessen werden.

Die Luftleitung hat einen Durchmesser von 250 mm.

Die Lage der beiden Messbohrungen kann frei gewählt werden, sie müssen nur in einem Winkel von 90° zueinander liegen. Am besten legt man sie so, dass man problemlos mit dem Messgerät arbeiten kann.

Es werden an drei Kreisringen je zwei Messungen durchgeführt. Die Eintauchtiefen berechnen sich nach Formel (II-7-10) zu:

$$y_1 = 250 \cdot 1 - \sqrt{1 - \frac{2-1}{6}} = 22 \text{ mm}$$

$$y_2 = 250 \cdot 1 - \sqrt{1 - \frac{4-1}{6}} = 73 \text{ mm}$$

$$y_3 = 250 \cdot 1 - \sqrt{1 - \frac{6-1}{6}} = 148 \text{ mm}$$

$$y_4 = \text{Durchmesser} - y_3 = 500 - 148 \text{ mm} = 352 \text{ mm}$$

$$y_5 = \text{Durchmesser} - y_2 = 500 - 73 \text{ mm} = 427 \text{ mm}$$

$$y_6 = \text{Durchmesser} - y_1 = 500 - 22 \text{ mm} = 478 \text{ mm}$$

Anmerkung:

Das gleiche Ergebnis lässt sich durch Multiplikation des Durchmessers mit den in Abbildung II-7-5 bei sechs Messstellen angegebenen Faktoren erzielen.

In der Mitte der Luftleitung befindet sich keine Schwerlinie. Wer hier misst, misst falsch.

Für Luftleitungen mit ovalem Querschnitt stehen keine normierten Messverfahren zur Verfügung.

II-7.4 Messungen an Luftdurchlässen

Für Messungen an Luftdurchlässen stellen die Hersteller für ihre Messgeräte unterschiedliche Messhauben oder Messtrichter zur Verfügung. Bei kleineren Luftdurchlässen werden Messtrichter unterschiedlicher Größe auf ein Flügelradanemometer mit einem Durchmesser von 100 mm gesteckt und damit die Luftgeschwindigkeit im Flügelrad gemessen. In der Regel zeigen die Geräte dann auch direkt den Luftvolumenstrom an.

Für größere Abmessungen gibt es spezielle Messgeräte mit Messhauben und eingebauten Differenzdruckmessgeräten. Die Abmessungen der Luftdurchlässe können bis 625 mm x 625 mm betragen, bei manchen Fabrikaten auch mehr. Die Messung der Strömungsgeschwindigkeit im definierten Messquerschnitt einer Messhaube erfolgt mittels Differenzdruckmessgeräten nach ähnlichen Verfahren, wie die Volumenstrommessung in Volumenstromreglern.

Sollten sich in einer RLT-Anlage mehrere Luftdurchlässe befinden, kann es vorkommen, dass sich durch den Druckverlust des Messgerätes der Volumenstrom an dem zu messenden Luftdurchlass geringfügig reduziert. Es gibt Fabrikate, die durch den Einbau eines Ventilators oder spezieller Klappen, eine Druckkompensation des durch die Messung an dem Luftdurchlass zusätzlich erzeugten Druckverlusts ermöglichen. Hierdurch können unter Umständen genauere Messergebnisse erzielt werden. Im Einzelfall sind die Betriebsanleitungen des Messgerätes zu Rate zu ziehen.



Abbildung II-7-6:
Strömungsmessgerät mit
Druckkompensation und Messtrichter

Der Luftvolumenstrom an Zuluftgittern lässt sich ebenfalls gut mit einem Flügelradanemometer mit einem Durchmesser von 100 mm messen. Zur Berechnung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit sind die Zuluftgeschwindigkeiten an mehreren Stellen des Gitters analog zum Netz-Trivial-Verfahren zu bestimmen und der Mittelwert zu bilden.

Die Messung von Abluftvolumenströmen an Abluftgittern oder Aerosolabscheidern mit Flügelradanemometern, analog zur Vorgehensweise bei Zuluftgittern, ist nicht möglich, bzw. führt zu sehr ungenauen und nicht verwertbaren Ergebnissen. Bei Messungen in der Zuluft sind die erzielten Messergebnisse aufgrund der an den Messstellen gerichteten Strömung (Freistrah) relativ gut. An Abluftgittern und Aerosolabscheidern herrschen komplett andere Strömungsverhältnisse. Hier nimmt die Absauggeschwindigkeit in der zweiten Potenz mit dem Abstand zur Absaugstelle ab. Ein Flügelradanemometer mit einer Dicke von 50 mm wird daher nicht mit dem gleichen flächenbezogenen Volumenstrom durchströmt wie das Gitter selbst.

Bestehen keine anderen Möglichkeiten, als Messungen an den Aerosolabscheidern vorzunehmen, sollte man sich der Tatsache bewusst sein, dass die Messergebnisse eine erhöhte Unsicherheit aufweisen und nur zu Vergleichszwecken herangezogen werden können. Es ist auf diese Weise möglich, die prozentuale Verteilung der Abluft auf unterschiedliche Aerosolabscheider einer Küchenlüftungshaube oder Küchenlüftungsdecken zu ermitteln. In diesem Fall sind die Messungenauigkeiten an allen Messstellen etwa gleich groß und fallen nicht mehr ins Gewicht.

II-7.5 Messeinrichtungen in Küchenlüftungshauben und -decken

Messungen der Luftvolumenströme in Luftleitungen sind relativ aufwendig. An vielen Stellen, wie zum Beispiel in den oftmals sehr engen Zwischendeckenbereichen, lassen sich keine geeigneten Messstellen in Lüftungsleitungen herstellen. Zur korrekten Einregulierung der Luftvolumenströme an Küchenlüftungshauben und -decken eignen sich daher besonders gut Volumenstromregler, siehe Kapitel II-6.6.

Einige Hersteller bieten noch eine zusätzliche Möglichkeit zur Messung von Abluftvolumenströmen, indem sie ihre Hauben und Decken mit speziellen Differenzdrucknippeln ausrüsten, an denen der Differenzdruck zwischen der Atmosphäre und dem Abluftbalken direkt hinter den Abscheidern gemessen werden kann. Die Hersteller haben für die von ihnen eingesetzten Abscheider kalibrierte Kurven erstellt, sodass anhand der gemessenen Differenzdrücke der Teilluftvolumenstrom an der Messstelle mit der Formel (II-7-2) berechnet werden kann. Diese Messungen eignen sich auch für eine regelmäßige Kontrolle der Abluftvolumenströme im Zuge der regelmäßigen Wartung und Funktionskontrolle.

Die genaue Durchführung der Messung wird in den Herstellerangaben beschrieben.



Abbildung II-7-7: Differenzdruckmessnippel in der Zuluft und der Abluft einer Küchenlüftungsdecke

II-7.6 Messungen an Aerosolabscheidern

Analog zu den im vorherigen Kapitel beschriebenen Messungen an Messnippeln von Küchenlüftungshauben oder -decken kann der Differenzdruck auch direkt an den Aerosolabscheidern mit einem dünnen Messschlauch gemessen werden. Hierzu ist es erforderlich, den Messschlauch durch das Labyrinth des Abscheiders zu schieben. Alternativ können auch zwei Abscheider leicht auseinandergerückt und der Schlauch durch den entstehenden Spalt geschoben werden, wobei der übrige Spalt mit Karton oder Folie abzudecken ist. Wird diese Messung an allen Aerosolabscheidern durchgeführt, kann man den Abluftvolumenstrom unter Zuhilfenahme der Druckverlustkurve des Herstellers des Aerosolabscheiders ermitteln.

Die in Abbildung II-7-8 dargestellte Druckverlustkurve erläutert die Zusammenhänge. Wird an dem Aerosolabscheider ein Druckverlust von 40 Pa gemessen, wird dieser mit einem Abluftvolumenstrom von ca. 460 m³/h durchströmt. Hätte man also an fünf Aerosolabscheidern einer Küchenlüftungshaube jeweils einen Druckverlust von 40 Pa gemessen, würde der Abluftvolumenstrom dieser Haube 2.300 m³/h betragen.

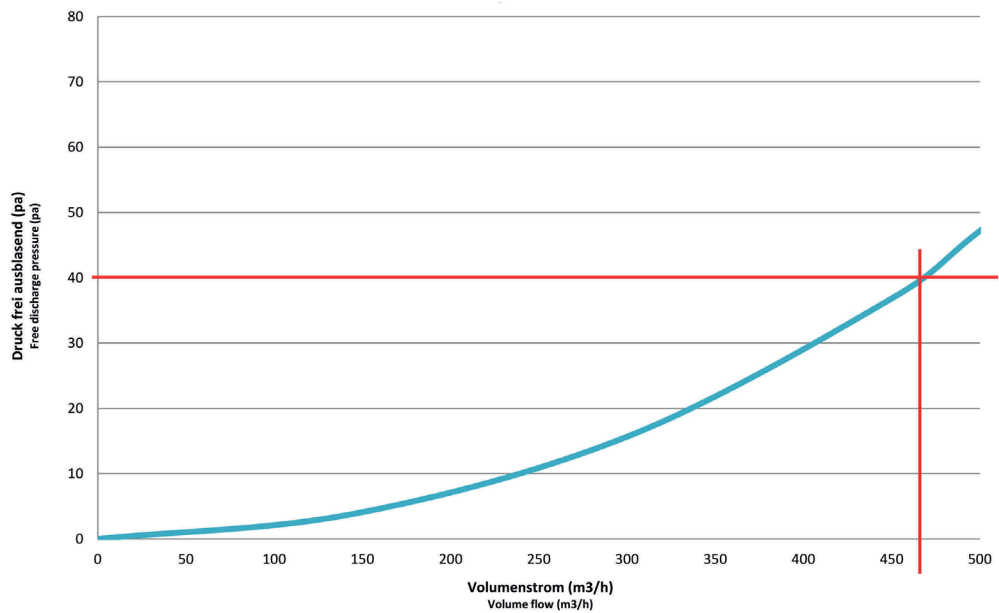


Abbildung II-7-8: Druckverlustkurve für einen Aerosolabscheider Bauart F1, Typ FS-2A/AD, 500 x 500 x 40 mm, (Grafik: Walpol GmbH, rote Eintragungen: Tale)

II-8 Inspektion und Reinigung

Damit die Leistung der Anlage erhalten bleibt und sich keine unzulässigen Brandlasten im Leitungsnetz und in den RLT-Geräten ansammeln, sind Küchenabluft- und -fortluftanlagen regelmäßig zu inspizieren und bei Bedarf zu reinigen. Die erforderlichen Inspektionen, Wartungsarbeiten und Reparaturen sind durch den Betreiber der Anlage zu veranlassen.

II-8.1 Inspektionsintervalle

Für die Inspektion der Küchenabluftanlage werden die in Tabelle II-8-1 genannten Inspektionsintervalle empfohlen. Bei hochbelasteten Küchen sind diese eventuell zu verringern. Bei den Inspektionen sind die genannten Bauteile und Komponenten auf Fettablagerungen, Verschmutzungen, Ansammlung von Kondensat, Dichtheit und Tropfenbildung zu prüfen.

Es wird empfohlen, die Ergebnisse der Inspektion in einem Anlagenbetriebsbuch zu dokumentieren.

Tabelle II-8-1: Inspektionsintervalle für Küchenabluftanlagen

Komponente	Mindestinspektionsintervalle		
	täglich	monatlich	1/2 jährlich
Aerosolabscheider	X		
Aerosolatsammelrinnen	X		
Küchenlüftungshauben	X		
Küchenlüftungsdecken		X	
Von Abluft durchströmte Zwischendeckenbereiche			X
Luftdurchlass für Zu- und Abluft			X
Abluftleitung			X
Brandschutzklappen		X	
Volumenstromregler		X	
Abluftfilter im RLT-Gerät		X	
Wärmerückgewinnung			X
Abluftventilator			X

Sollte die Inspektion zu dem Ergebnis führen, dass eine Reinigung vorgenommen werden muss, ist diese unverzüglich zu veranlassen.

II–8.2 Reinigungsplan und Reinigung

Der Betreiber hat einen Reinigungsplan zu erstellen oder seine Erstellung zu veranlassen. Der Reinigungsplan muss an die tatsächlichen Gegebenheiten der Anlage angepasst sein und bei Änderungen der Anlage fortgeschrieben werden.

Die verschiedenen zu reinigenden Bauteile und Komponenten sind in dem Reinigungsplan aufzuführen. Hierin sollten für wichtige Bauteile, wie z. B. Dunstabzugshauben, Abluftleitungen, Abluftgeräte und Einbauteile auch die geeigneten Reinigungsverfahren genannt werden.

Bei Küchenlüftungsdecken kommt es zu unterschiedlichen Belastungen der Aerosolabscheider durch die darunter stattfindenden Frittier-, Brat-, Gar- und Kochprozesse. Von daher können sich unterschiedliche Reinigungsintervalle für Aerosolabscheider ergeben. Es ist ein Reinigungsplan zu erstellen, der den unterschiedlichen Belastungen der Aerosolabscheider Rechnung trägt. Empfohlene Reinigungsintervalle sind:

- Brat-, Grill- und Frittierbereich - täglich bis wöchentlich
- Koch- und Dampfbereich - wöchentlich bis quartalsweise
- Warmhaltebereich - quartalsweise bis halbjährlich
- Zuluftbereich - halbjährlich bis jährlich

II-9 Anlagen und Einrichtungen zur Abluftnachbehandlung

Die Industrie bietet mittlerweile eine große Anzahl von Anlagen zur Abluftnachbehandlung an. Grundsätzliche Anforderungen an solche Anlagen werden in der Euronorm DIN EN 16282-8 [37] beschrieben. Diese enthält hauptsächlich sicherheitstechnische Aspekte und Angaben zu den zu übergebenen Dokumentationen und Nachweisen. Sie macht keine Aussagen über die Auslegung und Wirkung solcher Systeme.

Die meisten der heute installierten Anlagen zur Abluftnachbehandlung basieren auf folgenden Prinzipien:

1. **Elektrostatische Filter:** Abscheidung von Aerosolen aus dem Abluftstrom mittels statischer Elektroladungen
2. **Wirkung von Ozon:** die Ozonerzeugung erfolgt in einem Ozongenerator außerhalb der Haube/Decke und des Abluftsystems
3. **Wirkung von UV-C-Strahlung:** Strahlungsenergie, Ozon und freier Radikale, erzeugt von einer Anlage in der Küchenlüftungshaube oder -decke; manchmal auch in der Abluftleitung installiert
4. **Wirkung von Plasma und/oder einer Ionisierung der Abluft:** Ionisierte Gase (Niedertemperaturplasma NTP) erzeugt durch Barriereentladungen unter dem Einfluss von Hochspannung in einer separaten Anlage in der Abluftleitung
5. **Foto-Oxidationsanlagen auf Basis von UV-C-Strahlung in Kombination mit Vorfiltern und Aktivkohlekatalysatoren:** eingebaut in der Abluftleitung
6. **Plasmaanlagen in Kombination mit Vorfiltern und Aktivkohlekatalysatoren:** eingebaut in die Abluftleitung
7. **mikrobiologisch:** basiert auf der Wirkung von in den Abluftstrom eingebrachten Bakterien
8. **Wassersprüheinrichtungen:** Reinigung der Aerosolabscheider mit warmem Wasser und Reinigungsmitteln

Anlagen der Ziffern 1. bis 7. werden im weiteren Verlauf des Buchs mit dem gebräuchlicheren Begriff „Abluftreinigungsanlage“ bezeichnet, während Wassersprüheinrichtungen nach 8. eher der Reinhaltung der Abscheider und der Aerosolatsammelrinnen dienen.

Auf die sicherheitstechnischen Anforderungen nach der Euronorm 16282-8 wird in Kapitel II-9.8 eingegangen. Auf die brandschutztechnischen Aspekte in Teil III dieses Buches.

Aus der Praxis

Anlagen zur Aerosolatsnachbehandlung bzw. zur Abluftreinigung wurden von mir schon vor 25 Jahren geplant und eingebaut. Hierbei handelte es sich meistens um sehr aufwendige Foto-Oxidationsanlagen mit zwei vorgeschalteten Filterstufen (Metallgestrickfilter und F7-Taschenfilter), UV-C-Strahlern und nachgeschalteten Aktivkohlekatalysatoren.

Mit solchen Anlagen ließ sich praktisch „geruchsfreie“ Küchenabluft erzeugen. Direkt an der Ausblasung roch es leicht nach Ozon und ein bisschen muffig, zwei Meter von der Ausblasung entfernt waren keine Gerüche mehr feststellbar.

Später hatte ich auch Plasmaanlagen in Kombination mit zwei anderen Vorfilterstufen (Metallgestrickfilter und Hydrosorbfilter) mit genauso guten Ergebnissen eingesetzt. Diese Anlagen hatten natürlich auch ihren Preis und einen großen Platzbedarf. Mit weniger aufwendigen, einfacheren Techniken werden sich solch gute Ergebnisse nicht erzielen lassen.

Mit Ozongeneratoren habe ich weniger gute Erfahrungen gemacht, auch nicht in Kombination mit nachgeschalteten F7-Taschenfiltern und elektrostatischen Filtern. Diese Anlagen emittierten unangenehme Gerüche, zum Teil verursacht von einem hohen Rest-Ozongehalt, aber auch durch die Stickoxide (NO_x), die in den Ozongeneratoren bei der Verwendung von Sauerstoff aus der Umgebungsluft erzeugt werden. Hochwertige Ozongeneratoren, wie sie zum Beispiel in der Schwimmbadtechnik eingesetzt werden, arbeiten mit reinem Sauerstoff.

In diesem Markt gibt es Firmen, die mit vollmundigen Versprechungen Anlagen verkaufen, die nachher die hohen Erwartungen ihrer Käufer nicht erfüllen können. Hierbei handelt es sich meistens um Anlagen, die ohne größeren baulichen Aufwand schnell in bestehende Systeme eingebaut werden können sollen. Der Vertrieb erfolgt meist ohne eingehende Beratung über Großhändler, Importeure und Wiederverkäufer.

Seriöse Firmen, die ihre Produkte häufig auch direkt an die Hersteller von Küchenlüftungshauben und -decken liefern, werden potenziellen Kunden immer mehrere gut funktionierende Referenzanlagen zeigen können. Die Besichtigung einer Referenzanlage ist immer zu empfehlen. Hierbei kann man sich von der Wirkung überzeugen und vom Aufwand für den Betrieb und die Instandhaltung informieren.

Bei der Besichtigung von Referenzanlagen sollte man auch ein Augenmerk auf die Einsatzbedingungen der Anlage richten. So kann eine Abluftreinigungsanlage beispielsweise zur Zufriedenheit der Kunden und Mitarbeiter in einer Werkskantine in einem Industriebetrieb arbeiten; in einem innerstädtischen Bereich kann es mit derselben Anlage unter vergleichbaren Anwendungsbedingungen aber zu Problemen kommen. Dies liegt an den unterschiedlichen Erwartungshaltungen und Ansprüchen der Menschen in der Umgebung einer solchen Anlage. In der Werkskantine gehört die Abluftreinigung zu „ihrer“ Küche, alle freuen sich auf ein leckeres Mittagessen und nehmen die dabei auftretenden Gerüche gerne in Kauf. In einer Innenstadtlage verhält es sich vollkommen anders. Die Nachbarschaft hat mit dem Restaurant nichts zu tun und fühlt sich vielleicht sogar durch den Betrieb belästigt (Lärm, fehlende Parkplätze, mehr herumstehende Mülltonnen usw.); da ist die Toleranzschwelle für Geruchsbelastungen natürlich bedeutend niedriger. Man sollte also immer Anlagen besichtigen, die in einer vergleichbaren Umgebung eingebaut sind und unter vergleichbaren Bedingungen (Art der Küche und des Kochbetriebs, Nachbarschaft) betrieben werden.

II-9.1 Hinweise zu Ozon

Ozongeneratoren, UV-C-Strahler, Plasmaanlagen und Foto-Oxidationsanlagen erzeugen Ozon, das durch die Fortluft in die freie Atmosphäre gelangen kann. Daher folgen an dieser Stelle einige Hinweise zu diesem Gas.

II-9.1.1 Einheiten

Ozonzkonzentrationen werden in der Literatur in verschiedenen Einheiten angegeben. Die Umrechnung zwischen den verschiedenen Einheiten kann wie folgt vorgenommen werden:

$100 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,1 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,05 \text{ ml}/\text{m}^3 = 0,05 \text{ ppm (parts per million)}$
 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,2 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,10 \text{ ml}/\text{m}^3 = 0,10 \text{ ppm (parts per million)}$
 usw.

II-9.1.2 Entstehung/Erzeugung

Das Ozon-Molekül (chemisches Formelzeichen O_3) besteht aus drei Sauerstoffatomen (O). Es entsteht überall dort, wo durch Energie (solare, elektrische oder durch UV-Strahlung) Luftsauerstoff (O_2) in seine beiden Sauerstoffatome aufgespalten wird, die sich dann wieder an andere Sauerstoffmoleküle binden können und dadurch das Ozon-Molekül bilden:



II-9.1.3 Konzentrationen in der Luft

Ozon kommt in unterschiedlichen Konzentrationen in unserer Umgebungsluft vor, wobei bei starker Sonneneinstrahlung im Sommer der natürliche Ozongehalt der Luft steigt („Sommersmog“). Ozon ist dafür bekannt, dass es bei höheren Konzentrationen zu Reizungen der Augen, der Schleimhäute und der Atemwege führen kann.

Innerhalb von Räumen ist der Ozongehalt meist sehr viel niedriger als im Freien. Dies ist eine Folge des natürlichen Zerfalls der Ozonmoleküle, die nicht sehr stabil sind und chemisch mit den in den Räumen vorkommenden Kohlenwasserstoffen (z. B. Ausdünstungen von Personen, aus Teppichböden, Farben, Möbeln usw.) reagieren.

Gesetzliche oder arbeitsrechtliche Grenzwerte für maximale Ozonzkonzentrationen in der Raumluft gibt es derzeit nicht. Dies wird durch die stark unterschiedlichen Ozonzkonzentrationen in der Außenluft begründet, die bei ungünstigen Bedingungen zur Überschreitung eventueller Grenzwerte

führen würden. Das Bundesumweltamt hat eine Informationsschwelle für die Bevölkerung ab einem Wert von $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (im Freien) erlassen und eine Alarmschwelle ab einem Wert von $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Über einen Zeitraum von acht Stunden sollte die Ozonkonzentration nicht über einem mittleren Wert von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen. Die Technische Regel für Gefahrstoffe nennt für Ozon einen Grenzwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

II-9.1.4 Hinweise zum Arbeitsschutz

Durch geeignete technische und organisatorische Maßnahmen muss die Konzentration an Ozon so gering wie möglich gehalten werden. Der Einsatz von ozonemittierenden Anlagen, die für den Betrieb unbedingt erforderlich sind und andere technische Lösungen nicht existieren oder deren Einbau eine unzumutbare Härte für den Betreiber bedeuten würde, ist zulässig. Diese Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass eine Ozonkonzentration von maximal $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Raumluft eingehalten werden, sofern die Ozonkonzentration in der Außenluft unterhalb dieses Werts liegt.

II-9.1.5 Ozon in Lüftungsanlagen

Ozon ist als Schadgas anzusehen, sodass eine Erhöhung des natürlichen Ozongehalts in der Zuluft als ein Verstoß gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. VDI-Richtlinie 6022 [9]) angesehen werden kann.

Gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik darf die Qualität der Zuluft aus maschinellen Lüftungsanlagen nicht schlechter sein als die der natürlichen Außenluft. Eine Erhöhung der Ozonkonzentration in Zuluftanlagen darf nur in sehr geringem Maße erfolgen und sollte zu keiner merklichen Erhöhung der Ozonkonzentration im Aufenthaltsbereich von Personen führen. Hierbei ist es gleichgültig, ob das Ozon gezielt, z. B. zur Desinfektion oder zum Keimabbau eingebracht wird, oder unabsichtlich, durch Emissionen in die von RLT-Geräten angesaugte Außenluft.

Aus der Praxis

In einer Mensa einer Universität wird ein kombiniertes Zu- und Abluftgerät mit einem Luftvolumenstrom von $16.700 \text{ m}^3/\text{h}$ eingesetzt. Das Lüftungsgerät dient zur Be- und Entlüftung der Küche und der Speiseausgabe mit einem Frontcooking-Bereich. Damit das Lüftungsgerät die Gebäudeansicht nicht zu sehr stört, wurde es auf dem Dach hinter einer umlaufenden Brüstung, flachliegend und mit einer horizontalen Ausblasung der Fortluft angeordnet. Da die umliegenden Institutsgebäude viergeschossig waren, die Mensa aber nur eingeschossig, sollten die Küchengerüche durch in die Abzugshauben eingebauten UV-C-Anlagen beseitigt werden.

Beauftragt wurde ich von dem Arbeitsschutzbeauftragten der Universität, da die Mitarbeiter in der Mensa über unangenehme Gerüche, brennende Augen und gereizte Schleimhäute klagten. Was war geschehen?

Die Schalldämpfer in dem RLT-Gerät waren falsch ausgelegt. Dies hatte zur Folge, dass die Lüftungsanlage nicht wie vorgesehen in der höchsten Betriebsstufe (Stufe 3), sondern maximal nur in der mittleren Betriebsstufe (Stufe 2) betrieben werden konnte. Beim Betrieb in der Stufe 3 wurde es in der Küche unangenehm laut.

Der nicht ausreichende Luftvolumenstrom führte dazu, dass die Küchenabluft nicht vollständig abgesaugt wurde, sondern teilweise in der Küche und in der Speiseausgabe verblieb. Viel schlimmer war aber ein anderer Umstand: die Leistung der eingebauten UV-C-Anlage ließ sich nicht regeln und war nur für den Betrieb bei Maximalbetrieb, der Lüfterstufe Stufe 3 ausgelegt. Für den Betrieb mit Stufe 2 wurde von der UV-C-Anlage viel zu viel Ozon erzeugt. Am Fortluftaustritt des RLT-Geräts hatte ich Ozonkonzentrationen von $1.770 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Aufgrund der hohen Dichte des Ozons (Ozon ist schwerer als Luft) breitete sich dieses auf dem Flachdach aus und war auch um das Mensgebäude herum für eine mit dessen Geruch vertraute Nase gut wahrnehmbar. Am schlimmsten war aber, dass die Ozonkonzentration in der von dem RLT-Gerät angesaugten Außenluft immer noch $340 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betrug und damit weit über allen zulässigen Grenzwerten lag! Die Beschwerden der Mitarbeiter waren also völlig berechtigt und durch eine fehlerhafte Planung der RLT-Anlagen verursacht. Am RLT-Gerät selber kam es zusätzlich noch zu Schäden durch Ozon, da im Gerät in der Fortluft eine Kältemaschine eingebaut war. Deren Dichtungen und Materialien waren natürlich nicht für den Betrieb in einer ozonhaltigen Umgebung ausgelegt worden.

II-9.2 Ozongeneratoren

Ozongeneratoren, die Ozon aus dem Sauerstoff der Umgebungsluft erzeugen, werden häufig zur Aerosolnachbehandlung eingesetzt. Die Technik ist in den skandinavischen Ländern weit verbreitet und ist von dort nach Deutschland gekommen. Das in dem Generator erzeugte Ozon wird durch einen dünnen Silikonschlauch in die fetthaltige Küchenabluft eingeblasen, häufig direkt in die Küchenablufthaube. Durch den Einsatz des Ozons sollen Fettmoleküle aufgespalten und oxidiert werden. Es wird mit erheblich saubereren Luftleitungen und längeren Reinigungsintervallen der Küchenabluft- und Küchenfortluftleitungen geworben. Bei korrekt ausgelegten Anlagen mag dies der Fall sein.

Gemäß der Euronorm DIN EN 16282-8 [37] muss die Einblasung von Ozon hinter den Aerosolabscheidern erfolgen, wobei dieses vollständig und gleichmäßig im Abluftstrom verteilt werden muss. Außerdem sollte bei Abluftvolumenströmen von mehr als $2.500 \text{ m}^3/\text{h}$ zum Schutz vor der Bildung von Stickoxiden (NO_x) und Salpetersäure (HNO_3) das Ozon nicht direkt aus dem Luftsauerstoff erzeugt werden. In hierzu geeigneten Ozongeneratoren sind dann Luftkompressoren, spezielle Kältetrockner und zusätzlich Molekularsiebe eingebaut (Abbildung II-9-1), um den Luftsauerstoff von dem in der Druckluft enthaltenem Stickstoff zu trennen. Durch diese Technik wird das Ozon aus annähernd reinem Sauerstoff erzeugt, wodurch die Bildung der vorgenannten schädlichen Stoffe verhindert wird.



Abbildung II-9-1:
Ozongeneratoren zur
Erzeugung von 10 g Ozon/h
aus Luftsauerstoff (oben),
Kompressor-,
Trockeneinheit (unten)

II-9.3 UV-C-Anlagen

UV-C-Strahler erzeugen bei Wellenlängen von 185 nm (Nanometer) und 254 nm energiereiches Licht, das als UV-C-Strahlung bezeichnet wird. UV-Licht der Wellenlänge 254 nm wird überwiegend im Lebensmittelbereich zur Inaktivierung von Keimen verwendet.

In der Küchenlüftungstechnik kommt die sogenannte „Vakuum-UV-Strahlung“ mit einer Wellenlänge < 200 nm zur Anwendung. Diese energiereichen Photonen sind in der Lage, die ketten- und ringförmig angeordneten Kohlenwasserstoffmoleküle der Küchenabluft aufzubrechen.

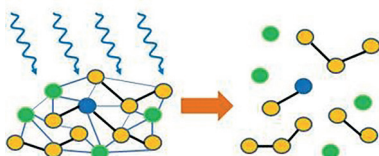


Abbildung II-9-2:
vereinfachte bildliche Darstellung der Wirkung
energiereicher Photonen auf Küchenabluft
Moleküle, (Grafik: Heraeus Noblelight GmbH)

Zusätzlich werden durch die Energie der Strahlung aus Luftsauerstoff (O_2) Ozon (O_3) und andere freie Radikale, wie zum Beispiel Hydroxylradikale, erzeugt. Diese Stoffe sind chemisch hochreaktiv und gehen Verbindungen mit oxidierbaren Stoffen ein. Bei diesen oxidierbaren Stoffen handelt es sich um die geruchsbelasteten und fetthaltigen Kohlenwasserstoffe der Küchenabluft, welche – im Idealfall – zu geruchsneutralen Stoffen oxidieren.

Vorteilhaft für den Abbau von fetthaltigen Aerosolen und von Gerüchen ist eine möglichst lange Reaktionsdauer zwischen den erzeugten Aktivstoffen und der Küchenabluft. Bewährt haben sich Reaktionszeiten im Bereich von 3 s bis 5 s, wobei sich längere Reaktionszeiten positiv auswirken. Die Reaktionszeit t_R berechnet sich wie folgt:

$$\text{Reaktionszeit } t_R = \frac{\text{Strecke von der UV – C Anlage bis zur Fortluftausblasung}}{\text{mittlere Luftgeschwindigkeit in der Abluft – /Fortluftleitung}} \quad (\text{II-9-1})$$

UV-C-Strahler können mit steigender Lichtausbeute im Bereich von 185 nm eine höhere Reinigungsleistung erzielen. Neben der eingesetzten Anschlussleistung und den zur Strahlung angeregten Gasen, hat besonders die Auswahl des Strahler-Quarzmaterials einen wesentlichen Einfluss auf die Lichtausbeute im Bereich von 185 nm. Hierzu eignen sich besonders gut synthetische Quarze, deren Transmissionswerte bei dieser Wellenlänge um ca. 50 % über denen von natürlichen Quarzen liegen, siehe Abbildung II-9-3.

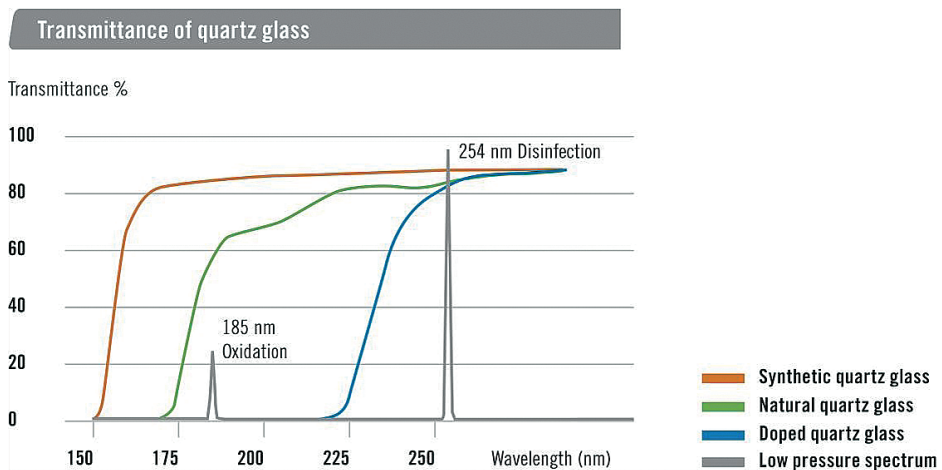


Abbildung II-9-3: Transmissionsgrade für unterschiedliche Quarze bei Wellenlängen von 185 nm und 254 nm, (Grafik: Heraeus Noblelight GmbH)

Neben den klassischen reinen Quecksilber-Strahlern werden auch Amalgam-Strahler verwendet. Während Quecksilber-Strahler ihren optimalen Output bei 20–40 °C Ablufttemperatur abgeben, liegt der optimale Arbeitspunkt von Amalgam-Strahlern bei Ablufttemperaturen von 40–80 °C,

also in einem Temperaturbereich, die in korrekt ausgelegten Küchenabluftanlagen nur selten oder gar nicht auftreten sollten.

Der Einbau der UV-C-Anlagen erfolgt häufig direkt im Abluftbalken der Küchenlüftungshaube oder -decke.



Abbildung II-9-4: UV-C-Anlage in einer Küchenlüftungshaube (Foto: IMPro GmbH)

Es gibt auch Bauformen, bei denen die UV-C-Strahler in einem separaten Gehäuse untergebracht sind und dann entweder direkt auf der Haube oder in der Abluftleitung eingebaut werden, siehe Abbildung II-9-5. So lassen sich UV-C-Anlagen auch nachträglich relativ einfach in bestehende Abluftleitungssysteme einbauen.

Voraussetzungen für eine gute Wirkung der UV-C-Anlage sind eine fachgerechte Auslegung, Einbau und Instandhaltung. Bei der Auslegung ist auf eine möglichst große Anzahl von UV-C-Strahlern zu achten, da die Strahlungsleistung einer linienförmigen Quelle proportional mit dem Abstand zum Strahler abnimmt. Der Abstand zwischen zwei Strahlern sollte daher nicht mehr als ca. 10 cm betragen. Wichtig ist es weiterhin, Strahler einzusetzen, die nicht so schnell verschmutzen und auch leicht gereinigt werden können.

Hochwertige UV-C-Anlagen passen die Leistung der Strahler an die beim Betrieb der Küchenlüftungshaube oder -decke auftretenden Abluftvolumenströme an. Hierfür werden die UV-C-Strahler in Abhängigkeit von einem dem Abluftvolumenstrom proportionalen Regelsignal gedimmt.

Die Hersteller geben Reinigungsintervalle für in Küchenlüftungshauben und -decken eingebaute UV-C-Strahler von ca. einmal pro Woche an. In der Abluftleitung oder im Lüftungsgerät eingebaute UV-C-Strahler können durch Vorfilter vor Verschmutzungen geschützt werden, sodass diese nur noch alle drei bis sechs Monate gereinigt werden müssen. Die Lebensdauer von UV-C-Strahler soll laut Herstellerangaben zwischen 10.000 und 20.000 Betriebsstunden betragen.



Abbildung II-9-5:
UV-C-Strahler zum Einbau in Abluftleitungen
(Foto: Firma oxytec GmbH)

II-9.4 Foto-Oxidationsanlagen

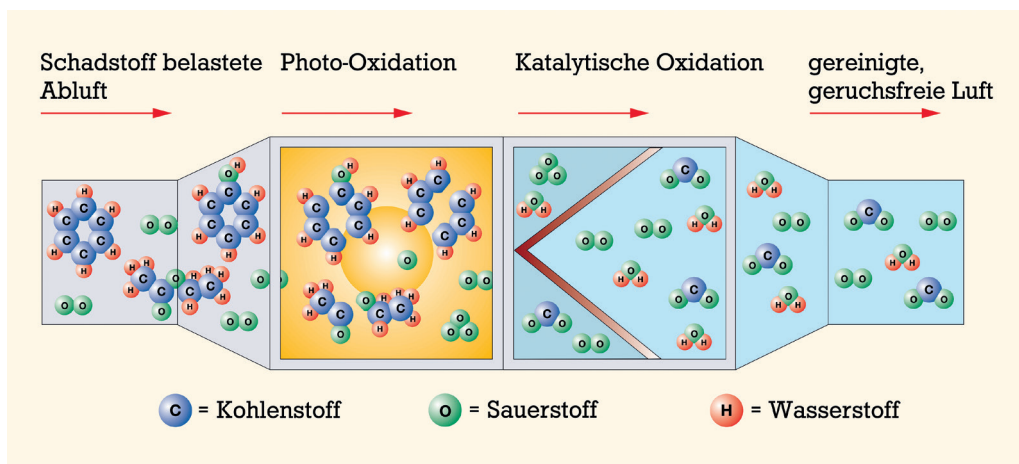


Abbildung II-9-6: Funktionsgrafik einer Foto-Oxidationsanlage (Abbildung: Bioclimatic GmbH)

Foto-Oxidationsanlagen bestehen aus einer UV-C-Anlage in Kombination mit einem Katalysator (Abbildung II-9-6). Bei dem Katalysator handelt es sich um eine speziell behandelte Aktivkohle, die bei dieser Anwendung aber nicht als Aktivkohlefilter wirkt. Ihre Wirkung beruht vielmehr auf der sehr großen Oberfläche der Kohle, die – vereinfacht ausgedrückt – einen Reaktionsraum für die Reaktion von dem erzeugten Ozon und den anderen chemisch reaktiven Stoffen mit den Fett- und Geruchsmolekülen der Küchenabluft darstellt. Die Aktivkohle wird hierbei nicht verbraucht und nimmt an der chemischen Reaktion auch nicht teil, daher der Begriff Katalysator. Trotzdem verbraucht sie sich durch Abrieb und Beladungen mit Partikeln aus der Abluft. Sie hält sehr viel länger als ein Aktivkohlefilter und kann eine Lebensdauer von bis zu fünf Jahren erreichen.

Wichtig ist eine gute Filtration der Küchenabluft, bevor diese in die Foto-Oxidationsanlage eintritt. Die Vorfiltration ist in Abbildung II-9-6 nicht dargestellt. In der Praxis haben sich zweistufige Filter bewährt. Als erste Stufe kann ein Metallgestrickfilter, vorzugsweise aus Edelstahl, mit einer Stärke von ca. 100 mm verwendet werden. Alternativ kann ein Metallgestrick aus Aluminium verwendet werden; solche Filter sind allerdings nicht lange haltbar. Der Filter wird in V-Form eingebaut, sodass eine möglichst große Anströmfläche entsteht. Unterhalb des Filters ist eine Kondensatwanne mit Ablauf, möglichst aus Edelstahl, einzubauen. Als zweite Filterstufe haben sich F7-Taschenfilter bewährt, nach der heutigen Norm EN ISO 16890-1 [40] wäre dies ein Filter der Klasse ISO ePM 2,5 65 %. Das Filtermaterial sollte ozonbeständig sein; hier könnten zum Beispiel Filtermedien aus Glasfaserfiltervlies eingesetzt werden.



Abbildung II-9-7:
UV-C-Strahler mit
Vorfilter in einer
Fotooxidationsanlage

Bei korrekter Auslegung, Betrieb und Wartung können diese Anlagen sehr hohe Reinigungsgrade der Küchenabluft erzielen. Es ist durchaus möglich, die Abluft so zu reinigen, dass in einer Entfernung von wenigen Metern keine Küchengerüche mehr wahrnehmbar sind.

Aus der Praxis

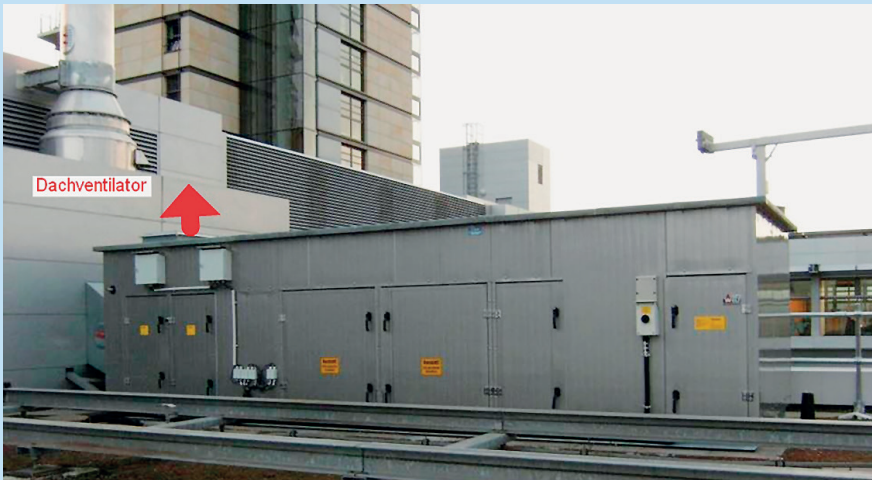


Abbildung II-9-8: Fotooxidationsanlage für 16.500 m³/h auf einem Bürogebäude

In der Innenstadt einer Großstadt befindet sich ein viergeschossiges Bürogebäude mit einer Kantine. Zu dem gleichen Gebäudekomplex gehört ein Hochhaus, mit Büros in den unteren Stockwerken und Wohnungen in den oberen Geschossen. Durch die Ausblasung der Küchenabluft kam es zu Geruchsbelästigungen in den Wohnungen des Hochhauses.

Die ursprüngliche Ausführung sah eine senkrechte Ausblasung der Küchenabluft mit einem Dachventilator vor. Nachdem die Beschwerden auftraten, wurde auf den Dachventilator ein Verlängerungsrohr mit 5 m Länge aufgebaut, wodurch die Ausblasung weiter oben erfolgte. Die Beanstandungen durch störende Gerüche blieben aber weiterhin bestehen. Daraufhin beauftragte der Eigentümer den Einbau einer Foto-Oxidationsanlage.

In der Folge wurde der Dachventilator stillgelegt und die Abluftleitung aus dem Gebäude herausgeführt. Die in Abbildung II-9-8 zu sehende Anlage besteht aus der Foto-Oxidationsanlage mit Vorfiltern, einem Abluftventilator und Abluftschalldämpfer. Der Anlagenaufbau ist wie folgt, beginnend links am Anschluss des Gebäudes:

1. Metallgestrickfilter
2. F7 Taschenfilter, ozonbeständig aus Glasfasermaterial
3. UV-C-Strahler
4. Aktivkohlekatalysator
5. Abluftventilator, senkrecht nach oben ausblasend (rechts im Bild neben dem Reparaturschalter)
6. Abluftschalldämpfer, oberhalb des Katalysators und der UV-C-Strahler
7. Ausblasung der gereinigten Küchenabluft senkrecht nach oben (roter Pfeil)

Die Anlage ging im Jahr 2009 in Betrieb, Beschwerden durch unangenehme Gerüche sind seitdem nicht mehr aufgetreten.

II-9.5 Plasmaanlagen

Plasmaanlagen ähneln in ihrem Aufbau dem von Foto-Oxidationsanlagen. Zur Erzeugung der chemisch reaktiven Stoffe werden anstatt den UV-C-Strahlern Geräte zur Erzeugung eines Niedertemperatur-Plasmas (NTP) eingesetzt. Diese bestehen aus einer nicht leitenden Kunststoffplatte (Dielektrikum), an der beidseitig Hochspannungselektroden, meistens in Form eines engmaschigen Edelstahldrahtgitters, angebracht sind. Durch die an den als Elektroden dienenden Gittern angelegte Spannung kommt es durch das Dielektrikum hindurch zu Durchschlägen von einzelnen Elektronen. Die freigesetzten Elektronen ionisieren die das Dielektrikum umgebende Luft. Diese ionisierte Luft wird als Niedertemperatur-Plasma bezeichnet.

Zusätzlich zu den im vorigen Kapitel vorgestellten Komponenten können auch noch elektrostatische Filter eingebaut sein, die durch die angelegte Spannung auch feine Partikel, wie beispielsweise Rauchpartikel, aus der Abluft entfernen können. Sie werden häufig auch „Blaurauchfilter“ genannt. Elektrostatische Filter erzeugen auch Ozon, meist jedoch in einem geringen Maße. Sie reagieren sehr empfindlich auf Feuchtigkeit. Sehr feuchte Luft oder Kondensat können Funken und Kurzschlüsse an den Filterplatten verursachen.

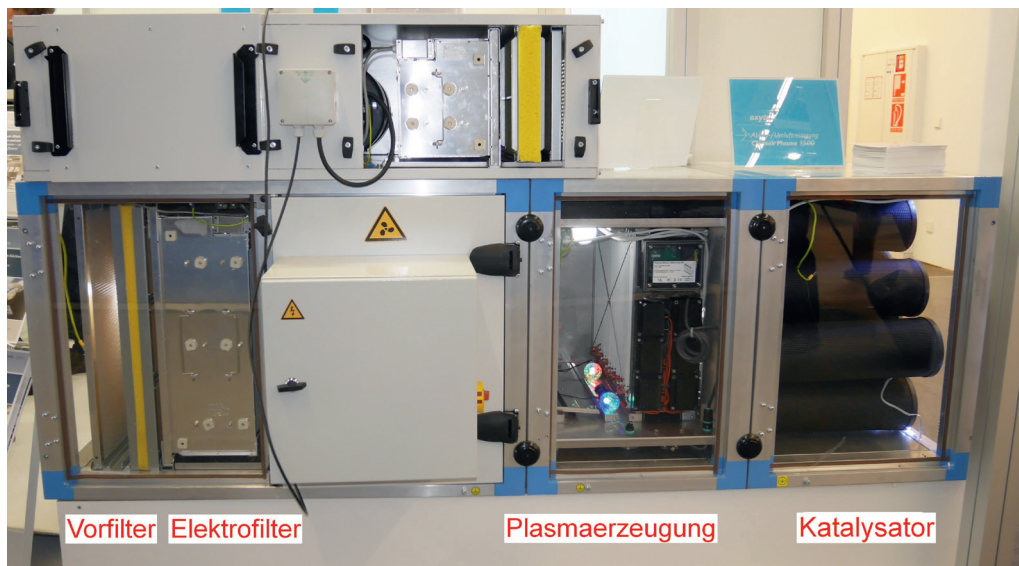


Abbildung II-9-9: Plasmaanlage zur Reinigung von Küchenabluft

Bei den in Abbildung II-9-9 dargestellten Filterstufen handelt es sich zuerst um einen senkrecht stehenden Aluminium-Streckmetallfilter und danach um einen sogenannten „Hydrosorb“-Filter. Dieser ähnelt einem dicken Schwammtuch und hat einen sehr hohen Abscheidegrad. Der gute Abscheidegrad bedingt eine hohe Belastung der Filter, sie müssen daher sehr oft gereinigt werden. Die Reinigungsintervalle reichen, je nach Belastung, von einmal pro Tag bis einmal pro Woche. Hierin liegt eine Schwachstelle des Systems, da in Gastronomiebetrieben eine regelmäßige Reinigung oder Wechsel der Hydrosorb-Filter nicht immer sichergestellt ist.

Mit Plasmaanlagen lassen sich auch sehr hohe Reinigungsgrade für Küchenabluft erreichen, sodass bei ordnungsgemäßer Auslegung, Betrieb und Wartung keine Geruchsbelästigungen in der Nähe der Ausblasstelle mehr zu erwarten sind.



Abbildung II-9-10:
Küchenabluftreinigungsanlage
bestehend aus zwei Modulen
für jeweils 7500 m³/h,
bestehend aus Metallgestrick-
filter, elektrostatischen Filter und
UV-C Strahlern

Aus der Praxis

In einem Burger-Restaurant wurde eine Plasmaanlage zur Reinigung der Küchenabluft eingebaut. Die Ausblasung erfolgt in einen relativ großen Innenhof. Das Restaurant befindet sich im Erdgeschoss eines fünfgeschossigen Wohn- und Geschäftshauses in der Citylage einer Großstadt. Kurz nach Inbetriebnahme wurde der Restaurantbesitzer von einem Bewohner in der fünften Etage wegen Geruchsbelästigungen verklagt. Was war geschehen? Die Anlage, die aus Sicht des Autors durchaus in der Lage war, die Küchenabluft zu reinigen, war zu klein ausgelegt. Dies hatte zur Folge, dass die Anlage „überfahren“ wurde, d. h., sie wurde mit einem höheren als dem vorgesehenen Abluftvolumenstrom betrieben. Hierdurch konnte die Küchenabluft nicht mehr vollständig gereinigt werden, wodurch die Gerüche in den Innenhof gelangten.

Um den Prozess vor Gericht nicht zu verlieren, installierte der Restaurantbesitzer eine größere und leistungsfähigere Anlage. Der Raum, in dem die Abluftreinigungsanlage eingebaut war, war recht klein und die Anlage wurde daher auf einer Kühlzelle installiert.

Für den täglich vorgeschriebenen Wechsel der Vorfilter musste auf eine Leiter gestiegen und dann der schwere Gerätedeckel abgeschraubt werden. Dies konnte nur von zwei Personen bewerkstelligt werden; auch war der Filterwechsel relativ umständlich. Der Austausch der Filter wurde daher nicht im notwendigen Umfang vorgenommen. Auch nahm der Betreiber seine Inspektions- und Reinigungspflichten nicht in dem erforderlichen Maße wahr, sodass die Anlage innen verschmutzte und dadurch auch nicht mehr richtig funktionierte.

Daraufhin ließ der Restaurantbesitzer die vorhandene Abluftreinigungsanlage demontieren und eine dritte Anlage einbauen, welche nun angeblich einfacher zu warten und instand zu halten sei. Aber auch dies bewahrte ihn nicht vor weiterem Ärger.

Die Rechtslage war relativ eindeutig, daher hätte der Restaurantbetreiber den Rechtsstreit wahrscheinlich auch verloren. Der vom Gericht beauftragte Sachverständige stufte die Fortluft als Luft der Kategorie EHA 4 nach der damals gültigen Norm DIN EN 13779:2007 ein, welche über Dach des höchsten Gebäudeteils ausgeblasen werden muss. Auch wurde es versäumt, eine Baugenehmigung für die Lüftungsanlage und/oder eine andere behördliche Genehmigung für die Ausblasung der Küchenabluft in den Innenhof einzuholen.

Selbst wenn eine solche Genehmigung erteilt worden wäre, stünde sie immer unter dem Vorbehalt, dass die Anlagen einwandfrei funktionieren und es zu keinen Geruchsbelästigungen in der Nachbarschaft kommen würde. Falls doch, ist der Betreiber verpflichtet, eine Abluftanlage gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik, d. h. bis über Dach, senkrecht nach oben in den freien Luftstrom ausblasend, zu installieren. Dies ist bei dem Gebäude aufgrund der zahlreichen Fenster an der Fassade zum Innenhof sehr schwierig, da die vorgeschriebenen Mindestabstände von 40 cm zu den Fenstern in den darüber liegenden Etagen (siehe Kapitel III-2.4.2) nicht eingehalten werden können.

Nach einem abermaligen Umbau der Anlage, bei dem UV-C Strahler in der Haube und zusätzliche Aktivkohlekatalysatoren eingebaut wurden und der Restaurantbetreiber ein besseres Verhältnis zu seinem Nachbarn hergestellt hatte, konnte der Streit letztendlich beigelegt werden.

Welche Erkenntnisse kann man hieraus ziehen?

1. Wenn man Anlagen betreiben möchte, die von den allgemein anerkannten Regeln der Technik abweichen, sollte man sich diese genehmigen lassen.
2. Die Anlage muss richtig ausgelegt und betrieben werden.
3. Die Anlage muss also so eingebaut werden, dass die Reinigung und Instandhaltung leicht vorgenommen werden können; am besten bei ebenerdiger Aufstellung, mit Gerätetüren am RLT-Gerät anstelle von schweren Revisionsdeckeln.
4. Die Anlage ist unbedingt gemäß den Vorgaben des Herstellers zu betreiben. Dies gilt insbesondere für Inspektionen, Wartungen und den Austausch nicht mehr funktionsfähiger Komponenten.
5. Der Betreiber muss für die Anlage geschultes Personal haben, das mit der Reinigung und Instandhaltung vertraut ist und diese auch vornimmt.
6. Es ist ein Wartungsplan zu erstellen, der zur besseren Kontrolle neben dem Gerät ausgehängt wird und an dem die vorgenommenen Wartungen mit Angabe des Datums abgezeichnet werden.

7. Beim Betrieb dürfen unter keinen Umständen Beeinträchtigungen in der Nachbarschaft auftreten.
8. Als Letztes sollte man Streit mit seinen Nachbarn vermeiden, da die Rechtslage den Betrieb einer solchen Anlage eher verbietet als begünstigt.

II–9.6 Mikrobiologische Aerosolnachbehandlung

Mikrobiologische, mikrobielle oder enzymatische Aerosolnachbehandlungen basieren auf der Wirkung von Bakterien und Enzymen, die in den Abluftstrom als feiner Sprühnebel eingeblasen werden. Die verwendeten biologischen Wirkstoffe (Biostoffe) sollen die im Aerosolat enthaltenen Fettpartikel verstoffwechseln und dadurch abbauen. Die eingesetzten Biostoffe, genauso wie die entstehenden Stoffwechselprodukte, müssen für Menschen und die Umwelt ungefährlich sein.

In Küchenlüftungsdecken eingesetzt, erfolgt die Besprühung auf die Rückseite der Aerosolabscheider, wodurch sich deren Reinigungsintervalle verlängern sollen. Abluftleitungen sollen weniger oder, laut Herstellerangaben, gar nicht mehr verschmutzen. Die Dosierung der Wirkstoffe erfolgt automatisch. Inzwischen werden auch Anlagen zur Nachrüstung angeboten. Die Technik ist noch relativ neu, deswegen liegen dem Autor über die Wirkung der Anlagen noch keine verlässlichen Informationen vor.



Abbildung II-9-11: mikrobiologische Aerosolnachbehandlung zum Versprühen von Enzymen in den Abluftsammelkanälen von Küchenlüftungsdecken (Foto: Südluft Systemtechnik GmbH)

II–9.7 Wassersprüheinrichtungen

Wassersprüheinrichtungen können zur regelmäßigen Reinigung von Aerosolabscheidern in Küchenlüftungsdecken eingesetzt werden. Die Wassersprüheinrichtungen bestehen aus verfahrbaren Sprühdüsen, die auf die Rückseite der Aerosolabscheider gerichtet sind und diese abfahren. Die Sprühdüsen sind an Schläuchen mit Warmwasser und Reinigungsmitteln angeschlossen. Die Steuerung erfolgt mit einem voreingestellten Zeitprogramm, zum Beispiel immer nach Betriebsende, oder auch manuell.

Durch das regelmäßige Besprühen mit Warmwasser und Reinigungslösung verschmutzen die Aerosolabscheider und die Aerosolsammelrinnen nicht so stark. Die aufwendige Entnahme der Aerosolabscheider zur Reinigung in der Spülmaschine wird durch solch eine Anlage deutlich reduziert. Die Investitionskosten für automatische Wassersprüheinrichtungen sind allerdings relativ hoch, weshalb sie selten eingebaut werden.

II–9.8 Sicherheitstechnische Anforderungen

Alle Anlagen, die für den Menschen schädliche Stoffe oder Strahlung emittieren, sind mit geeigneten Sicherheitseinrichtungen auszustatten. Dies betrifft insbesondere Anlagen, in denen die nachstehenden Komponenten eingebaut sind:

- **UV-C-Strahler:** Gefahr durch die intensive Strahlung, die zu Verletzungen der Augen und Verbrennungen der Haut führen kann, Gefahren durch freigesetztes Ozon und andere chemisch reaktive Stoffe
- **Plasma-Anlagen:** Gefahren durch freigesetztes Ozon und andere chemisch reaktive Stoffe
- **Ozon-Generatoren:** Gefahren durch freigesetztes Ozon und andere chemisch reaktive Stoffe
- **Freisetzung von Chemikalien oder Biostoffen:** Gefährdung von Personen durch austretende Stoffe

Bei Küchenlüftungshauben und -decken, in denen UV-C-Strahler eingebaut sind, muss das Abschalten der UV-C-Strahler beim Herausnehmen eines oder mehrerer Aerosolabscheider sichergestellt sein. Hierzu sind geeignete Schaltkontakte einzubauen, die selbstverständlich auch gegen die Belastungen mit Fetten, Ölen und Feuchtigkeit beständig und ausreichend stabil sein müssen. Die Strahlung darf nur dann freigegeben werden, wenn alle Aerosolabscheider wie vom Hersteller vorgesehen eingesetzt wurden und ein Austritt der Strahlung nicht erfolgen kann. Alle Aerosolabscheider müssen eindeutig gekennzeichnet sein, sodass diese nicht falsch eingesetzt werden können. Auf die Gefahren der UV-C-Strahlung ist durch Warnschilder hinzuweisen.

Bezüglich der konstruktiven Ausführung der Sicherheitsschalter gibt es zwischen den verschiedenen Herstellern große Unterschiede; manche wirken augenscheinlich nicht sehr zuverlässig.

Die drei oben zuerst genannten Anlagen erzeugen Ozon und chemisch reaktive Stoffe, die in größeren Konzentrationen auf die Bindehäute der Augen und die Nasenschleimhäute reizend wirken,

Hustenreiz ist möglich. Es sind daher Vorkehrungen zu treffen, die ein Austreten von Ozon und anderer reaktiver Stoffe aus der Küchenlüftungshaube oder -decke verhindern. So dürfen diese Anlagen nur in Betrieb genommen werden, wenn die Lüftungsanlage auch in Betrieb ist. Dies ist durch Strömungswächter oder andere geeignete Messfühler sicherzustellen. Zusätzlich können kalibrierte Ozonsensoren in den Küchen eingebaut werden. Die Türen der Abluftreinigungsanlagen müssen mit manipulationssicheren Türkontaktschaltern und Warnschildern vor Ozon/UV-C Strahlung ausgerüstet sein.

Bei ozonhaltiger oder mit anderen Reiz- oder Geruchsstoffen belasteter Abluft ist es besonders wichtig, diese innerhalb des Gebäudes im Unterdruckbereich des Abluftsystems zu führen. Dies ist immer dann erfüllt, wenn der Abluftventilator im Freien aufgestellt ist. Bei der Aufstellung in einem separaten Raum innerhalb des Gebäudes muss die im Überdruck stehende Fortluft von dem Abluftgerät direkt oder durch einen feuerwiderstandsfähigen Schacht ins Freie geführt werden.

Beim Einsatz mikrobiologischer Abluftreinigungssysteme muss sichergestellt werden, dass:

- die Sprüheinrichtung nicht bei Stillstand der Abluftanlage betrieben werden kann,
- bei geöffnetem Abluftsystem eine Besprühung nicht möglich ist und Flüssigkeit nicht austreten kann,
- das Fabrikat des Reinigungsmittels an einer gut sichtbaren Stelle ausgehangen wird,
- Wartungsöffnungen, die sich im Bereich der behandelten Abluft befinden, mit Warnschildern „Warnung für Biogefährdung“ versehen sind.

Gefahren durch Ozon

Gefahren bestehen sowohl bei der Aufstellung als auch beim Betrieb von Ozongeneratoren. Deshalb müssen Ozongeneratoren zum Schutz der Beschäftigten gemäß dem Stand der Technik betrieben und überwacht werden. Ozon wird in hohen Konzentrationen als toxischer Stoff angesehen. Daher fordern die Berufsgenossenschaften eine Überwachung des Aufstellraums durch Gaswarnanlagen, sofern in diesem bei einem Defekt der Anlage im Raum gesundheitsgefährdende Ozonkonzentrationen auftreten können. Weiterhin werden bei Ozonaustritt eine Alarmierung durch zugelassene Alarmierungsmittel und die Kennzeichnung der gefährdeten Bereiche gefordert. Gefahren bei zu hohen Ozonkonzentrationen bestehen auch für die Abluftleitungen und die darin enthaltenen Installationen. Ozon greift Kunststoffe und – bei stark erhöhten Konzentrationen – auch Bleche aus verzinktem Stahl und sogar Edelstahl an. Von daher müssen alle in den Luftstrom eingebauten Komponenten ozonbeständig sein. Bei Anlagen mit Wärmerückgewinnungseinrichtungen oder integrierten Kälteerzeugern kann es zu Problemen mit Dichtungen und Komponenten kommen. Abbildung II-9-12 zeigt von Ozon verursachte Korrosionen an einem Luftgehäuse aus verzinktem Stahl einer Küchenlüftungsdecke der Bauform C2.

Auch Geruchsbelästigungen durch hohe Ozonkonzentrationen in der Fortluft sind möglich. Das Ozon ist dann in der näheren Umgebung als unangenehmer, beißender Geruch wahrnehmbar.

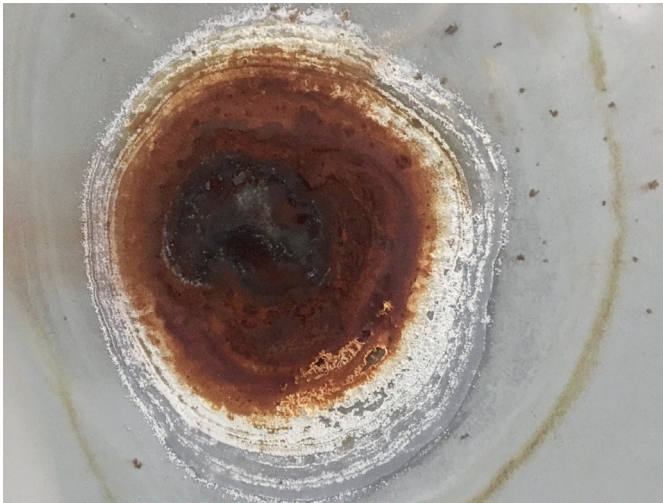


Abbildung II-9-12:
Korrosion durch Ozon an
einer Küchenlüftungsdecke
aus Edelstahl
(Foto: GIF ActiveVent GmbH)

II-10 Stationäre Feuerlöschanlagen für Küchen

Die Norm DIN EN 16282-7 [39] beschreibt sicherheitstechnische Anforderungen an stationäre Feuerlöschanlagen für Küchen, den Einbau und Betrieb sowie die zu übergebenden Dokumentationen und anzubringenden Kennzeichnungen.

Abbildung II-10-1 zeigt einen Mittel-Kochblock mit einer in der Küchenlüftungsdecke fest installierten Feuerlöschanlage. Die Löschdüsen sind oberhalb der zu schützenden Kochgeräte und zusätzlich hinter den Aerosolabscheidern in der Abluft montiert.



Abbildung II-10-1: Küchenlüftungsdecke mit einer stationären Feuerlöscheinrichtung in einer Großküche

II–10.1 Wann müssen Feuerlöschanlagen eingebaut werden?

Es gibt in Deutschland keine generelle Vorgabe, nach der in Küchen stationäre Feuerlöschanlagen eingebaut werden müssen.

Eine verbindliche Forderung für den Einbau von Feuerlöschanlagen gibt es in der Muster-Versammlungsstättenverordnung M-VStättVO [26]. Diese schreibt vor, dass Küchen oder ähnliche Einrichtungen mit einer Grundfläche von mehr als 30 m², die zur Versammlungsstätte hin offen sind, eine geeignete automatische Feuerlöscheinrichtung haben müssen. Unter dem Begriff „offen“ ist eine Durchreiche von der Küche in die Versammlungsstätte zu verstehen oder auch die direkte Ausgabe von Speisen aus der Küche in die Versammlungsstätte.

Versammlungsstätten sind Sonderbauten, daher wird für diese ein Brandschutzkonzept oder ein Brandschutznachweis benötigt. Anforderungen an Feuerlöschanlagen und eine Bewertung, ob und wie eine geplante Küche mit einer Feuerlöschanlage ausgerüstet werden muss oder nicht, sind dort zu beschreiben.

Die Regel DGUV 110-003 (früher BGR 111) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung [4] fordert den Einbau von ortsfesten Feuerlöscheinrichtungen, falls in der Küche Fritteusen mit einer Gesamtfüllmenge von mehr als 50 l Frittieröl aufgestellt werden. Die Gesamtfüllmenge des Frittieröls kann auf 100 l erhöht werden, wenn:

- eine Betriebsanweisung für den Betrieb der Fritteuse erstellt wird, die den in der DGUV 110-003 genannten Mindestanforderungen genügt,
- diese Betriebsanweisung dem Bedienungspersonal jederzeit zugänglich ist,
- das Bedienungspersonal auf Grundlage der Betriebsanweisung unterrichtet wird,
- in Betrieb befindliche Fritteusen ständig unter Beobachtung bleiben,
- die in der DGUV 110-003 genannte Mindestanzahl von Feuerlöschern für Fettbrände und eine zusätzliche Löschmittelreserve in der Küche vorhanden sind und das Küchenpersonal in die Bedienung der Feuerlöscher eingewiesen ist.

Weitere Anforderungen an den Einbau einer Feuerlöschanlage für ein bestimmtes Gebäude können sich aus den Auflagen des Brandschutzkonzepts, der Baugenehmigung oder den Bedingungen der Sachversicherer ergeben.

II–10.2 Anforderungen an Feuerlöschanlagen

DIN EN 16282-7 [39] fordert beim Einbau stationärer Feuerlöschanlagen den Schutz aller Geräte mit Brandlasten (öl-, fetthaltig), der Abluft führenden Teile von Küchenlüftungshauben oder -decken, sowie der Anschlussstutzen der Abluftleitungen. Als Geräte mit Brandgefahren werden dort beispielhaft genannt:

- Kippbratpfannen
- Fritteusen
- Grillgeräte
- Grillplatten, Griddleplatten
- Herde
- Woks
- Geräte, die feste Brennstoffe verwenden

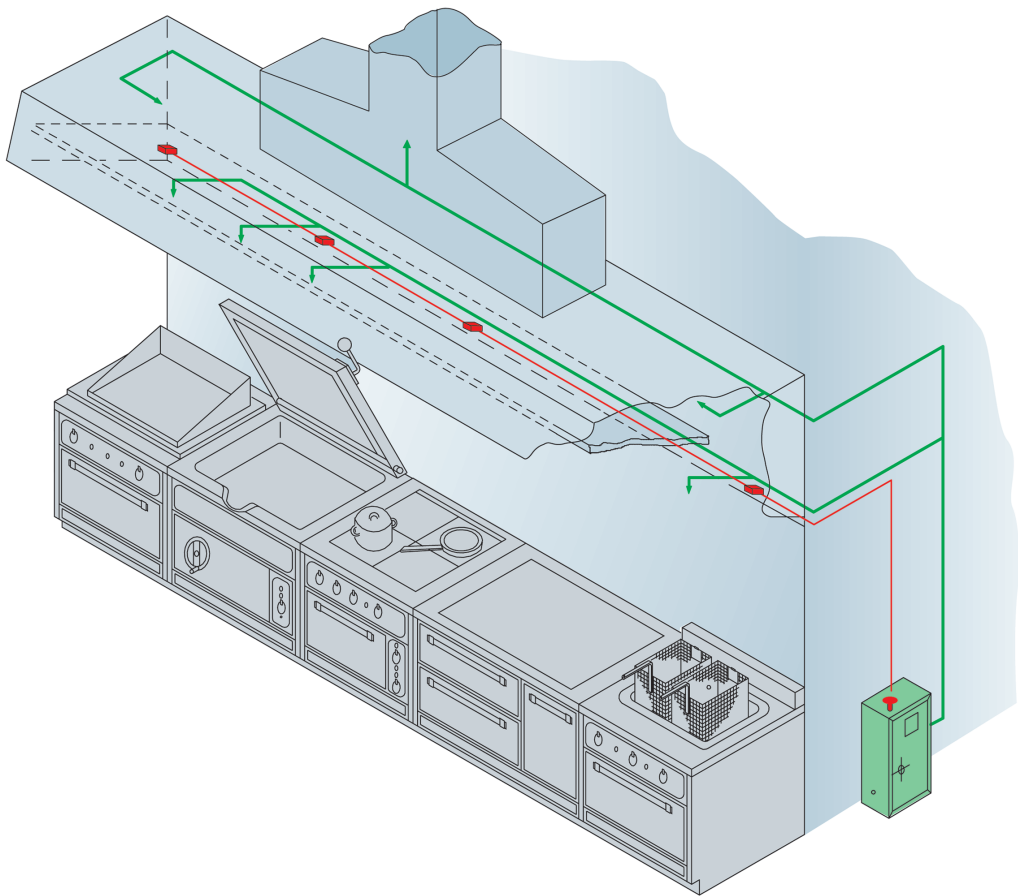


Abbildung II-10-2: Schema einer Feuerlöschanlage für Küchenabluft
(Zeichnung: Minimax Viking Research & Development GmbH)

Eine stationäre Feuerlöschanlage für Küchen besteht aus Löschmittelsprühdüsen, Auslösegeräten, einem oder mehreren Löschmittelbehältern mit einem für Fettbrände geeigneten Löschmittel und einem Druckgasbehälter. Mittels Edelstahlleitungen wird das Löschmittel zu Sprühdüsen geführt,

die oberhalb der zu schützenden Kochgeräte und zusätzlich innerhalb der Küchenlüftungsdecke bzw. -haube angeordnet sind. Weitere Sprühdüsen sind in die Anschlüsse der Abluftleitungen gerichtet. Zur automatischen Branderkennung werden Schmelzlote oder Thermoelemente eingesetzt. Bei Auslösung werden durch einen Seilzugmechanismus oder durch Gasdruck die Löschmittelbehälter aktiviert, indem sie mit Druckgas beaufschlagt werden. Das Löschmittel wird dann durch die Sprühdüsen versprüht. Das Löschmittel kühlt den Brandherd ab und bildet eine Schaumschicht oder eine andere Art von Schutzfilm, der keinen Sauerstoff an den Brand lässt.

Die Feuerlöschanlagen müssen bei Branderkennung selbsttätig und zusätzlich auch manuell ausgelöst werden können. Die Handauslösevorrichtung muss sich im Fluchtweg befinden.

Bei Auslösung muss die Energieversorgung der Kücheneinrichtung automatisch abgeschaltet werden. Dies ist unbedingt erforderlich, da andernfalls der Löschschaum durch aufsteigende Wärme und Gasblasen durchbrochen werden würde. Bei elektrischen Geräten müssen Abschaltvorrichtungen mit potenzialfreien Kontakten zur Verfügung stehen, bei Gasgeräten kann die Unterbrechung der Gaszufuhr durch die vorgeschriebenen Gasmagnetventile erfolgen.

Das Verhalten der RLT-Anlage bei Auslösung der Feuerlöschanlage ist in die Fachplanung mit einzu beziehen und im Brandschutzkonzept zu beschreiben. Genaue Vorgaben gibt es hierzu nicht. Der Autor bevorzugt eine sofortige Abschaltung der Zu- und Abluft bei Branderkennung bzw. Auslösung der Feuerlöschanlage damit, dass

- **das Öffnen von nach außen aufschlagenden Türen oder automatisch tätigen Schiebetüren der Küche und angrenzender Räume gewährleistet ist, was bei Unterdruck u. U. nicht mehr sichergestellt wäre,**
- **durch Unterdruck verursachte Schäden am Gebäude vermieden werden.**

Feuerlöschanlagen müssen von einer akkreditierten Prüfstelle zugelassen sein und dürfen nur durch vom Hersteller unterwiesene sachkundige Personen inspiziert und gewartet werden.

Feuerlöschanlagen sind mit einem Geräteschild dauerhaft zu kennzeichnen, aus dem der Hersteller, die Typenbezeichnung, die Auftragsnummer oder Identifikationsnummer und ein Hinweis auf die DIN EN 16282-7 hervorgehen.

III

Planung, Montage, Bauordnungsrecht und Brandschutz

III-1 Anforderungen an die Planung und Montage

Einige persönliche Betrachtungen des Autors vorweg:

Jeder, der schon einmal in einem Imbiss in einer Innenstadtlage war und sich dort die Lüftungsanlage angeschaut hat, wird zu dem Ergebnis kommen, dass es – zumindest was die Lüftung angeht – zwei Welten gibt. Für die eine wird in diesem Fachbuch der Aufbau von Lüftungsanlagen für gewerbliche Küchen gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik und den bauaufsichtlichen Forderungen ausführlich erläutert. Die andere ist die, die man in vielen Imbissbetrieben vorfinden und wie folgt vereinfacht beschreiben kann:

- eine Küchenablufthaube mit einem innen eingebauten Abluftventilator, direkt oberhalb von Fritteusen, Grillplatten und Gaskochgeräten
- in der Haube befinden sich Aerosolabscheider, bei denen es fraglich ist, ob diese auf Flamm-durchschlagsicherheit geprüft wurden
- in älteren Anlagen befinden sich zum Teil noch Metallgestrickfilter anstatt Aerosolabscheider
- eine Abluftleitung aus Wickelfalzrohr, aus der es heraustropft
- fehlende Inspektions-, Reinigungsöffnungen und Kondensatabläufe
- eine Abluftanlage, die augenscheinlich nicht regelmäßig inspiziert und gereinigt wird
- eine Ausblasstelle der Fortluft, die nicht senkrecht nach oben in den freien Luftstrom erfolgt.

Was man nicht findet, ist eine Zuluftanlage, obwohl die in der Küche aufgestellten Geräte mit der Spülmaschine zusammen eine Anschlussleistung von mehr als 25 KW haben. Wie kann das sein?

Ein Grund hierfür mag sein, dass in den vergangenen 25 Jahren das Bauordnungsrecht dahingehend geändert wurde, dass die Behörden weniger kontrollieren und prüfen und dafür die Betreiber stärker in die Pflicht genommen werden. Wenn dann die Betreiber ihre Pflichten nicht kennen und – eventuell auch gerne leichtgläubig, weil es den Geldbeutel schont – den Aussagen von unzureichend informierten Gastronomieausstattern und Herstellern von Kücheneinrichtungen folgen, kann es zu den oben beschriebenen Lüftungsanlagen kommen. Die komplette Anlage besteht dann aus einer preisgünstigen Haube mit eingebautem Ventilator und etwas Wickelfalzrohr. Wenn man sich im Internet das reichhaltige Angebot von Dunstabzugshauben mit eingebauten Abluftventilatoren, deren Motoren innerhalb des Küchenabluftstroms liegen, auf den Seiten von Gastronomieanbietern anschaut, braucht man sich nicht zu wundern. All diese Produkte wollen ja verkauft werden. Sollte in der Küche auch noch Zuluft benötigt werden, wird die Haube so ausgeführt, dass mit einem Rohr- oder Kanalventilator unbeheizte – und manchmal auch ungefilterte – Außenluft in die Haube hineingeblasen wird. Diese Konstruktion wird dann als „Energiesparhaube“ verkauft.

Andere Gründe sind sicher auch die sehr hohen Kosten für eine Lüftungsanlage gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik und der große Platzbedarf für eine solche RLT-Anlage. Dieser hat sich für RLT-Geräte durch das Gebäudeenergiegesetz [25] und durch die Ökodesignrichtlinie [27] enorm erhöht. In angemieteten Gastronomieräumen lässt sich die benötigte Anlagentechnik häufig nicht unterbringen.

Eine kombinierte Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung als Kreuzstrom-/Gegenstromwärmeübertrager mit zweistufigen Außenluftfiltern und Schalldämpfern für einen Luftvolumenstrom von 4.000 m³/h kostet inklusive Luftleitungen und der erforderlichen Steuer- und Regelanlage schnell 60.000 € oder mehr. Ein solcher Betrag ist für viele Imbissbesitzer nicht finanzierbar.

III–1.1 Wer darf eigentlich RLT-Anlagen montieren?

Bei der Montage von Lüftungsanlagen können Gefahren für die Gesundheit und das Leben Dritter entstehen. Der Lüftungsanlagenbau wird als ein „gefahr geneigter“ Handwerksberuf eingestuft, wodurch eine Beschränkung des Berufszuganges gerechtfertigt ist.

Die erforderliche Fachkunde für die Montage von Lüftungsanlagen erhielt man früher durch eine Lehre als Lüftungsbauer oder Heizungsinstallateur. Heute heißen die Berufsbezeichnungen etwas anders, und zwar Anlagenmechaniker oder Anlagenmechanikerin für Sanitär-, Heizung- und Klimatechnik. Die Regellehrzeit beträgt 3,5 Jahre. Zur Führung eines Betriebes im Bereich der technischen Gebäudeinstallation muss man entweder zusätzlich eine Meisterausbildung auf dem Gebiet erfolgreich abgeschlossen haben oder aber Techniker oder Ingenieur sein. Zusätzlich muss ein Eintrag in der Handwerksrolle erfolgen. Unter bestimmten Voraussetzungen kann die Handwerkskammer auch anders qualifizierte Personen in die Handwerksrolle eintragen. Diese müssen dann eine langjährige Tätigkeit in diesem Fachgebiet nachweisen können.

Sofern der Firmeninhaber in der Handwerksrolle eingetragen ist oder eine in der Handwerksrolle eingetragene Person zum Beispiel als Betriebsleiter beschäftigt, darf die Firma RLT-Anlagen montieren. Die Monteure müssen nicht alle eine einschlägige Lehre absolviert haben. Für einfachere Tätigkeiten kann es ausreichend sein, dass die Arbeitnehmer von einer Fachkraft angelernt worden sind und eine entsprechende Überwachung durch diese Fachkraft stattfindet.

Aus der Praxis 1: Montage durch fachfremde Firma

Eine Einrichtungsfirma für Gastronomieausstattung hatte in einem bestehenden Restaurant die Küchenabluftanlage erneuert und hierbei eine neue Dunstabzugshaube, einen neuen Ventilator und die Ab- und Fortluftleitungen bis über Dach neu installiert. Die Fortluftleitung verlief im Freien, die laut M-LüAR (siehe Abs. III-2.4.2 und III-2.4.3) erforderlichen Abstände zu brennbaren Bauteilen waren nicht eingehalten. Bei der Prüfung durch einen Sachverständigen stellte sich heraus, dass für die Montage des Abluftkastengerätes und der Luftleitungen ausschließlich Dübel aus Kunststoff verwendet worden waren. Im Falle eines Brandes in der Küchenabluftanlage besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass Luftleitungsteile herunterstürzen.

Der Bauherr und die ausführende Firma wurden vom Sachverständigen über die Mängel informiert. Die ausführende Firma war für die Montage von RLT-Anlagen nicht ausreichend qualifiziert. Der Bauherr benötigt zur Inbetriebnahme die Beseitigung der Mängel. Jetzt stellt sich aber die Frage, wer denn die Mängelbeseitigung vornehmen soll. Doch sicher nicht die Firma, die für die Installation von RLT-Anlagen nicht qualifiziert und in der Handwerksrolle nicht eingetragen ist. Dem Bauherren wird vermutlich nichts anderes übrigbleiben, als eine Fachfirma mit der Mängelbeseitigung oder der Neuinstallation der RLT-Anlage zu beauftragen.

Aus der Praxis 2: Fachunternehmererklärung, Fachunternehmerbescheinigung

Nach Fertigstellung der RLT-Anlage hat der Fachunternehmer eine Fachunternehmererklärung auszustellen. Der Fachunternehmer erklärt damit, die Anlage gemäß seiner Beauftragung, den Auflagen der Baugenehmigung, den allgemein anerkannten Regeln der Technik, den Einbauanleitungen sowie den Ver- und Anwendbarkeitsnachweisen der verwendeten Bauteile und anderer mehr, fachgerecht errichtet zu haben. Weiterhin muss er erklären, dass die Funktion aller Anlagenbauteile geprüft wurde und die Anlage fertiggestellt und mängelfrei ist. Was ist von einer „Fachunternehmererklärung“ von einer Firma zu halten, die keine Fachfirma ist?

Solche Fälle sind in der letzten Zeit verstärkt aufgetreten. Den Ärger haben die Bauherren, die sich im Vorfeld nicht ausreichend über die Fachkunde und Leistungsfähigkeit der ausführenden Firmen informiert haben. Die kann mittels einer Fachunternehmerbescheinigung erfolgen.

Hinweis: Die beiden Begriffe „Fachunternehmererklärung“ und „Fachunternehmerbescheinigung“ sind nicht streng voneinander abgegrenzt und werden in den verschiedenen Bundesländern und bei Behörden nicht einheitlich verwendet. So muss beispielsweise in Nordrhein-Westfalen die Übereinstimmung einer neu errichteten Lüftungsanlage mit der Lüftungsanlagen-Richtlinie mittels einer Bescheinigung gemäß Punkt 10.2 LüAR NRW erklärt werden.

III–1.2 Anforderungen an die Planung von RLT-Anlagen

RLT-Anlagen sind so zu planen und zu errichten, dass diese:

- entsprechend der Beauftragung geplant und errichtet werden,
- den bauaufsichtlichen Anforderungen zum Zeitpunkt der Baugenehmigung und – falls keine benötigt wird – zum Zeitpunkt der Fertigstellung genügen,
- den allgemein anerkannten Regeln der Technik zum Zeitpunkt der Abnahme entsprechen,
- den behördlichen Auflagen entsprechen, wie zum Beispiel dem Gebäudeenergiegesetz [25] und den Ökodesignrichtlinien [27],
- wirtschaftlich betrieben werden können.

Allgemeine Anforderungen und Hinweise in kompakter Form für die Planung zentraler RLT-Anlagen können der VDI-Richtlinie 3803 Blatt 1 „Zentrale Raumlufttechnische Anlagen – Bauliche und tech-

nische Anforderungen“ [13] entnommen werden. Für die Planung speziell von Küchenlüftungsanlagen gibt es die bereits mehrfach angesprochenen Euronormen und VDI-Richtlinien. In diesem Buch kann selbstverständlich nicht auf alle Anforderungen und Aspekte der Planung von RLT-Anlagen eingegangen werden. Es sollen daher lediglich die Sachverhalte beschrieben werden, bei denen besonders häufig Fehler gemacht werden bzw. die in der Fachwelt noch nicht so bekannt sind. Die Lektüre des vorliegenden Buchs ersetzt daher keine weitergehenden Studien zu diesem Thema.

III–1.3 Grundzüge einer wirtschaftlichen Planung

Eine wirtschaftliche Planung sollte über die vorgesehene Nutzungsdauer der RLT-Anlage erfolgen, also zumindest über einen Zeitraum von 15 Jahren. Hierzu sind nicht nur die Investitionskosten der RLT-Anlage zu berücksichtigen, sondern auch die während des voraussichtlichen Lebenszyklus entstehenden Kosten zu betrachten. Diese bestehen hauptsächlich aus:

- den Kosten für Energieverbräuche der Ventilatoren sowie zur Beheizung und Kühlung der Zuluft,
- Wartungskosten, inklusive der Kosten für Ersatzteile und Verbrauchsstoffe,
- Entsorgungskosten.

Dieser Ansatz unterscheidet sich wesentlich von der reinen Betrachtung der Investitionskosten. Diese weitergehende Betrachtung wird jedoch in der VDI-Richtlinie 3803 Blatt 1 und anderen technischen Regeln gefordert und regelmäßig durch die Rechtsprechung des BGH bestätigt.

III–1.4 Außenluftansaugung und Außenluftleitung

Auf die Anforderungen der Außenluftansaugung und der Außenluftleitung wird ausführlicher eingegangen, da diese von hoher Bedeutung für die Qualität der Zuluft sind und dieser Bereich in der Planung und Bauausführung häufig nicht die notwendige Aufmerksamkeit erhält.

Grundsätzlich darf nur gesundheitlich unbedenkliche Außenluft angesaugt werden. So sollte zum Beispiel an folgenden Stellen keine Außenluftansaugung erfolgen:

- in der Nähe von Ein- und Ausfahrten von Garagen
- direkt an Parkplätzen
- direkt an stark befahrenen Straßen
- oberhalb oder in der direkten Nähe von stehendem Wasser
- oberhalb oder direkt in der Nähe von Pflanzenbewuchs
- in der Nähe von Fortluft mit Geruchsverschlechterung, zum Beispiel aus Küchen, Laboren, Tiefgaragen, WC-Entlüftungen, Strangentlüftungen usw.
- in der Nähe von Aufenthaltsbereichen für Rauchern
- direkt über sonnenbeschienenen Flächen

Diese Aufzählung ist nicht vollständig. Sollte eine Ansaugung von schadstoff- oder geruchsbelasteter Außenluft nicht zu vermeiden sein, zum Beispiel auf einem Flughafengelände, sind neben den üblichen Außenluftfiltern noch zusätzliche Partikelfilter, Gasfilter oder Luftwäscher vorzusehen.

Außenluftleitungen sollten von der Ansaugstelle bis zum RLT-Gerät so kurz wie möglich gehalten werden. Außenluftleitungen müssen inspiziert und bei Bedarf gereinigt werden können. Es sind daher in einer ausreichenden Anzahl Inspektions- und Reinigungsöffnungen vorzusehen. Stehen- des Wasser in Außenluftleitungen ist zu vermeiden, deswegen sollten Abläufe für eingedrunenes Regenwasser und für die Reinigung vorgesehen werden.

Die Außenluftansaugung hat so zu erfolgen, dass auch bei auftretendem Wind kein Regen oder Schnee angesaugt wird. Hierzu eignen sich Wetterschutzgitter mit Anströmgeschwindigkeiten von bis zu 2,5 m/s bezogen auf deren freien Anströmquerschnitt.

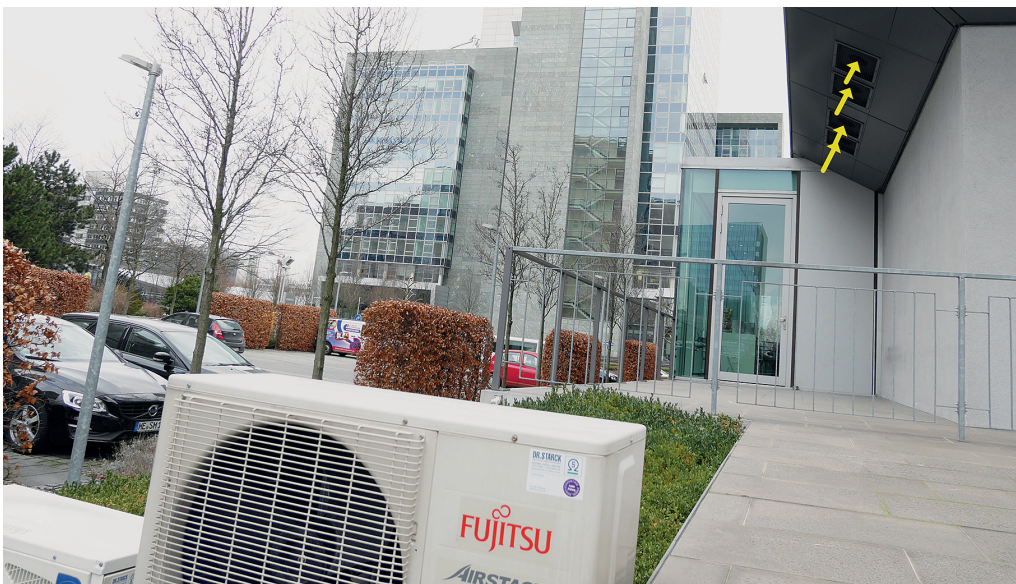


Abbildung III-1-1: ungünstig gelegene Außenluftansaugung für eine Hotelküche in direkter Nähe von Parkplätzen

Aus der Praxis: Außenluftansaugung 1

Abbildung III-1-1 zeigt die Außenluftansaugung einer Hotelküche in unmittelbarer Nähe zu den Hotelparkplätzen. Obwohl in der Außenluft bereits ein F9-Taschenfilter eingesetzt war, waren im Zuluftgerät, am Schalldämpfer und in der Zuluftleitung ölige und schmierige Beläge vorhanden. Die Außenluftleitung ist zudem für eine Reinigung nicht zugänglich.

In Innenstadtlagen steht häufig nicht viel Platz zur Verfügung. Es ist daher nicht leicht, alle Komponenten und Bauteile optimal anzuordnen. Die Architekten und Fachplaner sind in solchen Situationen besonders gefordert, die bestmöglichen Lösungen zu erarbeiten.

Bei diesem Gebäude wäre es problemlos möglich gewesen, die Außenluftansaugung an der Fassade um 90° zu versetzen und dadurch an einer anderen Stelle zu positionieren, die weiter entfernt von den Parkplätzen gelegen hätte. Bei der tatsächlichen Einbausituation hätten geeignete Gasfilter vorgesehen werden müssen. Aktivkohlefilter waren übrigens bei allen anderen RLT-Geräten im Gebäude vorhanden, wurden aber augenscheinlich bei der Zuluftanlage der Küche vergessen.



Abbildung III-1-2:
Zuluftventilator Küche, mit der Außenluftansaugung aus Abbildung III-1-1. Die Verschmutzungen traten auf, obwohl der Ventilator hinter einem F9 Filter angeordnet war

III-1.5 Außenluftfilter

Die Filtration der Außenluft hat bei Zuluftanlagen für Küchen immer mindestens zweistufig zu erfolgen. Zur Erreichung der in einer Küche geforderten hohen Zuluftqualität (ZUL 2) empfiehlt die VDI-Richtlinie 6022 Blatt 1, abhängig von der Außenluftqualität, die in Tabelle III-1-1 wiedergegebenen Filterklassen.

Die Qualität der Außenluft AUL 1 bis AUL 3 orientiert sich an den Grenz-, Richt- und Leitwerten der WHO und der Europäischen Union. Je mehr Grenzwerte überschritten werden oder je höher die Überschreitung einzelner Grenzwerte ist, desto niedriger wird die Außenluftqualität eingestuft.

Tabelle III-1-1: Außenluft- und Zuluftfilterqualitäten nach VDI-Richtlinie 6022 Blatt 1

Außenluftqualität	Filterstufen für ZUL 2 (hoch)
AUL 1 (sauber)	ISO ePM1 50 % (F7)
AUL 2 (belastet)	ISO ePM10 50 % (M5) + ISO ePM1 50 % (F7)
AUL 3 (hoch belastet)	ISO ePM2,5 65 % (F7) + ISO ePM1 50 % (F7)

In den überwiegenden Regionen von Deutschland entspricht die Qualität der Außenluft den Klassen AUL 2 und AUL 3. In Innenstädten wird die Qualität der Außenluft AUL 2 betragen, in der Nähe von stark befahrenen Straßen, Bahnlinien, größeren Industriegebieten und Flughäfen AUL 3. Bei besonders niedriger Außenluftqualität können auch weitere Filter (Gasfilter) erforderlich sein, siehe hierzu auch das vorangegangene Kapitel III-1.4.

In Luftkurorten, Bergregionen und anderen Gebieten mit reiner Luft wird die Außenluftqualität AUL 1 angesetzt werden können.

Unabhängig hiervon fordert die VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1, Außenluft mindestens zweistufig zu filtern, wohingegen die Euronorm DIN EN 16282-1 zumindest die Zuluftqualität IDA 2 (hoch) nach der damals gültigen DIN EN 13779:2007 verlangt. Diese Forderung deckt sich mit denen aus Tabelle III-1-1. Von daher wird in Deutschland – von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen – immer mindestens eine zweistufige Filtration der Zuluft erforderlich sein.

Aus der Praxis: Außenluftansaugung 2

Anhand dieses Beispiels soll gezeigt werden, wie ungünstig sich fehlende Wetterschutzgitter und falsch angeordnete Ansaugöffnungen auswirken können. Das RLT-Gerät befindet sich auf dem Dach eines viergeschossigen Gebäudes, unmittelbar neben stark befahrenen Straßen und Bahnlinien.



Abbildung III-1-3 zeigt die Außenluftansaugöffnung eines Zuluftgerätes für eine Küche. Links der Ansaugöffnung befindet sich ein weiteres RLT-Gerät rechts eine Sichtschutzkonstruktion aus Aluminiumlamellen.

Die Ansaugöffnung besteht aus einem angeschrägtem Luftleitungsstück mit Vogelschutzgitter, dahinter ist eine Außenluftjalousieklappe angeordnet.

Die Ansauggeschwindigkeit der Außenluft war relativ niedrig und betrug etwa 2,3 m/s.

Solche Konstruktionen sieht man häufig, sie sind preisgünstiger als ein Wetterschutzgitter.

Abbildung III-1-3:
Außenluftansaugung eines
Zuluftgerätes für eine Küche

Die Außenluftansaugung befindet sich direkt oberhalb der Fortluftleitung des RLT-Geräts. Durch Begehen, vermutlich im Zuge von Montagearbeiten, wurde der Blechmantel der Dämmung eingedrückt, sodass sich unhygienische Pfützen mit stehendem Wasser bilden. Allein diese Pfützen in unmittelbarer Nähe der Außenluftansaugung stellen schon Hygienemängel im Sinne der VDI-Richtlinie 6022 Blatt 1 dar.

Abbildung III-1-4 zeigt das Innere der Außenluftfilterkammer des RLT-Geräts. Am Tag der Aufnahme des Fotos hatte es nicht geregnet. Augenscheinlich wurde in den vorausgehenden Tagen so viel Wasser angesaugt, dass dieses für einen längeren Zeitraum am Boden der Gerätekammer verblieb. Die Außenluftfilter waren komplett durchfeuchtet und trockneten bei dem kalten Wetter auch nicht mehr ab. Sie bilden daher einen guten Nährboden für unerwünschte Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze.

Die Außenluftansaugung wurde im Zuge von Mängelbeseitigungsmaßnahmen saniert.



Abbildung III-1-4: Blick in die Außenluftfilterkammer

III-1.6 Abluftfilter

Sind in Küchenabluftanlagen Wärmerückgewinnungseinrichtungen oder andere Komponenten eingebaut, die vor aerosolhaltiger Luft geschützt werden müssen, empfiehlt es sich, zwei Abluftfilterstufen zu verwenden. Die erste Filterstufe könnte wie in Abbildung III-1-5 als schräg angestellte Metallgestrickfilter ausgeführt werden. Diese entfernen überwiegend flüssige Bestandteile aus der Abluft. Kleine Tröpfchen lagern sich an den Metallfäden des Filters an, verbinden sich dort mit anderen Tröpfchen, vergrößern sich dadurch (Agglomerationseffekt) und fließen dann nach unten in einer Auffangwanne ab. Als zweite Filterstufe werden häufig Taschenfilter der Klasse ePM10 50% (F5) bis ePM1 50% (F7) eingesetzt.



Abbildung III-1-5: erste Filterstufe in einer Küchenabluftanlage, als Metallgestrickfilter ausgeführt

III-1.7 Ventilatoren

Gemäß den gültigen Regelwerken sollen die Motoren von Küchenabluftventilatoren außerhalb des Luftstroms angeordnet werden.

Die Abbildung III-1-6 zeigt den Motor eines Ventilators für Küchenabluft mit freilaufendem Rad, der mit Außenluft belüftet wird und sich daher nicht im Küchenabluftstrom befindet. Solch eine Konstruktion kann uneingeschränkt für Küchenabluft verwendet werden.

Die DIN EN 16282-2 „Küchenlüftungshauben“ [31] gestattet zwar in Dunstabzugshauben eingebaute Ventilatoren, bei denen der Abluftmotor im Luftstrom liegt, fordert dabei aber:

- genügend Platz für die Reinigung
- ausreichende Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten
- Motor in Schutzart IP 54.

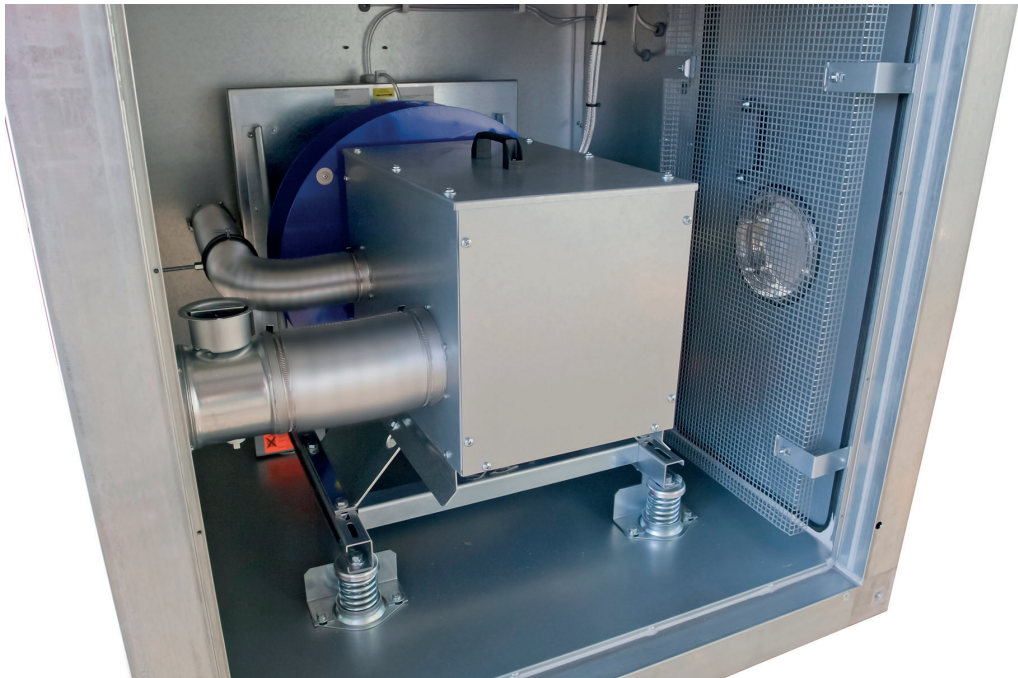


Abbildung III-1-6: Küchenabluftventilator mit Motorfremdbelüftung in einem Lüftungszentralgerät, (Foto: WOLF Anlagen-Technik GmbH & Co. KG, Geisenfeld)

Aus der Praxis

Zusätzlich zu oben aufgeführten Forderungen, steht in der Euronorm DIN EN 16282-2 aber auch, dass in der Haube integrierte Abluftventilatoren vermieden werden sollen, „da ihr Einsatz zu Hygieneproblemen führen und das Brandrisiko erhöhen kann“. Was ist davon zu halten?

Nach Ansicht des Autors entsprechen Dunstabzugshauben, bei denen der Abluftventilatormotor im Küchenabluftstrom eingebaut ist, nicht den in Deutschland allgemein anerkannten Regeln der Technik. Die VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 erlaubt Ventilatoren im Abluftstrom nur hinter einer wirkungsvollen Abluftreinigung, womit nicht die in der Haube eingebauten Aerosolabscheider gemeint sind, sondern zusätzliche Abluftreinigungsanlagen.

Die in Deutschland als technische Baubestimmung eingeführte M-LüAR [6] verbietet den Einsatz von Ventilatoren in Küchenablufthauben. Eine Ausnahme wäre möglich, wenn im Rahmen einer brandschutztechnischen Bewertung, zum Beispiel in einem bauaufsichtlich genehmigten Brandschutzkonzept, eine Abweichung von dieser Vorschrift als zulässig erachtet würde. Dann stellt sich noch die Frage, wer für „eine Erhöhung des Brandrisikos“ nach einem von einem Ventilatormotor ausgelösten Brand die Verantwortung für eine solche Planung oder den Einbau der Haube übernehmen möchte. Ein anschließend von der Staatsanwaltschaft oder von Gericht beauftragter Sachverständiger würde mit hoher Wahrscheinlichkeit zu dem Ergebnis kommen, dass die Planung und Ausführung nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprach und eventuell zur Brandentstehung mit beigetragen hatte, dass der Ventilator, so wie er eingebaut wurde, nur schwer zu reinigen war und daher die Reinigung nicht wie vorgeschrieben vorgenommen wurde usw. Damit hätten sowohl der Planer als auch das ausführende Lüftungsunternehmen und der Betreiber den „Schwarzen Peter“.

Die Küchenlüftungsanlage muss von der Küche aus abgeschaltet werden können. Dies gilt sowohl für die Abluft als auch für die Zuluft, welche immer gleichzeitig geschaltet werden müssen.

Zur besseren Reinigbarkeit wird die Verwendung von Ventilatoren mit rückwärts gekrümmten Schaufeln empfohlen. Diese Ventilatorlaufräder haben weniger, dafür aber größere Schaufeln als vorwärts gekrümmte Ventilatoren, wodurch sie sich erheblich leichter reinigen lassen.

Bei korrekt ausgelegten Lüftungsanlagen ist eine maximal zulässige Betriebstemperatur des Ventilators von 60 °C ausreichend. Die Temperaturerhöhung der Küchenabluft darf bei einer Auslegung nach VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 oder DIN EN 16282- 1 nicht mehr als ca. 12 K betragen, sodass auch bei hohen Außentemperaturen und nicht gekühlter Zuluft die Ablufttemperatur immer unter 60 °C liegen wird.

Abbildung III-1-7 zeigt ein Küchenabluftgerät mit rückwärts gekrümmten Schaufeln. Der Ventilatormotor liegt außerhalb des Abluftstroms.



Abbildung III-1-7:
Küchenabluftventilator mit Antriebsmotor
außerhalb des Luftstroms
(Foto: Helios Ventilatoren GmbH + Co KG)

Das Gehäuse kann zur inneren Reinigung und zur Reinigung des Laufrads leicht geöffnet werden. Der Einsatz solcher oder ähnlicher Abluftventilatorgeräte ist gemäß dem Gebäudeenergiegesetz GEG bis zu Luftvolumenströmen von 4.000 m³/h statthaft. Bei größeren Luftvolumenströmen könnten diese Ventilatoren in Verbindung mit Filtern und Wärmerückgewinnungssystemen in der Bauform von Kreislaufverbundsystemen (KVS) eingesetzt werden.

III-1.8 Wärmerückgewinnung

Die Ökodesignrichtlinie [41] schreibt bei kombinierten Zu- und Abluftgeräten mit Abluftvolumenströmen von 250 m³/h oder 1.000 m³/h, je nach Klassifizierung der Lüftungsgeräte für private oder gewerbliche Verwendung, Wärmerückgewinnungseinrichtungen vor. Da jede gewerbliche Küche mit Anschlussleistungen über 25 KW Luftvolumenströme von mehr als 1.000 m³/h benötigt, befinden sich alle gewerblichen Küchen im Geltungsbereich der Ökodesignrichtlinie.

Häufig wird vorgetragen, dass es sich bei Küchenabluftanlagen um Prozessluftanlagen handeln würde. Dies ist nicht richtig, da eine Küchenlüftungsanlage dem Arbeitsschutz dient und für das Personal in der Küche hygienisch und physiologisch zuträgliche Bedingungen schaffen soll. Prozessluft wäre beispielsweise die Zuluft eines Maschinengehäuses o. ä., in dem sich keine Personen dauerhaft aufhalten, allenfalls zur Kontrolle oder Wartung. Das Argument ist auch gar nicht von Relevanz, da sich die fragliche Textstelle nur auf Abluftgeräte von gewerblichen Küchen bezieht, die Anforderungen der Ökodesignrichtlinie an eine Wärmerückgewinnung aber für kombinierte Zu- und Abluftgeräte gilt. Hier gibt es für Küchen keine Ausnahmen.

In Deutschland gilt zusätzlich zu der Ökodesignrichtlinie auch das Gebäudeenergiegesetz GEG [25]. Hier wird ab einem Außenluftvolumenstrom von 4.000 m³/h eine Wärmerückgewinnungseinrichtung vorgeschrieben. Dieser Wert wird schon von einem größeren Imbiss oder einer mittelgroßen Restaurant- oder Hotelküche erreicht bzw. überschritten. Damit sind in allen mittelgroßen und großen Küchen Wärmerückgewinnungseinrichtungen vorgeschrieben; dies gilt völlig unabhängig von der Ökodesignrichtlinie.

Weitere Argumente für die Nutzung der Wärmerückgewinnung in Küchen sind die relativ hohen Temperaturen in der Abluft, die wegen der Wärmeabgabe der Kochgeräte ca. 6 K bis 8 K höher als die Lufttemperaturen in der Küche liegen. Hinzu kommt auch noch das in Kapitel III-1.2 angesprochene Gebot zur wirtschaftlichen Planung. Die Planung einer Küchenlüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung wird wohl kaum als wirtschaftlich betrachtet werden können und wäre damit mangelhaft. Dies könnte auch schon bei Luftvolumenströmen von weniger als 4.000 m³/h der Fall sein, wenn sich unter Berücksichtigung aller Investitions- und Betriebskosten eine Wirtschaftlichkeit der Wärmerückgewinnung in einem Zeitraum von 15 Jahren nachweisen ließe. Bei Küchenlüftungsanlagen mit getrennten Zuluft- und Abluftgeräten und Luftvolumenströmen von weniger als 4.000 m³/h sollten also die mit der Planung beauftragten Fachplaner oder ausführenden Firmen in jedem Fall eine Überprüfung der Wirtschaftlichkeit für die Wärmerückgewinnung vornehmen und dem Auftraggeber das Ergebnis vorlegen und ausführlich erläutern.



Abbildung III-1-8: Lüftungszentralgerät mit Wärmerückgewinnung als Kreislaufverbundsystem (KVS), (Foto: TROX GmbH)

Die Wirkungsgrade der geforderten Wärmerückgewinnung ergeben sich aus dem GEG in Verbindung mit den dort vorgenommenen normativen Verweisen. Aktuell (Stand Frühjahr 2023) werden für Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung als Platten- oder Rotationswärmeübertrager Wirkungsgrade von mindestens 73 % verlangt. Für Kreislaufverbundsysteme gilt ein Mindestwert von 68 %. Diese Werte verstehen sich unter trockenen Bedingungen und bei ausgeglichenen Luftvolumenströmen.

Die Anforderungen des GEG, bei Lüftungsanlagen mit Volumenströmen von mehr als 4.000 m³/h Wärmerückgewinnungseinrichtungen einzubauen, kann auch nicht durch den Einbau sogenannter „Energieeinsparhauben“ in Bauform einer Induktionshaube umgangen werden. Erstens fordert die Verordnung eindeutig eine Wärmerückgewinnungseinrichtung mit definierten Wirkungsgraden und zweitens kann man mit solchen Hauben bei normativer Auslegung keine Energie einsparen. Es gibt Sonderfälle, in denen geringe Energieeinsparungen möglich sind. Dies wird in Kapitel I-5.5.4 ausführlich dargelegt.

In kombinierten Zu- und Abluftgeräten für Küchen müssen die Luftströme zwischen Abluft/Fortluft und Außenluft/Zuluft unbedingt getrennt gehalten werden. Eine mögliche Quelle für Überströmungen zwischen den genannten Luftströmen ist die Wärmerückgewinnung. Für den Einsatz in Küchenlüftungsgeräten kommen daher nur rekuperative Wärmerückgewinnungssysteme infrage, und zwar mit Plattenwärmeübertragern, meist als Gegenstromwärmeübertrager ausgeführt. Kreis-

laufverbundsysteme (KVS) werden bei getrennt aufgestellten Geräten oder größeren Luftvolumenströmen verwendet.

Bei regenerativen Systemen wie z. B. Rotationswärmeübertragern kommt es immer zu einer Überströmung von der Abluft in die Zuluft, wodurch auch Gerüche, Aerosole, Bakterien und Keime übertragen werden. Daher dürfen regenerative Wärmerückgewinnungssysteme in Küchenlüftungsanlagen nicht verwendet werden.

III–1.9 Zulufteinbringung

In warmen Küchen, Speiseausgaben und Spülküche ist die Zuluft so einzubringen, dass die über den Geräten aufsteigenden Thermikluftströme nicht gestört werden. Nur so kann eine möglichst vollständige Erfassung durch die in den Küchenlüftungshauben oder -decken eingesetzten Aerosolabscheider erfolgen. Querströmungen sind immer zu vermeiden. Um Zugerscheinungen zu vermeiden, muss die Zulufteinbringung großflächig, am besten nicht direkt oberhalb der Arbeitsplätze erfolgen.

Bei der Verwendung von Küchenlüftungsdecken mit integrierten Zuluftdurchlässen wird dies üblicherweise durch die Planung der Hersteller gewährleistet. In Küchen mit Küchenlüftungshauben liegt die Verantwortung für die korrekte Auslegung und Anordnung der Zuluftdurchlässe bei den Fachplanern. Die Hersteller der Luftdurchlässe geben in ihren Unterlagen konkrete Hinweise zu den möglichen Luftvolumenströmen und den daraus resultierenden Strömungsgeschwindigkeiten im Aufenthaltsbereich. Weitere Hinweise zur Planung sind im Kapitel I-4 enthalten.

Besonderes Augenmerk ist auf eine ausreichend große Küchenfläche zu legen, auf diesen Aspekt wird in Kapitel III-1.11 eingegangen.

III–1.10 Fortluftausblasung

Um Geruchsbelästigungen in der Nachbarschaft zu vermeiden, ist Küchenfortluft über Dach in den freien Luftstrom auszublasen. Diese Anforderung ergibt sich aus der VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1, der DIN EN 16282-1, DIN EN 16798-3 und anderen technischen Regeln. Die Ausblasgeschwindigkeit sollte hierbei nach DIN EN 16282-2 mindestens 6 m/s betragen. Üblicherweise erfolgt die Ausblasung mit Deflektorhauben, die immer senkrecht nach oben ausblasen. Bei dieser Konstruktion wird auch der Anforderung Rechnung getragen, eingedrungenes Regenwasser abzuführen, sodass es nicht in die Fortluftleitung gelangt.

Bei der Ausblasung über Dach ist zur Vermeidung von Gerüchen in der Nachbarschaft selbstverständlich auch die Ausblashöhe und die Art der Nachbarschaftsbebauung zu berücksichtigen. Sollten die umliegenden Gebäude höher als die Ausblasstelle sein oder sich in ihrer Nähe Dachterrassen, Penthäuser oder Fenster von Wohnungen befinden, könnten sich die Anwohner leicht durch die Küchengerüche gestört fühlen. In solchen Fällen wären zusätzliche Anlagen zur Abluftreinigung vorzusehen.



Abbildung III-1-9: Küchenlüftungsgerät mit fachgerechter Ausblasung der Fortluft mittels einer Deflektorhaube senkrecht über Dach



Abbildung III-1-10: links: Falsch gebaute Fortluftöffnung für Küchenabluft. Die Ausblasung erfolgt nach unten anstatt senkrecht nach oben

III–1.11 Küchenräume ausreichend groß planen

Die Anforderungen an die Lüftungstechnik haben einen erheblichen Einfluss auf den Flächenbedarf und die Anordnung von Produktionsküchen. Reine Produktionsküchen mit allseitig geschlossenen Wänden sind von den dort möglichen Luftvolumenströmen limitiert. Bei der Planung von Großküchen sollten daher bereits in einer sehr frühen Planungsphase die erforderlichen Luftvolumenströme möglichst genau ermittelt und ein Konzept für die Be- und Entlüftung erstellt werden. Eine Ermittlung der Luftvolumenströme im Rahmen der Vorplanung nur nach den Empfehlungen der technischen Regelwerke (VDI-Richtlinie 2052 Blatt 1 und DIN EN 16282 Teil 1, siehe Tabelle I-8-1) ist nicht zu empfehlen, da diese in Produktionsküchen häufig zu gering ausfallen.

III–1.11.1 Zugfreie Einbringung der Zuluft muss möglich sein

Seit einigen Jahren häufen sich Fälle, bei denen die Grundflächen von Produktionsküchen unter lüftungstechnischen Gesichtspunkten zu klein geplant wurden. Die für die Abfuhr der beim Kochbetrieb anfallenden Stoff-, Wärme- und Feuchtelasten erforderlichen Luftvolumenströme ließen sich wegen zu geringen Raumflächen nicht zugfrei in die Küche einbringen. Wenn dies noch während der Planungsphase aufgedeckt wird, lassen sich durch Umplanungen Mängel vermeiden. Wenn schon mit dem Bau begonnen wurde, oder dieser gar schon fertiggestellt ist, können Änderungen nur noch mit hohen Kosten oder gar nicht mehr realisiert werden. Dem Autor sind zahlreiche Fälle bekannt, in denen es zu lüftungstechnischen Problemen durch nicht ausreichend große Grundflächen in Produktionsküchen kommt. In einigen Fällen sind diesbezüglich Gerichtsverfahren gegen Planer oder ausführenden Firmen anhängig.

III–1.11.2 Sehr hohe Gerätedichte auf kleinster Fläche

Fachplaner für Großküchen legen ihr Hauptaugenmerk bei der Planung von Produktionsküchen auf die unter ergonomischen und betriebstechnischen Gesichtspunkten optimale Anordnung der Kochgeräte. Dies führt zu in Blöcken angeordneten, eng nebeneinander stehenden Kochgeräten. Die Wege für das Küchenpersonal werden damit kurz gehalten, wodurch ein wirtschaftlicher Kochbetrieb mit wenig Personal ermöglicht wird.

Auch Architekten legen Wert auf eine kleine Küchenfläche, da diese keinen direkten Nutzen für ihre Auftraggeber darstellen. Ausnahmen sind Großküchenbetriebe zur Lebensmittelproduktion. In anderen Gebäuden nehmen Küchen Platz weg, den die Architekten ihren Bauherren gerne für andere Zwecke zur Verfügung stellen würden.

Die Tabelle zeigt neben den Grundflächen, die elektrischen Anschlussleistungen der in den beiden Küchen installierten Kochgeräte, die flächenbezogenen Anschlussleistungen in kW pro m² Grundfläche der Produktionsküche, die nach DIN EN 16282 Teil 1 berechneten Luftvolumenströme und die flächenbezogenen Luftvolumenströme in m³/h pro m². In beiden Produktionsküchen, die sich im Jahr 2022 in der Planung bzw. in der Ausführung befinden, werden ausschließlich elektrisch beheizte Kochgeräte verwendet, so dass Anschlussleistungen für Gas oder Dampf nicht berücksichtigt werden müssen.

Tabelle III-1-2: Daten von zwei Projekten aus dem Jahr 2022

Produktionsküche	Grundfläche	elektr. Anschlussleistung		Luftvolumenstrom	
		Kochgeräte	flächenbezogen	nach DIN EN 16282-1	flächenbezogen
Hochschulgebäude	77 m ²	372 kW	4,8 kW/m ²	20.000 m ³ /h	260 m ³ /h pro m ²
Bürogebäude	101 m ²	807 kW	8,0 kW/m ²	45.600 m ³ /h	451 m ³ /h pro m ²

Die Gerätedichte bzw. die elektrische Anschlussleistungen pro Quadratmeter Grundfläche variiert in beiden Küchen stark und reicht von 4,8 kW pro m² bis 8,0 kW pro m², immer nur bezogen auf die Grundfläche der Produktionsküche. Diese elektrischen Leistungen und die Art der eingesetzten Kochgeräte führen in den beiden Küchen zu flächenbezogenen Luftvolumenströmen von 260 m³/h pro m² bis 451 m³/h pro m². Diese doch sehr großen Unterschiede in den flächenbezogenen Leistungen und Luftvolumenströmen ergeben sich auch aus den Größen der geplanten Küchenräume. Ob und welchen Umständen solch hohe flächenbezogenen Luftvolumenströme in Küchen realisiert werden können, wird in Kap. III-1.11.4 beschrieben.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass bei modern geplanten Produktionsküchen die Küchenflächen im Verhältnis zu den für eine fachgerechte Be- und Entlüftung benötigten Luftvolumenströmen sehr klein sind. Die technischen Regelwerke empfehlen für die Vorplanung der Luftvolumenströme für Küchen die in Tabelle III-1-3 angegebenen Werte. Sie beschreiben die Gefahr von Zugerscheinungen bei Luftvolumenströmen von mehr als 90 m³/h und m² Küchengrundfläche. Die weiter vorne im Buch in Tabelle I-8-2 genannten flächenbezogenen Luftvolumenströme aus tatsächlich realisierten Projekten liegen weit über den in den Regelwerken empfohlenen Werten.

In thermisch niedrig belasteten Produktionsküchen, wie man diese zum Beispiel in Senioren- und Pflegeheimen vorfindet, können die flächenbezogenen Luftvolumenströme im Bereich der Empfehlungen der technischen Regelwerke liegen (Tabelle III-1-3).

Tabelle III-1-3: Luftvolumenströme zur Vorplanung nach VDI-Richtlinie und Euronorm

Küchentyp	Empfehlung nach VDI 2052-1	Empfehlung nach DIN EN 16282-1
gesamter Küchenbereich	90 m ³ /h pro m ² Küche	90 m ³ /h pro m ² Küche
Koch- und Küchenbereich	90 - 105 m ³ /h pro m ² Küche	–
Brat-, Grill-, Backbereich, Spülbereich	105 - 120 m ³ /h pro m ² Küche	120 m ³ /h pro m ² Küche

III-1.11.3 Anforderungen an die Lüftungstechnik

Zur Erreichung der in Kapitel I-3.1 genannten Schutzziele soll die Lüftungstechnik die beim Kochbetrieb anfallenden stofflichen Lasten (CO und andere Verbrennungsgase bei Gaskochgeräten, Feuchtigkeit, Aerosole u. a. m.) und die beim Kochbetrieb erzeugte konvektive Wärme, sowie

Wasserdampf abführen. Gleichzeitig muss ausreichend temperierte und gefilterte Zuluft (100 % Außenluft, keine Umluft) der Küche zugfrei zugeführt werden. Bei der Zuluft einbringung und der Anordnung der Zuluftflächen sind zwei wichtige Aspekte zu beachten:

1. Eine Überströmung aus anderen Küchenbereichen darf nur erfolgen, wenn dies keine Beeinträchtigung der Hygiene darstellt. Überströmungen dürfen nur von sogenannten „reinen Bereichen“ erfolgen, in denen die Zuluft hygienisch nicht belastet wird.
2. Die über den Kochgeräten aufsteigenden Wrasen und Thermikluftströme dürfen durch Querströmungen nicht gestört werden. Andernfalls können diese von den darüber installierten Abzugshauben oder Küchenabluftdecken nicht mehr vollständig erfasst und abgeführt werden.

Zur Vermeidung von Zugerscheinungen sind die flächenbezogenen Luftvolumenströme nach oben limitiert. Die Anströmgeschwindigkeit in die Arbeits- und Aufenthaltsbereiche soll nicht mehr als 0,2 m/s betragen. Mit hochwertigen Küchenlüftungsdecken, in denen die Zuluftdurchlässe und die Beleuchtungseinrichtungen integriert sind und die Luft laminar eingeblasen wird, lassen sich flächenbezogene Luftvolumenströme von 230 m³/h pro m² in eine Küche einbringen. Höhere flächenbezogene Leistungen mit bis ca. 250 m³/h pro m² lassen sich unter Umständen mit Sonderlösungen einzelner Hersteller realisieren. Diese Lösungen sind allerdings kostenintensiv und sollten im Vorfeld zusammen mit einem leistungsfähigen Hersteller von Küchenlüftungsdecken geplant werden.

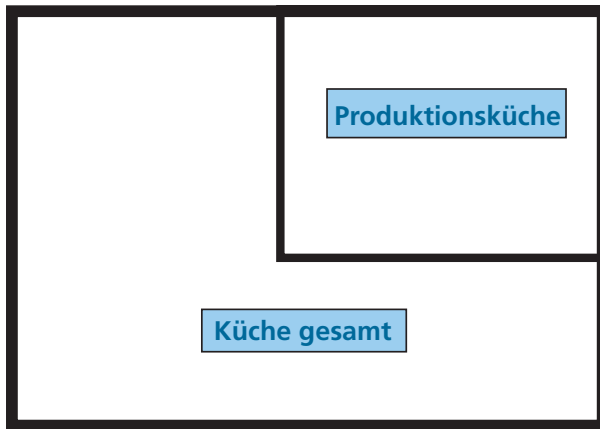
III–1.11.4 Planung von Produktionsküchen unter Berücksichtigung der Lüftungstechnik

In Produktionsküchen mit geschlossenen Wänden (hier Küchentyp 1) lassen sich mit ausgereiften Küchenlüftungsdeckensystemen für Zu- und Abluft flächenbezogene Luftvolumen von bis zu 230 m³/h und m² Küchengrundfläche realisieren. Der in einer Produktionsküche mit geschlossenen Wänden maximal realisierbare Luftvolumenstrom berechnet sich daher zu:

$$230 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2) \cdot \text{Grundfläche der Produktionsküche in m}^2$$

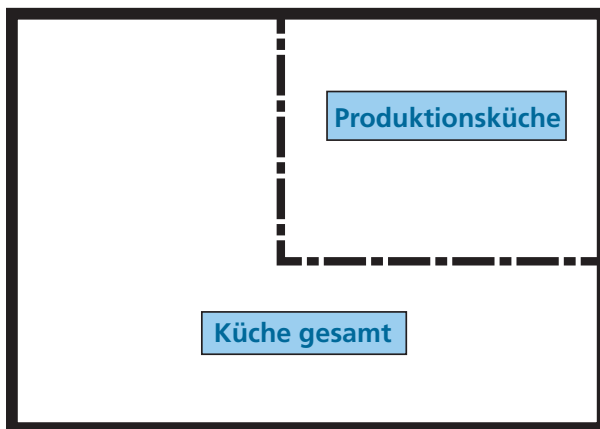
Wenn zum Betrieb der Kochgeräte höhere flächenbezogene Leistungen benötigt werden, kommt es entweder zu Zugerscheinungen oder die vorgesehene gleichzeitige Nutzung von Kochgeräten muss reduziert werden. Die Umsetzung des geplanten Nutzungskonzepts der Küche ist dann nicht mehr möglich.

Wenn die Produktionsküche zu den übrigen Küchenbereichen offen ist, wie bei Küchentyp 2, 3 und 4 dargestellt, ist eine Überströmung aus den angrenzenden Bereichen in die Produktionsküche technisch möglich. Wenn die Überströmung nur einseitig oder zweiseitig vorgesehen wird, was bei Küchentyp 2 aus der nachstehenden Abbildung III-1-12 der Fall wäre, kann dies zu störenden Querströmungen oberhalb der Kochgeräte und zu Zugerscheinungen im Bereich der Einstromflächen führen. Aus diesen Gründen sollten einseitige Nachströmflächen komplett vermieden und zweiseitige Nachströmflächen lufttechnisch sehr sorgfältig geplant werden.



Küchentyp 1:
Produktionsküche mit geschlossenen
Wänden

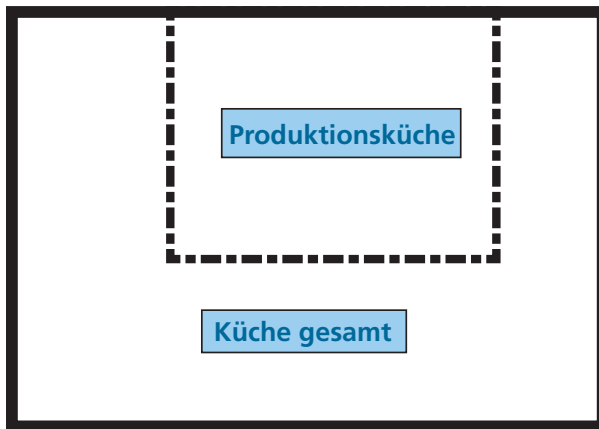
Abbildung III-1-11:
Produktionsküche mit
allseitig geschlossenen
Wänden



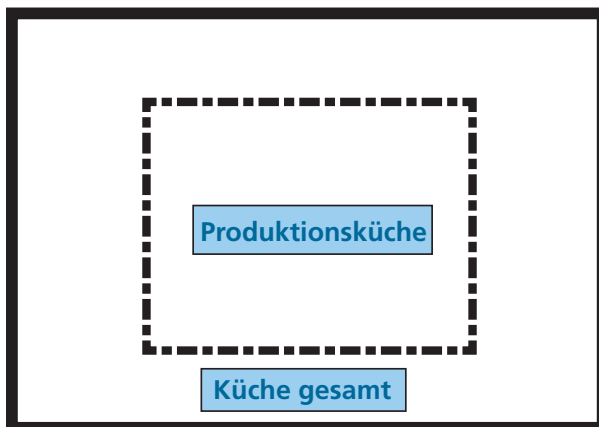
Küchentyp 2:
Produktionsküche zweiseitig offen

Abbildung III-1-12:
Produktionsküche mit zwei
geschlossenen Wänden

Wenn die Nachströmung in den Bereich der Produktionsküche von drei oder sogar von vier Seiten aus anderen Küchenbereichen möglich ist (Küchentyp 3 und Küchentyp 4), sollten sich Zugerscheinungen und Querströmungen vermeiden lassen.



Küchentyp 3:
Produktionsküche dreiseitig offen



Küchentyp 4:
Produktionsküche allseitig offen

Abbildung III-1-13:
Produktionsküche mit nur einer
geschlossenen Wand (oben),
Produktionsküche allseitig offen
(unten)

Die Lüftung der Produktionsküche im Bürogebäude mit $451 \text{ m}^3/\text{h}$ pro m^2 aus Tabelle III-1-2 ließe sich mit einer Anordnung nach Küchentyp 3 oder 4 realisieren. In der Produktionsküche selbst und zusätzlich dreiseitig um die Produktionsküche herum, wurden Deckenluftauslässe angeordnet, so dass für eine zugfreie Zuluft einbringung ausreichend große Flächen zur Verfügung stehen. Durch die dreiseitige Einströmung in die Produktionsküche werden die über den Kochblöcken aufsteigenden Wrasen nicht gestört.

III–1.12 Bauordnungsrecht und Brandschutzkonzept

Bei der Errichtung von baulichen Anlagen sind grundsätzlich die gesetzlichen, sowie auch die Anforderungen des Bauordnungsrechts einzuhalten, das Anforderungen an die Beschaffenheit baulicher Anlagen zur Abwehr von Gefahren beschreibt. Bei dem Bau von Küchenlüftungsanlagen sind im Wesentlichen die nachstehenden Dokumente, Verordnungen und Regelwerke einzuhalten oder zu beachten:

- die Landesbauordnung des jeweiligen Bundeslandes
- die Auflagen des Baugenehmigungsverfahrens
- das genehmigte Brandschutzkonzept oder den Brandschutznachweis
- die im Bundesland eingeführte Lüftungsanlagenrichtlinie [6] und Leitungsanlagenrichtlinie [7]
- das Gebäudeenergiegesetz (GEG) [25] (früher Energieeinsparverordnung (EnEV)) und Ökodesignrichtlinie [27]
- die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) (siehe Kapitel I-2.4)
- die bauordnungsrechtlich geforderten Ver- und Anwendbarkeitsnachweise (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung abZ, allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis abP, allgemeine Bauartengenehmigung abG u. a. m.)
- die erforderlichen Nachweise für die Verwendung und den Einbau von Bauprodukten nach MVV TB [36]

Lüftungsanlagen, an die Anforderungen an den Brandschutz gestellt werden, fallen in vielen Bundesländern nicht unter das baugenehmigungsfreie Bauen. Bei Sonderbauten werden dann auch spezielle Baugenehmigungen für Lüftungsanlagen benötigt. Die Musterbauvorlageverordnung [23] fordert Bauzeichnungen von Aufstellräumen für Lüftungsgeräte und Zeichnungen von Lüftungsleitungen, sofern sie raumabschließende Bauteile mit Anforderungen an den Brandschutz durchdringen.

Anforderungen an den Brandschutz werden in dem genehmigten Brandschutzkonzept formuliert. Sofern kein Brandschutzkonzept vorliegt, ergeben sich diese aus den Auflagen der Baugenehmigung und aus der Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie MLüAR und der Muster-Leitungsanlagenrichtlinie MLAR bzw. den entsprechenden Richtlinien der einzelnen Bundesländer, sofern diese die Muster Richtlinien nicht eingeführt haben.

Bauteile, die einen bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis benötigen, wie zum Beispiel Brandschutzklappen für Küchenabluft oder feuerwiderstandsfähige Bekleidungen von Lüftungsleitungen, müssen in Übereinstimmung mit deren Ver- und Anwendbarkeitsnachweisen und der Montageanleitung des Herstellers eingebaut werden.

Verwendbarkeitsnachweise und Anwendbarkeitsnachweise

Verwendbarkeitsnachweise sind:

- ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis (abP)
- eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)
- eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE)

Anwendbarkeitsnachweise sind:

- eine allgemeine Bauartengenehmigung (aBG)
- ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis für die Bauart (abP)
- eine Vorhabenbezogene Bauarten Genehmigung (vBG)

Brandschutzklappen, die in fetthaltiger Küchenabluft eingesetzt werden können, bedürfen eines besonderen Verwendbarkeitsnachweises in Form einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ), da es für diese noch keine europäisch harmonisierte Norm oder andere allgemein anerkannte Regel der Technik gibt.

Bauprodukte mit CE-Kennzeichnung nach der Bauprodukteverordnung dürfen verwendet werden, wenn die erklärten Leistungen den in Deutschland geltenden gesetzlichen Anforderungen der Landesbauordnungen oder der aufgrund der Landesbauordnung erlassenen Gesetze für diese Verwendung entsprechen. Die Anforderungen an solche Bauprodukte werden in der Verwaltungsvorschrift Technischer Baubestimmungen (MVV TB) veröffentlicht. Diese können in den Bundesländern leicht unterschiedlich sein, da nicht alle Länder dieselbe Ausgabe der MVV TB eingeführt haben.

Küchenlüftungsanlagen müssen in den meisten Bundesländern durch bevollmächtigte Bezirksschornsteinfegermeister geprüft werden. Zusätzlich kann auch noch eine Prüfpflicht durch bauaufsichtlich anerkannte Prüfsachverständige bestehen. Diese Prüfpflicht ergibt sich aus der Muster-Prüfverordnung MPrüfVO [8] bzw. den technischen Prüfverordnungen der Länder. Die Prüfpflicht besteht in der Regel bei Sonderbauten, andere Gebäude können prüfpflichtig sein, sofern dies in der Baugenehmigung oder im Brandschutzkonzept gefordert wird. In der Prüfverordnung werden die in Sonderbauten zu prüfenden technischen Anlagen benannt, wozu auch Lüftungsanlagen gehören können, sofern an diese Anforderungen an den Brandschutz gestellt werden und diese in dem Bundesland prüfpflichtig sind.

III-2 Anforderungen nach der Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie

Die wichtigsten Forderungen an den Brandschutz von Lüftungsanlagen beschreibt die Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR [6], die in allen Bundesländern als Technische Baubestimmung eingeführt ist und daher bei der Bauausführung beachtet werden muss. Manche Bundesländer haben die Muster-Richtlinie unverändert übernommen, andere haben leichte Änderungen vorgenommen. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Versionen der Bundesländer sind für den Inhalt dieses Buchs nicht von Belang, daher wird auf diese nicht weiter eingegangen.

Die Ausführungen in diesem Kapitel beschränken sich auf einige für Küchenlüftungsanlagen besonders wichtige Aspekte. Dies ist in der M-LüAR der Abschnitt 8 „Abluftleitungen von gewerblichen oder vergleichbaren Küchen, ausgenommen Kaltküchen“. Ergänzend wird auch auf die Anforderungen an Lüftungszentralen (Abs. 6.4) und auf die an Lüftungsleitungen (Abs. 5) eingegangen, da hier besonders häufig Fehler bei der Planung und Errichtung von Küchenlüftungsanlagen auftreten.

Insgesamt ist das Thema „Brandschutz von Lüftungsanlage und M-LüAR“ sehr komplex und erfordert ein eingehendes Studium der M-LüAR und ergänzender Literatur. Vertiefende Informationen zu diesem Thema und zum Brandschutz von Lüftungsanlagen finden sich im Kommentar zu der Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie der Autoren Lippe, Czepuck, Mertens, Vogelsang [42].

Wichtiger ist auch die Umstellung auf die neue Musterbauordnung von 2016 [23], die sukzessiv als Landesbauordnung in den einzelnen Ländern übernommen wird. Diese verweist in § 85a „Technische Baubestimmungen“ darauf, dass die bisher als Technische Baubestimmungen in der „Liste der Technischen Baubestimmungen“ veröffentlichten Bestimmungen mit Einführung der neuen Musterbauordnung als Verwaltungsvorschriften bekannt gemacht werden. Deren Veröffentlichung erfolgt nun in der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) [36]. Die MVV TB beschreibt in Anhang 14 unter Ziffer 6 Anforderungen an Lüftungsanlagen und die darin verwendeten Bauteile, Komponenten und Bauarten, damit diese in Deutschland eingebaut werden dürfen. Hier ist auch ersichtlich, nach welchen Normen Bauprodukte zu fertigen und zu prüfen sind und welche Dokumente und Bescheinigungen für dessen Verwendung erforderlich sind.

Die Anforderungen der M-LüAR gelten für alle Gebäude, an die nach MBO § 41 „Lüftungsanlagen“ Anforderungen an den Brandschutz gestellt werden, also:

1. in Gebäuden mit mehr als zwei Nutzungseinheiten,
2. in Gebäuden mit Nutzungseinheiten von insgesamt mehr als 400 m²,
3. in Gebäuden ab der Gebäudeklasse 3 (mit einer Oberkante des Fußbodens des obersten Aufenthaltsraums von mehr als 7 m), der Gebäudeklassen 4, 5,
4. in allen Sonderbauten.

III–2.1 Abluftleitungen von gewerblichen Küchen

In der M-LüAR werden in Abschnitt 7.3 spezifische Anforderungen an Lüftungsanlagen von nicht-gewerblichen Küchen und in Abschnitt 8 an „Abluftleitungen von gewerblichen oder vergleichbaren Küchen, ausgenommen Kaltküchen“, beschrieben. Bei den nichtgewerblichen Küchen in Abschnitt 7.3 handelt es sich um Küchen in Wohnungen und vergleichbaren Nutzungen mit Grundflächen von nicht mehr als 200 m² (nach M-LüAR Abschnitt 7.1) und um innenliegende Wohnungsküchen und Wohnungs-Kochnischen und Teeküchen, welche an Zentral-Abluftanlagen nach DIN 18017-3 angeschlossen werden dürfen.

Begriff: Luftleitung

Die M-LüAR fasst unter dem Begriff „Luftleitungen“ alle mit Luft durchströmten Komponenten einer RLT-Anlage zusammen. Hierzu gehören alle Luftleitungen sowie deren Bekleidungen und Dämmungen, Ventilatoren, RLT-Geräte und alle in den Luftleitungen eingebauten Komponenten, wie zum Beispiel Jalousieklappen und Volumenstromregler.

Begriff: Abluftleitung

Die Abluftleitung im Sinne der M-LüAR umfasst analog zur Luftleitung alle in der Abluft und der Fortluft einer RLT-Anlage vorhandenen Luftleitungen, Dämmungen, Ventilatoren und Einbauteile.

Baustoffe in Abluftleitungen

Abluftleitungen von gewerblichen Küchen müssen nach Abschnitt 8.1 aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen. Nach Abschnitt 3.2.3 dürfen für elektrische und pneumatische Leitungen brennbare Baustoffe verwendet werden, soweit sie außerhalb von Lüftungsleitungen liegen und den zur Lüftungsanlage gehörenden Einrichtungen in Lüftungsleitungen von außen auf kürzestem Wege zugeführt sind.

Abschnitt 8 beschreibt brandschutztechnische Anforderungen von gewerblichen und vergleichbaren Küchen, ausgenommen Kaltküchen. Hier wird der Begriff „gewerblich“ in Abgrenzung zu Küchen in Wohnungen und Räumen mit vergleichbarer Nutzung verwendet. Auch Kaltküchen fallen nicht in den Geltungsbereich von Abschnitt 8. Eine Mindest-Anschlussleistung der installierten Kochgeräte, ab wann eine Küche als gewerbliche Küche zu betrachten ist, wird in der M-LüAR im Gegensatz zur Euronorm und zur VDI-Richtlinie nicht genannt. Unter Abschnitt 8 fallen also alle Küchen, bei denen es sich nicht um Küchen in Wohnungen oder Räumen vergleichbarer Nutzung handelt, und in denen Geräte zum Kochen, Braten, Grillen, Dämpfen und Erwärmen von Speisen installiert sind, unabhängig von der Anschlussleistung der Geräte.

Begründet ist dies durch die hohe Brandgefahr der in Küchen aufgestellten Kochgeräte, insbesondere von Fritteusen, Kippbratpfannen, Grillgeräten, Gas-Kochgeräte oder von mit Festbrennstoffen betriebenen Kochgeräten, wie zum Beispiel Pizzaöfen oder Holzkohlegrills. Aber auch beim Flammbieren könnte ein Brand entstehen. Eine beträchtliche Brandgefahr geht von fetthaltigen Ablagerungen im Abluftsystem aus. Diese treten besonders bei Zubereitungsarten mit Fett, wie beim Braten, Grillen und Frittieren auf.

Nicht unter Abschnitt 8 der M-LüAR fallen Kaltküchen und andere Küchenräume, in denen keine Erwärmung oder Erhitzung von Speisen erfolgt und die daher auch keine Kochwärme oder Wrasen über eine spezielle Küchenabluftanlage abführen müssen. Die Abluft solcher Küchenräume kann an die normale Raumabluft angeschlossen werden. Da Geruchsbelastungen der Abluft nicht ausgeschlossen werden können, sollten bei der Verwendung von Rotations-Wärmeübertragern keine küchenfremden Räume an der Zuluft angeschlossen sein.

Hinweise für die Planung

Gewerbliche Küchen im Sinne des Arbeitsschutzes sind alle Küchen, in denen Arbeitnehmer beschäftigt sind. Ab einer installierten Anschlussleistung von 25 kW der wärme- und feuchte-abgebenden Geräte müssen Küchen maschinell be- und entlüftet werden. Für Küchen mit geringeren Anschlussleistungen können Abluftanlagen ausreichend sein.

Im Sinne des Brandschutzes sind alle Küchen als gewerblich anzusehen, sofern es sich nicht um Küchen in Wohnungen oder in Räumen vergleichbarer Nutzung handelt. Abluftanlagen müssen nach Abschnitt 8 M-LüAR ausgeführt werden, unabhängig von der Anschlussleistung der für die Speisezubereitung installierten Geräte. Von Abschnitt 8 ausgenommen sind Kaltküchen, Spülküchen und alle anderen Räume, die nicht zum Kochen oder Erwärmung von Speisen dienen.

III–2.2 Küchenabluftreinigungsanlagen mit brennbaren Baustoffen

Abluftreinigungsanlagen für Küchenabluft werden in den meisten Fällen entweder direkt in die Küchenlüftungshaube bzw. -decke eingebaut oder in der Abluftleitung. Reine UV-C-Anlagen können, abgesehen von den elektrischen Leitungen, aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen.

Andere Systeme verwenden Aktivkohle oder Filtermedien, die aus brennbaren Baustoffen hergestellt werden. Spätestens jetzt muss die Frage gestellt werden, ob und nach welchen bauaufsichtlichen Verfahren diese Küchenabluftreinigungsanlagen eingebaut werden dürfen.

Damit brennbare Baustoffe in Abluftleitungen verwendet werden dürfen, müssen die daraus bestehenden Bauteile für den Betrieb der Küchenabluftanlage erforderlich sein. Das wäre aus Sicht des Autors zum Beispiel dann der Fall, wenn in der Baugenehmigung zum Schutz der Nachbarschaft vor störenden Gerüchen eine Abluftreinigungsanlage gefordert wird.

Von den Vorgaben der M-LüAR kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung im gleichen Maße die Sicherheitsanforderungen der Richtlinie erfüllt werden. Es ist also eine Risikobewertung durchzuführen, inwiefern sich durch den Einbau der Küchenabluftreinigungsanlage zusätzliche Gefährdungen ergeben oder ob diese verringert werden. Hierbei wären insbesondere die zusätzlichen Brandlasten und Zündquellen durch elektrische Anschlüsse zu bewerten.

Der sicherste Weg ist, Abweichungen im Brandschutzkonzept oder im Brandschutznachweis zu beschreiben, durch den Konzeptersteller oder einen Sachverständigen zu bewerten und durch die Bauaufsicht genehmigen zu lassen.

III-2.3 Lüftungszentralen

Innerhalb von Gebäuden müssen Ventilatoren und RLT-Geräte in Lüftungszentralen aufgestellt werden, wenn in Strömungsrichtung anschließende Leitungen in mehrere Geschosse oder Brandabschnitte führen. Diese Forderung gilt nicht für Gebäude der Gebäudeklasse 3. Es wird ebenfalls gefordert, dass Lüftungszentralen nicht anderweitig genutzt werden.

Hierbei ist zunächst festzustellen, welche Geräte in einer Lüftungszentrale aufgestellt werden müssen und welche nicht. Es handelt sich um die Lüftungsgeräte, an die in Strömungsrichtung andere Geschosse oder Brandabschnitte angeschlossen sind. Hierunter fallen Zuluftgeräte, wenn von ihnen die angesprochenen Bereiche versorgt werden. An Abluftgeräten können in Strömungsrichtung keine anderen Räume angeschlossen werden. Daher müssen Abluftgeräte für normale Raumabluft auch nicht in Lüftungszentralen aufgestellt werden.

Lüftungszentralen sind keine Abstellräume, in denen auch noch ein Lüftungsgerät aufgestellt wird, sondern sie dienen ausschließlich der Aufstellung von Lüftungsgeräten. Alle Komponenten und Bauteile, die für den Betrieb der Lüftungsanlagen erforderlich sind, dürfen ebenfalls in der Lüftungszentrale installiert werden. Hierunter fallen die für die Lüftungsanlage erforderlichen Schaltschränke und Steuerungseinrichtungen, Pumpen, Warm- und Kaltwasserverteiler, Klima-Kaltwasser-Erzeuger oder direktverdampfende Geräte. Sollten Lüftungsgeräte direktbefeuert werden, dürfen auch die hierfür benötigten Öl- oder Gasbrenner in der Lüftungszentrale aufgestellt werden, genauso wie ein gasbefeuerter Dampferzeuger für die Luftbefeuchtung. Heizungsanlagen, die auch noch andere Anlagen oder das Gebäude selber versorgen, gehören nicht in eine Lüftungszentrale.

In den Gebäudeklassen 4, 5 und in Sonderbauten müssen Wände und Decken der Lüftungszentrale der höchsten notwendigen Feuerwiderstandsdauer der angrenzenden Nutzungseinheiten und Räume entsprechen. Für Gebäude der Klasse 3 gibt es Erleichterungen.

Lüftungszentralen dürfen keine Öffnungen zu Aufenthaltsräumen haben. Türen sind nur zulässig, wenn sie in notwendige Flure, notwendige Treppenräume oder direkt ins Freie führen. Es ist auch auf die maximale Fluchtweglänge aus der Lüftungszentrale zu achten, die höchstens 35 m bis zum nächstliegenden sicheren Bereich betragen darf.

III–2.4 Aufstellung von Küchenabluftgeräten

Unter brandschutztechnischen Aspekten ist die Installation von Küchenabluftgeräten in der warmen Küche oder im Freien unproblematisch. Bei einer Aufstellung im Freien sind die in Kapitel III-2.4 beschriebenen Abstände zu brennbaren Bauteilen, Gebäudeöffnungen und Mündungen einzuhalten.

Komplizierter wird der Sachverhalt, wenn das Küchenabluftgerät innerhalb des Gebäudes aufgestellt werden soll. Grundsätzlich darf aus dem Küchenabluftgerät kein Brandüberschlag in andere Lüftungsanlagen oder Gebäudeabschnitte erfolgen. Die nachstehenden Aufstellungsvarianten sollen unter brandschutztechnischen Gesichtspunkten betrachtet werden.

a) Aufstellung in einem separaten, brandschutztechnisch klassifizierten Raum

Das Küchenabluftgerät wird in einem separaten Raum aufgestellt, der dadurch zu einem Aufstellraum oder einer Lüftungszentrale wird. In diesem Raum befinden sich keine anderen Lüftungsgeräte oder andere technischen Anlagen. Die Wände und Decken dieses Raums sind brandschutztechnisch gemäß den Anforderungen des Gebäudes F30, F60 oder F90 klassifiziert.

Die aus dem Kochbereich der Küche bis in den Aufstellraum führende Küchenabluftleitung, muss entweder feuerwiderstandsfähig in L 90 ausgeführt werden, durch feuerwiderstandsfähige Schächte führen oder es müssen Brandschutzklappen für Küchenabluft eingebaut werden.

Die Ausblasung der Fortluft kann direkt ins Freie erfolgen. Falls die Fortluftleitung andere Gebäudeabschnitte durchläuft, muss sie brandschutztechnisch genauso wie die zuvor beschriebene Abluftleitung ausgeführt werden.

b) Aufstellung in einem separatem Raum, gemeinsam mit dem Zuluftgerät der warmen Küche

Hier gelten dieselben Anforderungen wie bei Variante a), sofern das Zuluftgerät ausschließlich die warme Küche belüftet, die durch die Küchenabluftanlage entlüftet wird und sich in dem Raum keine weiteren Geräte befinden. Für diesen Fall stehen die Luftleitungen der beiden Lüftungsgeräte mit keinen weiteren Räumen in Verbindung, somit ist ein Brandüberschlag in andere Räume ausgeschlossen.

Werden durch das Zuluftgerät auch noch andere Küchenräume, wie zum Beispiel Lagerräume, die kalte Küche, die Vorbereitungsküche, das Küchenleiterbüro oder ganz andere Räume im Gebäude versorgt, gelten die Anforderungen nach c).

c) Aufstellung in einer Lüftungszentrale

Soll das Küchenabluftgerät gemeinsam mit anderen Lüftungsgeräten in einer Lüftungszentrale aufgestellt werden, muss der Eintritt der Küchenabluftleitung in die Zentrale durch eine Brandschutzklappe geschützt werden.

Auch die anderen Abluftleitungen benötigen am Eintritt in die Zentrale Brandschutzklappen, genauso müssen in Zuluftleitungen, beim Austritt aus der Zentrale, Brandschutzklappen eingebaut werden. Der Einbau der Brandschutzklappe in die Küchenabluftleitung am Eintritt in die Lüftungszentrale verhindert eine Brandausbreitung von der Küche in die Lüftungszentrale und umgekehrt.

Eine Fortluftleitung für Küchenabluft kann entweder direkt ins Freie führen, durch einen feuerwiderstandsfähigen Schacht oder durch eine feuerwiderstandsfähig bekleidete Luftleitung. Genauso kann natürlich eine weitere Brandschutzklappe für Küchenabluft eingebaut werden.

Die übrigen Fortluft- und Außenluftleitungen sind entsprechend den üblichen brandschutztechnischen Anforderungen auszuführen.

Bei der Leitungsführung durch einen Dachboden kann bei nicht fetthaltigen Lüftungsleitungen der Einsatz von Brandschutzklappen oder brandschutztechnischen Maßnahmen entfallen, wenn an die Raumdecke zum Dachboden keine brandschutztechnischen Anforderungen gestellt werden. Küchenabluftgeräte dürfen in solchen Räumen nicht aufgestellt werden, da es keine Bauarten mit einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis mehr gibt, das eine Feuerwiderstandsfähigkeit in L 90 nachweist. Von daher wäre auch eine L 90 Bekleidung der Fortluftleitung nicht hilfreich, da ein Brandüberschlag vom Abluftgerät in den Dachboden nicht ausgeschlossen werden kann.

III–2.5 Ab- und Fortluftleitungen

III–2.5.1 Brandschutz

Nach Abs. 5.1.1 M-LüAR dürfen Luftleitungen, in denen sich im besonderen Maße brennbare Stoffe ablagern können, wie z. B. Ab- und Fortluftleitungen aus gewerblichen Küchen, untereinander und mit anderen Luftleitungen nicht verbunden werden, es sei denn, die Übertragung von Feuer und Rauch wird durch „geeignete Brandschutzklappen“ verhindert. Dies gilt für alle Ab- und Fortluftleitungen aus Küchenbereichen, in denen Speisen warm zubereitet (gekocht, gegart oder gegrillt) oder warmgehalten werden. Auch durch das Warmhalten von Speisen kann fetthaltige Abluft in die Abluftleitung gelangen. In Verbindung mit den aus dem Raum abgesaugten Staubpartikeln können sich auch in solchen Leitungen leicht entflammbare Ablagerungen bilden.

Diese Forderung aus der M-LüAR wird häufig nicht beachtet und führt dann später zu Auseinandersetzungen zwischen den am Bau Beteiligten, mit Brandschutzgutachtern oder Sachverständigen und anschließenden eventuell zu Nachbesserungen.

Oftmals werden an Abluftleitungen von Dunstabzugshauben oder Küchenlüftungsdecken auch noch andere Räume angeschlossen, die beispielsweise als Küchenlagerräume, Küchenleiterbüros, Zubereitungsräume von kalten Speisen (kalte Küche), Vorbereitungsküchen usw. genutzt werden. Dies ist nicht zulässig, auch nicht bei der Verwendung von für Küchenabluft zugelassenen Brandschutzklappen.

Gemäß den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen dürfen Brandschutzklappen für Küchenabluft ausschließlich in Küchenabluftleitungen eingebaut werden, normale Brandschutzklappen dürfen aber an Küchenabluftleitungen nicht angeschlossen werden. Es gibt also keine Brandschutzklappen, mit denen Fettabluftleitungen und Abluftleitungen für Raumluft miteinander verbunden werden dürfen. Der Begriff „geeignete Brandschutzklappen“ in Abs. 5.1.1 der M-LüAR ist aus Sicht des Autors eine Öffnungsklausel für Brandschutzklappen, die vielleicht in Zukunft entwickelt werden; analog zu den aus Abs. 7.1 wo Brandschutzklappen für Wohnungen und abgeschlossene Nutzungseinheiten bis 200 m² beschrieben werden, die bis jetzt am Markt aber noch nicht erhältlich sind.

Zulässig aus Sicht des Autors sind gemeinsame Abluftleitungen für die Abluft der warmen Küche und der für Spülmaschinen, sofern diese im selben Küchenraum wie die abzusaugenden Kochgeräte aufgestellt sind. Restaurantküchen bestehen häufig nur aus einem einzigen Küchenraum, der dann auch komplett mit einer Abluftanlage entlüftet werden darf.

Sobald die Fettabluftleitung den Küchenraum verlässt, ist diese feuerwiderstandsfähig EI 90 oder L 90 zu bekleiden oder es ist eine Brandschutzklappe für Küchenabluft einzubauen. Diese Forderung gilt unabhängig davon, ob die Wand des Küchenraums brandschutztechnisch klassifiziert ist oder nicht. Dies ergibt sich aus Abschnitt 8.1 der M-LüAR, welche fordert:

„Abluftleitungen müssen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen. Sie müssen vom Austritt der Küche an mindestens die Feuerwiderstandsklasse L 90 oder eine europäisch hierzu gleichwertige Klassifizierung aufweisen, sofern die Ausbreitung von Feuer und Rauch nicht auf andere Weise, zum Beispiel durch Absperrvorrichtungen, für die ein bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis für diesen Zweck vorliegt, verhindert wird.“

Der gemeinsame Anschluss einer warmen Küche und der durch eine Wand getrennten Ablufthauben oder Abluftdecke einer Speiseausgabe an derselben Abluftleitung ist mit einer Brandschutzklappe für Küchenabluft möglich, sofern die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) diese Variante zulässt. In diesem Fall handelt es sich bei beiden Leitungen um Küchenabluftleitungen. Andernfalls wären zwei getrennte Abluftanlagen zu installieren.

III–2.5.2 Leitungsführung im Freien

Die nachstehend beschriebenen Anforderungen gelten für alle Lüftungsleitungen im Freien, die von Brandgasen durchströmt werden können. Dies ist bei allen Küchenabluftleitungen der Fall, die nicht durch Brandschutzklappen so geschützt sind, dass ein Brand in diesen Leitungen ausgeschlossen ist.

In allen anderen Fällen müssen die außen installierten Luftleitungen aus Stahlblech bestehen. Sie müssen zu Fenstern, Türen oder brennbaren Bauteilen einen Mindestabstand von 40 cm aufweisen. Hiermit soll im Falle eines Brands in einer Lüftungsleitung ein Entflammen brennbarer Baustoffe aufgrund der im Brandfall hohen Oberflächentemperaturen der Luftleitung verhindert werden.

Dieser Abstand kann auf 20 cm verringert werden, wenn die Bauteile durch eine mindestens 2 cm dicke Schicht aus mineralischen, nicht brennbaren Baustoffen gegen Entflammen geschützt sind. Bei der Verwendung eines zugelassenen doppelwandigen Kaminrohrs als Küchenabluftleitung wäre diese Forderung erfüllt, da die innen eingebaute mineralische Dämmung in der Regel mehr als 2 cm beträgt. Entgegen einer weitverbreiteten Meinung ist ein doppelwandiges Kaminrohr keine feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitung. Von daher ist auch bei Kaminrohren der Mindestabstand von 20 cm zu brennbaren Bauteilen einzuhalten, es sei denn der Hersteller verfügt über Prüfungen, die geringere Abstände zulassen, z. B. in Form einer CE-Kennzeichnung mit entsprechender Leistungserklärung.

III–2.5.3 Mündungen von Lüftungsleitungen

Die nachstehend beschriebenen Anforderungen gelten nicht für Mündungen von Lüftungsleitungen, die durch Brandschutzklappen gesichert sind. Andernfalls sind Mündungen von Außen- und Fortluftleitungen, aus denen Brandgase ins Freie gelangen können, so anzuordnen, dass ein Brandüberschlag in zu schützende Bereiche ausgeschlossen wird. Als schützenswerte Bereiche gelten andere Geschosse, Brandabschnitte, Nutzungseinheiten, notwendige Treppenräume, notwendige Flure und Räume zwischen notwendigen Treppenräumen und den Ausgängen ins Freie. Zur Verhinderung eines Brandüberschlags sind folgende Forderungen einzuhalten:

1. Brennbare Baustoffe und entsprechende Verkleidungen müssen mindestens 2,5 m entfernt sein. Dies gilt nicht für die Holzlattung hinterlüfteter Fassaden.
2. Ein einzuhaltender Mindestabstand zu offenbaren Fenstern und anderen ähnlichen Außenwandöffnungen ist dann nicht erforderlich, wenn diese Öffnungen gegenüber der Mündung durch 1,5 m auskragende, feuerwiderstandsfähige Bauteile geschützt sind. Der Feuerwiderstand der auskragenden Bauteile muss dem der Geschossdecken entsprechen. Weiterhin dürfen diese Bauteile keine Öffnungen haben und müssen selbst aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen.
3. Die Mündungen von Lüftungsleitungen über Dach müssen Bauteile aus brennbaren Baustoffen mindestens um 1 m überragen. Sollte dies nicht gegeben sein, ist alternativ ein waagrecht gemessener Abstand von 1,5 m zu den brennbaren Baustoffen ausreichend.
4. Auf den unter 3. genannten, waagrecht gemessenen Abstand von 1,5 m zu brennbaren Baustoffen kann verzichtet werden, wenn diese Baustoffe bis zu einem Abstand von mindestens 1,5 m gegen Brandgefahren geschützt sind. Hierzu dürfen eine mindestens 5 cm dicke Bekiesung oder mindestens 3 cm dicke, fugendicht verlegte Betonplatten verwendet werden.

III–2.6 Gasbetriebene Kochgeräte

Laut MBO ist eine gemeinsame Benutzung von Küchenabluftleitungen für elektrisch beheizte und gasbeheizte Kochgeräte möglich, wenn keine Bedenken gegen die Betriebssicherheit und den Brandschutz bestehen. Die Forderung der MBO gilt für alle Gebäude. Die Einschränkungen, die für den Geltungsbereich der M-LüAR gemacht werden, gelten bei gasbetriebenen Kochgeräten nicht.

Die Forderungen der MBO sind dann erfüllt, wenn die zuvor beschriebenen Anforderungen an den Brandschutz eingehalten werden, die verwendeten Gas-Kochgeräte zugelassen sind und den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Die Gaszufuhr muss mit Gasmagnetabsperrenten gemäß den Technischen Regeln der DVGW G 631 (A) [43] absperrrbar sein. Die Freigabe der Gaszufuhr darf nur erfolgen, wenn die Zuluft- und die Abluftanlage in Betrieb sind. Hierzu sind Luftstromüberwachungen oder Überwachungen mit Druckwächtern in den Lüftungsanlagen vorzusehen.

Die Anforderungen an die Zuluftvolumenströme in der Technischen Regel DVGW G 631 sind niedriger als die für gewerbliche Küchen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik. So dürfen nach der Technischen Regel Gasgeräte mit einer Gesamtnennbelastung von bis zu 50 KW ohne Abluftanlage betrieben werden. Für Lüftungsanlagen in gewerblichen Küchen gelten daher selbstverständlich die höheren Anforderungen der VDI-2052 Blatt 1 und der Euronorm DIN EN 16282-1.

Gasgeräte und die dazugehörige Abluftanlage unterliegen der Prüfpflicht durch den bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegermeister. Es ist dringend zu empfehlen, die geplante Ausführung der Lüftungsanlage und der Sicherheitseinrichtungen vor Montagebeginn mit diesem abzustimmen.

Eine mängelfreie Prüfung einer mit Gasgeräten betriebenen Küchenlüftungsanlage durch einen bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegermeister muss nicht bedeuten, dass die Lüftungsanlage auch den Anforderungen der VDI 2052 Blatt 1, der Euronorm DIN EN 16282-1 oder in allen Teilen der M-LüAR entspricht. Der Schornsteinfeger prüft den ordnungsgemäßen Anschluss und Betrieb der Gasgeräte, des Gasmagnetventils, dessen Verknüpfung mit der Lüftungsanlage, die Öffnungen zur Zuluftnachströmung und die Eignung der Abluftanlage (Materialien, Revisionsöffnung, Fortluftausblasung, Abstände zu brennbaren Bauteilen im Freien).

Eine Überprüfung der Auslegung der Lüftungsanlage auf Konformität mit den oben genannten Normen und Richtlinien oder eine Messung der Luftvolumenströme ist i. d. R. nicht Gegenstand einer Überprüfung durch den bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegermeister.

III-2.7 Holzkohlegrills

In zahlreichen Restaurants werden heute mit Feststoffen, also mit Holz oder mit Holzkohle befeuerte Grills betrieben, oder die Restaurantbetreiber äußern den Wunsch nach der Installation eines solchen Grills. Im Baurecht werden Holzkohlegrills, aber auch Gasherde und Pizzaoöfen als „Feuerstätten“ bezeichnet und unterliegen daher der Überwachung durch den bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegermeister.

Für den Betrieb feststoffbeheizter Grills gibt es noch keine technische Regel, in der die Anforderungen an die Lüftungstechnik beschrieben werden. Die Planung sollte daher immer in enger Abstimmung mit den örtlichen Behörden, dem bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegermeister und, sofern eine bauaufsichtliche Prüfung der Küchenlüftungsanlage gefordert ist, mit dem Prüfsachverständigen für die Lüftungsanlage erfolgen.

Die Abgase der Feuerstätte können in einer separaten Leitung in Bauart eines Kamins über Dach geführt werden. Sofern an dieser Leitung ausschließlich Feuerstätten angeschlossen sind, handelt es sich nicht um eine Lüftungsleitung, sondern um eine Kaminanlage.

§ 41 „Lüftungsanlagen“ der MBO [23] besagt:

„Lüftungsleitungen dürfen nicht in Abgasanlagen eingeführt werden; die gemeinsame Nutzung von Lüftungsleitungen zur Lüftung und zur Ableitung der Abgase von Feuerstätten ist zulässig, wenn keine Bedenken wegen der Betriebssicherheit und des Brandschutzes bestehen. Die Abluft ist ins Freie zu führen. Nicht zur Lüftungsanlage gehörende Einrichtungen sind in Lüftungsleitungen unzulässig.“

Die oben zitierten Anforderungen gelten, genau wie bei der Verwendung von Gas, für alle Gebäude unabhängig von der Größe oder der Gebäudeklasse.

Sofern die Landesbauordnung den § 41 MBO so übernommen hat, was (noch) nicht in allen Bundesländern der Fall ist, dürfen die Abgase von Feuerstätten gemeinsam mit der Küchenabluft in einer Luftleitung ins Freie geführt werden. Spezielle Anforderungen an die erforderlichen Luftvolumenströme für Zuluft und Abluft oder an die Regelung der Lüftungsanlage werden in § 41 MBO nicht gestellt. Es wird aber gefordert, dass keine Bedenken gegen die Betriebssicherheit und den Brandschutz bestehen dürfen.

Zulässig sind nach M-LüAR 9.3 gemeinsame Abzugseinrichtungen für feste Brennstoffe und Küchenabluft, sofern die Lüftungsleitungen in der Bauart von Schornsteinen ausgeführt sind. In die Wandungen der Schornsteine darf kein Fett in gefährdender Menge eindringen können. Die Innenleitungen sollten aus geschweißten oder nahtlosen Rohren aus Edelstahl gefertigt sein, mit Dichtungen, die gegen chemische und mechanische Beanspruchungen unempfindlich sind. Es müssen an jeder Richtungsänderung Reinigungsöffnungen vorhanden sein.

Leider besteht zurzeit (Frühjahr 2023) ein unauflösbarer Widerspruch zwischen der Auffassung des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV) und der vieler Fachleute und Sachverständige aus der Lüftungsbranche. Der ZIV interpretiert den Begriff „Bauart von Schornsteinen“ sehr eng. Hierbei muss es sich um einen rußbrandbeständigen Schornstein handeln, bei dem auch der Brandschutz entsprechend des Verwendbarkeitsnachweises ausgeführt sein muss. Es dürften damit keine Küchenabluftventilatoren oder Brandschutzklappen für Küchenabluft verwendet werden.

Es wird zurzeit an einer DIN-Norm für die gemeinsame Abfuhr von Küchenabluft von Kochgeräten und mit Festbrennstoffen befeuerten Geräten, die unterhalb von Dunstabzugshauben installiert sind, gearbeitet. Bis diese nicht als Weißdruck vorliegt, möchte der Autor zu diesem Thema keine Empfehlungen für die Planung abgeben.

Neben der oben genannten Problematik stellen sich weitere Fragen, wie:

1. Welche bauordnungsrechtlichen Anforderungen werden an die Grillgeräte gestellt?
2. Welche Anforderungen sind an die zu verwendenden Bauteile zu stellen?
3. Wie kann dafür gesorgt werden, dass der Grill nach Betriebsende nicht weiter glimmt?
4. Wie kann ein Flammendurchschlag vom Grill in das Kaminrohr sicher verhindert werden?
5. Welche Anforderungen werden an die Regelungstechnik und an die Überwachung der Lüftungsanlage gestellt?
6. Wie viel Zuluft wird für einen Holzkohlegrill benötigt?
7. Wie erfolgt die Überwachung von Schadgasen (CO) im Raum?
8. Wie viele CO-Warngeräte werden benötigt und welche Anforderungen müssen diese erfüllen?
9. Welche Anforderungen sind an die Anzahl und an die Größe der Reinigungsöffnungen zu stellen?
10. Welche Auslegungstemperatur benötigt der Abluftventilator?
11. Wie hoch sind die für die Grills erforderlichen Außenluftströme?
12. Wie ist beim Ausfall der Lüftungsanlage vorzugehen? Es gibt keine automatische Abschaltung analog zu Gasmagnetabsperrentilen.

Aus der Praxis


Zur Reinigung der Abgase von feststoffbetriebenen Grills werden häufig Luftwäscher eingesetzt. Seit 2017 sind Luftwäscher, da aus denen Legionellen in die Atmosphäre gelangen können, gemäß der 42. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) zu errichten und zu betreiben. Der Betrieb muss bei der zuständigen Aufsichtsbehörde gemeldet werden. Gemäß den vom Autor gemachten Erfahrungen sind die Betreiber der Luftwäscher jedoch nicht über die gesetzlichen Anforderungen für den Betrieb dieser Anlagen informiert. Die Hersteller, Importeure und Händler dieser Anlagen sind entweder ahnungslos oder geben sich in vielen Fällen so, und wollen weder von diesem Problem noch von ihrer Verantwortung etwas wissen.

Zum Glück gibt es aber auch seriöse Hersteller, die Betreiber (i. d. R. Gastronomen) über die grundlegenden Pflichten informieren. Die Betreiberpflichten sind allerdings sehr umfangreich, sie reichen beispielsweise von dem Nachweis einer ausreichenden Sachkunde, über die Führung eines Betriebstagebuchs bis zur Pflicht, regelmäßig Laboruntersuchungen des Waschwassers auf Legionellen durch ein hierfür akkreditiertes Prüfinstitut durchführen zu lassen und Überschreitungen der zulässigen Parameter bei der zuständigen Aufsichtsbehörde zu melden.

Literatur

- [1] ASI 2.19, Arbeits-Sicherheits-Information der BGN Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Be- und Entlüftung von gewerblichen Küchen, Mai 2020
- [2] VDI 2052 Blatt 1:2017-04 Raumluftechnik Küchen. Berlin: Beuth
- [3] DIN EN 16282-1:2017-12 Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Allgemeine Anforderungen einschließlich Berechnungsmethoden. Berlin: Beuth
- [4] DGUV 110-003, BGN Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gaststätten, Branche Küchenbetriebe, April 2019
- [5] Musterbauvorlageverordnung MBauVorlV, Fassung Februar 2007
- [6] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie MLüAR), Fassung: 29.09.2005 / zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom 3.9.2020
- [7] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie MLAR), Fassung: 29.09.2005 / zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom 3.9.2020
- [8] Muster-Verordnung über Prüfungen von technischen Anlagen nach Bauordnungsrecht MPrüfVO (Muster-Prüfverordnung), Stand März 2011
- [9] VDI 6022 Blatt 1:2018-01 Hygieneanforderungen an raumluftechnische Anlagen und Geräte. Berlin: Beuth
- [10] DIN EN 16798-3:2017-11 Lüftung von Nichtwohngebäuden - Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme. Berlin: Beuth
- [11] DIN EN 16798-1:2022-03 Eingangsparameter für das Innenraumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden bezüglich Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik. Berlin: Beuth
- [12] VDI 4710-3:2013-03 Meteorologische Grundlagen für die technische Gebäudeausrüstung. Berlin: Beuth
- [13] VDI 3803-1:2020-05 Bauliche und technische Anforderungen – Zentrale RLT-Anlagen. Berlin: Beuth
- [14] DIN EN 12599:2013-01 Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen. Berlin: Beuth
- [15] ASR A3.5 Technische Regeln für Arbeitsstätten: Raumtemperaturen, Ausgabe Juni 2010

-
- [16] Wilhelm Schmidt: Turbulente Ausbreitung eines Stromes erhitzter Luft, Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, Okt. und Dez. 1941
 - [17] Jürgen Dorenburg: Lüftung von Produktionshallen mit hoher Wärme- und Stoffbelastung, cci Dialog GmbH, 1. Auflage 2016
 - [18] VDI 3802-1:2014-09 Raumluftechnische Anlagen für Fertigungsstätten. Berlin: Beuth
 - [19] Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e. V. (HKI) - Merkblatt für Induktionshauben in gewerbsmäßigen Küchen, Stand November 2013, www.hki-online.de
 - [20] VDI 2052:1999-06 Raumluftechnische Anlagen für Küchen
 - [21] Industrieverband Haus-, Heiz- und Küchentechnik e. V. (HKI) – Merkblatt für Küchen-Geräte mit integrierter Wrasenerfassungseinrichtung, die nicht mit der Raumluftechnischen-Anlage gekoppelt sind, www.hki-online.de
 - [22] ASR A3.6 Technische Regeln für Arbeitsstätten: Lüftung, Ausgabe Januar 2012
 - [23] Musterbauordnung (MBO), Fassung November 2020, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 25.9.2020
 - [24] DIN 10505:2017-01 Lebensmittelhygiene – Lüftungseinrichtungen für Lebensmittelverkaufsstätten – Anforderungen, Prüfung. Berlin: Beuth
 - [25] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) 8.8.2020
 - [26] Musterverordnung über den Bau von Versammlungsstätten (MVStättVO), Fassung Juni 2005, zuletzt geändert Juli 2014
 - [27] Verordnung [EU] Nr. 1253/2014 der Kommission vom 7. Juli 2014 (Ökodesignrichtlinie)
 - [28] VDI 2052:1995-05 Raumluftechnische Anlagen für Küchen. Berlin: Beuth
 - [29] DIN EN 16282-8:2017-12 Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 8: Anlagen zur Aerosolnachbehandlung; Anforderungen und Prüfung. Berlin: Beuth
 - [30] VDI 2052 Blatt 2:2022-01 Raumluftechnik Küchen – Reinigung von Abluftanlagen. Berlin: Beuth
 - [31] DIN EN 16282-2:2018-2 Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 2: Küchenlüftungshauben; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen. Berlin: Beuth
 - [32] DIN EN 16282-3:2018-3 Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 3: Küchenlüftungsdecken; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen. Berlin: Beuth
 - [33] DIN EN 10088-1:2014-12 Nichtrostende Stähle – Teil 1 Verzeichnis der nicht rostenden Stähle. Berlin: Beuth

-
- 
- [34] DIN EN 16282-5:2017-12 Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 5: Luftleitungen; Gestaltung- und Dimensionierung. Berlin: Beuth
- [35] DIN EN 16282-6: 2020-04: Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 6: Aerosolabscheider; Gestaltungs- und Sicherheitsanforderungen. Berlin: Beuth
- [36] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), August 2017 mit Druckfehlerkorrektur vom 11. Dezember 2017
- [37] DIN EN 16282-8:2017-12 Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 8: Anlagen zur Aerosolnachbehandlung; Anforderungen und Prüfungen. Berlin: Beuth
- [38] Musterbauordnung (MBO), Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 21.9.2012
- [39] DIN EN 16282-7:2017-12 Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 7: Einbau und Betrieb von stationären Feuerlöschanlagen. Berlin: Beuth
- [40] DIN EN 16890-1:2017-08 Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik – Technische Bestimmungen, Anforderungen und Effizienzklassifizierungssystem, basierend auf dem Feinstaubabscheidegrad (ePM). Berlin: Beuth
- [41] Verordnung [EU] Nr. 1254/2014 der Kommission 11. Juli 2014 (Ökodesignrichtlinie)
- [42] Lippe, Czepuck, Mertens, Vogelsang: Kommentar zur M-LüAR mit Anwendungsempfehlungen und Praxisbeispielen zur M-LüAR. FeuerTrutz Verlag, 2. Aufl. 2021
- [43] DVGW G 631 (A):2012-03 Technische Regel – Arbeitsblatt – Installation von gewerblichen Gasgeräten in Anlagen für Bäckerei und Konditorei, Fleischerei, Gastronomie und Küche, Räucherei, Reifung, Trocknung sowie Wäscherei. Bonn: DVGW
- [44] DIN EN 16282-4:2018-02 Einrichtungen in gewerblichen Küchen – Elemente zur Be- und Entlüftung – Teil 4: Luftdurchlässe; Gestaltung- und Sicherheitsanforderungen. Berlin: Beuth
- [45] VDI-Richtlinie 2052 Blatt 2: 2022-01 Raumluftechnik – Küchen – Reinigung von Abluftanlagen. Berlin, Beuth
- [46] DIN EN 15650:2010-09 Lüftung von Gebäuden – Brandschutzklappen. Berlin: Beuth
- [47] DIN EN 16211: 2015, Lüftung von Gebäuden – Luftvolumenstrommessungen in Lüftungssystemen; Verfahren. Berlin: Beuth
- [48] DIN 18869-5: 2007-08 Großküchengeräte - Einrichtungen zur Be- und Entlüftung von gewerblichen Küchen - Teil 5: Abscheider, Anforderungen und Prüfung. Berlin: Beuth

Stichwortverzeichnis

A

Abluft	36, 87, 89, 230
Abluftanlagen	2, 4, 8, 60, 72, 105, 152, 159, 183, 230, 235, 237
Abluftleitung	119, 133, 145, 148 ff., 153, 155 ff., 160, 230 ff.
Abluftnachbehandlung - sicherheitstechnische Anforderungen	200 ff.
Abluftnachbehandlung/Abluftreinigung	185 ff.
Abluftventilator	149, 162, 183, 207, 215 ff., 238 ff.
Abluftventilator - fremdbelüftet	216
Abluftvolumenstrom	35, 37, 40 ff., 47, 63 ff., 87, 89, 94 ff., 99 ff., 115, 181
Abluftvolumenstrom - Induktionshaube	113, 135 ff.
Abluftvolumenstrom - Küchenlüftungsdecke	89 ff., 94 ff., 97
Abluftvolumenstrom - Küchenlüftungshaube	38, 41, 94 ff.
Abluftvolumenstrom - mit integrierter Zuluftführung	41, 48, 135 ff.
Abluftvolumenstrom - nach DIN EN 16828-1	44 ff.
Abluftvolumenstrom - nach VDI 2052-1	36 ff., 44 ff.
Abluftvolumenstrom - nicht erfasste Geräte	40, 49
Abstände von Mündungen von Außenluft-/Fortluftleitungen	236
Abstände zu Bauteilen	237
Aerosolabscheider	84, 108, 113, 118 ff., 127 ff., 132, 142 ff.
Aerosolabscheider - Effizienz	144 ff.
Aerosolabscheider - Flammdurchschlagsicherheit	142 ff.
Aerosolabscheider - Geräuschemissionen	146 ff.
Aerosolabscheider - Sonderbauformen	143, 147
Aerosolat	111, 144, 149, 199
Aerosolnachbehandlungsanlage	siehe Abluftnachbehandlung
Allgemein anerkannte Regeln der Technik a.a.R.d.T ...	3, 7, 136, 141, 188, 198, 207 ff., 216, 227 ff.

Anschlussleistung	2, 28, 62, 86 ff., 92 ff., 191, 207, 223, 230 ff.
Arbeitsschutz	3, 188, 218
Aufstellräume für Ventilatoren	201, 232 ff.
Aufstellung - an der Wand	31, 113
Aufstellung - frei im Raum	31, 113
Aufstiegshöhe	25 ff., 30, 32, 40, 44, 145
Ausgleichsvolumenstrom	96, 40, 96,
Außenluftansaugung	15, 210 ff.
Außenluftleitung.....	170, 210 ff.
Ausspülgrad	16 ff., 19, 35, 36 ff., 46, 94

B

Bandtransportspülmaschine	63 ff.
Baugenehmigung	3 ff., 6, 51, 134, 151, 198, 204, 209, 227 ff.
Bauordnungsrecht	148, 153 ff., 207, 227, 239
Baustoffe - nicht brennbar	110, 133 f., 150 f., 157, 164, 230 ff.
Baustoffe - schwer entflammbar.....	150 f., 164
Behaglichkeit	9
Beleuchtungseinrichtungen	111, 126 ff., 224
Berechnung zum Schutz vor Kondensation	34 f., 44, 48 f., 86 ff.
Brandschutzklappen	158 ff., 234 f.
Brandschutzkonzept/Brandschutznachweis	72, 134, 151, 161, 204 ff., 217, 227 ff.

C

CE-Kennzeichnung	112, 151, 158 f., 228, 236
------------------------	----------------------------

D

Differenzluftstrom	42 f.
Dokumentation.....	112, 185, 203
Durchreiche	53 ff., 204
Düsenplattenabsaugung	44, 122

E

Erfassungsluftstrom	38 ff., 94 f.
Erträglichkeit	9

F

Fachkundenachweis	208 f.
Fachunternehmerbescheinigung, -erklärung	209
Feuerwiderstandsdauer	155, 160, 232
Feuerwiderstandsfähige Bekleidungen	154 ff., 234
Flächenbedarf von Küchen	15, 68, 222
Fortluft	8, 15, 187 f., 198, 201, 210, 219, 230, 233
Fortluftausblasung	15, 220, 237
Fortluftleitung	208, 214, 233 f.,
Foto-Oxidationsanlagen	185, 193 ff.
Fritteusen	36, 43 ff., 79, 86 ff., 120, 145 f., 204 ff., 231
Frontcooking	siehe Speiseausgabe

G

Gasbetriebene Küchengeräte	236 f.
Gasmagnetventil	206, 237
Gebäudeklasse	229, 232, 238
Gefährdungsbeurteilung	124 f.
GEG Gebäudeenergiegesetz	97, 218 f., 227
Geräteanschlussleistung	29, 74, 85
Gleichzeitigkeitsfaktor	30, 32 ff., 44 ff., 67 f., 71, 85, 89 f., 91 ff., 107 f., 139

H

Haubenspülmaschine	siehe Korbspülmaschine
Heißluftdämpfer	15, 18, 28, 32, 34 ff., 48, 69, 74 ff., 82 ff., 89 ff., 121, 134
Holzkohlegrills	231, 237
Hydraulischer Durchmesser	30
Hygiene	2, 7 f., 13 f., 34, 51, 57, 59 ff., 111, 124, 133, 151, 216, 224

I

Induktionshauben, - decken	41 f., 113, 135 ff., 219
Inspektionsintervalle	183

K

Kalibrierfaktor	168
Kondensation.....	3, 10, 43, 48 ff., 57 f., 83 f., 91 ff., 108, 110, 116, 119, 133
Kondensatsammelrinne	116 f., 134
Konvektion	28, 60
Korbspülmaschine	58, 63 f., 105
Korbtransportspülmaschinen	64 f., 105
Küche - Fläche	7, 69, 222 ff.
Küche - groß / gewerblich	1 ff., 50 f., 67, 124, 148 ff., 154, 159, 207, 218, 229 ff., 234, 237
Küche - Kleinstküche.....	1 f.
Küche - privat	1
Küchengeräte	11, 23, 32 ff., 48 f., 68, 73 f.
Küchengeräte - multifunktionale Geräte.....	82
Küchengeräte - Speiseausgabe.....	81
Küchengeräte - zum Garen, Kochen, Dämpfen.....	76
Küchengeräte - zum Grillen, Braten, Backen.....	79, 80
Küchengeräte - zum Kühlen, verteilen	80 f.
Küchengeräte - zum Warmhalten	81
Küchenlüftungsdecke.....	6, 16, 23, 26, 30, 34, 36 ff., 40 f., 57 f., 75, 89 ff., 107 ff., 126 ff.,
Küchenlüftungsdecke - Anforderungen	130 ff.
Küchenlüftungsdecke - Bauformen.....	127 ff.
Küchenlüftungsdecke - Brandschutz, Hygiene	133 f.
Küchenlüftungsdecke - Flachdecke, Flachbauweise....	128
Küchenlüftungsdecke - geschlossene Bauart.....	127 ff.
Küchenlüftungsdecke - Kondensationsdecke	134
Küchenlüftungsdecke - mit integrierter Zulufteinbringung	41 ff., 135 ff.
Küchenlüftungsdecke - offene Bauart.....	128, 133 f.,
Küchenlüftungsdecke - Plenumbauweise.....	18, 127 ff., 200 f., 204, 220, 231
Küchenlüftungsdecke - zulässige Materialien.....	32, 34, 36 ff., 49, 75, 110, 131, 183, 185, 192 f.
Küchenlüftungshaube	6 ff., 18 ff., 26, 94 ff., 107 ff., 113, 135 ff., 161, 180 f.
Küchenlüftungshaube - Auslegung.....	118

Küchenlüftungshaube - Bauformen	114 f., 120 ff.
Küchenlüftungshaube - Heißluftdämpfer	121, 48 f., 83 f.
Küchenlüftungshaube - Innenseite	84, 108, 110, 116
Küchenlüftungshaube - Kondensationshauben	48, 108, 121 f.
Küchenlüftungshaube - Randabsaughauben	114, 123
Küchenlüftungshaube - Stauraum, erforderlich	115, 120
Küchenlüftungshaube - über Mittelkochklock	38 f., 89 ff., 99 ff., 117 f., 137 ff.
Küchenlüftungshaube - Umlufthauben	123 ff.
Küchenlüftungshaube - zulässige Materialien	115 ff.
Küchenlüftungshaube - Zuluftbauteile	151 f.

L

Lärmschutz	12 f., 146 f.
latente Wärme - Dampfabgabe	10 f., 15, 29, 34, 42, 48 f., 59 ff., 95
latente Wärmeabgabe - spezifisch	76, 79 ff.
Leistungserklärung	112, 151, 236
Luftfeuchtigkeit	3, 8 f., 16, 166, 169, 172
Luftfilter	51, 124, 131, 143 f., 185 f., 194 ff., 198, 231
Luftfilter - Abluft	218 f., 231
Luftfilter - Außenluftfilter	212 ff.
Luftfilter - elektrostatisch	185, 197
Luftleitungen	6, 8, 127, 131, 133 f., 148 ff., 164 ff., 208, 230, 233 ff.
Luftleitungen - Einbauteile	157 ff., 148 ff.
Lüftungszentralen	150, 232 ff.
Luftvolumenströme	13, 16, 19, 107 f.
Luftvolumenströme - auf Basis der tatsächlich eingesetzten Küchengeräte	102 ff.,
Luftvolumenströme - Berechnung	23 ff., 43 ff.
Luftvolumenströme - Fritteusen	86 ff.
Luftvolumenströme - Produktionsküche	67 ff., 72 ff., 88 ff.
Luftvolumenströme - Schutz vor Kondensation	34 ff.
Luftvolumenströme - Speiseausgaben, Frontcooking ..	51 ff.
Luftvolumenströme - Spülküchen	57 ff.
Luftvolumenströme - Vorplanung, Küche	68, 222
Luftvolumenströme - Vorplanung, Küchennebenräume	72

Luftvolumenströme - Vorplanung, Spülküche	62, 68, 222
Luftvolumenströme - Werte aus der Praxis	69
Luftwäscher	239

M

Messgeräte	169 ff., 179
Messungen	3, 12 f., 164, 166 ff.
Mikrobiologische Abluftbehandlung	185, 199 ff.
Minderungsfaktor für Aufstellung	30 f., 44
Mittelkochblock	31, 36, 38 f., 89 ff., 117 f., 137 ff.
Montage von Küchenlüftungsanlagen	207 ff.
Musterbauordnung (MBO)	51, 159, 229, 236 ff.
Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie (M-LüAR)	1, 133 f., 148, 153, 156 ff., 208 f., 217, 227, 229 ff., 234 ff.
Muster-Versammlungsstättenverordnung (M-VStättVO)	204
Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB)	151, 154, 159, 227 ff.

N

Normtellerleistung	62
--------------------------	----

O

Ozon	50, 124 f., 150, 185 ff., 200 ff.
Ozongeneratoren	185 ff.

P

Planung von Küchenlüftungsanlagen	3 ff., 43, 148 ff., 207 ff.
Plasmaanlagen	150, 158, 185, 187, 196 f.
Produktionsküchen	15, 67 ff., 117, 148, 222 ff.

R

Rauchgaswäscher	siehe Luftwäscher
Raumhöhe	6 f.
Raumtemperatur	2, 7, 8 f., 12
Reinigung	4, 111 ff., 134, 144, 149 ff., 152, 158 ff., 183 ff.
Reinigungsintervalle	183

Reinigungskonzept.....	153 f.
Reinigungsöffnungen.....	152 ff.
Reinigungsplan	184
RLT-Anlage	4, 6, 8, 13, 15, 33 f., 67, 70, 83, 89, 125, 135 ff., 208 ff.

S

Schallpegel	9, 12 f., 119
Schallpegel - Addition	146 f., 165
Sensible Wärme	28, 59, 73 f., 76, 79 ff., 85, 87, 90 f.
Speiseausgaben	13 f., 23, 51 ff., 72 f., 81, 159 f., 220, 235
Speiseausgaben, Frontcooking - Luftschleieranlagen..	54 ff.
Speiseausgaben, Frontcooking - Überdruckanlage	52 ff.
Spülküchen.....	6, 9, 14, 23, 57 ff., 105, 161
Spülküchen - Feinplanung	64 ff.
Spülküchen - Konkretisierungsplanung.....	62 ff.
Spülküchen - Luftvolumenströme, Auslegung.....	67, 69 f.
Spülküchen - Vorplanung	68
Spülmaschinen.....	1, 48 f., 57 ff., 105, 121, 144, 150 f., 161 f., 207, 235
Spülmaschinen - erforderliche Absaugflächen.....	57 f.
Spülmaschinen - Wärme-, Feuchtelasten.....	59 f.
Stationäre Feuerlöschanlagen	5, 36, 203 ff.
Strahlungswärme.....	11, 80
Strömungsformen	16, 19
Strömungsformen - Mischströmung	16 f., 18, 21, 36, 46 f.
Strömungsformen - Schichtströmung	16 f., 19, 21, 36, 46 f.
Strömungsrichtung	9, 14, 52, 60, 66, 232

T

Technische Regeln	188, 237
Temperaturmessung.....	12
Thekenhaube.....	113, 120, 145
Thermikluftstrom	11, 16, 20, 23 ff., 28 ff., 35 ff., 46 f., 49, 90 ff., 99 ff., 116, 120, 127, 131

U

Überdruck.....	14, 18, 51 ff., 148, 150, 201
Umluft.....	50 ff., 123 ff., 224
Unterdruck.....	2, 14, 18, 54, 66, 148, 150, 206
UV-C-Anlagen.....	189, 192, 194

V

Ventilator.....	76, 148, 166 ff., 207 f., 212, 217
Verwendbarkeitsnachweis.....	154, 159, 227 f., 235, 238
Volumenstrommessung.....	
Volumenstrommessung - an Aerosolabscheidern.....	166 ff., 170 ff., 179 ff.
Volumenstromregler.....	140, 163 ff., 179 f., 183, 230

W

Wärmerückgewinnung.....	61, 62 f., 97, 136 ff., 161, 183, 201, 208, 215, 218 ff.
Wassersprüheinrichtungen.....	185, 200
Wirkdruck.....	166 ff.
Wirtschaftliche Planung.....	15, 209, 210, 218
Wrasen.....	2, 3, 8, 18, 41 f., 48 f., 51, 57 ff., 73, 76, 83 f., 107 f., 115, 117 f., 123, 125, 126 ff., 135 ff., 224, 226, 2031
Wrasenerfassungseinrichtung.....	48 f.

Z

Zugfreiheit.....	15, 54, 222, 224, 226
Zuluft.....	2, 8 ff., 13, 15, 16 ff., 35, 36, 41 ff., 49 f., 51, 53 ff., 60, 62, 66, 97, 108 ff., 113, 116, 119
Zuluft - Kühlung.....	10 f., 210
Zuluftanlagen.....	2, 8, 51, 70, 188, 207, 212, 237
Zuluftdurchlässe.....	18, 19 ff, 55, 108 f., 116, 119, 122, 126, 129, 131, 220, 224
Zulufteinbringung - im Aufenthaltsbereich.....	18 f., 21 f., 220
Zulufteinbringung - textile Luftdurchlässe.....	151