

Drallströmung in der Lüftungstechnik

Erfassung von Schadstoffen VDI 6019 und Brandrauch VDI 3801

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Detzer, Leiter Forschung und Entwicklung

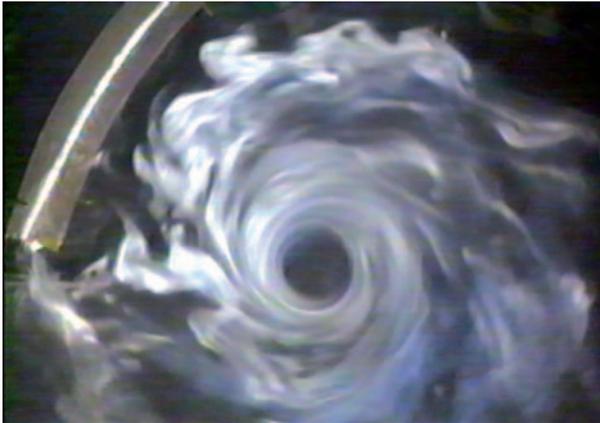


Abb.1: Drallströmung im Schnitt, dargestellt durch Rauch

Drallströmungen sind insbesondere durch Naturkatastrophen in Form von Wirbelstürmen bekannt geworden. Sie sind gekennzeichnet durch Stromlinien, die auf logarithmischen Spiralen zu einem Zentrum verlaufen. Um dieses herum entstehen sehr hohe Umfangsgeschwindigkeiten, während sich im Zentrum selbst ein diesen Geschwindigkeiten entsprechender sehr hoher Unterdruck, verbunden mit Axialluftbewegungen, einstellt. Die Umfangsgeschwindigkeiten des Rotationsfeldes um das Wirbelzentrum erreichen Werte bis zu 250 km/h und Unterdrücke im Wirbelkern, die mehrere 1000 Pa betragen können.

Eigenschaften derartiger Strömungsformen sind:

- ▶ extrem hoher Unterdruck im Kernbereich
- ▶ konstante Druckverhältnisse längs der Drehachse des Wirbels
- ▶ geringe Geschwindigkeitsabnahme mit der Entfernung vom Zentrum

Diese Merkmale können für zahlreiche Einsatzfälle in der Lufttechnik verwendet werden.

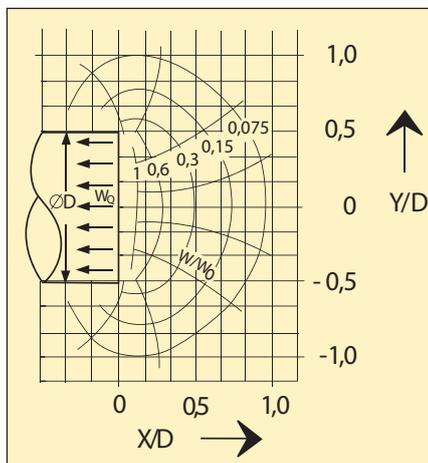


Abb.2: Isotachenfeld vor einer als runde Öffnung ausgebildeten Senke

1. ERFASSUNG LUFTFREMDER STOFFE IN DER INDUSTRIE

Bei zahlreichen Produktionsprozessen entstehen luftfremde Stoffe, die auch als Gefahrstoffe für den Menschen gelten und möglichst schon beim Produktionsprozess erfasst und abgeführt werden sollten. Dieses Abführen kann je nach Inhalt der Stoffe über Reinigungseinrichtungen oder direkt nach außen erfolgen. Maßgeblich für die Emissionsgrenzwerte sind die gesetzlichen Vorgaben, die in der Technischen Anleitung (TA Luft) festgelegt sind. Das wesentliche Problem stellt hierbei die Erfassung selbst dar, da Senkenströmungen im Allgemeinen nur eine sehr geringe Tiefenwirkung aufweisen. Dies rührt daher, dass die Nachströmung zur Senke halbkugelförmig verläuft und die Erfassungsgeschwindigkeit in der dritten Potenz mit dem Abstand zur Senke abnimmt, s. Abb.2. Die Anwendung der Dralltechnologie liefert zur Erfassung luftfremder

Stoffe wesentliche Vorteile. Basis für ein Strömungsfeld, das mit derartig hoher Umfangsgeschwindigkeit um ein Zentrum rotiert, bildet die Überlagerung von Unterdruckgebieten. Diese wird technisch durch zyklische Anordnung von Strömungssenken in einem rotationssymmetrischen Absaugegehäuse realisiert. Dieses ist in einem Segment mit einem Achswinkel von ca. 90° geöffnet und gibt dabei lediglich die Erfassungsrichtung vor. Durch die Nachströmung, etwas asymmetrisch zum Wirbelzentrum, wird die Drehrichtung des Wirbelfeldes festgelegt, s. Abb. 3.

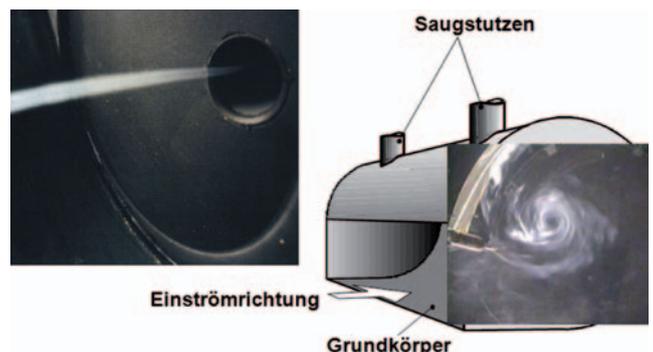


Abb.3: Erfassungshaube mit Drallströmung

Klima-Zentralgeräte

- ▶ Comfort-Geräte WK-com N, S, H
- ▶ Schwimmbad-Geräte
- ▶ Hygiene Geräte nach DIN 1946 T4
- ▶ Direktbefeuerte Geräte
- ▶ Klimageräte mit integrierter Kälte (Wärmepumpenbetrieb)
- ▶ Wetterfeste Geräte mit Doppelbeplankung

Kompakt Klimageräte

- ▶ Flachbau Klimageräte WK
- ▶ Kompaktgerät WK-compact PT H

Dezentrale Geräte

- ▶ Deckenluftgeräte
- ▶ Kassettendecken-Luftheizer
- ▶ Wandgeräte
- ▶ Warmlufterzeuger
- ▶ Dachventilatoren

alle mit hocheffizienter Energiespar-Technik.



Raum-Comfort

individuell, flexibel, kundentoptimiert



wetterfeste Ausführung
doppelbeplankt



Mehr unter www.wolf-geisenfeld.de
oder Tel. +49 (0)8452 99-0



WOLF
GEISENFELD

Weitere erfolgreiche Anwendungen bei:

- ▶ Laserschneidmaschinen
- ▶ Klebearbeitsplätzen
- ▶ Absaugung und Erfassung an Schleifarbeitsplätzen, s. Abb. 4.

sowie bei der Absaugung von:

- ▶ Schweißkabinen in der Automobilindustrie
- ▶ Schmelz- und Warmhalteöfen in der Gießerei
- ▶ Spritzgussmaschinen in der Kunststofffertigung
- ▶ Schweißrobotern beim Punktschweißen von Karosserieteilen
- ▶ Gießstrecken



Abb.4: Absaugung und Erfassung an Schleifarbeitsplätzen

2. DIREKTERFASSUNG VON BRANDRAUCH BEI BRANDSZENARIEN INNERHALB EINES GEBÄUDES

Rauchabschnittsbildung im Brandfall

In vielen Fällen der Rauchfreihaltung im Brandfall ist es sinnvoll, Rauchabschnitte zu bilden, um ein Gesamtverrauchen des Gebäudes oder eines Gebäudeteiles zu verhindern.

Ist die Bildung dieser Rauchabschnitte weder durch bauliche Maßnahmen noch durch flexible Rauchschürzen möglich oder aus architektonischen Gründen nicht erwünscht, können auch lufttechnische Maßnahmen eingesetzt werden. Hierzu

aufzunehmen. Um zu verhindern, dass diese Strömungen aufgrund starker Eigenimpulse an der Absaugestelle vorbeigleiten, müssen die Erfassungselemente folgende Eigenschaften aufweisen:

- ▶ gleichförmiges, linienförmiges Absaugen
- ▶ ein hoher Unterdruck an der Aufnahme-stelle

Beide Forderungen werden mit der zuvor beschriebenen Drallerfassungseinrichtung erreicht, die in der Natur bei Wirbelstürmen auftritt und die Ausbildung eines Unterdruckfeldes ermöglicht, das sonst mit keiner Einrichtung erreichbar ist.

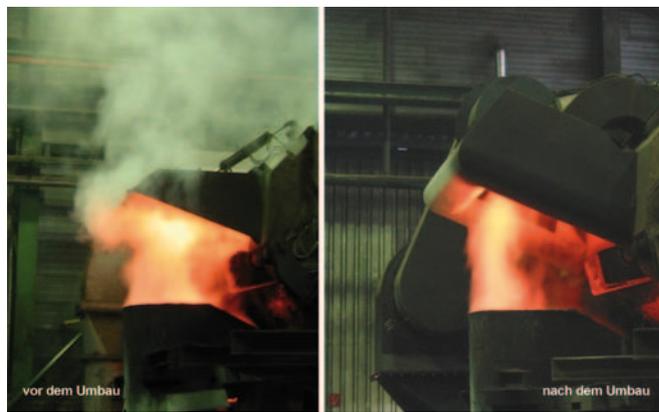


Abb.5: Schadstofffassung beim Schmelzen von Gußeisen

Sehr häufig werden zur Erfassung luftfremder Stoffe Haubenelemente eingesetzt, die einen trapezförmigen Grundkörper mit einer daran angeschlossenen Absaugleitung besitzen. Hier ergeben sich zwei wesentliche Probleme:

- ▶ Die Erfassungsgeschwindigkeit wird bestimmt durch die Absaugefläche am Übergang zwischen der Haube und dem Luftraum und ist daher extrem niedrig. Geringste Querströmungen leiten die zu erfassenden Stoffe an der Haube vorbei in den zu schützenden Raum.
- ▶ Luftströme mit Eigenimpuls können von der Haube nicht aufgenommen werden und strömen daher im Randbereich wieder in den Raum zurück.

Durch Anordnung von Drallsenken am Haubenrand bzw. Randabschirmung ist ein derartiges Wiederaustrreten aus der Haube zu verhindern, Abb.5.

gehören in erster Linie Direkterfassungssysteme von Brandrauch in unmittelbarer Nähe zur Brandstelle. Hiermit verbunden sind zwei sich ergänzende Vorteile:

- ▶ Durch die unmittelbare Nähe zum Brandherd wird die Lauflänge des Thermikstrahles minimiert und der in den Strahl eingemischte Luftanteil durch Induktionsprozesse reduziert. Damit verbunden ist auch die Minimierung des abzusaugenden Brandrauchstromes.
- ▶ Die Rauchausbreitungen im Gebäude können im Wesentlichen verhindert werden.

Beim Absaugen von Brandrauch treten gleichartige Aufgabenstellungen auf, wie zuvor bei der Erfassung luftfremder Stoffe in der Industrie beschrieben. Brandrauchströmungen besitzen aufgrund der thermischen Einflüsse eine hohe Eigenbewegung und sind daher äußerst begrenzt durch Einzelabsaugungen

Mit derartigen Einrichtungen lassen sich folgende Problemfelder lösen:

- ▶ Rauchfreihaltung von Galeriebereichen
Durch Induktion des Brandrauchstrahles aus einer oberhalb des Brandherdes befindlichen Galerieebene wird zwangsläufig Brandrauch in die Galerieebene eingemischt. Dies lässt sich beispielsweise durch Absaugen an der Galeriekante verhindern, s. Abb. 6.
- ▶ Rauchübertritt in Gebäudeteilen mit großen Raumhöhen oder an Treppenaufgängen
- ▶ Aufbau virtueller Rauchabschnitte
Durch virtuelle Rauchabschnitte wird verhindert, dass langgezogene Gebäudeteile verrauchen oder durch Rauchschutztüren abgetrennt werden müssen, s. Abb.7. Beispiele hierfür sind Gangbereiche für Reisende und Gepäckausgaben in Flughäfen,

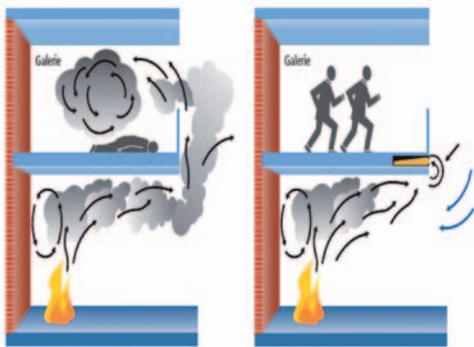


Abb.6: Direkterfassung von Brandrauch unterhalb von Galeriebereichen



Abb.7: Virtuelle Rauchabschnittsbildung durch Drall- oder Wirbelhauben

Rauchabschnittsbildung in Tiefgaragen, zum Beispiel durch Absaugung an Auffahrtsrampen sowie unterirdische Verkehrsanlagen und Tunnel.

3. SONDERPROBLEME

Das Strömungsprinzip der Drallströmung ist auch geeignet zur Lösung ganz spezieller Aufgaben. So baut z. B. auch das Entrauchungskonzept für das Mercedes-Benz-Museum in Stuttgart auf einer derartigen Strömungsform auf (s. Fachjournal 2006/7: „Tornado rettet Menschenleben“). Das gesamte Gebäude des Museums sollte gemäß Brandschutzplanung und Behördengenehmigung nicht in verschiedene Rauchabschnitte unterteilt werden, sondern die Entrauchung im Brandfall sollte in einem Rauchabschnitt erfolgen. Die einzelnen Ausstellungsebenen münden über eine große Öffnung an ein ca. 40m hohes Atrium, das den Grundriss eines gleichschenkligen Dreiecks mit den Seitenlängen von ca. 40m aufweist und über acht Geschosse reicht, s.Abb.8.

Im Brandfall sollte der Brandrauch aus den Ausstellungsebenen in das Atrium abströmen und von dort über NRA-Einrichtungen oder auch mechanisch abgeführt werden.

Erste Versuche im Labor der Fa. Imtech zeigten jedoch, dass nur ein geringer Teil des Brandrauches über das Dach geführt werden konnte.

Der Brandrauch breitete sich im gesamten Gebäude aus und kontaminierte alle Ausstellungsebenen gleichermaßen, mit der Konsequenz, dass alle Ausstellungsgegenstände beschädigt wurden und die Entfluchtung der Museumsbesucher nicht sicherzustellen war. Verantwortlich für die Rauchausbreitung im Gebäude waren thermische Ausgleichströmungen und Galerieumströmungseffekte.

Konventionelle Lösungen wie Rauchschürzen konnten aufgrund der Größe der Öffnungen nicht eingesetzt werden und wurden auch von den Architekten abgelehnt. Die einzige verbleibende Lösung, für die Inbetriebnahme des Gebäudes war der Einsatz eines künstlich erzeugten Wirbelstromes im Atrium. Durch den hohen Unterdruck im Wirbelkern konnte der

Brandrauch im Atrium gehalten und über einen im Kopfbereich des Atriums eingesetzten Axialventilator abgeführt werden. Aufgebaut wird die Wirbelströmung durch am Rand des Atriums angeordnete Treibstrahlröhren, die einen Strömungsimpuls auf das im Innern befindliche Luftvolumen erzeugen und die Luftmasse in eine Rotationsströmung versetzen, s.Abb.9. Insgesamt wird eine Masse von ca. 28 t Luft angeregt und in Rotation versetzt. Ist das Rotationsfeld geschlossen, entwickelt sich der künstlich generierte Wirbelsturm mit den zuvor beschriebenen Eigenschaften, s.Abb.10.

*Autor
Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Detzer,
Leiter Forschung und Entwicklung
Imtech Deutschland, Hamburg
Fotos/Grafiken: Imtech
www.imtech.de*

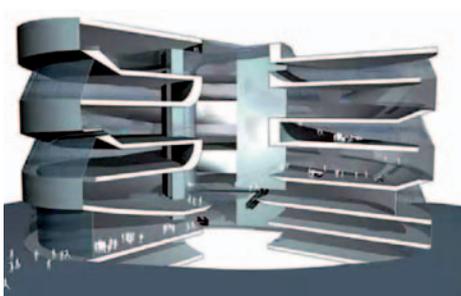


Abb.8: Mercedes-Benz Museum im Querschnitt

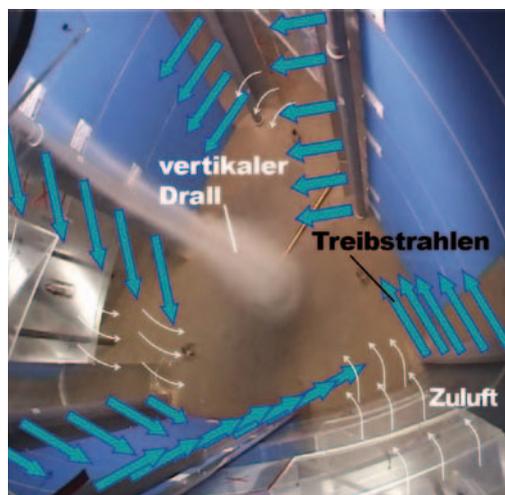


Abb.9: Entrauchungswirbel im Modell



Abb.10: Tornado im Original