

Wirksamer Schutz gegen Rauchausbreitung im Brandfall

Lufttechnische Maßnahmen am Beispiel eines Hochregallagers

Der Begriff des Hochregallagers wird oft sehr unterschiedlich verstanden und angewendet. Das Hochregallager ist ein Raum, in dem neben einer Produktion oder auch Konfektionierung unter anderem auch hohe Regale stehen und in dem sich im Regelfall Menschen aufhalten. Die Hochregalanlage ist normalerweise eine raumfüllende, vollautomatische Lagermaschine, wo im Regelfall außer für Wartungsarbeiten der Aufenthalt von Menschen nicht erlaubt ist. Je nach Interpretation ist für die fachgerechte Auslegung und Ausführung einer Rauchabzugsanlage das jeweilige Schutzniveau zu untersuchen. Ohne Rauchableitung wird bei den in Hochregallägern vorhandenen sehr großen Brandlasten und guten Ventilationsbedingungen auch ein großer und hoher Raum in wenigen Minuten verrauchen.



Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Detzer, Imtech Deutschland GmbH & Co. KG

Mit einer Entrauchungsanlage können verschiedene funktionale Anforderungen zum Erreichen unterschiedlicher Schutzziele erfüllt werden. Dies sind unter anderem folgende Schutzziele:

- A. Unterstützung von Personen, die sich beim Ausbruch eines Brandes in den Räumen aufhalten, zur Selbstrettung.
- B. Damit Personen, die nicht selbst den Raum verlassen können, durch Dritte (überwiegend durch die Feuerwehr) gerettet werden können, muss die Feuerwehr, wenn sie den Raum betritt, auch eine ausreichende Sicht haben.
- C. Damit die eintreffende Feuerwehr den Brand möglichst noch im Innenangriff bekämpfen kann, ist das schnelle Erkennen von Brandherden unverzichtbar.
- D. Durch eine fachgerecht geplante und installierte Entrauchungsanlage wird sich im Brandfall die Rauchschicht im oberen Raumbereich konzentrieren lassen. Einrichtungsgegenstände und Lagergut im unteren Raumbereich werden durch den Rauch nicht oder gering kontaminiert.

Bei dem im vorliegenden Fall betrachteten Hochregallager handelt es sich um eine vollautomatische Hochregalanlage, bei der die Ware vollautomatisch eingelagert und ent-

nommen werden kann, sodass im Brandfall keine Selbst- und Fremdrettungsmaßnahmen erforderlich sind. Notwendig ist jedoch eine Begrenzung der Rauchausbreitung, in diesem Fall als Sachschutz der eingelagerten Waren, die durch Brandkontamination geschädigt werden können. Es handelt sich bei den eingelagerten Waren um Hemden, die in Kartons verpackt in den einzelnen Regalreihen untergebracht sind.

Mit einer Kontamination verbunden ist auch ein erheblicher Ausfall an Liefermöglichkeiten an die Kunden, sodass Lieferengpässe zu erwarten sind.

Bei dem Hochregallager des Hauses Olymp handelt es sich um eine große Halle mit einer Gesamtlänge von ca. 120 m, einer Breite von 40 m und einer Raumhöhe von 18 m.

In sieben OSR-Gassen sind 67.832 Abstellplätze für entsprechende Kartons vorhanden.

Ferner sind vier weitere OSR-Gassen vorgesehen mit weiteren 37 Ebenen zur Einlagerung und insgesamt 92.088 Abstellplätzen.

Entrauchungskonzept

Im Bereich Forschung und Entwicklung der Firma Imtech sollte ein Entrauchungskonzept entwickelt werden, mit dem es möglich ist, die Rauchausbreitung auf begrenzte Bereiche zu beschränken, um die Kontamination der eingelagerten Ware soweit als möglich zu verhindern.

Die Untersuchung erfolgte im Rahmen einer CFD-Studie. Hierbei wird das Gebäudemodell auf dem Rechner abgebildet und die verbleibenden Luftfreiräume mit einem Gitternetz generiert, sodass ein System finiter Volumenelemente entsteht. Jedem dieser Volumenelemente werden die allgemeinen partiellen Differentialgleichungen für Impulserhaltung, Masseerhaltung und Energieerhaltung aufgeprägt. Ferner werden für die

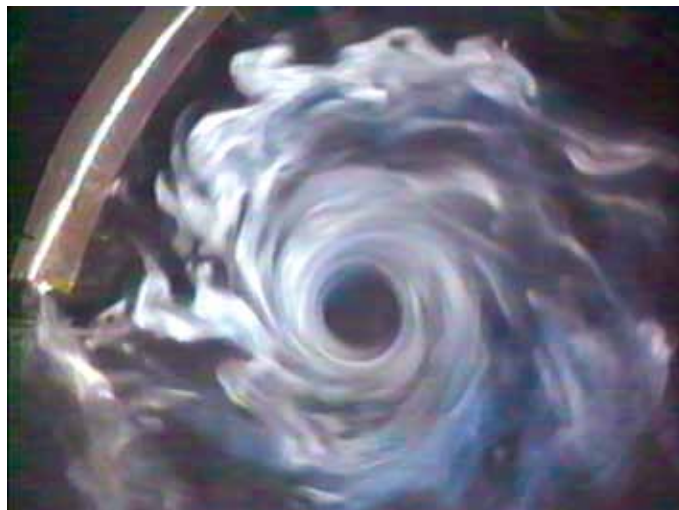


Abbildung 1: Drallströmung im Schnitt, dargestellt durch Rauch.

Turbulenz und die Strahlung physikalische Modelle eingebracht und die entsprechenden Randbedingungen, wie Oberflächentemperaturen, Drücke an Eingangsbereichen und Ähnlichem, in die Berechnung eingesetzt. Im vorliegenden Fall wurde ein CFD-Gitter mit 605.238.664 Kontrollzellen erstellt.

Die Halle wurde in drei Rauchabschnitte eingeteilt, wobei in jedem Fall der Rauchübertritt von einem Rauchabschnitt in den anderen verhindert werden und auch innerhalb des Rauchabschnitts der Kontaminationsbereich möglichst klein gehalten werden sollte.

Entwickelt wurde ein neuartiges Konzept zur Gebäudeentrauchung in Form einer Direkterfassung von Brandrauch im Deckenbereich.

Um zu verhindern, dass Brandrauch von einem Rauchabschnitt in einen anderen Rauchabschnitt abströmen kann, werden die Rauchabschnitte an ihren Begrenzungslinien durch Direkterfassungselemente gesichert. Derartige Einrichtungen sind auch einsetzbar an Deckendurchbrüchen und Treppenaufgängen.

Derartige „virtuelle Rauchabschnitte“ sollen verhindern, dass Überströmungen stattfinden können, ohne die einzelnen Rauchabschnitte durch bauliche Maßnahmen abzutrennen.

Bei Direkterfassungen handelt es sich strömungstechnisch um Senkenströmungen, die eine ausgesprochen geringe Tiefenwirkung aufweisen. Der Grund liegt in der raschen Geschwindigkeitsabnahme ausgehend von der Absaugstelle, die in der 3. Potenz mit dem Abstand abnimmt. Da Brandrauchströmungen, aufgrund ihres thermischen Einflusses eine Eigenbewegung besitzen, sind diese nur sehr begrenzt durch derartige Einzelabsaugungen zu erfassen. Ist der Strömungsimpuls der zu erfassenden Strömung höher als der durch die Absaugung bewirkte Strömungsimpuls in Richtung zur Absaugestelle, wird der Rauchgasstrom an der Erfassungsstelle vorbeigeführt.

Drallströmung - Strömungsform wie im Wirbelsturm

Die zur Rauchdirekterfassung geeigneten Erfassungselemente müssen folgende Eigenschaften erbringen:

1. Gleichförmiges, linienförmiges Absaugen
2. Der Unterdruck an der Erfassungsstelle muss mindestens so groß sein, dass der

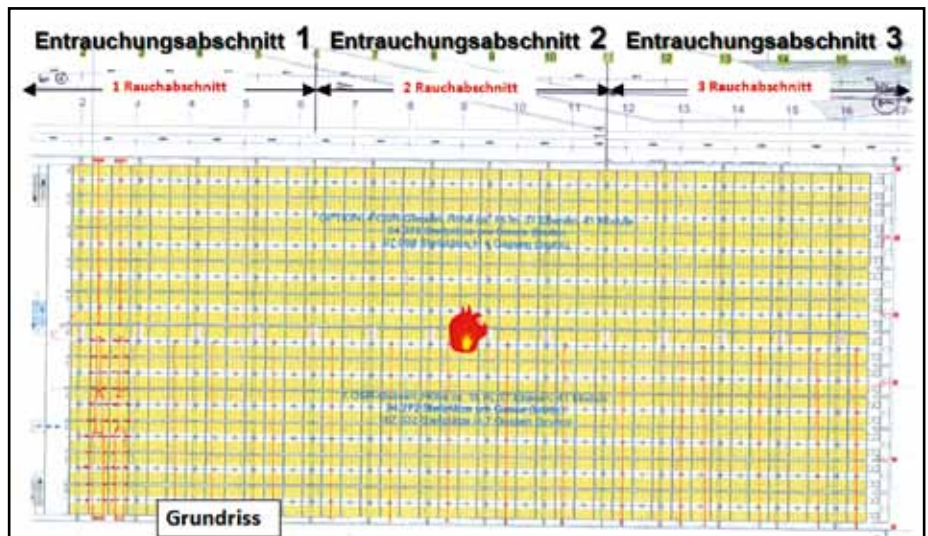


Bild 2: Versuchsstand im Labor der YIT Germany GmbH

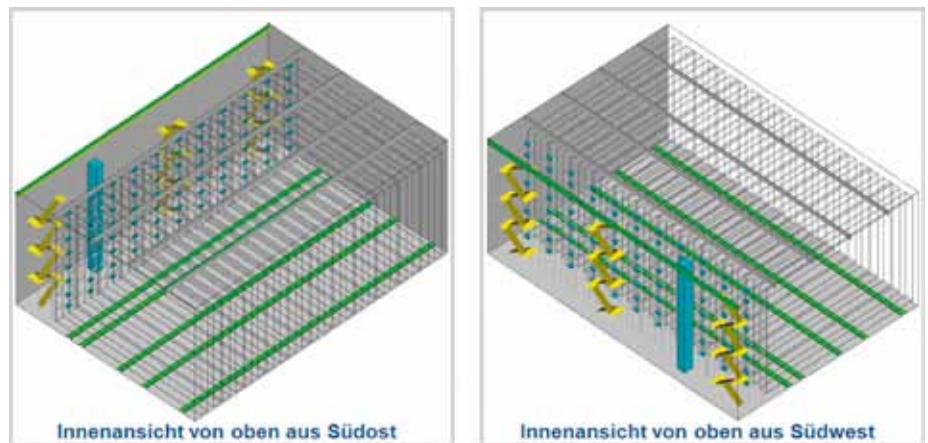


Abbildung 3: Entrauchungsabschnitt 1.

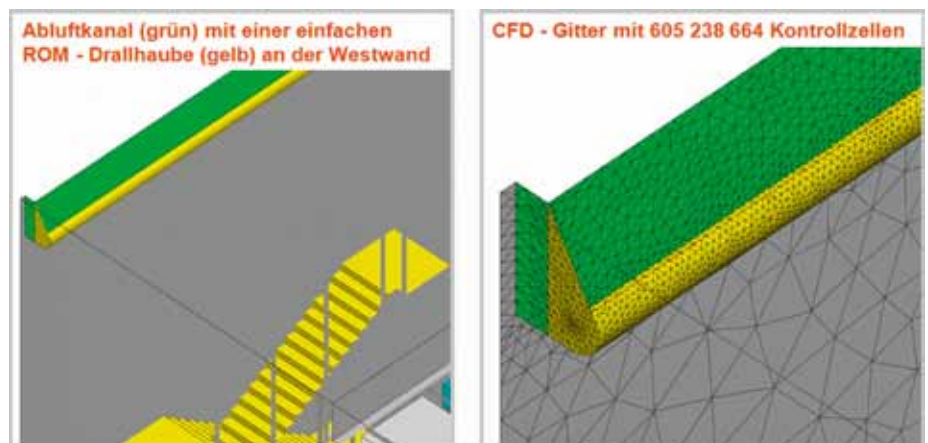


Abbildung 4: Entrauchungsabschnitte 1: Drallhaube an der Westwand.

Strömungsimpuls einer mit Eigenbewegung ausgestatteten Rauchströmung aufgenommen werden kann.

Beide Forderungen werden von einer Strömungsform erreicht, die in der Natur bei Wirbelstürmen auftritt. Die Basis für ein derart um ein Zentrum mit hoher Umfangs-

geschwindigkeit rotierendes Strömungsfeld bildet die Überlagerung von Unterdruckgebieten, die technisch durch zyklische Anordnung von Strömungssenken realisiert wird.

Die Umfangsgeschwindigkeiten in Zentrumsnähe erreichen dabei auch in kleinerem Maßstab Werte von ca. 250 km/h. Damit verbunden sind Unterdrücke im Zentrum

von >1000 Pa, wie sie sonst mit keiner anderen Erfassungseinrichtung aufgebracht werden können. Durch die auf logarithmischen Spiralen zum Zentrum verlaufenden Stromlinien wird der Stoffstrom in das Drallzentrum geleitet und dort zur Absaugestelle geführt. Längs der Drehachse, die sich von Absaugung zu Absaugung erstreckt, bleiben die Unterdrücke konstant, sodass eine gleichförmige, linienförmige Erfassung entsteht. Bild 1 zeigt einen Querschnitt durch die Drallströmung mit dem im Strömungsinnen liegenden Drallzentrum.

Bild 2 zeigt einen Grundriss des Hochregallagers mit den angegebenen Rauchabschnitten.

In Bild 3 ist ein Blick in das geometrische CFD-Modell zu sehen und in Bild 4 ist eine Drallhaube mit den generierten Kontrollzellen erkennbar. Die Drallhauben befinden sich unterhalb der Decke an der nach West und Ost orientierten Außenwand. Zwischen den einzelnen Rauchabschnitten sind Doppelwirbelhauben, wie in Bild 5 erkennbar, eingesetzt.

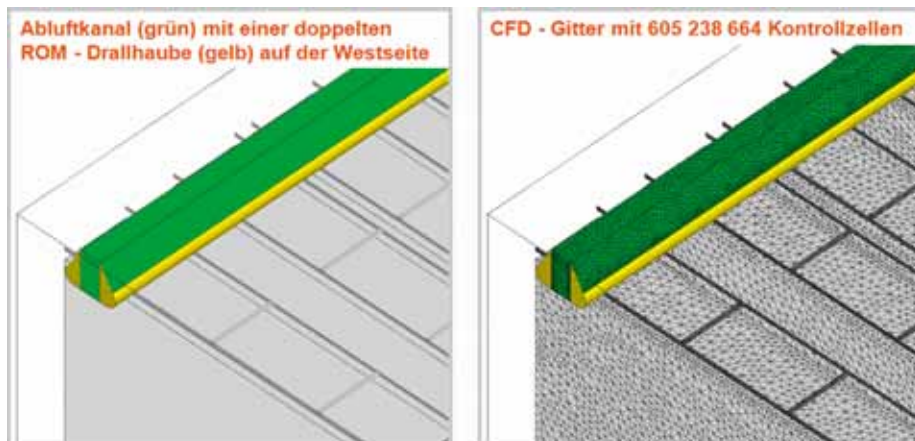


Abbildung 5: Entrauchungsabschnitt 2: Drallhaube am Übergang von Rauchabschnitt 1 in Rauchabschnitt 2.



Abbildung 6: Brandraucherfassung an der Westwand des Lagers.



Abbildung 7: Verhinderung des Rauchübertritts von einem Rauchabschnitt in einen anderen Rauchabschnitt.

Zur Nachführung der abgesaugten Luftströme werden Raumlufttechnische Anlagen eingesetzt und die Luftverteilung erfolgt im unteren Bereich der nach Norden und Süden orientierten Längswände linienförmig über flexible luftdurchlässige Gewebesläuche. Ergänzend zu diesen lufttechnischen Einrichtungen wird im Brandfall ein nach Norden orientiertes, in der Nähe der Westwand angeordnetes Einfahrtstor genutzt, das im Brandfall aufgefahren wird. Die nachfolgenden Bilder zeigen einige der Simulationsergebnisse, aus denen deutlich wird, dass durch die vorgeschlagene Lösung der Brandrauch innerhalb des Rauchabschnittes gehalten werden kann und auch ein Abströmen nach unten in die Regalreihen weitestgehend verhindert wird. Außer in der obersten Regalreihe findet kein Raucheintrag statt, sodass von einem sehr begrenzten Kontaminationsbereich ausgegangen werden kann.

Konzeptüberprüfung am ausgeführten Objekt (Heißrauchversuch)

Im Rahmen von Vor-Ort-Versuchen wurde das Konzept überprüft und in allen Punkten eindrucksvoll bestätigt. Hierzu wurde ein Brandrauchsimulator eingesetzt, angeordnet in der untersten Regalreihe. Die Luft wird dabei über einen Propangasbrenner erwärmt und von einem Axialventilator in ein rohrförmiges Ausblasstück geleitet. Am Austritt befindet sich eine Prallplatte, um den Strömungsimpuls abzubauen und einen Thermikstrahl sich entwickeln zu lassen. An der Außenseite des rohrförmigen Körpers befinden sich vier angeordnete Wickelfalzrohre, über die, von vier Nebelgeneratoren gespeist, ein Nebelfluid am Luftaustritt aus dem Rohrstück eingebracht wird. Der so nachgebildete Brandrauch zeigt die Rauchausbreitung in der Halle. In den nachfolgenden Bildern sind einige der Rauchausbreitungen verdeutlicht. Klar erkennbar ist die Verhinderung des Rauchübertritts von einem Rauchabschnitt in den anderen und die Brandraucherfassung an der Westwand des Lagers. Hierdurch wird der im Westteil der Halle angeordnete Treppenaufgang sowie die oberste Verteilebene rauchfrei gehalten, die als Zugangsmöglichkeit für die Feuerwehr zu nutzen ist. ◀