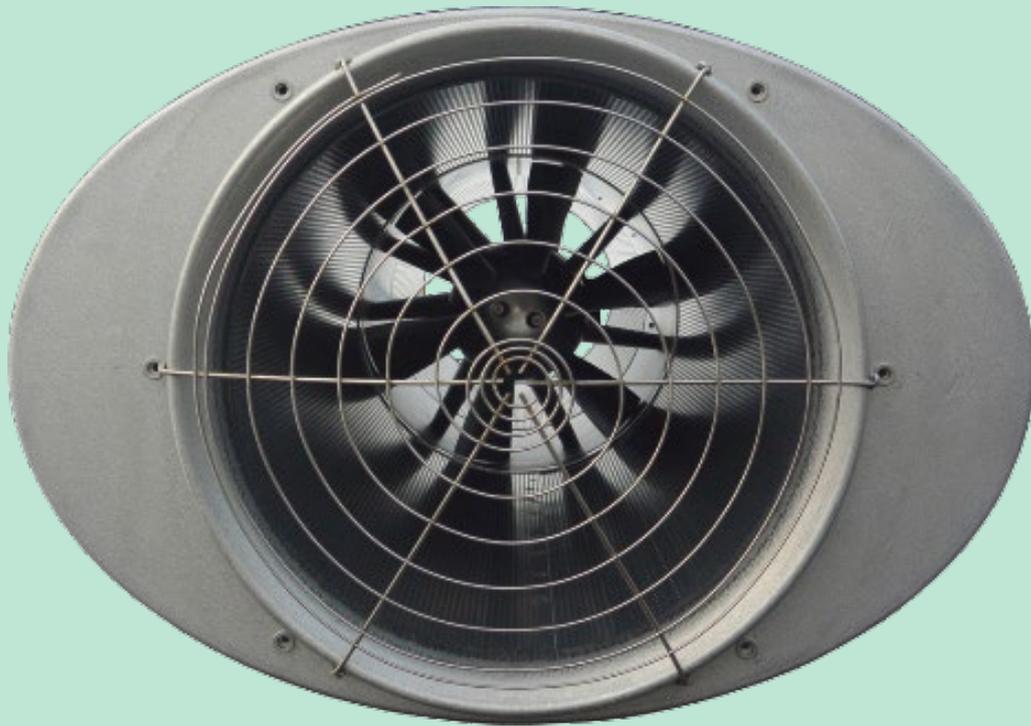


PARKGARAGEN LÜFTUNGS- & ENTRAUCHUNGSSYSTEM SYSTEMBESCHREIBUNG



OPTIMALE LÜFTUNG UND SICHERHEIT IN EINEM SYSTEM



VORWORT

Parkhäuser und Tiefgaragen werden wegen der zunehmenden Benutzung von Autos immer öfter an Standorte, an denen sich viele Menschen aufhalten, gebaut. Beispielsweise in Einkaufszentren, Theatern und Bürogebäuden.

Moderne Gebäude mit derartigen Ansammlungen stellen besondere Anforderungen an die technische Gebäudeausrüstung, die von herkömmlichen Ventilationsmethoden für Garagen nicht immer erfüllt werden können.

Novenco hat in mehrjähriger Forschungsarbeit in Zusammenarbeit mit Planungsbüros und Behörden und basierend auf langjähriger Erfahrung in der Tunnelventilationstechnik ein System zur Tiefgaragenlüftung entwickelt:

DAS NOVENCO JET-VENTILATIONSSYSTEM

Bestehende Erfahrungen und Techniken wurden konsequent im Novenco Lüftungs- und Entrauchungssystem für Garagen umgesetzt und eine Vielzahl von Tiefgaragen damit ausgerüstet.

BEWEGEN VON LUFT

Belüften ist das Bewegen von Luft. Bewegt man Luft, so bewegt man tatsächlich eine Masse. Luft hat eine Dichte von ca. $1,2 \text{ kg/m}^3$ bei 20°C . Bewegt man 10 m^3 Luft, so wird eine Masse von ca. 12 kg bewegt.

Luft kann auf drei verschiedene Arten bewegt werden, wobei die bekannteste diejenige ist, die Luft durch einen Teilabschnitt (Luftkanal) mit Hilfe von Ventilatoren zu "drücken". Eine andere Bewegungsart führt die Luft aufgrund von Temperaturunterschieden aus:

Eine dritte Möglichkeit ist die horizontale Strahlventilation (Jet-Ventilation). Hierbei wird das physikalische Phänomen, dass eine Masse beschleunigt wird, wenn eine Impulskraft auf diese Masse ausgeübt wird, genutzt.

Eine kontinuierliche Impulskraft wird als "Schubkraft" bezeichnet. Mit dem Wissen, dass Luft eine Masse besitzt, kann man darauf schließen, dass Luft durch Schubkraft bewegt werden kann.

Die Forschung und Entwicklung von Novenco hat das Prinzip der Jet-Ventilation technisch konsequent umgesetzt und bietet jetzt das Novenco Jet-Ventilationssystem als preiswerte Alternative, das den Ansprüchen moderner Garagen voll gerecht wird.

Diese Systembeschreibung gibt eine technische Einführung in Parkgaragen Lüftungs- und Entrauchungssysteme und zeigt Möglichkeiten auf, welche das Jet-Ventilationssystem zur Lüftung und Entrauchung von Parkgaragen bietet.



GARAGENKATEGORIEN

Grundsätzlich können Garagen in zwei Kategorien eingeteilt werden, die unterschiedliche Anforderungen an das Lüftungssystem stellen:

Kategorie 1: Offene Garagen

Kategorie 2: Geschlossene Garagen

Offene Garagen erfordern naturgemäß geringere Anforderungen an das Lüftungssystem, da natürliche Lüftung in den meisten Fällen ausreichend ist.

Dagegen müssen geschlossene Garagen mechanisch belüftet und entlüftet werden, um ausreichende Frischluftversorgung im normalen Betrieb als auch im Brandfall sicherzustellen.

Abhängig von örtlichen Auslegungsrichtlinien kann eine Garage der Kategorie 1 zugeordnet werden, wenn die Lüftung entsprechend Abb.1 ausgeführt wird.

Erläuterung Abb. 1:

1. Die natürliche Lüftung muss gewährleistet sein.
2. Mindestens zwei gegenüberliegende Außenwände müssen nicht verschließbare Öffnungen aufweisen.
3. Die Fläche der Öffnungen in den Umfassungswänden muss mindestens $\frac{1}{3}$ der Gesamtfläche betragen.
4. Der Abstand zwischen diesen beiden gegenüberliegenden Umfassungswänden darf nicht größer als 70 Meter sein.
5. Die Konstruktionen im Inneren der Garage dürfen die natürliche Lüftung nicht behindern.

Wenn eine der genannten Anforderungen nicht erfüllt werden kann, gehört die Garage zur Kategorie 2.

In diesen Fällen handelt es sich also um eine geschlossene Garage.

Die Vorschriften erfordern, dass eine geschlossene Garage mit einem Ventilations-system ausgestattet wird. Der Einsatz eines mechanischen Ventilations-systems hängt von der Gestaltung und der Konstruktion der Garage ab. Geschlossene Garagen und deren Ventilations-systemen können in viele Variationen gebaut werden.

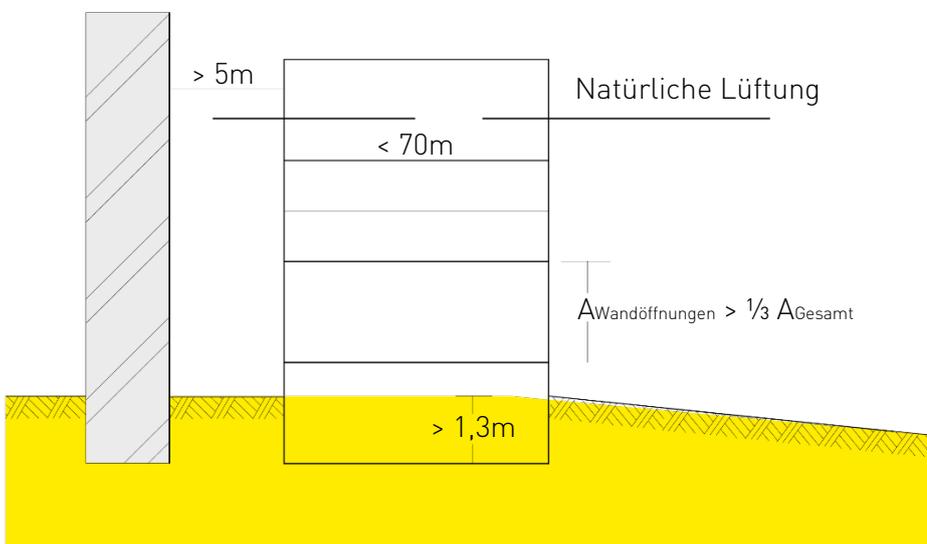


ABBILDUNG 1: OFFENE PARKGARAGE

GESCHLOSSENE GARAGEN

Überwiegend werden heutzutage geschlossene Garagen mit einer der folgenden Ventilationsmethoden gelüftet:

- Natürliche Lüftung
- Mechanische Lüftung

NATÜRLICHE LÜFTUNG

Für geschlossene Mittel- und Großgaragen mit geringem Zu- und Abgangsverkehr genügt eine natürliche Lüftung durch entsprechende Öffnungen oder über höchstens 2 m hohe Lüftungsschächte, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. Freier Gesamtquerschnitt von mind. 1500 cm² je Garagenstellplatz.
2. Gegenüberliegende Außenwände oberhalb der Geländeoberfläche von max. 35 m Entfernung.
3. Die Öffnungen müssen verschließbar sein.
4. Eine ständige Querlüftung muss gewährleistet sein.
5. Die Lüftungsschächte oder Öffnungen dürfen höchstens in einem Abstand von 20 m angeordnet sein.

MECHANISCHE LÜFTUNG

Die mechanische Lüftung erfolgt durch Ventilatoren. Die Abluftanlage muss mindestens zwei gleich große Ventilatoren mit je 50% des gesamten Volumenstroms besitzen.

Bei Betrieb nur eines Ventilators muss dieser circa 2/3 des Gesamtluftstroms fördern.

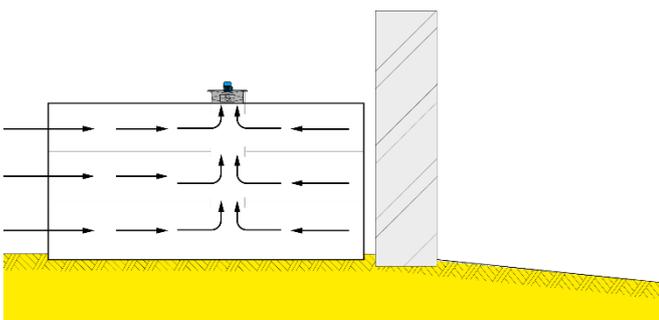


ABBILDUNG 2: SEMI-MECHANISCHE LÜFTUNG

Bei ausreichende freie Nachstromflächen kann die Zuluft natürlich nachströmen (Abb. 2).

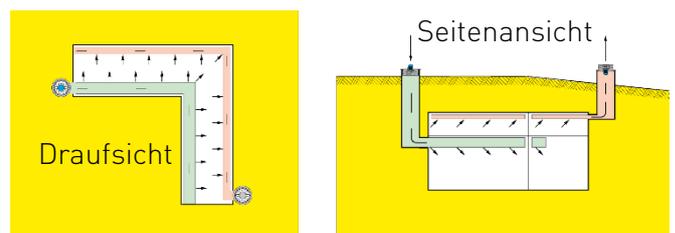
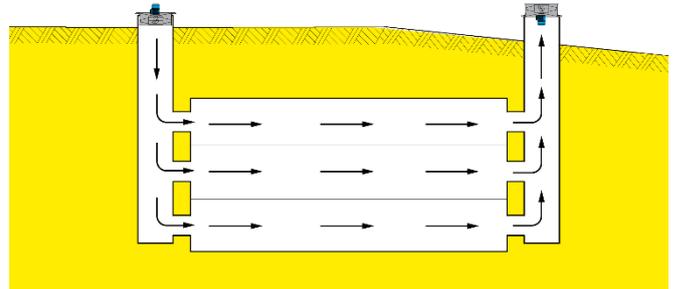


ABBILDUNG 3: MECHANISCHE LÜFTUNG

Wenn eine natürliche Nachströmung von Frischluft nicht möglich ist, muss auch eine mechanische Zuluftanlage installiert sein (Abb. 3).

Herkömmliche Zu- und Abluftanlagen bestehen im Wesentlichen aus:

- Ventilatoren mit Antrieb
- Luftkanalsystem, Klappen, Gittern, (Brandschutz)-Klappen und ggf. Schalldämpfer
- Schalt- und Steuereinrichtungen



ABBILDUNG 4: KONVENTIONELLE LÜFTUNG

NOVENCO JET-VENTILATIONSSYSTEM



Die konventionelle mechanische Lüftung mit Luftkanälen (Abb. 4) wird heute überwiegend eingesetzt, obwohl die Kanalsysteme eine Reihe von Nachteilen besitzen.

- A) Es steht nur begrenzter Raum für die Installation von Luftkanälen zur Verfügung. Die Luftkanäle beanspruchen Raumvolumen, welches bei der Nutzung verloren geht.
- B) Die Luftbewegungen und die Luftdurchmischungen innerhalb der Garage stellen oftmals eine Vermeidung überhöhter Schadstoffkonzentrationen nicht sicher.

- C) Es kommt zu toten Punkten - praktisch ohne Luftbewegung.
- D) Die Anpassung der Lüftung an sich ändernde Belastungen und Luftverschmutzung, aufgrund der schwankenden Kapazitäten der Garage, ist schwierig.
- E) Im Brandfall funktioniert der Abtransport von Rauchgasen unzureichend.

Diese Nachteile werden durch das Novenco Jet-Ventilationssystem vermieden. Nachstehend werden die Eigenschaften dargestellt.

NOVENCO JET-VENTILATIONSSYSTEM

Das Konzept der Jet-Ventilation erfordert einige Erklärungen. Stellen Sie sich dazu einen mit Luft gefüllten Fußball vor.

Sie können diesen Ball auf zwei Arten bewegen:

1. Erstens können Sie ihn in die Hand nehmen und den Ball durch Bewegung ihrer Hand bewegen. Dabei bewegt man mit konstanter Geschwindigkeit gleichzeitig die im Ball befindliche Menge an Luft. Dies kann man mit der Bewegung von Luft durch Ventilatoren vergleichen.
2. Aber Sie können den Ball auch bewegen, indem Sie ihn mit dem Fuß schießen. In diesem Fall bewegen Sie die Luft durch eine Impulskraft. Der mit Luft gefüllte Ball wird beschleunigt und bewegt sich über eine bestimmte Distanz. Dieses physikalische Phänomen wird Impuls genannt.

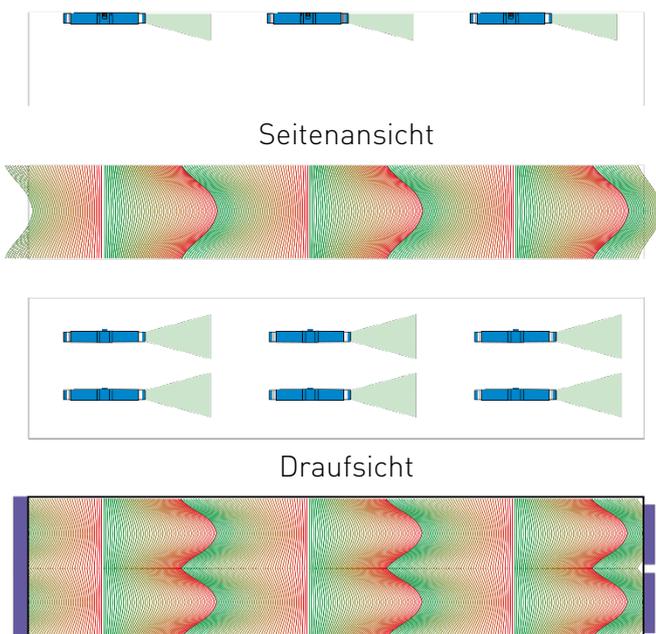


ABBILDUNG 5: JET-VENTILATION

Das gleiche Prinzip kommt bei der Jet-Ventilation zur Anwendung. Aus einer kleinen Ausblasöffnung von einem Jet-Ventilator tritt Luft mit relativ hoher Geschwindigkeit (20m/s) aus. Die ausströmende

Luft enthält eine bestimmte Schubkraft und erzeugt damit im Umfeld einen Impuls, der einen sekundären Luftstrom in der Garage induziert.

Abbildung 5 verdeutlicht die in der Praxis angewandte Jet-Ventilation in Parkgaragen.

Achtung: Der Zweck dieses Beispiels ist nur, um eine Vorstellung des Prinzips zu erhalten. Die exakte Luftgeschwindigkeit und die Anzahl der Jet-Ventilatoren hängt von den Schubkraft Berechnungen ab, die für jede Garage individuell ermittelt werden.

Der vom Ventilator erzeugte Impuls hat die Einheit Newton. Das 2. Gesetz von Newton behandelt die physikalischen Grundlagen des Impulses. Newton bewies, dass der Impuls gleich dem Produkt aus Masse und Beschleunigung dieser Masse ist.

Die Nennschubkraft eines Jet-Ventilators berechnet sich als Produkt des Volumens, der Luftdichte und der Austrittsgeschwindigkeit von der Luft aus dem Ventilator.

Jet-Ventilatoren liefern einen konstanten Luftstrom, der also einen konstanten Impuls darstellt. Ein konstanter Impuls wird als Schubkraft bezeichnet.

Mit dieser Schubkraft verdrängt der Ventilator die umliegende Luft in Strömungsrichtung. Die spezielle Bauform des Ventilators bewirkt zusätzlich die Induktion von Wirbelströmungen in der umliegenden Luft, so dass die Luft nicht nur durch den Ventilator selbst, sondern auch um ihn herum in die vorgesehene Richtung strömt.

Dabei ist die gesamt bewegte Luftmenge um ein Vielfaches mehr, als die tatsächliche Luftmenge die von den Jet-Ventilatoren erzeugt wird.

Um diesen gewünschten Effekt sicherzustellen, kommt der Anordnung der Ventilatoren eine besondere Bedeutung zu.

NOVENCO JET-VENTILATIONSSYSTEM

Die korrekte Anordnung hängt vom Coanda-Effekt, sowie den Zuständen am Lufteintritt und Luftaustritt des Ventilators ab.

Der Coanda-Effekt (Impulsverlust durch Verwirbelung an der Wand und Decke) tritt in der Praxis immer auf, weil die Jet-Ventilatoren an der Decke angeordnet sind.

Zur Ermittlung der tatsächlichen Schubkraft eines Jet-Ventilationssystems werden die Einflüsse des Installationsortes und die Ausführung der individuellen Jet-Ventilatoren berücksichtigt und als Installationsfaktor dargestellt.

So hat der Abstand eines Unterzuges vor und hinter dem Ventilator einen entscheidenden Einfluss auf den Installationsfaktor.

Aufgrund der inneren Verluste ist die tatsächliche Schubkraft geringer als die Nennschubkraft. Der Installationsfaktor wird als Prozentsatz der Nennschubkraft ausgedrückt. Der Installationsfaktor wird entsprechend der Montagesituation bestimmt.

Abbildung 6 zeigt die Installation von Ventilatoren mit deutlicher Platzersparnis gegenüber einem mechanischen Standard-Kanalsystem.

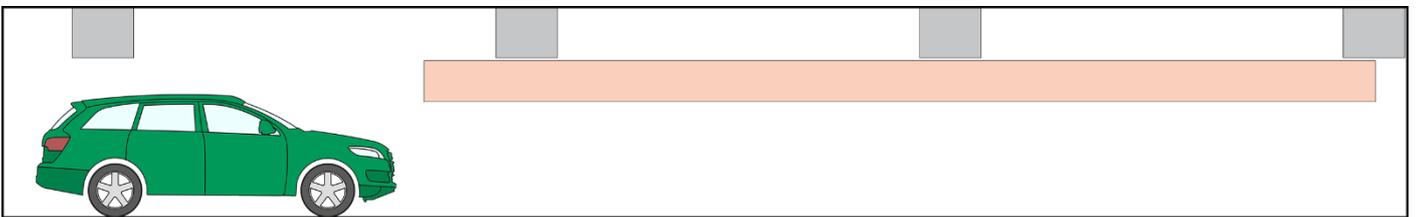


ABBILDUNG 6A: KEIN PLATZ FÜR LUFTKANÄLE

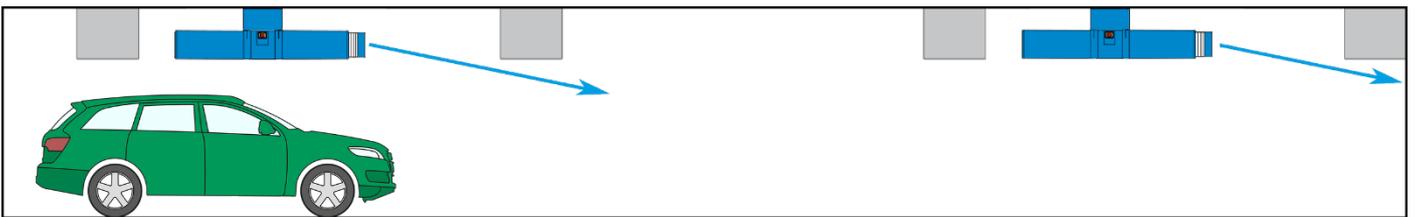


ABBILDUNG 6B: ANORDNUNG JET-VENTILATOREN ZWISCHEN UNTERZÜGEN

GRUNDSÄTZLICHE ANWENDUNG

Um die grundsätzliche Anwendung des Jet-Ventilationssystems zu erklären, werden einige Anwendungen aus der Praxis betrachtet.

PLATZBEDARF

Normalerweise steht kein oder wenig Platz für die Zuluft- und Abluftkanäle zur Verfügung. Aufgrund der geringen Deckenhöhe und der Ausführung der Decke aus statischen Gründen mit Unterzügen gibt es immer wieder Probleme mit Kreuzungspunkten von Elektro-, Wasser- und Abwasserleitungen.

Zusätzliche Kanäle für die Lüftung und u.U. auch Entrauchung in diesen Bereichen stellen die Haustechnikplaner vor große Schwierigkeiten. Mit dem Jet-Ventilationssystem kann dieses Problem gelöst werden, da die Jet-Ventilatoren immer zwischen Unterzügen zu installieren sind, ohne das System zu beeinflussen.

Weiterhin können die Jet-Ventilatoren bei geringen Deckenhöhen an Positionen außerhalb den normalen Fahr- und Gehwegen installiert werden, damit auch bei Unterschreitung der 2m Grenze eine Genehmigung immer noch möglich ist.

Die Jet-Ventilatoren decken mit ihrem Strahl eine große Fläche in der Garage ab, wodurch immer nur eine geringe Anzahl von Ventilatoren benötigt wird und die Abstände zwischen den Ventilatoren groß ist.

Offene Garagen wie dargestellt in Abbildung 1 zeigen einen weiteren Anwendungsfall.

Bei offenen Parkgaragen wo der Abstand zwischen den Außenwänden größer als 70m ist, müssen maschinell belüftet werden, um eine Lüftung in der gesamten Garage sicher zu stellen. Da die Installation von Lüftungskanälen in offenen Garagen in den meisten Fällen sehr teuer und aufwendig ist, kann dies einfach durch das Jet-Ventilationssystem gelöst werden.

Die Jet-Ventilatoren werden so installiert, dass sie für eine gleichmäßige Lüftung in der gesamten Garage sorgen, ohne dass Schächte gebaut werden müssen. Reversible Jet-Ventilatoren ermöglichen eine Anpassung an die herrschende Windrichtung. So wird die natürliche Lüftung durch die Jet-Ventilatoren unterstützt und kann eine flachendeckende Luftbewegung gewährleistet werden. Die Konstruktion der Jet-Ventilatoren stellt die gleiche Schubkraft in beiden Richtungen sicher.

OPTIMALE LUFTQUALITÄT

In Parkgaragen ist oft eine unzureichender Durchmischung und Bewegung der Luft, wodurch die Luftqualität nicht optimal ist und sogenannten „toten Ecken“ entstehen.

Das Jet-Ventilationssystem stellt eine gleichmäßige Verteilung und Durchmischung der Luft in der gesamten Parkgarage sicher, da durch den Ausblasstrahl der Ventilatoren eine Luftbewegung über den kompletten Querschnitt der Garage erfolgt.

Die Frischluft wird gezielt mit den Jet-Ventilatoren über die Garagenfläche verteilt und zu einem Abluftschacht geführt.

Durch die Luftbewegung in der Garage werden durch Induktion auch die Abgase aus allen Ecken mitbewegt. Hierdurch werden „toten Ecken“ in der Garage vorgebeugt.

Die Schadstoffkonzentrationen werden durch den Einsatz von Jet-Ventilatoren in der Garage wesentlich verringert.

LUFTZUFUHR DURCH JET-VENTILATOREN

Durch Jet-Ventilatoren in der Ein-/Ausfahrt und Rampen der Garage zu installieren kann eine effiziente Zufuhr von Frischluft durchaus die Garage erreicht werden.

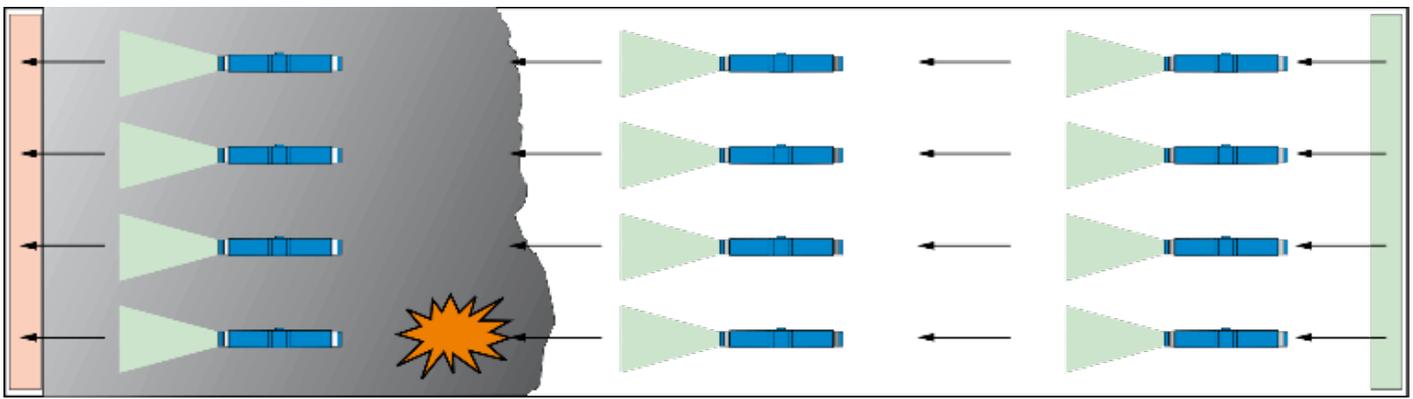
RAUCHKONTROLLESYSTEMEN

Bei diesem Thema sind viele Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Durch die Normen des Europäischen Komitees für Normung (CEN) werden Vorschriften festgelegt, die bei der Planung von Rauchkontrollsystemen in Parkgaragen zu berücksichtigen sind.

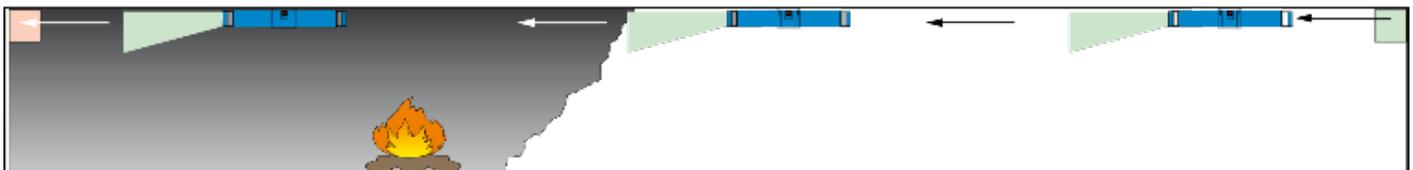
Um Missverständnisse zu vermeiden zuerst eine Definition von Rauchkontrolle in Parkgaragen; wegen die geringe Deckenhöhe (<3m) ist eine (vertikale) Rauchkontrolle mit raucharmen Schicht nach DIN 18232-5 nicht möglich. Nach Muster-GarVO ist eine Entrauchung pro Brandabschnitt mit einer 10-fachen Luftwechsel gefordert. Diese Luftmenge reicht jedoch im Allgemeinen nicht aus für eine (teilweise) Rauchfreihaltung.

Bei Rauchkontrolle wird die Entrauchungsmenge rechnerisch festgelegt auf Basis einer kritischen Luftgeschwindigkeit über den Brandherd. Die Jet-Ventilatoren sorgen dabei für eine effiziente Abkühlung der Rauch und richtungskontrollierte Entrauchung.

Bei einem Brand werden die Jet-Ventilatoren zuerst kurzzeitig ausgeschaltet, damit der Rauch sich unter der Decke verbreiten kann und Personen ausreichend Zeit haben zum Erreichen der Notausgänge. Nach dieser Evakuierungszeit wird das Rauchkontrollsystem eingeschaltet und bleibt der größte Bereich im Raum praktisch rauchfrei und der Brandherd sichtbar, wodurch ein schneller Löscheinsatz möglich ist.



Draufsicht mit Rauchkontrolle



Seitenansicht mit Rauchkontrolle



Seitenansicht ohne Rauchkontrolle

ABBILDUNG 7: ENTRAUCHUNG MIT UND OHNE RAUCHKONTROLLE

RAUCHKONTROLLESYSTEMEN

Abbildung 7 zeigt das Beispiel eines Brandes, wobei das Jet-Ventilationssystem zur richtungs-kontrollierten Entrauchung und Rauchkontrolle eingesetzt wird.

Rechnerisch stellt sich im Brandfall zwischen der produzierten Rauchmenge und dem Volumen der zu- und abgeführten Luft ein Gleichgewicht ein, wodurch sich eine bestimmte Rauchsicht ergibt. Strömungsverhältnisse und Turbulenzen in einer Garage mit einer typischen Höhe von 2,5 m verhindern eine Schichtbildung. Praktisch entsteht eine Luft/Rauchmischung, die das gesamte Raumvolumen des betroffenen Abschnitts füllt. Durch Einsatz der Jet-Ventilatoren, kann der Rauch eindeutig besser kontrolliert werden.

Die durch den Jet-Ventilationsimpuls erzeugte Lüftung kontrolliert die Ausbreitung in einem bestimmten Bereich ("Rauchabschnitt"). Dieser Umstand ermöglicht eine horizontale Rauchkontrolle anstelle einer vertikalen Rauchkontrolle, wie sie in anderen Gebäuden üblich ist.

Um Jet-Ventilatoren für diese Anwendung von Rauchkontrolle einzusetzen, ist eine präzise Analyse der möglichen Brandsituationen und Entrauchungsmöglichkeiten notwendig.

Folgende Gesichtspunkte sind zu berücksichtigen:

1. Welche Fluchtwege gibt es?
2. Wie groß wird die Rauchentwicklung sein?
3. Wie hoch wird die Rauchtemperatur sein?
4. In welcher Zeit kann die Feuerwehr vor Ort sein?
5. Welchen Plan verfolgt die Feuerwehr, um ein Feuer in diesem Gebäude zu bekämpfen?
6. Wo sind die Rauchabzugspunkte?
7. Welche Rauchstreuung ist innerhalb eines bestimmten Zeitraumes erlaubt?

Diese Gesichtspunkte zeigen deutlich, dass eine genaue Rücksprache mit der Feuerwehr notwendig ist.

Die Berechnungen und Planungen von Novenco ergeben klare Aussagen, wie der Rauch kontrolliert werden kann. Eine zuverlässige Beurteilung des geplanten Systems kann außerdem durch CFD Simulationen (Computational Fluid Dynamics) eines Brandes in der Garage erfolgen.

Im Mai 1998 wurde die Zuverlässigkeit der Berechnungsmethode und der CFD Simulation in der Praxis durch umfassende Brandprüfungen sichergestellt. Die Prüfung wurde vom TNO, einer unabhängigen wissenschaftlichen Gesellschaft der holländischen Regierung, durchgeführt.

VORTEILE JET-VENTILATION



Das Novenco Jet-Ventilationssystem für Garagen basiert auf der Lüftung durch Schubkraft. Wie zuvor beschrieben, bietet die Jet-Ventilation die Lösung für viele praktische Probleme in Garagen, die durch herkömmliche Lüftungsmethoden nicht lösbar sind.

Die bedeutendsten Vorteile:

PLATZERSPARNIS

Es wird Platz eingespart, weil die Funktion der Luftkanäle in der Garage von den Jet-Ventilatoren übernommen wird. Die Jet-Ventilatoren verteilen und transportieren die Luft effizient im gesamten Parkdeck vom Punkt der Luftzufuhr zum Punkt der Luftabfuhr. Es sind keine Luftkanäle notwendig, deren Platzbedarf eingespart wird.

FLEXIBILITÄT BEI DER INSTALLATION

Unsere Erfahrungen und Berechnungsmethoden führen zu konkreten Ergebnissen, die eine flexible Positionierung erlauben. So kann die Anordnung den baulichen Gegebenheiten optimal angepasst werden, ohne die Funktion des Systems negativ zu beeinflussen.

PERFEKTE DURCHMISCHUNG DER LUFT

Die erforderliche und gewünschte Durchmischung der Luft aus dem Boden- und Deckenbereich erfolgt nicht durch herkömmlichen Luftabzug. Dem gegenüber bewirkt die Impulsströmung durch Einsatz von Jet-Ventilatoren eine sehr gute Durchmischung der Luftschichten. Dadurch ist die örtliche Schadstoffkonzentration im Vergleich zu einer konventionellen Anlage wesentlich geringer.

VORTEILE JET-VENTILATION

BESSERE LUFTBEWEGUNG IN DER GARAGE

Um örtlich hohe Schadstoffkonzentrationen zu vermeiden, erfordern herkömmliche Systeme ein umfangreiches Luftkanalsystem. Mit Jet-Ventilatoren ist es möglich, eine Bewegung der Luft in allen Bereichen der Garage sicherzustellen. Es entstehen keine „toten Ecken“.

ENERGIEBEDARF

Angesichts hoher jährlicher Betriebsstunden stellt der Einsatz des Jet-Ventilationssystems ein Energiesparpotential dar. Luftkanalsysteme, typischerweise dimensioniert als Kompromiss zwischen Platzbedarf, Luftgeschwindigkeit und Herstellungskosten, führen zu relativ hohen Luftgeschwindigkeiten und dem damit verbundenen hohen Druckverlust in den Kanälen. Dieser Druckverlust muss von den angeschlossenen Ventilatoren mit entsprechendem Kraftbedarf überwunden werden. Beim Jet-Ventilationssystem stellt die Garage selbst den Luftkanal dar. Die Luftgeschwindigkeiten und damit Druckverluste sind entsprechend gering. Der Energiebedarf des Jet-Ventilationssystems ist signifikant geringer.

KOSTENREDUZIERUNG

Ohne Luftkanäle entfallen die damit verbundenen Herstellungskosten. Natürlich fehlt auch der Widerstand des Luftkanalsystems. Deshalb können die Abluftventilatoren mit geringerem statischem Druck ausgewählt werden und führen durch kleinere Baugrößen zu niedrigeren Kosten. Angenehme Begleiterscheinung ist der geringe Schallpegel eines kleineren Ventilators. Das Jet-Ventilationssystem erfordert gegenüber herkömmlichen Kanallüftungssystemen eine zusätzliche Verkabelung und zusätzliche Schaltgeräte. Aber diese Kosten sind im Vergleich zu den Material- und Montagekosten des Kanalsystems so gering, dass eine erhebliche Reduzierung der Gesamtkosten auftritt. Mit zunehmender Größe des Lüftungssystems steigt dieser Vorteil erheblich zugunsten des Jet-Ventilationssystems.



EINFACHE INBETRIEBNAHME

Die Inbetriebnahme eines Kanallüftungssystems erfordert Messungen und Einstellungen der Regelklappen, um das richtige Luftvolumen pro Gitter zu erreichen. Der Praktiker weiß, dass diese Einstellungen nicht in einem Durchgang möglich sind, sondern nur durch mehrfache Wiederholungen schrittweise optimiert werden müssen. Die Jet-Ventilatoren sind mit einem Deflektor ausgestattet, der den Luftstrom in die geplante Richtung lenkt. Der Deflektor kann eingestellt werden, nachdem der Jet-Ventilator montiert wurde. Die Einstellung ist nur einmal erforderlich und kann in erheblich kürzerer Zeit durchgeführt werden. Eine Anpassung des Jet-Ventilationssystems an unterschiedlichen Lüftungsbedarf kann einfach durch Ein- und Ausschalten einzelner Jet-Ventilatoren, entsprechend vorgeplanten Betriebszuständen erreicht werden. Die Anpassung kann in festen Mustern oder automatisch schadstoffabhängig über eine Gas-Warnanlage geschaltet werden. Sofern erforderlich werden die Axial-Ventilatoren mit polumschaltbaren Motoren oder Frequenzumformern ausgerüstet.

MÖGLICHKEITEN DER RAUCHKONTROLLE

Mit der richtigen Auslegung ist es möglich Rauch in einem bestimmten Bereich der Garage zu halten. Die umfassenden Brandprüfungen, die im Mai 1998 abgeschlossen wurden, beweisen die Funktionalität und den großen Vorteil gegenüber herkömmlichen Kanalsystemen.

KALKULATIONSGRUNDLAGEN

Für den Einsatz des Novenco Jet-Ventilationssystems müssen vier Punkte berücksichtigt werden:

- A) Berechnung erforderliche Luftmenge.
- B) Luftbewegung durch die Garage.
- C) Berechnung der Schallpegel.
- D) Auslegung im Brandfall.

PUNKT A:

BERECHNUNG ERFORDERLICHE LUFTMENGE

Jedes Land hat eigene Vorschriften zur Berechnung der Luftmenge, die zur Vermeidung überhöhter Schadstoffkonzentrationen erforderlich ist. Zum Beispiel: Portugal verlangt 600 m³/h pro Stellplatz. In Deutschland sind die Berechnungsgrundlagen in die Garagenverordnungen der Bundesländer (GarVO) und der VDI 2053 geregelt. So wird in der Muster-GarVO für nicht-öffentliche Garagen eine CO Luftmenge gefordert von mindestens 6 m³/h pro m² Garagennutzfläche. Für öffentliche Garagen ist die Mindestluftmenge 12 m³/h pro m² Garagennutzfläche.

Es gibt zwei Situationen, die unterschiedliche Luftmengen erfordern können:

1. Kontrolle der Konzentration der Luftverschmutzung.
2. Entrauchung im Brandfall

Nach GarVO sind die maschinellen Abluftanlagen für CO Lüftung so zu bemessen, dass der Halbstundenmittelwert der CO Konzentration nicht mehr als 100 ppm beträgt. Diese Forderung gilt als erfüllt, wenn die Abluftanlagen in Garagen mit geringem Zu- und Abgangsverkehr mindestens 6 m³, in anderen Garagen mindestens 12 m³ Abluft in der Stunde je m² Garagennutzfläche abführen können¹.

Im Einzelfall kann auch ein rechnerischer Nachweis nach VDI 2053 durch einen anerkannten Sachverständigen erbracht werden.

Basierend auf der VDI 2053 findet folgende Berechnung Anwendung:

$$V_{A-CO} = \frac{q_{CO}}{CO_{ZUL} - CO_A} \left[\frac{m^3_n}{h} FZ \right]$$

- V_{A-CO} = erforderlicher Außenluftstrom für einen Stellplatz, abgestimmt auf die CO-Emission.
- q_{CO} = CO-Emission eines Fahrzeuges (PWK) bei gleich langer Wartezeit (Leerlauf) und Fahrzeit (langsame Fahrt mit $v = 10$ km/h) in m³/h FZ.
- CO_{ZUL} = zulässige CO-Konzentration in m³_n CO/m³_n Luft
- CO_A = CO-Gehalt der Außenluft (Vorbelastung) in m³_n CO/m³_n Luft.
 - an Straßen mit durchschnittlichem Autoverkehr bis 20×10^{-6} m³_n CO/m³_n Luft.
 - an Straßen mit sehr starkem Autoverkehr bis 30×10^{-6} m³_n CO/m³_n Luft.
 - im Wohnbereich bis 5×10^{-6} m³_n CO/m³_n Luft.

Je nach Art und Zweck der Garagen wird der erforderliche Außenluftstrom ermittelt (siehe VDI 2053 Pkt. 2.2.3)..

PUNKT B:

LUFTBEWEGUNG DURCH DIE GARAGE

Das Jet-Ventilationssystem bietet in vielen Fällen die Möglichkeit, Zuluft auf natürliche Weise zuzuführen und über alle Parkdecks zu verteilen. Entscheidend für die Luftbewegung sind die auftretenden Widerstandsfaktoren in der Garage, wie z.B. Eintrittsöffnung, Fahrzeuge, Pfeiler und Deckenunterzüge.

Durch das Jet-Ventilationssystem entsteht im Vergleich zu Lüftungskanälen eine optimale Bewegung und Verteilung der Luft.

¹ Für das Bundesland Hessen gilt eine Forderung von 8 m³/h/m², bzw. 16 m³/h/m².

VORTEILE JET-VENTILATION

PUNKT C:

BERECHNUNG DER SCHALLPEGEL

Der Schallpegel einer Garage setzt sich aus verschiedenen Quellen zusammen, von denen Fahrzeuge und Lüftungssysteme normalerweise die Wichtigsten sind.

Laufende Fahrzeugmotoren verursachen eine Schadstoffkonzentration und erfordern Lüftungsbedarf. Folglich steigt der Lüftungsbedarf und damit der Schallpegel mit steigender Anzahl laufender Motoren.

Die Kraftfahrzeuge erzeugen ca. 75 - 80 dB(A). Der höchste Schallpegel des Lüftungssystems steht so immer in direkter Verbindung mit dem PWK-Lärm.

In der Garage liegt der durchschnittliche gesamte Schalldruckpegel der Jet-Ventilatoren unter

65 dB(A) bei maximale Lüftung und unter 50 dB(A) bei 50% Lüftung..

Nach NEN 2443 gilt für Garagen (harter Raum) eine Nachhallzeit einer Garage von circa 2 Sekunden.

Achtung: Die praktischen Werte der Nachhallzeit liegen im Allgemeinen viel höher, was eine niedrigere Abstandsämpfung zur Folge hat.

Die Schallbelastung außerhalb der Garage ist getrennt zu betrachten. Hier sind die Tageszeiten und Bebauungsgebiete entscheidend.

Die in der VDI 2058 vorgeschriebene Richtwerte (siehe Tabelle 1) sollten dabei nicht überschritten werden:

Einwirkorte	Tag [6-22u]	Nacht [22-6u]
Nur gewerbliche Anlagen	70 dB(A)	70 dB(A)
Überwiegend gewerbliche Anlagen	65 dB(A)	50 dB(A)
Mischgebiete	60 dB(A)	45 dB(A)
Überwiegend Wohnungen	55 dB(A)	40 dB(A)
Ausschließlich Wohnungen	50 dB(A)	35 dB(A)
Ausgewiesene Kurgelbiete, Krankenhäuser usw.	45 dB(A)	35 dB(A)

TABELLE 1: RICHTWERTE FÜR NACHBARSCHAFTSLÄRM NACH VDI 2058 BLATT 1

PUNKT D:

AUSLEGUNG IM BRANDFALL

Nach Muster-GarVO wird für geschlossene Mittel- und Großgaragen maschinelle Rauch- und Wärmeabzugsanlagen gefordert die mindestens für eine Stunde einer Temperatur von 300° C standhalten, und die in der Stunde einen mindestens zehnfachen Luftwechsel gewährleisten.

Bei der Auslegung einer Parkgarage ist immer der GarVO vom Bundesland übergeordnet. In manchen Bundesländern ist keine Entrauchung vorgegeben. Bei einem großen Teil der Bundesländer liegt die Dimensionierung zwischen 12m³/h/m² und 10-fachen Luftwechsel.

KALKULATIONSGRUNDLAGEN

RAUCHKONTROLLE IM BRANDFALL

Das Novenco Jet-Ventilationssystem kann durch entsprechende Anpassung der Projektierung auch als Rauchkontrollsystem eingesetzt werden.

Beim Einsatz als Rauchkontrollsystem wird das Jet-Ventilationssystem ausgelegt auf dem Vorbeugen von Rauchausbreitung innerhalb vorab festgelegte Rauchzonen.

Die für Rauchkontrolle geforderte Entrauchungsluftmenge und Anzahl der Jet-Ventilatoren ist deutlich grösser als bei einer Entrauchungsanlage nach Garagenverordnung. Vorteile sind jedoch eine viel übersichtlicher und benutzerfreundlicher Parkgarage.

Bitte kontaktieren Sie Novenco für eine Auslegung von einer Rauchkontrolle-Anlage.

REALBRANDVERSUCHE TNO/NOVENCO

Das Jet-Ventilationssystem wurde im Rahmen aufwendiger Brandprüfungen in einer Großgarage in Amsterdam ausgiebig getestet.

An den Brandversuchen waren folgende Institutionen beteiligt:

- TNO Bau (Zentrum für Brandschutz, Umwelt, Bauphysik und Installationen)
- Wirtschaftsministerium
- Feuerwehr und Nationaler Verband des vorbeugenden Brandschutzes
- Parkverwaltung Amsterdam
- Novenco

Das Ziel der Versuche bestand darin, die Kenntnisse über die Möglichkeiten, die Grenzen und die Auslegung eines Jet-Ventilationssystems bei Brand in unterirdischen Gebäuden zu erweitern:

- Effektivität der Jet-Ventilation bei einem Brand
- Beurteilung der Auslegungsmethoden
- CFD-Auswertung (Computational Fluid Dynamics) für Entwurf und Kontrolle

- Ansatz zur Überarbeitung der Vorschriften und Gesetze

Die Beurteilung der Effektivität der Jet-Ventilation bei einem Brand besteht aus folgenden Teilen:

- Literaturstudium
- Messungen der Wurflänge und Wurfweite der Jet-Ventilatoren:
 - o im freien Feld
 - o an einer Wand / Decke entlang
 - o zwischen Unterzügen
- Entwurf und Simulation (Einfach und mit CFD)
- Realbrandversuche (18 Versuche)

Die Realbrandversuche fanden in dem später abzureißenden Parkhaus Fleerde in Amsterdam statt. Das 2. Geschoß dieses Parkhauses wurde zu einer geschlossenen Garage umgebaut.

Insgesamt wurden 3 Plätze als Brandort festgelegt. In der Garage waren ca. 50 PKWs geparkt, damit eine realistische Situation für die Strömung und den Widerstand geschaffen wurden.

An der rechten Seite wurde die Luft auf natürliche Weise zugeführt. An der linken Seite wurde mit 3 Axialventilatoren die Luft mechanisch abgeführt.

Insgesamt sind 18 PKW-Brände durchgeführt, wobei neben dem Hauptziel auch noch folgende Bereiche untersucht und beurteilt wurden:

- Weitere Kenntnisse über PKW-Brände
- Entwicklung der Instrumentierung
- Unterschiedliche Brandorte
- Optimierung des Jet-Ventilationssystems
- Reproduzierbarkeit
- Brandausbreitung auf andere PKWs

TNO hat während aller Versuche folgendes gemessen:

- Temperatur von Rauch, Beton und Luft (200 Meßstellen)

VORTEILE JET-VENTILATION

- Rauchdichte und Sichtlänge (14 Meßstellen)
- Wärmestrahlung (3 Meßstellen)
- Luftgeschwindigkeiten / Ventilationskapazität
- Brandlast der PKWs (Massenabnahme, Tc)
- Rauchausbreitung (Visuell, Video)

Da der Gebrauch von sogenannten Multi-Purpose Fahrzeugen in den letzten Jahren beträchtlich an Umfang zugenommen hat, wurde eine separate Prüfung mit einem Renault Espace Minivan durchgeführt.

Ebenso wurde eine Prüfung mit einem herkömmlichen Luftkanalsystem durchgeführt. Danach wurde ein Vergleich zwischen dem Verhalten bei einem Brand mit einem herkömmlichen Entrauchungssystem mit Kanälen und dem Jet-Ventilationssystem durchgeführt.

Die wichtigsten Ergebnisse bezüglich des Jet-Ventilationssystems sind:

- Die Brandlast eines Fahrzeuges ist wesentlich höher als bisher angenommen.
- Das Jet-Ventilationssystem kann unter bestimmten Ausgangspunkten den Rauch kontrollieren und damit örtlich begrenzen.
- Eine Rauchkontrolle mit einem Luftkanalsystem ist nicht möglich.
- Die Branddauer eines Fahrzeuges beträgt ca. 15-20 min (Vollbrand).
- Die Rauchproduktion steht in "ungefährtem" Verhältnis zur Brandlast.
- Die Rauchtemperatur ist niedriger als die Strahlungstemperatur (600°-700°C in 1m Entfernung).
- Hohe Rauchgastemperaturen (> 600°C) nur örtlich am Brandherd.
- Brandausbreitung ist nahezu gleich wie bei einem konventionellen Lüftungssystem.
- Sichtlänge stromaufwärts vom Brand ist uneingeschränkt bei Rauchkontrolle.

- Es entsteht eine starke Verwirbelung der Rauchgasse in der Nähe des Brandherdes. Weiter Stromabwärts ist der Rauch gut gemischt.
- Ein Kaltrauchversuch ist nur beschränkt repräsentativ.

TNO hat aus den Versuchen folgende Schlussfolgerungen gezogen:

- Die Jet-Ventilatoren mischen Rauch und Frischluft sehr schnell. Hierdurch wird ein verspätetes Einschalten der Jet-Ventilatoren zu empfehlen, sodass die Fluchtwege stromabwärts innerhalb der Evakuierungszeit sichtbar bleiben.
- Es ist möglich mit dem Jet-Ventilationssystem einen Teil der Garage rauchfrei zu halten.
- Re-Zirkulation tritt auf. Es ist keine Rede von einem "echten" Tunnel.
- Vergleich der Jet-Ventilation mit einer konventionellen Querlüftung mit Kanälen bei Brand:
 - o Angefangen mit 4-fachem Luftwechsel durch Querlüftung.
 - o Innerhalb kürzester Zeit (< 10 min) ist die komplette Garage verraucht.
 - o Hochschaltung in den 8-fachen Luftwechsel mit Querlüftung - kein Unterschied bemerkbar.
 - o Das Jet-Ventilationssystem wird eingeschaltet.
 - o Wenige Minuten nach Einschaltung des Jet-Ventilationssystems ist die Garage stromaufwärts vom Brandherd wieder komplett "rauchfrei" (für die Feuerwehr).

Die gewonnenen Erfahrungen und Kenntnisse in Bezug auf Rauch und Brandverhalten sind heute Bestandteil der Novenco Berechnungs- und Planungsmethoden.

SCHLUSSFOLGERUNG

Das Novenco Jet-Ventilationssystem erfüllt die Anforderungen an ein modernes Garagenlüftungssystem und ist herkömmlichen Kanalsystemen weit überlegen.

Die europäischen Vorschriften zur Lüftung einer Garage und zu Luftschadstoffkonzentrationen werden von dem Novenco Jet-Ventilationssystem erfüllt.

Kostenreduktion, Platzersparnis, ausgezeichnete Durchmischung und Verteilung der Luft sowie die Installationsflexibilität bieten gleichzeitig direkte Vorteile für Bauherren, Betreiber und Garagenutzer. Vorgeschriebene Grenzen von Schallbelastungen werden eingehalten.

Das Novenco Jet-Ventilationssystem ist geeignet für den Einsatz als Rauch- und Wärmeabzugsanlage für Parkgaragen. Alle Novenco Brandgas- und Garagenventilatoren sind geprüft und zertifiziert nach EN 12101 Teil 3 für die Klassen F200, F300 und F400.



KONTAKT

PARKGARAGEN LÜFTUNGS- & ENTRAUCHUNGSSYSTEM

NOVENCO Building & Industry B.V.

Bergweg-Zuid 115
NL-2661 CS Bergschenhoek
Niederlande
Tel. +31 10 524 24 24
Email: info-nl@novenco-building.com

NOVENCO ZwNL Deutschland

Im Städtle 7
DE-89168 Niederstotzingen
Deutschland
Tel. +49 73 25 50 49 747
Email: info-de@novenco-building.com

NOVENCO Building & Industry Ltd.

New Hall
Market Place
Melksham
Wiltshire SN12 6EX
Vereinigtes Königreich
Tel. +44 800 681 6009
Email: info-uk@novenco-building.com

NOVENCO Building & Industry A/S

Industrivej 22
DK-4700 Naestved
Dänemark
Tel. +45 70 77 88 99
Email: info@novenco-building.com

Mit einer Erfahrung von mehr als 60 Jahren ist Novenco einer der Weltmarktführer als Lieferant von Lüftungssystemen.

Novenco hat 1995 weltweit den allerersten Jet-Ventilator für Parkhauslüftung geliefert. Somit hat Novenco im Verlauf der Jahre einmalige Fachkenntnisse in die Lüftung und Entrauchung von Parkgaragen erwerben können.

Heute ist Novenco weiterhin Marktführer in der Entwicklung und auch als Hersteller von Lüftungssystemen und Produkten die sich auf den Markt durchgesetzt haben. Die Vertretung wird weltweit durch Tochter-gesellschaften und Handelsvertreter angeboten.

Novenco Building ist Teil der Schako Gruppe und besteht zurzeit aus der Muttergesellschaft in Dänemark, Tochtergesellschaften in den Niederlanden und das Vereinigte Königreich. Weiterhin gibt es Zweigniederlassungen in Deutschland und den Vereinigten Arabische Emiraten.

Für weitere Informationen und lokale Vertretungen besuchen Sie bitte unsere Webseite:

WWW.NOVENCO-BUILDING.COM