

NOVENCO

Jet-Ventilationssystem für Parkgaragen

Systembeschreibung



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 Menschenansammlungen 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 verschiedenen Ingenieurbüros 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.

Ing. R.A.G. van Beek

Geschäftsführer Novenco B.V.

Bewegen von Luft

Belüften ist das Bewegen von Luft. Bewegt man Luft, so bewegt man tatsächlich eine Masse. Luft hat eine Masse 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 der Temperaturunterschiede aus: Die vertikale Bewegung. 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 Broschüre gibt eine technische Einführung und zeigt Möglichkeiten auf, welche das Jet-Ventilationssystem zur Lüftung und Entrauchung von Parkgaragen bietet.



Garagenkategorien

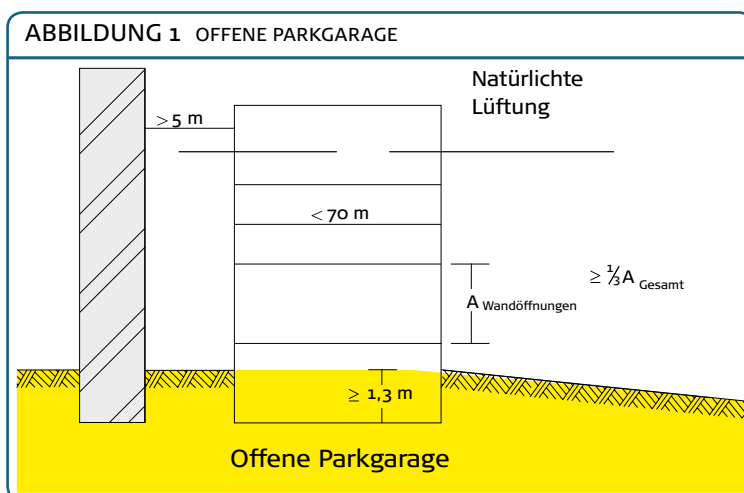
Grundsätzlich können Garagen in zwei Kategorien eingeteilt werden, die unterschiedliche Anforderungen an das Lüftungssystem stellen:

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 be- 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.
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 Ventilationssystem ausgestattet wird. Der Einsatz eines mechanischen Ventilationssystems hängt von der Gestaltung und der Konstruktion der Garage ab. Garagen können in allerlei Variationen gebaut werden.



Geschlossene Garagen

Überwiegend werden heutzutage geschlossene Garagen mit einer der beiden folgend beschriebenen Methoden gelüftet.

* Die 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:

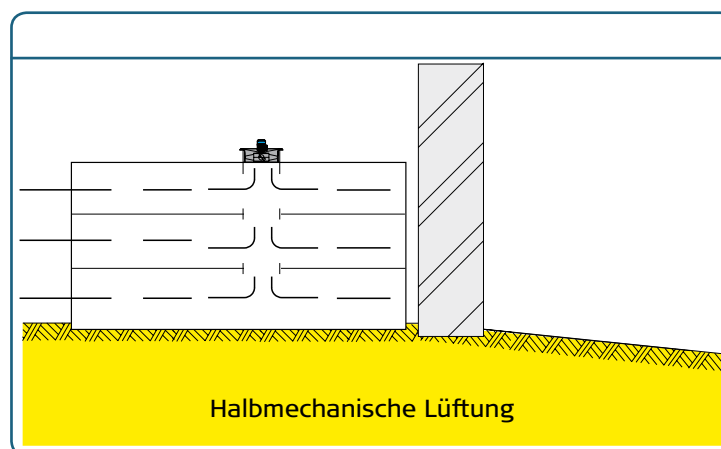
1. Freier Gesamtquerschnitt von min. 1500 cm² je Garagenstellplatz.
2. Gegenüberliegende Aussenwände oberhalb der Geländeoberfläche von max. 35 m Entfernung.
3. Öffnungen müssen unverschiessbar sein.

4. Ständige Querlüftung muß gewährleistet sein.
5. Lüftungsschächte oder Öffnungen dürfen höchstens in einem Abstand von 20 m angeordnet sein.

* Die 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 ca. 2/3 des Gesamtluftstroms fördern.



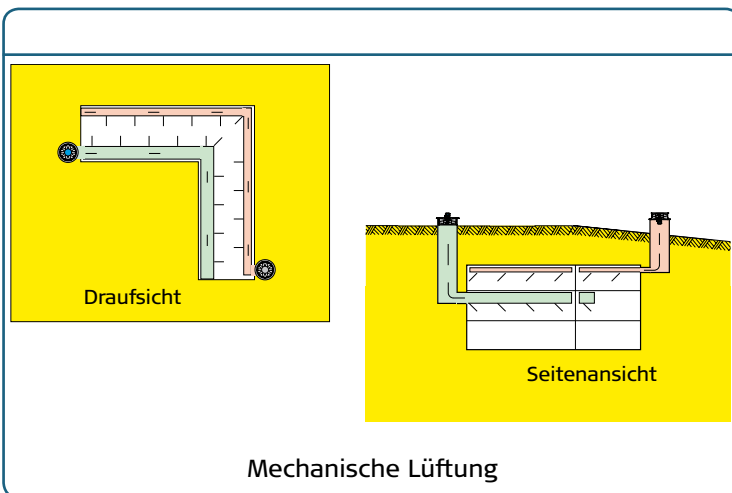
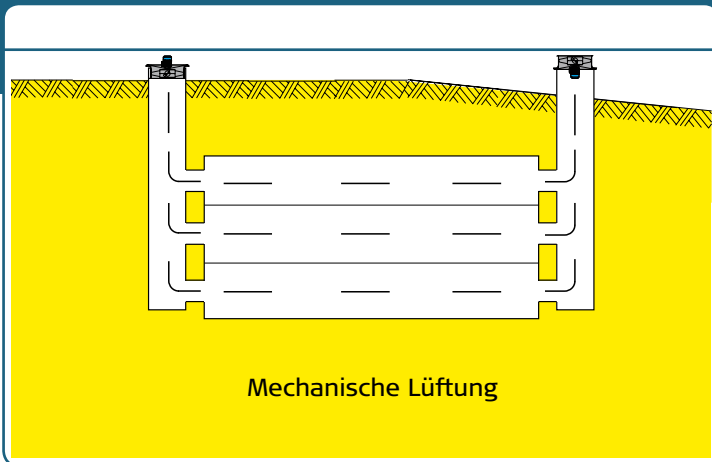


ABBILDUNG 4

A. Zuluftkanal

B. Abluftkanal

Wenn genügend freie Nachströmflächen vorhanden sind, kann die Zuluft natürlich nachströmen (Abb. 2). Ist dies nicht möglich, muss auch eine mechanische Zuluftanlage installiert sein (Abb. 3).

Herkömmliche Zu- und Abluftanlagen bestehen im wesentlichen aus:

- Ventilatoren mit Antrieb
- Luftkanalsystem, Klappen, Gittern, evt. Brandschutzklappen ggf. Schalldämpfer

Schalt- und Steuereinrichtungen
Die mechanische Lüftung mit Luftkanälen (Abb. 4) wird heute

überwiegend eingesetzt, obwohl sie eine Reihe von Nachteilen besitzen.

- A) Es steht nur begrenzter Raum für die Installation von Luftkanälen zur Verfügung. Die Luftkanäle beanspruchen Raumvolumen, das 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 der Jet-Ventilation dargestellt.



Das Prinzip des Novenco Jet-Ventilationssystems

Das Konzept der Jet-Ventilation erfordert einige Erklärungen.

Stellen Sie sich einen mit Luft gefüllten Fußball vor. Sie können diesen Ball auf zwei Arten bewegen: 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.

Außerdem können Sie den Ball 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.

Das gleiche Prinzip kommt bei der Jet-Ventilation zur Anwendung. Aus einer kleinen Ventilatoröffnung tritt Luft mit relativ hoher Geschwindigkeit, z.B. 20 m/s aus. Die ausströmende Luft erzeugt im Umfeld einen Impuls, der einen sekundären Luftstrom von z.B. 1 m/s in der Garage induziert. 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 Schubkraftberechnungen ab, die für jede Garage individuell ermittelt werden.

Die Abbildungen 5a und 5b verdeutlichen die in der Praxis angewandte Jet-Ventilation im Längsschnitt.

Der vom Ventilator erzeugte Impuls hat die Einheit Newton. Das 2. Newtonsche Gesetz 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 Dichte und der Austrittsgeschwindigkeit der Luft aus dem Ventilator. Jet-Ventilatoren liefern einen konstanten Luftstrom, der ebenso einen konstanten Impuls darstellt.

ABBILDUNG 5A Jet-Ventilation in der Praxis, Seitenansicht

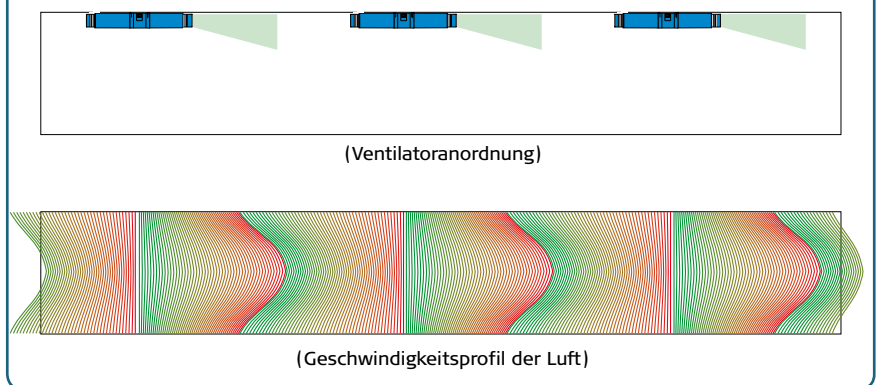
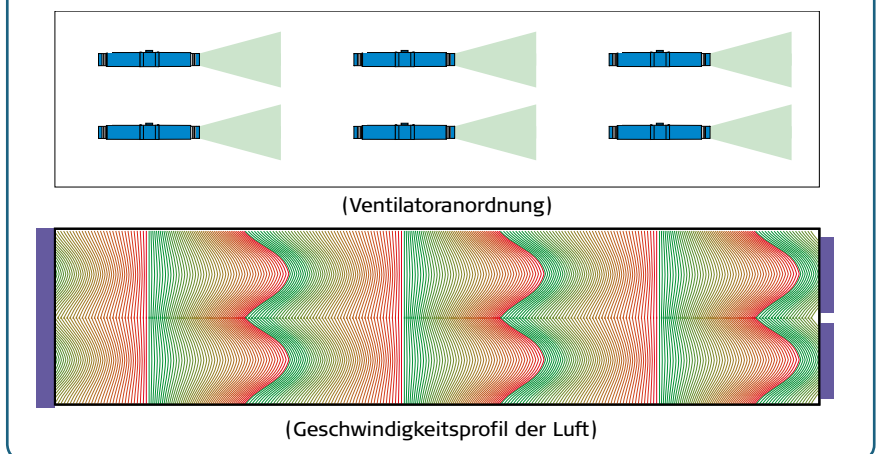


ABBILDUNG 5B Jet-Ventilation in der Praxis, Draufsicht



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. Die korrekte Anordnung hängt vom Coanda-Effekt, sowie den Zuständen am Lufteintritt und Luftaustritt des Ventilators ab. Der Coanda-Effekt (Impulsverlust durch Verwirblung an der Wand

und Decke) tritt in der Praxis immer auf, weil die Jet-Ventilatoren an der Decke angeordnet sind.

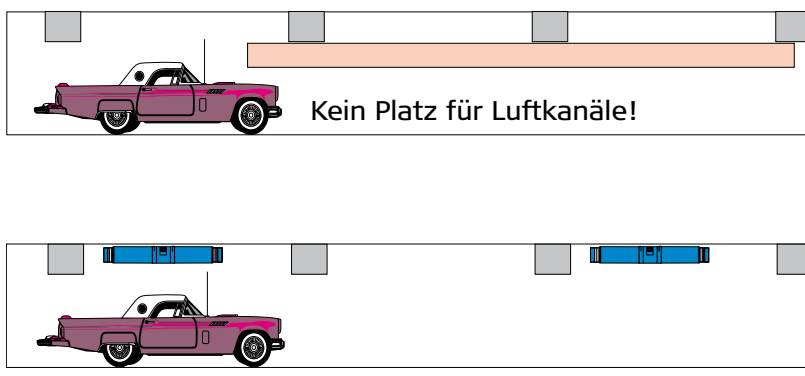
Zur Ermittlung der tatsächlichen Schubkraft eines Jet-Ventilationssystems werden die Einflüsse des individuellen Installationsortes und die Ausführung des Jet-Ventilators berücksichtigt und als Installationsfaktor dargestellt. Aufgrund der inneren Verluste ist die tatsächliche Schubkraft geringer als die Nennschubkraft.

Der Installationsfaktor wird als Prozentsatz der Nennschubkraft ausgedrückt. Der Installationsfaktor wird entsprechend der Montagesituation bestimmt.

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

Der Abstand eines Unterzuges vor und hinter dem Ventilator hat entscheidenden Einfluss auf den Installationsfaktor.

ABBILDUNG 6 Installation von Jet-Ventilatoren



Grundsätzliche Anwendung der Jet-Ventilatoren für die Garagenlüftung

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

1. 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 so installiert werden, dass eine Genehmigung auch bei Unterschreitung der 2m Grenze erteilt wird. 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. Abbildung 1 zeigt einen weiteren Anwendungsfall für das Jet-Ventilationssystem. Offene Parkgaragen bei denen der Abstand zwischen

den Aussenwänden größer als 70 m ist, müssen maschinell belüftet werden, um eine Lüftung in der gesamten Garage sicherzustellen. Da die Installation von Lüftungskanälen in offenen Parkgaragen in den meisten Fällen sehr teuer und aufwendig ist, kann dies durch das Jet-Ventilationssystem einfach 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 das System durch natürliche Kräfte unterstützt. Die moderne Konstruktion der Novenco Jet-Ventilatoren stellt die Gleiche Schubkraft in beiden Richtungen sicher.

2. LUFTMISCHUNG UND "TOTE ECKEN" VORBEUGEN

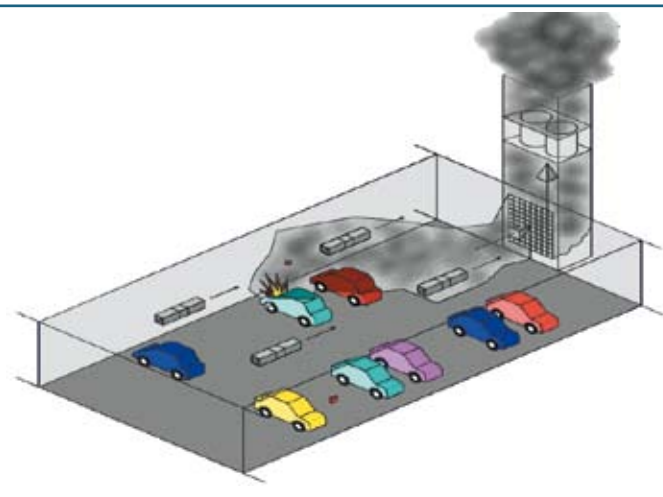
Problem unzureichender Durchmischung und Bewegung der Luft: Das Jet-Ventilationssystem stellt eine gleichmäßige Verteilung und Durchmischung der Luft in der gesamten Garage sicher, da durch den Ausblasstrahl der Jet-Ventilatoren eine Luftbewegung über den kompletten Querschnitt der Garage erfolgt. Die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

luft wird gezielt mit den Jet-Ventilatoren über die Garagenfläche verteilt und zu einem Abluftschacht geführt. Durch die Luftbewegung in der Garage wird durch Induktion auch die Abluft aus allen Ecken mitbewegt, so dass keine "Toten Ecken" in der Garage entstehen können. Die örtlichen Schadstoffkonzentrationen in einer Garage werden durch den Einsatz des Jet-Ventilationssystems wesentlich verringert.

3. LUFTZUFUHR DURCH JET-VENTILATOREN

Bei entsprechend früher Planung können häufig Zuluftkanäle durch den Einsatz von Jet-Ventilatoren vermieden werden, indem Jet-Ventilatoren in der Ein-/Ausfahrt der Garage installiert werden. Alternativ können Nachströmschächte entsprechend dem gleichen Prinzip für die Luftzufuhr, auch in mehrgeschossigen Garagen, genutzt werden. Die Jet-Ventilatoren verteilen die Luft in allen Parkdecks und transportieren sie zum Abluftschacht.

ABBILDUNG 7 Anwendung Jet-Ventilation



Rauchkontrolle mit dem Jet-Ventilationssystem realisieren

Bei diesem Thema sind viele Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Durch die Normen des Europäischen Komitees für Normung (CEN) wurden Vorschriften festgelegt, die bei der Planung zu berücksichtigen sind. Zusätzlich muß jede Garage im Hinblick auf eine Brandbekämpfung durch die örtlichen Behörden geprüft und genehmigt werden. Dieses geschieht in Abstimmung mit der Feuerwehr.

Abbildung 7 und 8 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 Menge Rauch 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-Ventilationssimpuls 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 einzusetzen, ist eine präzise Analyse der möglichen Brandsituationen und Entrauchungsmöglichkeiten notwendig.

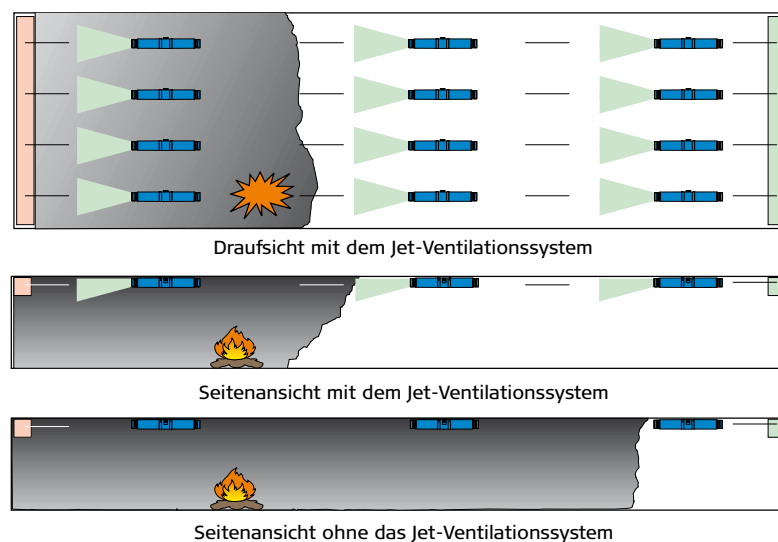
Folgende Gesichtspunkte sind zu berücksichtigen:

- 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 Computersimulationen (CFD) eines Brandes in der Garage erfolgen. Im Mai 1998 wurde die Zuverlässigkeit der Berechnungsmethode und der CFD-Simulation in der Praxis durch eine umfassende Brandprüfungen sichergestellt (siehe Abbildung 9).

Die Prüfung wurde vom TNO, einer unabhängigen wissenschaftlichen Gesellschaft der holländischen Regierung, durchgeführt. Weiterhin haben alle von Novenco eingesetzten Entrauchungsventilatoren, sowie die Jet-Ventilatoren, eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung und EG-Konformitätszertifikat als Ventilator zur Förderung von Rauchgasen (300°C während 1 Stunde).

ABBILDUNG 8 Rauchkontrolle mit dem Jet-Ventilationssystem



Vorteile des Novenco Jet-Ventilationssystems

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:

1. 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.

2. 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.

3. 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 gute Durchmischung der Luftschichten. Dadurch ist die örtliche Schadstoffkonzentration im Vergleich zu einem System mit Luftkanälen wesentlich geringer.

4. BESSERE BEWEGUNG DER LUFT IN DER GESAMTEN 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".

5. 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



ABBILDUNG 9
Brandprüfungen



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 Gesamtenergiebedarf des Jet-Ventilationssystems ist signifikant geringer.

6. KOSTENREDUZIERUNG

Ohne Luftkanäle entfallen die damit verbundenen Herstellungskosten. Natürlich fehlt auch der Widerstand des Luftkanalsystems. Deshalb können die Abluftventilatoren mit geringerem statischen 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.

7. 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 geschaltet werden. Sofern erforderlich werden die Axial-Ventilatoren mit polumschaltbaren Motoren oder Frequenzumformern ausgerüstet.

8. MÖGLICHKEITEN DER RAUCHKONTROLLE

Das Jet-Ventilationssystem ist in der Lage, Rauch in einem bestimmten Bereich der Garage zu halten und deshalb kann auf Brandschutzeinrichtungen, gleich welcher Art (Wände, Klappen, Sprinkleranlage, Tore, usw.) zur Einteilung der Garage in Brandabschnitte verzichtet werden.

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) Die Berechnung der erforderlichen Luftmenge.
- B) Die Betrachtung der Luftbewegung durch die Garage.
- C) Die Rauchkontrolle bei einem Brand.
- D) Der Schallpegel innerhalb und außerhalb der Garage.

PUNKT A:
Berechnung der 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. Belgien wendet das

Rauchabzugskriterium an.

Deutschland regelt die Berechnung in der VDI 2053 und den Garagenverordnungen der Bundesländer.

Es gibt zwei Situationen, die unterschiedliche Luftmengen erfordern können:

- 1) Kontrolle der Konzentration der Luftverschmutzung.
- 2) Rauchkontrolle im Falle eines Brandes.

Das Jet-Ventilationssystem kann die Rauchkontrolle gewährleisten und ist perfekt zur Kontrolle der Luftverschmutzung geeignet.

Basierend auf der VDI 2053 findet folgende Berechnung Anwendung:

$$V_{A-CO} = \frac{q_{CO}}{CO_{ZUL} - CO_A} \text{ (m}^3\text{/h FZ)}$$

V_{A-CO} = erforderlicher Aussenluftstrom für einen Stellplatz, abgestimmt auf die CO-Emission

q_{CO} = CO-Emission eines Fahrzeuges (KFZ) bei gleich langer Wartezeit (Leerlauf) und Fahrzeit (langsame Fahrt mit $w = 10 \text{ km/h}$) in m³/h FZ

CO_{ZUL} = zulässige CO-Konzentration in m³ CO/m³ Luft

CO_A = CO-Gehalt der Außenluft (Vorbelastung) in m³ CO/m³ Luft

- an Straßen mit durchschnittlichem Autoverkehr bis $20 \times 10^{-6} \text{ m}^3\text{ CO/m}^3\text{ Luft}$

- an Straßen mit sehr starkem Autoverkehr bis $30 \times 10^{-6} \text{ m}^3\text{ CO/m}^3\text{ Luft}$
- im Wohnbereich bis $5 \times 10^{-6} \text{ m}^3\text{ CO/m}^3\text{ Luft}$

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

Aufstellung Axialventilatoren für Zu- und Abluft





PUNKT B:

Berücksichtigung der 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.

PUNKT C:

Der Schallpegel innerhalb und außerhalb der Garage

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 Kraftfahrzeuglärm.

In der Garage liegt der durchschnittliche gesamte Schalldruckpegel der Jet-Ventilatoren unter 65 dB(A) bei hoher Drehzahl und

unter 50 dB(A) bei kleiner Drehzahl. Die NEN 2443 Norm gibt einen Wert der Nachhallzeit einer Garage von 2 Sekunden.

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

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

Nach der VDI 2058 sollen folgende Immissionsrichtwerte nicht überschritten werden:

Einwirkorte	Tag	Nacht
	6 ⁰⁰ - 22 ⁰⁰	22 ⁰⁰ - 6 ⁰⁰
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 Kurgebiete, Krankenhäuser usw.	45 dB(A)	35 dB(A)

**PUNKT D:
RAUCHKONTROLLE IM BRANDFALL
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 B.V.

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 (Computerized 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
- "Kalte" Messungen der Wurflänge und Wurfweite der Jet-Ventilatoren
 - im freien Feld
 - an einer Wand / Decke entlang
 - 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. Es wurden insgesamt 18 PKW-Brände ausgeführt, 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)
- Rauchdichte und Sichtlänge (4 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 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 "ungefährem" Verhältnis zur Brandlast.
- Die Rauchtemperatur ist niedriger als die Strahlungstemperatur (600°C - 700°C in 1m Entfernung).
- Hohe Rauchgastemperaturen ($> 600^{\circ}\text{C}$) nur örtlich am Brandherd.
- Brandausbreitung ist nahezu gleich wie bei einem konventionellen Lüftungssystem.
- Sichtlänge stromaufwärts vom Brand ist uneingeschränkt.
- 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.



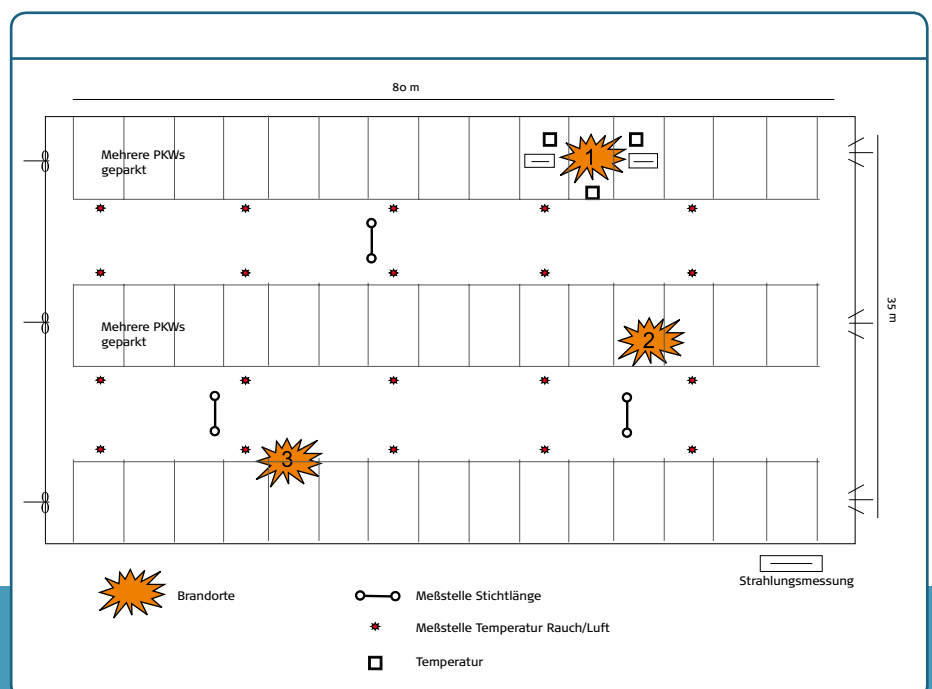
Garage in Den Haag (Niederlande)

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.
- Rezirkulation tritt auf. Es ist keine Rede von einem "echten" Tunnel.
- Vergleich der Jet-Ventilation mit einer konventionellen Querlüftung mit Kanälen bei Brand:
 - Angefangen mit 4-fachem Luftwechsel durch Querlüftung.
 - Innerhalb kürzester Zeit (< 10 min) ist die komplette Garage verraucht.

- Hochschaltung in den 8-fachen Luftwechsel mit Querlüftung - kein Unterschied bemerkbar.
- Das Jet-Ventilationssystem wird eingeschaltet.
- 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 unserer 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 bietet revolutionäre Ansätze zur Rauchkontrolle und damit einen erhöhten Sicherheitsstandard im Brandfall.



ABBILDUNG 10
Brandprüfung.



Vertriebsfachhändler für Ventilations-
systeme in Parkgaragen

Novenco Deutschland
Nürnberger Straße 80
D-97076 Würzburg
Tel.: +49 931 359596 40
E-mail: info-de@novencogroup.com

Novenco B.V. Niederlande
Bergweg-Zuid 115
NL-2661 CS Bergschenhoek
Tel. +31 10 524 24 24
E-mail: info-nl@novencogroup.com

Novenco A/S Dänemark
Industrivej 22
DK-4700 Naestved
Tel. +45 70 12 42 22
E-mail: info@novencogroup.com

Novenco UK Ltd.
Avonbridge House
Bath Road
Chippenham
UK-SN15 2BB Wiltshire
Tel. +44 800 681 6009
E-mail: info-uk@novencogroup.com

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

Novenco hat 1995 weltweit den allerersten Jet-Ventilator für Parkhauslüftung geliefert. Somit hat Novenco im Verlauf der Jahre einmalige Fachkenntnisse in Parkplatzbelüftung erwerben können.

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

Die Novenco Gruppe besteht momentan aus der Muttergesellschaft in Dänemark und Tochtergesellschaften in den Niederlanden, Norwegen und England. Weiterhin Niederlassungen in Deutschland, Schweden, Italien, China und Singapur.

Für weitere Informationen besuchen Sie bitte unsere Website:

www.novencogroup.com

Novenco B.V. • Bergweg-Zuid 115 • NL-2661 CS Bergschenhoek • Niederlande • Tel. +31 10 524 24 24 • Fax +31 10 524 24 00

www.novencogroup.com