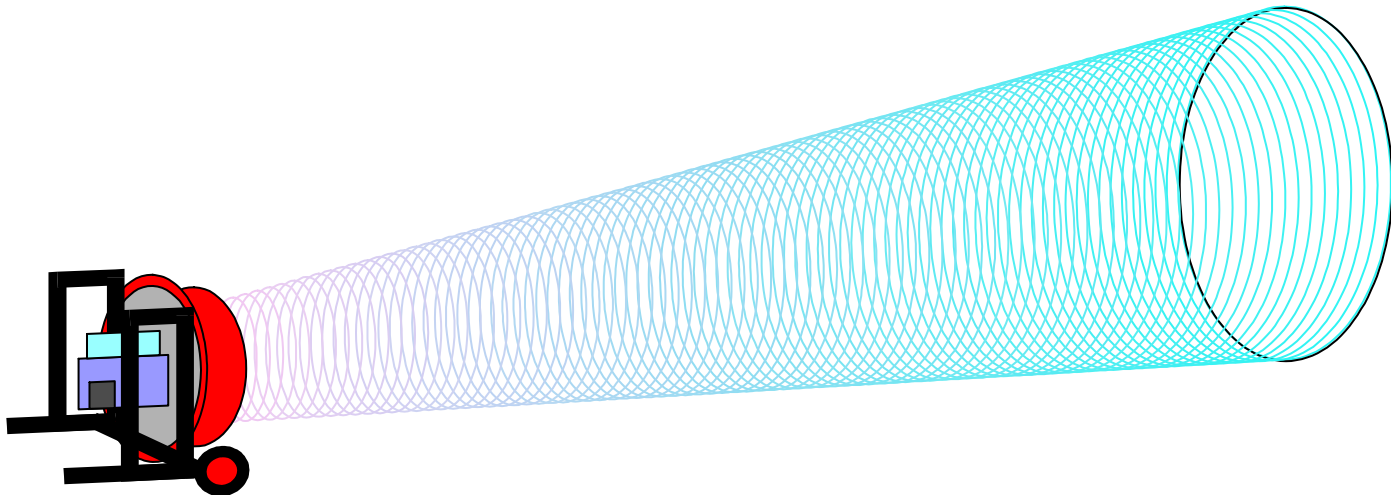


# *Einsatzstellenbelüftung*

Ein neuer Wind bei den  
Feuerwehren ??



## Sinn einer Be- und Entlüftung während des Einsatzes

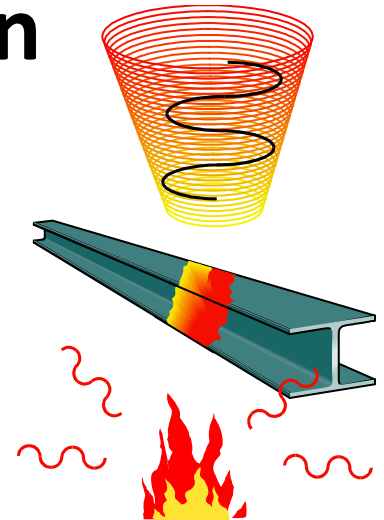
- den Umfang der Verbrennungsprodukte eines Brandes mindern
- die Temperatur im Brandraum senken
- Sichtverhältnisse für die Einsatzkräfte verbessern
- die Gefahr einer Rauchgasdurchzündung minimieren
- die Sicherheit der vorgehenden Trupps erhöhen
- Schaden senken



## Gefahren bei Bränden

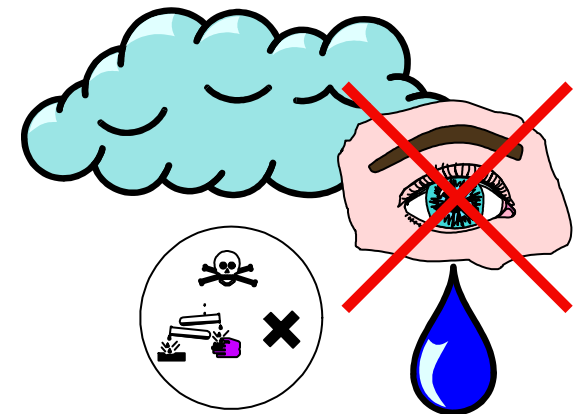
Ausbreitung des Brandes

- \* Wärmestrahlung
- \* Wärmeströmung
- \* Wärmeleitung



Auswirkung der Rauchgase

- \* Toxizität
- \* Sichtbehinderung
- \* Panik



# Grundlagen der Gebäudeentrauchung

## natürliche Lüftung

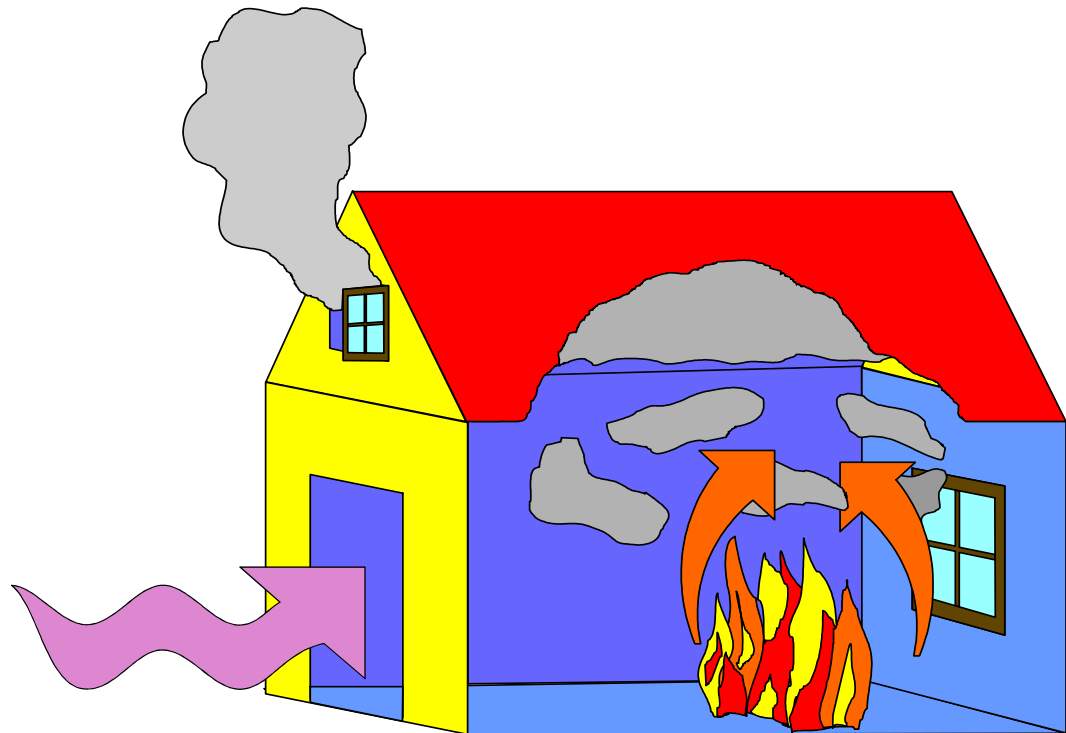
Der erwärmte Brandrauch steigt im Gebäude und füllt den Raum von oben nach unten



# Grundlagen der Gebäudeentrauchung natürliche Lüftung

Öffnungen im oberen Bereich lassen den Brandrauch ins Freie strömen.

Frischluft strömt von unten nach

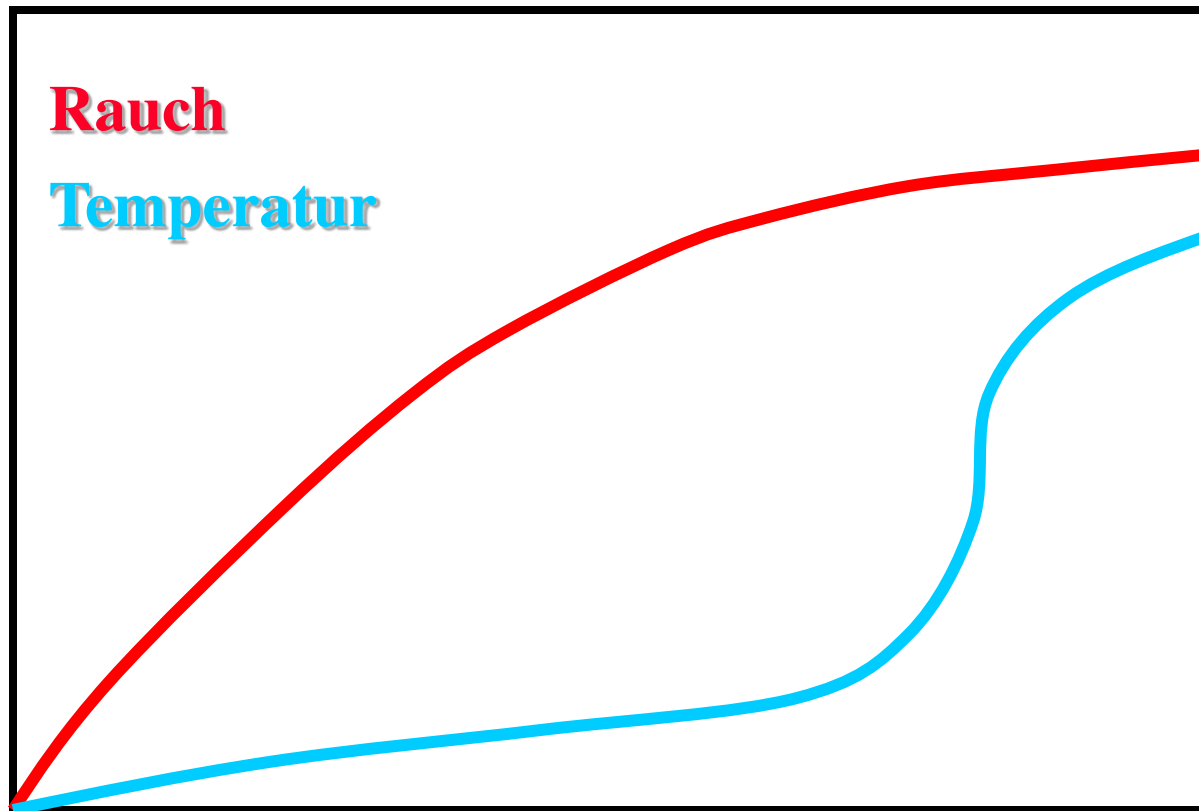


# Grundlagen der Gebäudeentrauchung natürliche Lüftung

Bei entsprechenden  
Verhältnissen  
an der Einsatz-  
stelle kann  
"Quer-  
gelüftet"  
werden



# Rauch-, Temperaturkurve Natürliche Belüftung



# Maschinelle Be- und Entlüftung

### Stationäre Lüftungsanlagen

- Rauch und Wärmeanlagen (RWA)
- Be- und Entlüftungsanlagen

### Lüftungsgeräte

- elektrische
- motorangetriebene
- wasserangetriebene





# Maschinelle Be-und Entlüftung Gerätetechnik

Die eingesetzten Lüfter unterscheiden sich durch:

- Antriebsart
- Funktions-  
prinzip
- Luftdurchsatz



# Gerätetechnik

Antriebsart: **Elektromotor**

Funktionsprinzip:

**Unterdruck**  
**Überdruck**

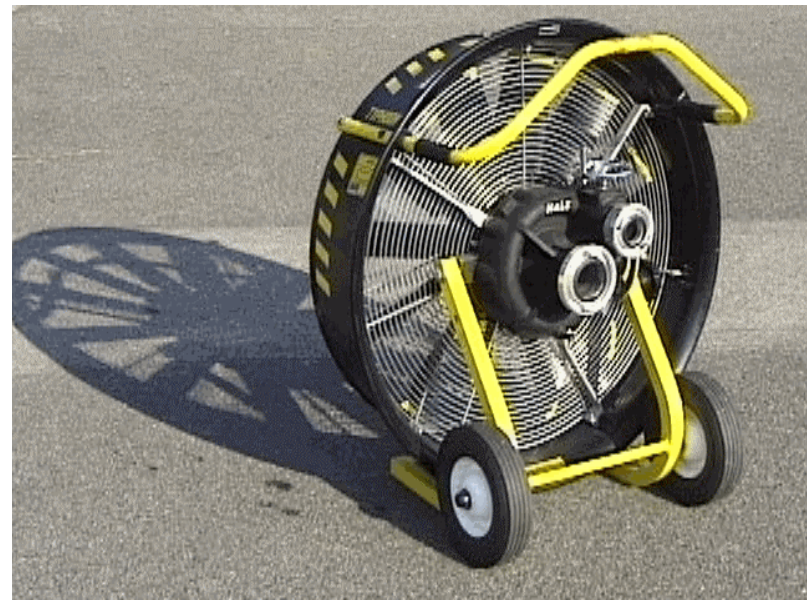
Luftdurchsatz:

**ca. 10.000 m<sup>3</sup>/h**



## Gerätetechnik

Antriebsart:	Wasserturbine
Funktionsprinzip:	Überdruck
Luftdurchsatz:	23.000 bis 50.000 m <sup>3</sup> /h



## Gerätetechnik

Antriebsart: **Verbrennungsmotor**  
Funktionsprinzip: **Überdruck**  
Luftdurchsatz: **12.000 bis 31.000 m<sup>3</sup>/h**

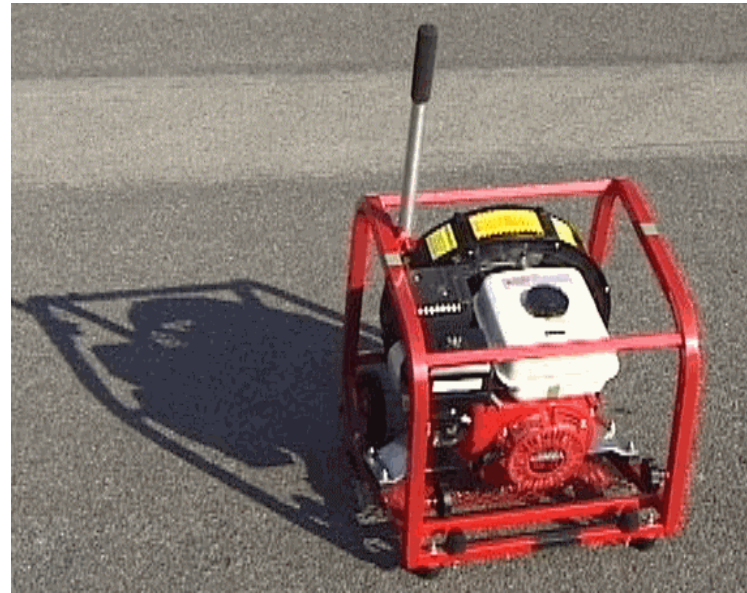


# Gerätetechnik

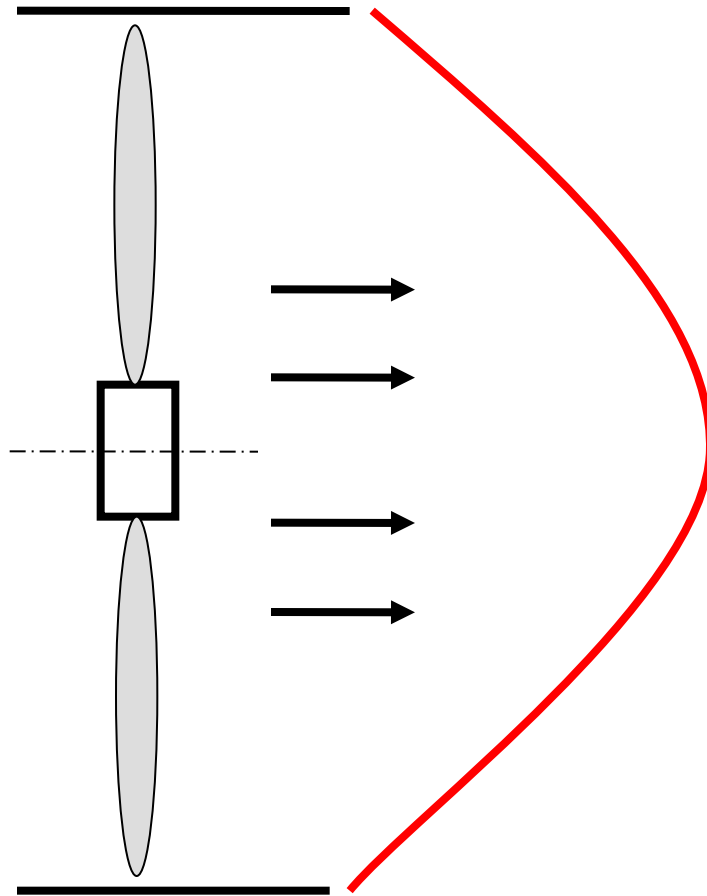
Antriebsart: **Verbrennungsmotor**

Funktionsprinzip: **Überdruck**

Luftdurchsatz: **11.000 bis 34.000 m<sup>3</sup>/h**



# Grundprinzip Propeller



Kleine Lüfternabe, große Propeller

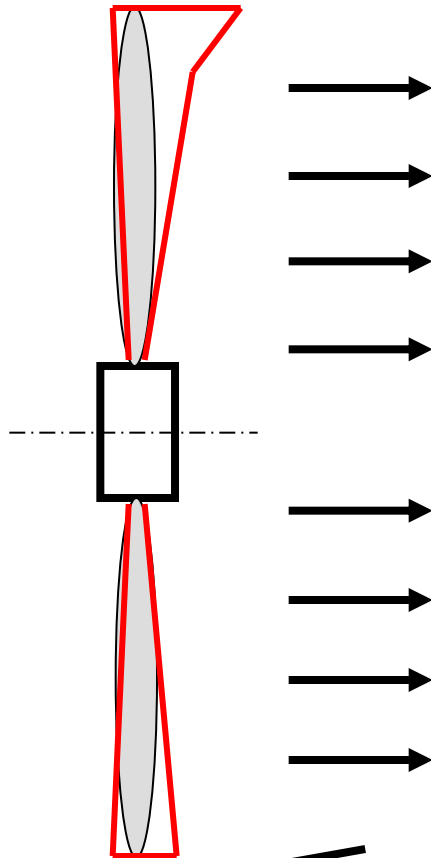
Luftgeschwindigkeit verringert sich zum Propellerrand.

Dadurch ungleiche Luftverteilung über die gesamte Fläche.



# Grundprinzip Propeller 2

Tempest Lüfter



Durch die Formgebung der Propeller sowie die Ableitung des Luftstromes, kann der Verlust der Strömungsgeschwindigkeit am Rand des Luftstromes ausgeglichen werden.

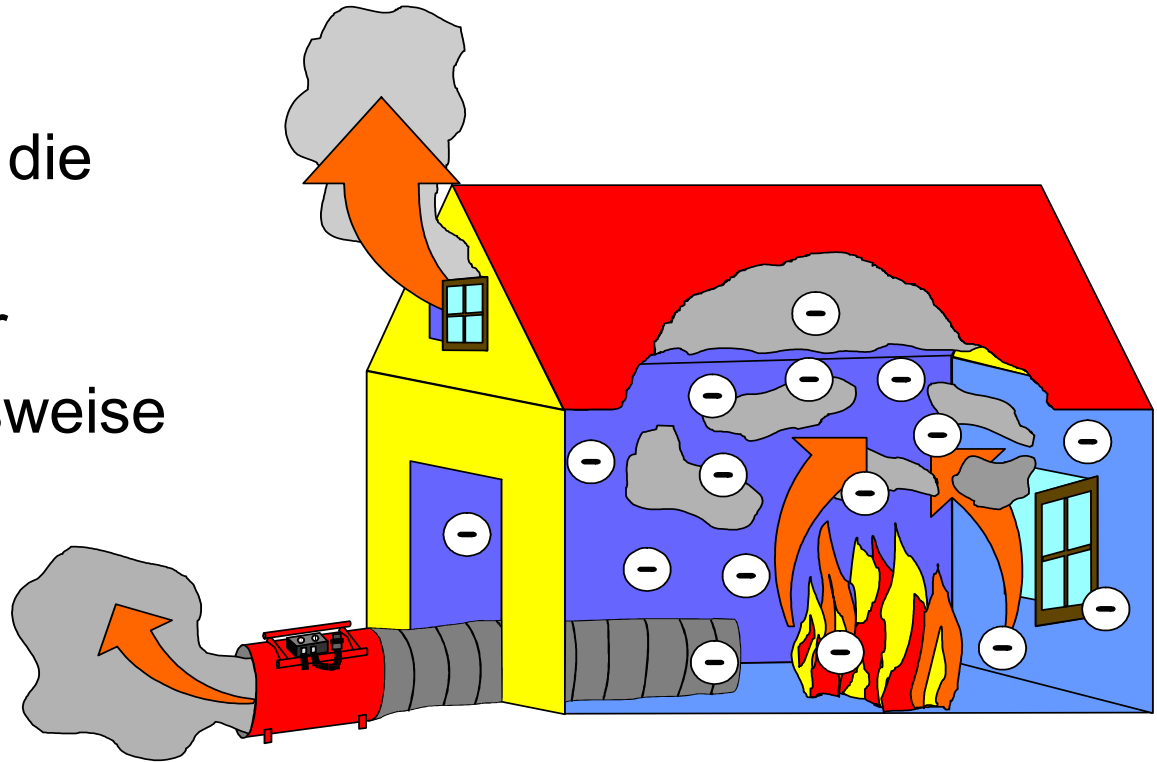
Der Druckaufbau erfolgt geradlinig.

Hale Lüfter



## Maschinelle Entrauchung mit Unterdruck

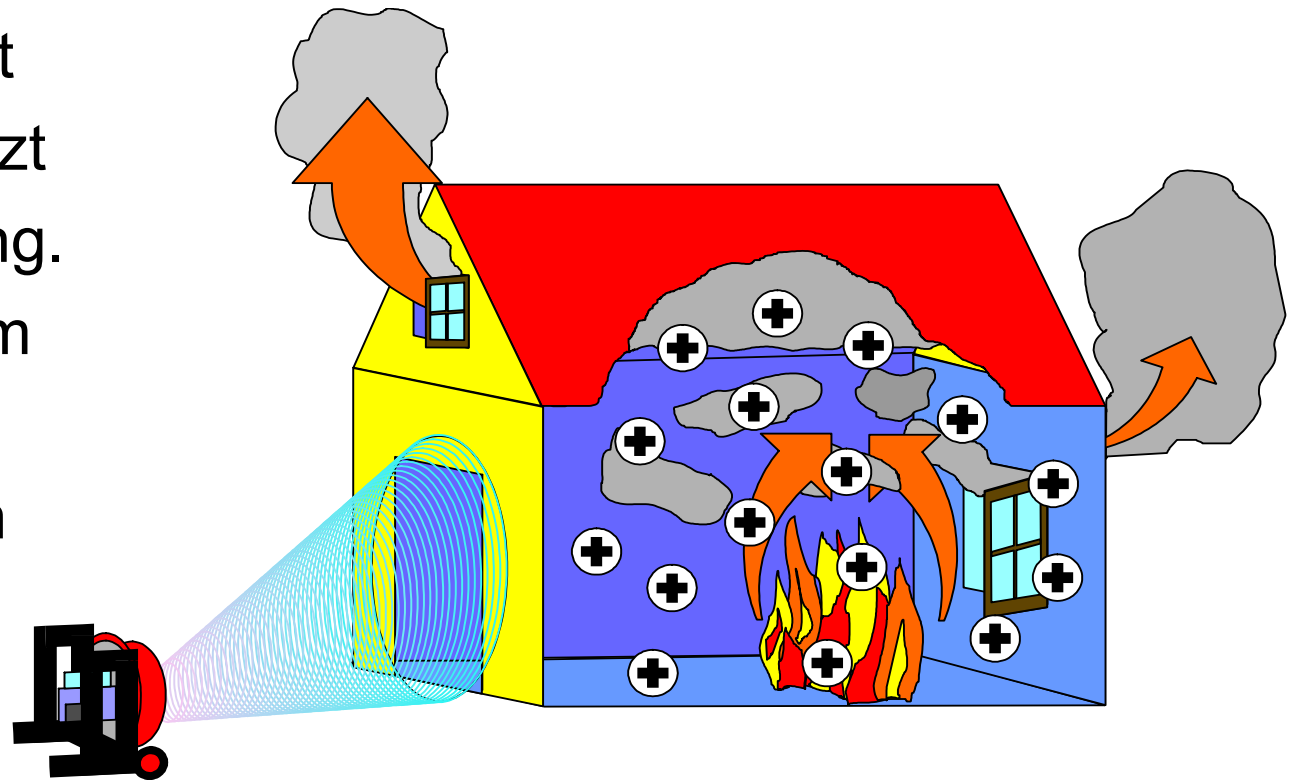
Eine Entrauchung mit Unterdruck arbeitet in diesem Beispiel gegen die natürliche Lüftung. Die verwendeten Lüfter haben einen vergleichsweise geringen Luftdurchsatz. Es muss elektrische Energie bereitgestellt werden.





# Maschinelle Entrauchung mit Überdruck

Die Entrauchung mit Überdruck unterstützt die natürliche Lüftung. Lüfter, die heute zum Einsatz kommen, haben einen großen Luftdurchsatz.



# Aufstellung Überdrucklüfter



Abstand Überdrucklüfter zur Zuluftöffnung:

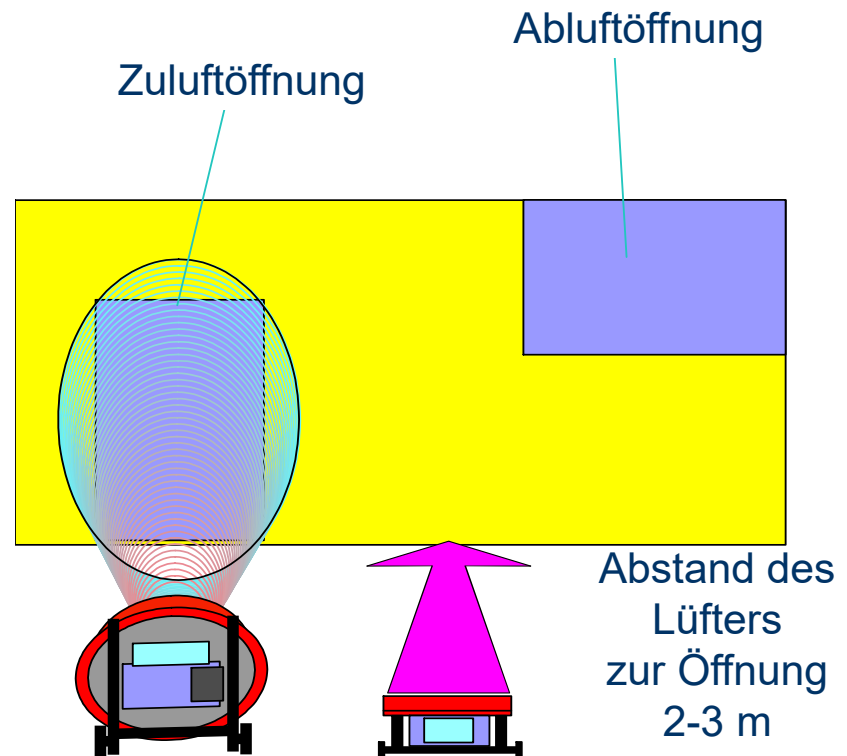
Mindestens Diagonale der Belüftungsöffnung



## Überdruckbelüftung

### Bedeutung der Öffnungen/Lüfterplatzierung

Lüfter so platzieren, dass die Zuluftöffnung ganz abgedeckt wird. Abluftöffnungen in der Nähe der Brandstelle.  
Das Flächenverhältnis  
Zuluft : Abluftöffnung  
sollte 1 : 1,5 nicht überschreiten, da ansonsten Effektivitätseinbußen.



## Abschluss Zuluftöffnung

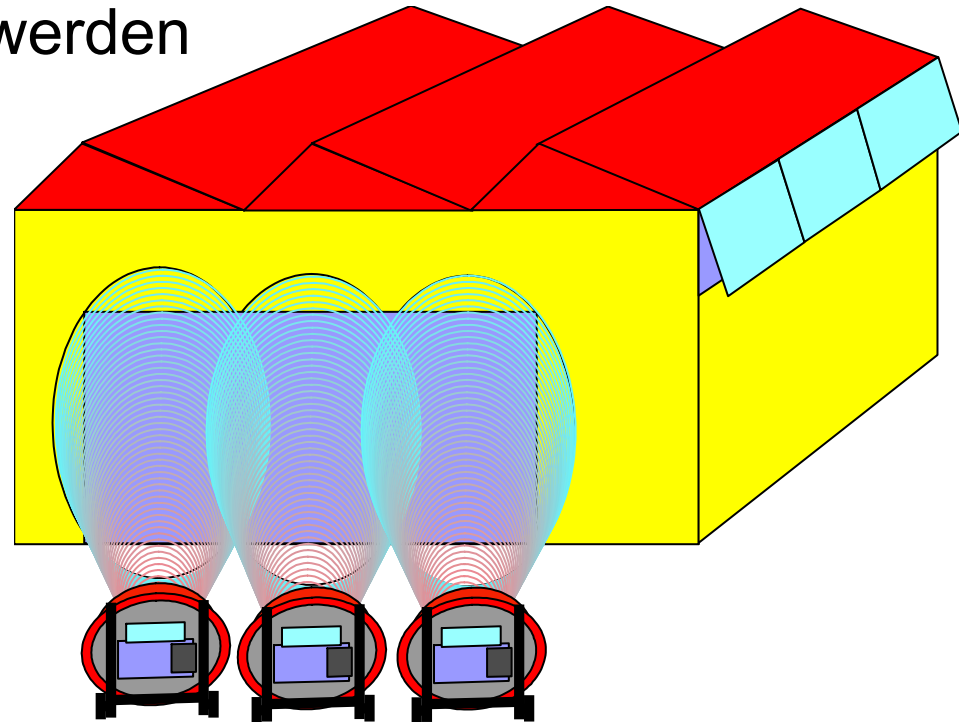


Die Zuluftöffnung muss vollständig durch den Luftstrom des Überdrucklüfters abgedeckt werden.



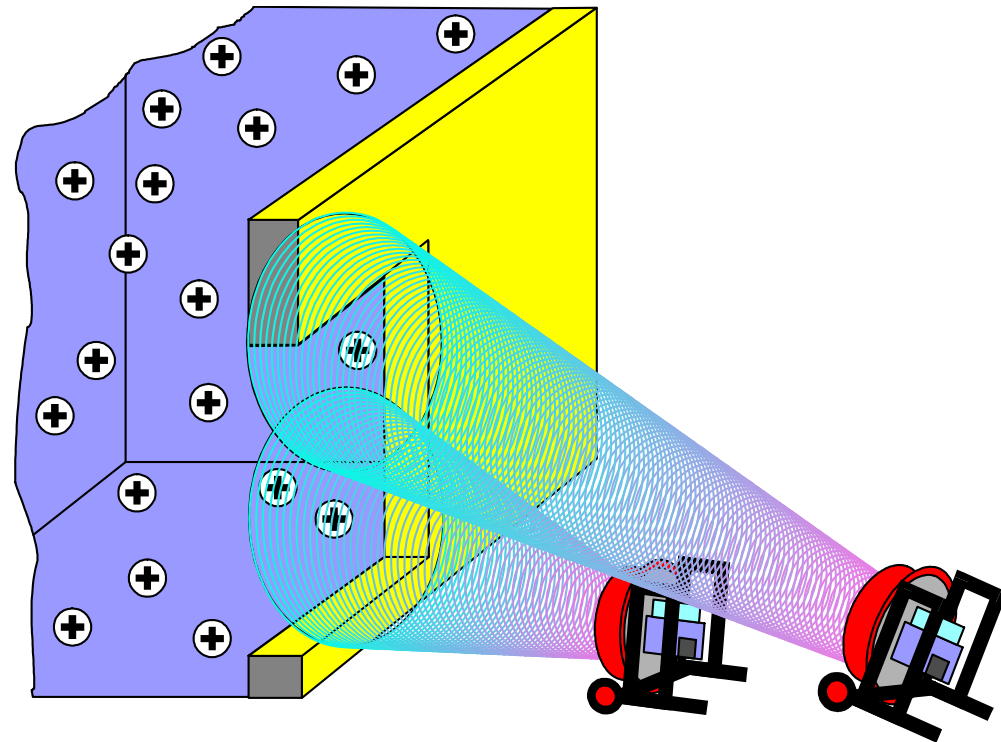
# Lüfterplatzierung Nebeneinander/Parallel

Sollen breite Zuluftöffnungen  
mit dem Luftkegel abgedeckt werden  
so müssen zwei oder  
mehrere Lüfter  
"Nebeneinander  
bzw. Parallel"  
betrieben werden



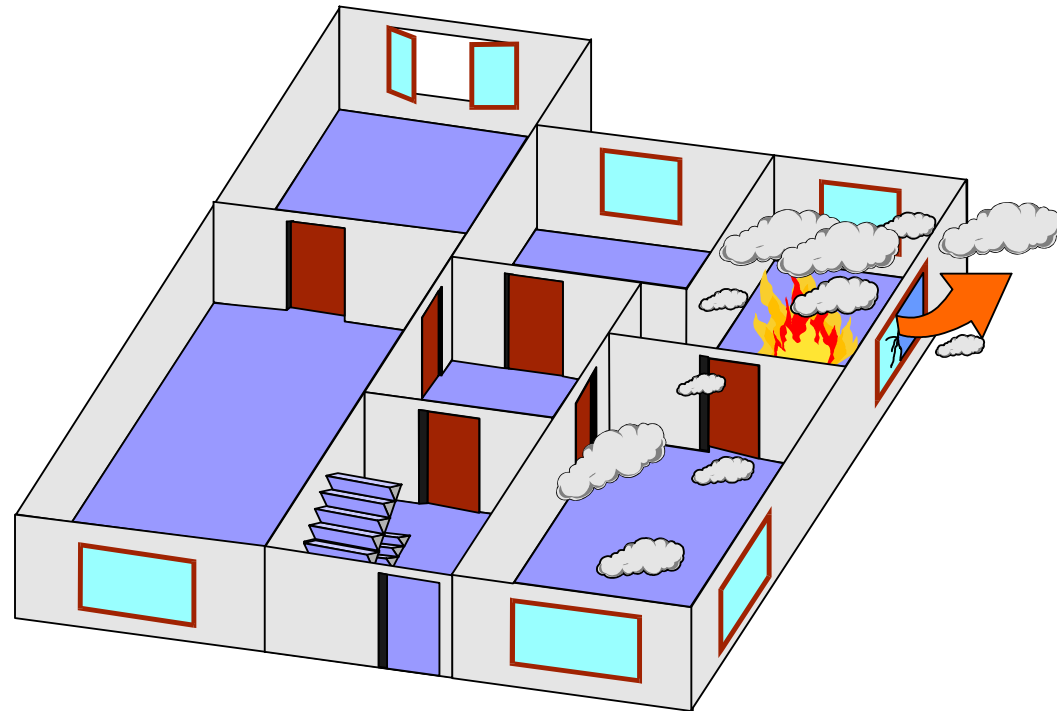
## Lüfterplatzierung Reihen/Hintereinander

Um bei hohen Öffnungen eine Abdeckung der Zuluftöffnung zu erreichen, erfolgt der Lüftereinsatz in "Reihe oder Hintereinander"



# Überdruckbelüftung/Grundtaktik Abschnittsweise Belüftung

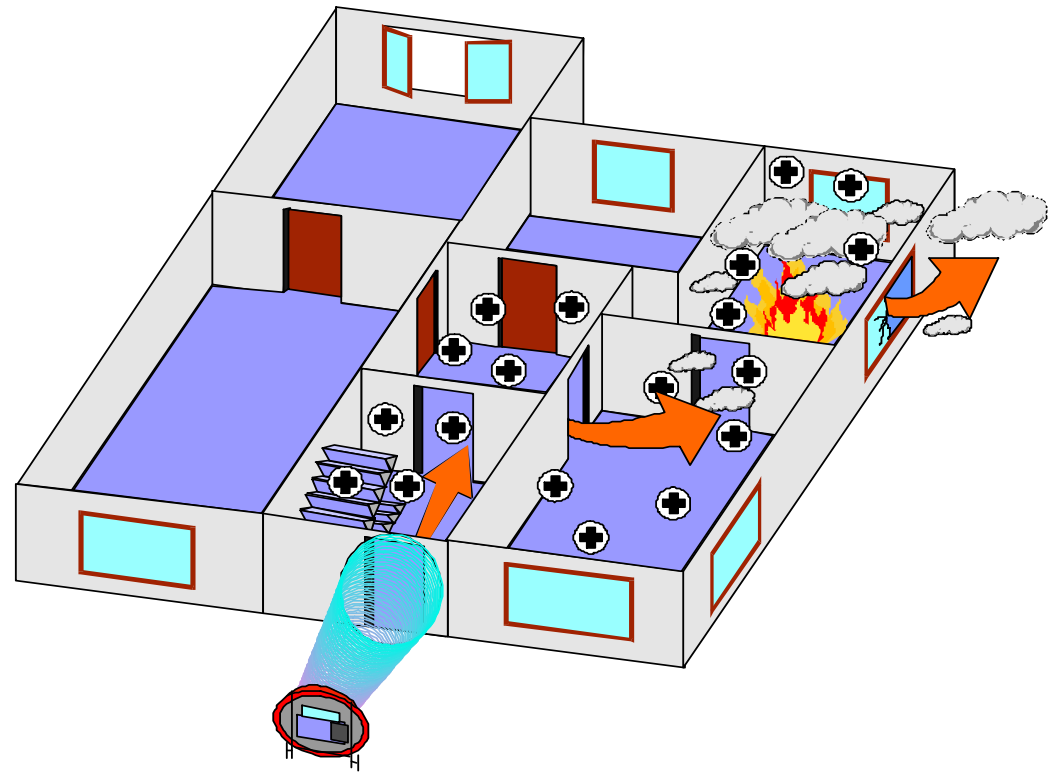
Durch die geschlossenen Wohnungstüren wird die Ausbreitung der Rauchgase verhindert. Über die zerstörte Fensterscheibe strömen die Rauchgase durch die natürliche Lüftung ins Freie.



## Überdruckbelüftung/Grundtaktik Abschnittsweise Belüftung

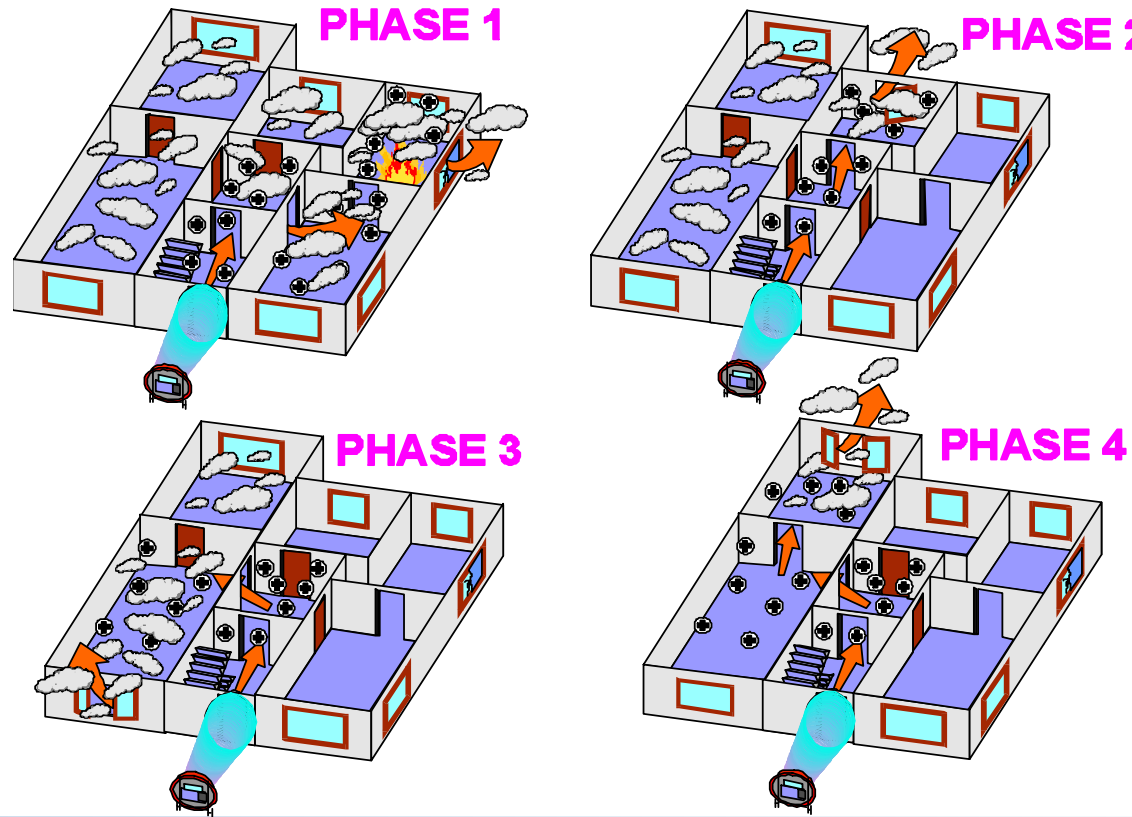
Der Weg der Rauchgase wird durch das Öffnen der Türen beeinflusst

In der ersten Phase wird hier beim Vorgehen des A-Trupps der Brandraum belüftet.





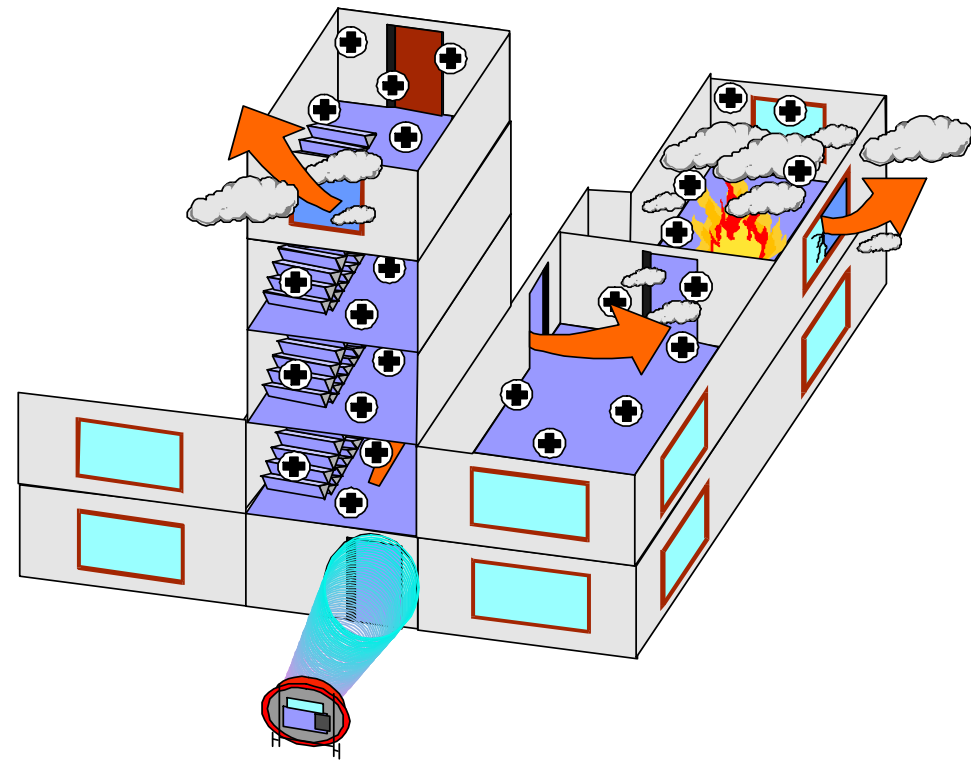
# Überdruckbelüftung/Grundtaktik Abschnittsweise Belüftung



## Überdruckbelüftung/Grundtaktik Anzahl der Abluftöffnungen

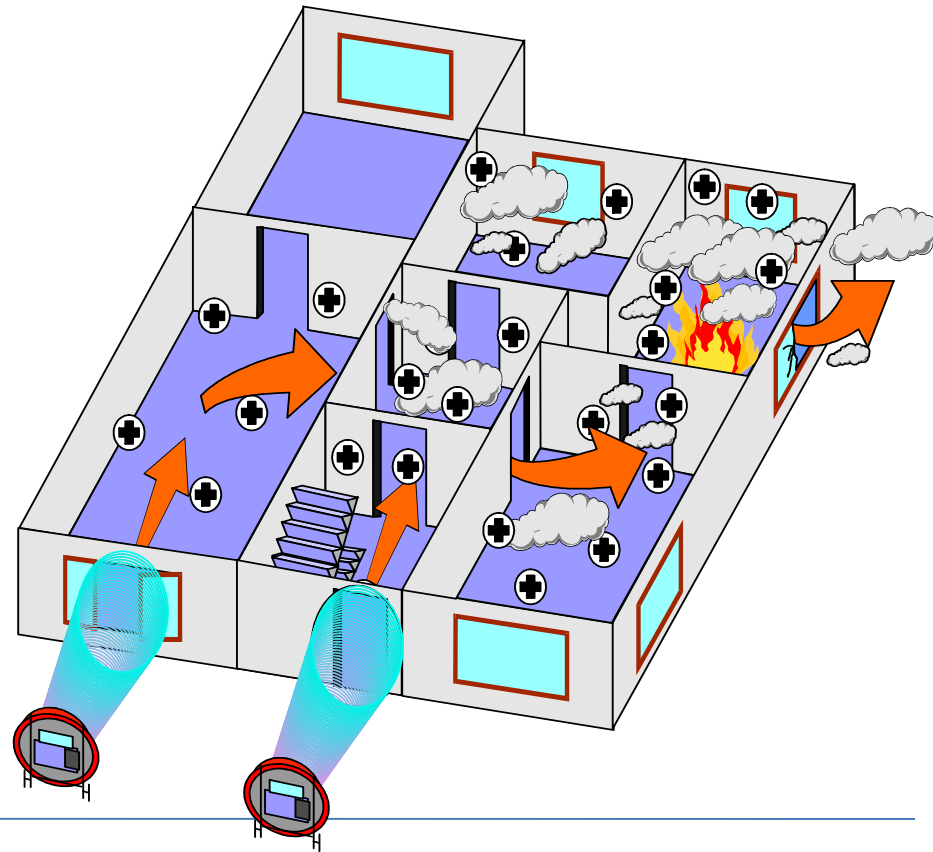
Ist die Lüfterkapazität ausreichend, kann durch eine 2. Abluftöffnung Rauch abgeführt werden

Im Beispiel wird zusätzlich der Treppenraum rauchfrei gehalten



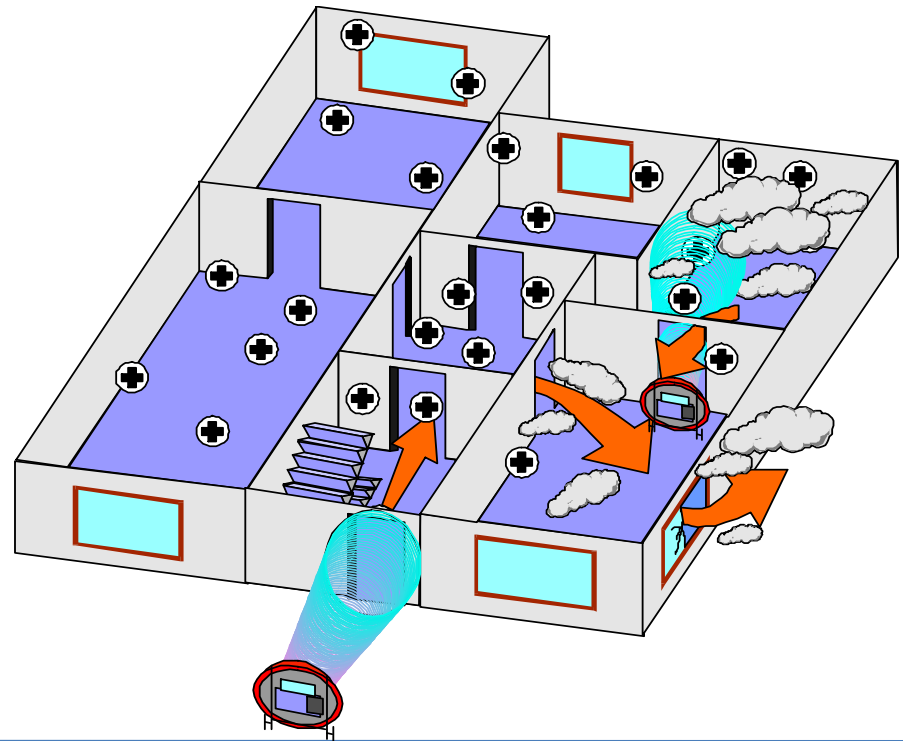
# Überdruckbelüftung/Grundtaktik Bereichsbelüftung

Räume oder Gebäudeteile die rauchfrei sind, können durch den Einsatz eines zusätzlichen Lüfters rauchfrei gehalten werden



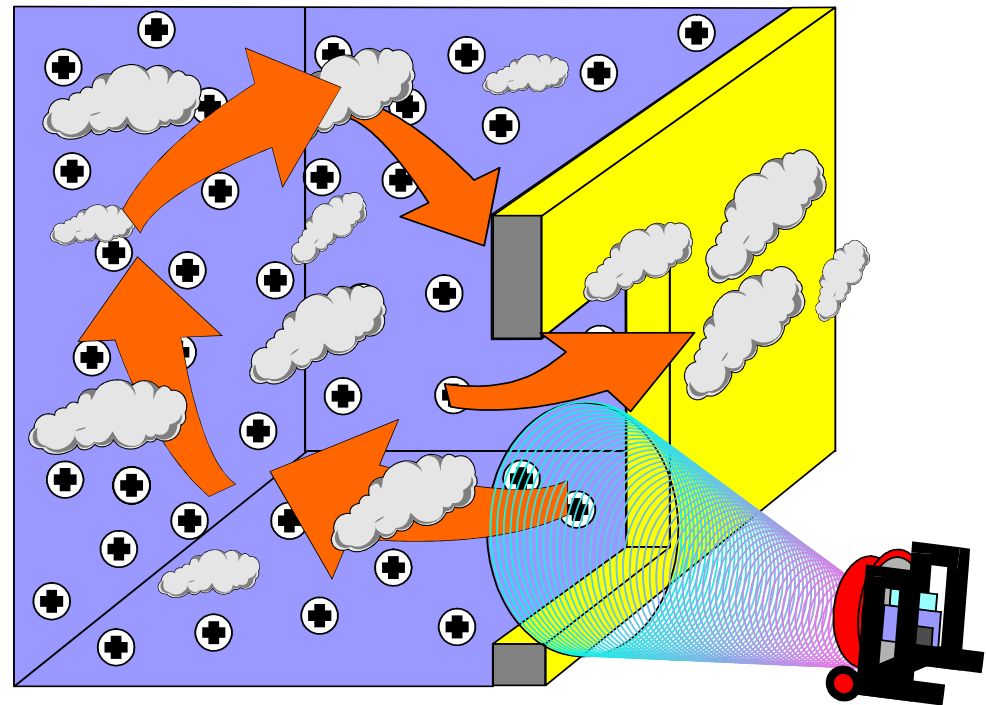
## Überdruckbelüftung/Grundtaktik Räume in einem Gebäude ohne Öffnung ins Freie

Räume innerhalb eines Gebäudes ohne Öffnung ins Freie können durch den Einsatz eines zweiten Lüfters vor dem Raum entraucht werden.



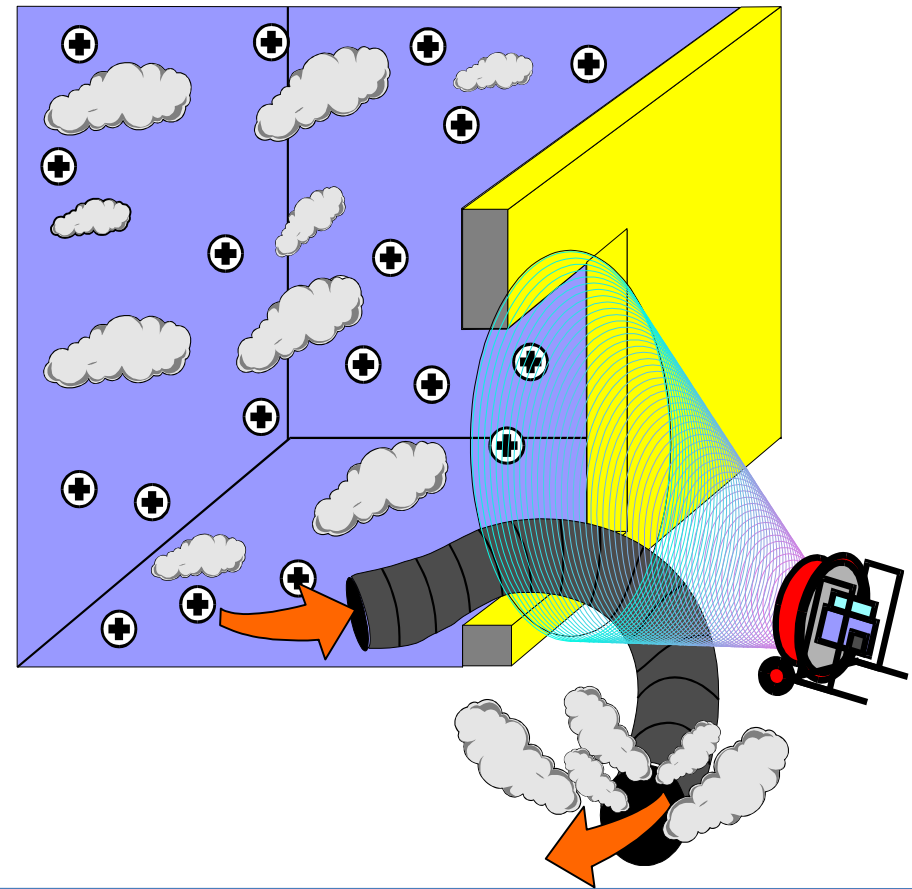
## Überdruckbelüftung/Grundtaktik Räume mit einer Öffnung

Ein Raum mit nur einer Öffnung wird so entraucht, daß die Zuluftöffnung nur teilweise mit dem Luftkegel abgedeckt wird. Der Rauch strömt über dem Luftkegel ins Freie ab.



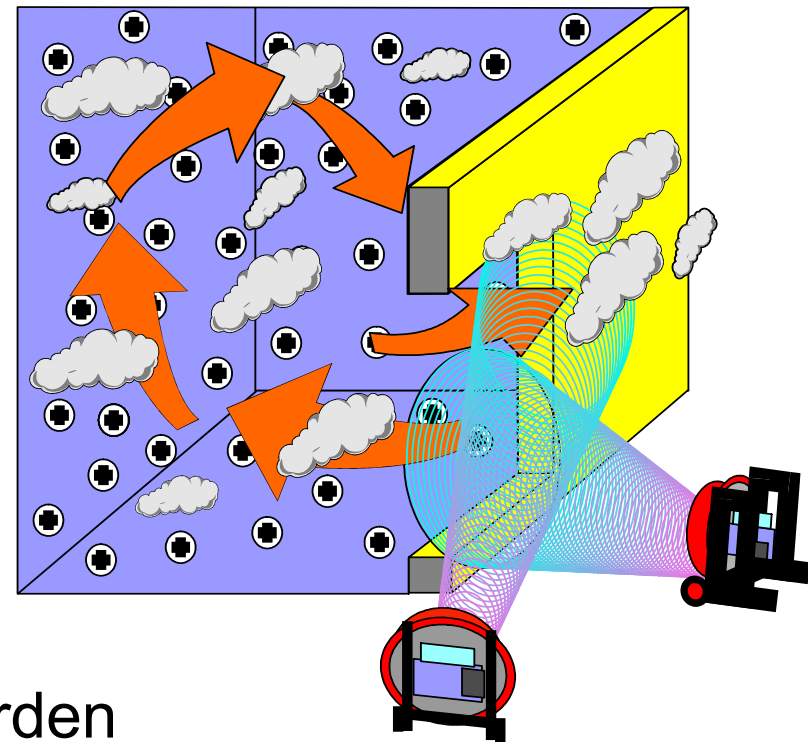
## Überdruckbelüftung/Grundtaktik

Eine weitere Variante ergibt sich aus der Verwendung der Schlauchlullen des Be- und Entlüftungsgeräts. Hierbei können die Rauchgase durch die Schlauchlullen „gelenkt“ werden.



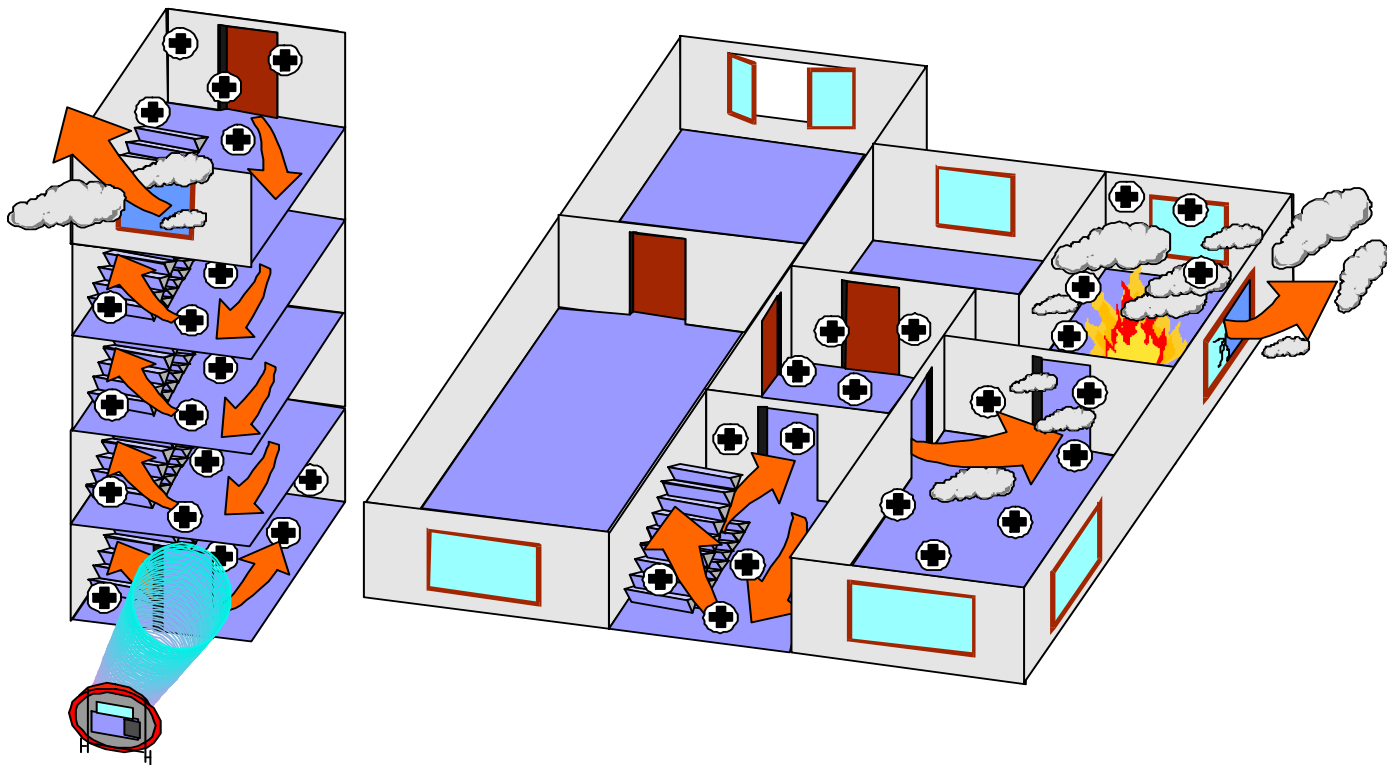
## Überdruckbelüftung/Grundtaktik Räume im Freien mit einer Öffnung

Die Gefahr, daß ausströmende Rauchgase in die Lufteintrittsöffnung des Lüfters gelangen und ins Gebäude geblasen werden, kann mit dem Einsatz eines zweiten Lüfters, quer zur Öffnung, ausgeschlossen werden



# Überdruckbelüftung

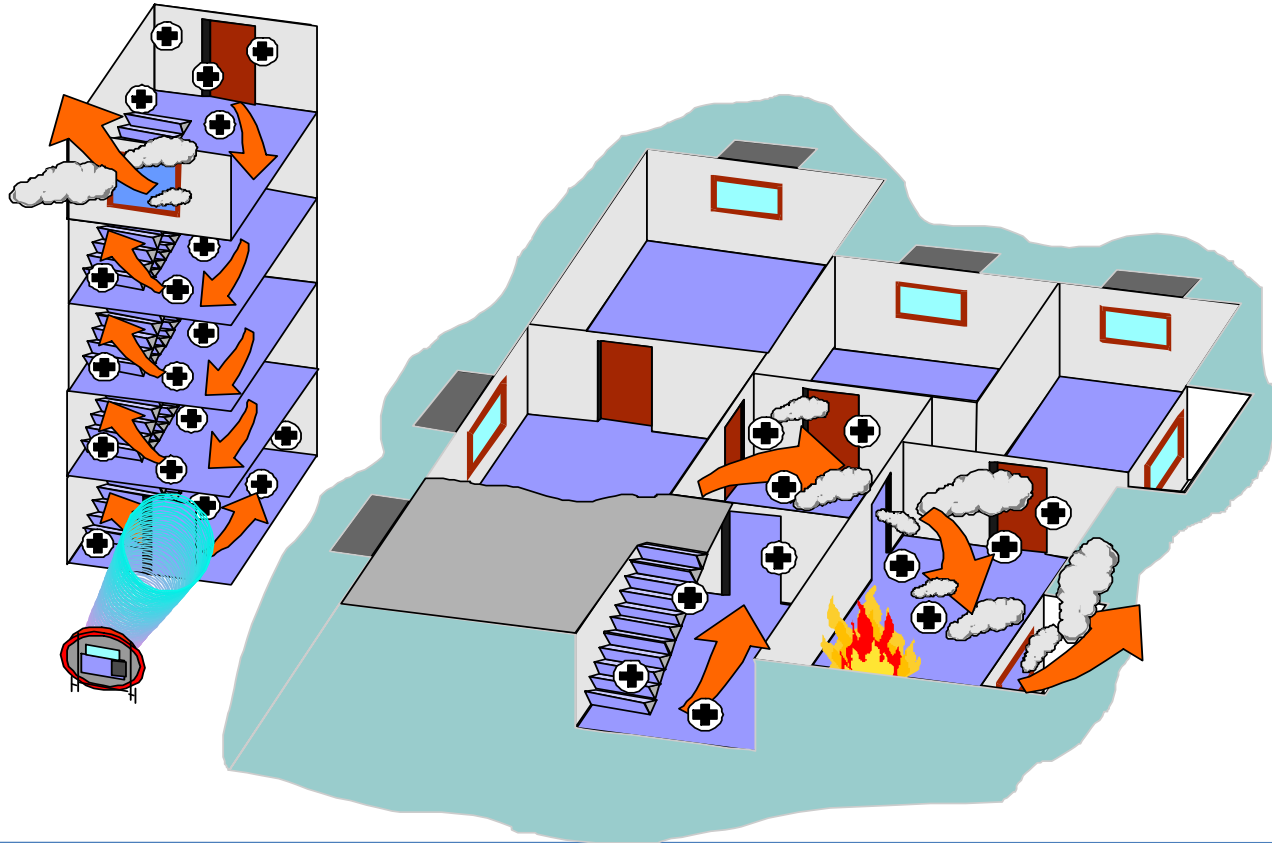
## Einsatzbeispiel: Zimmerbrand





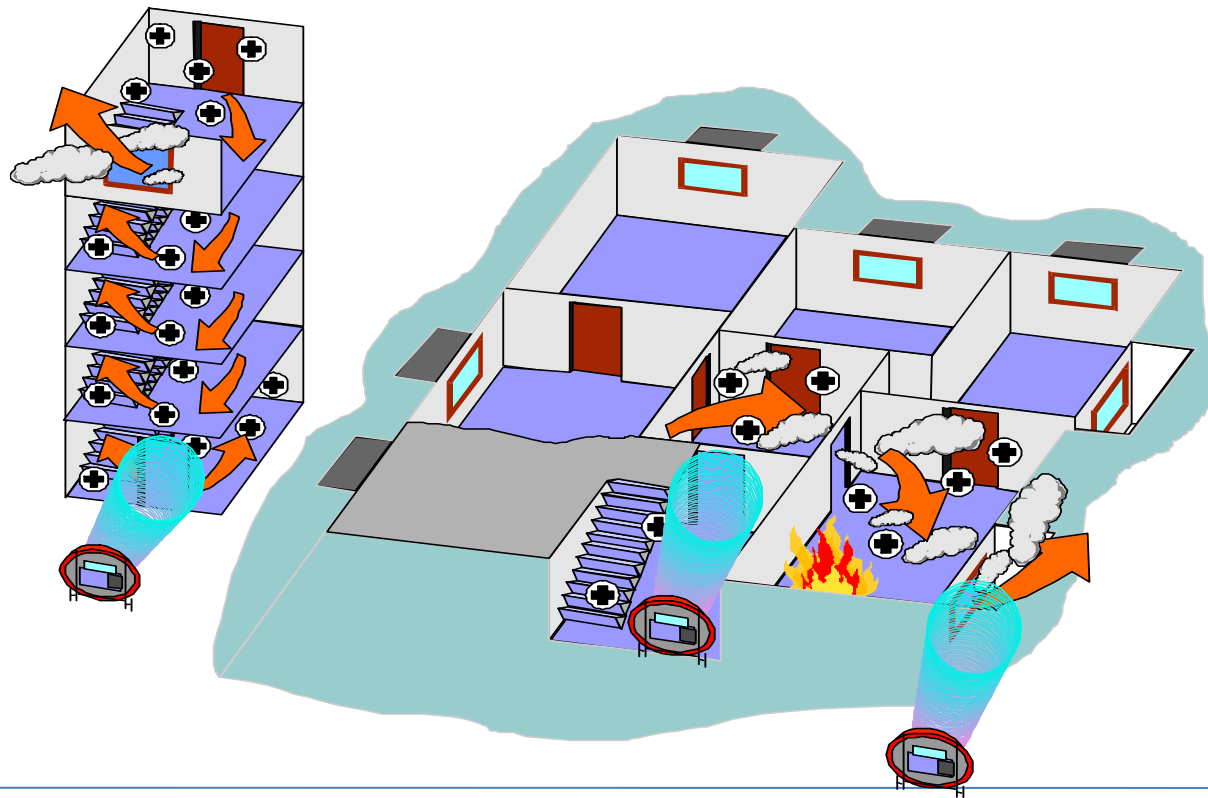
# Überdruckbelüftung

## Einsatzbeispiel: Kellerbrand



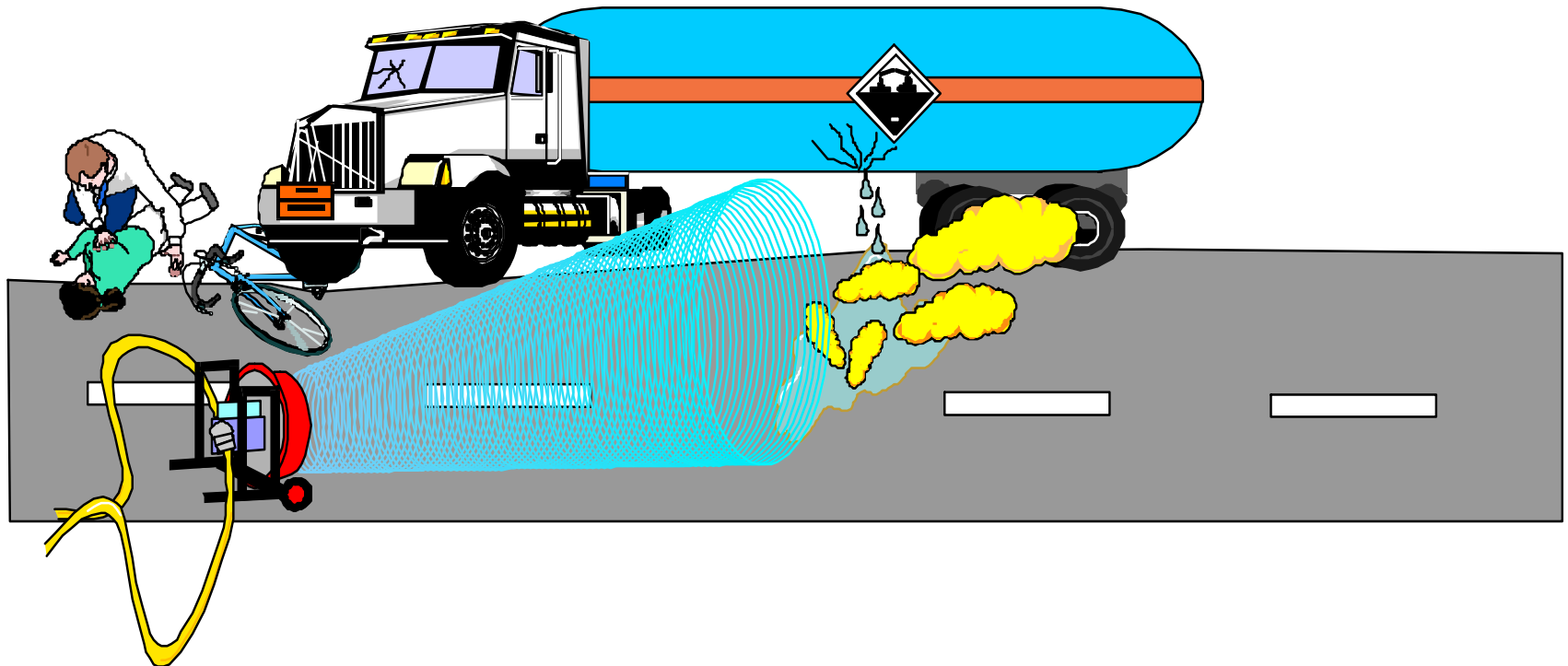
# Überdruckbelüftung

## Einsatzbeispiel: Kellerbrand (weitere Lüfter)



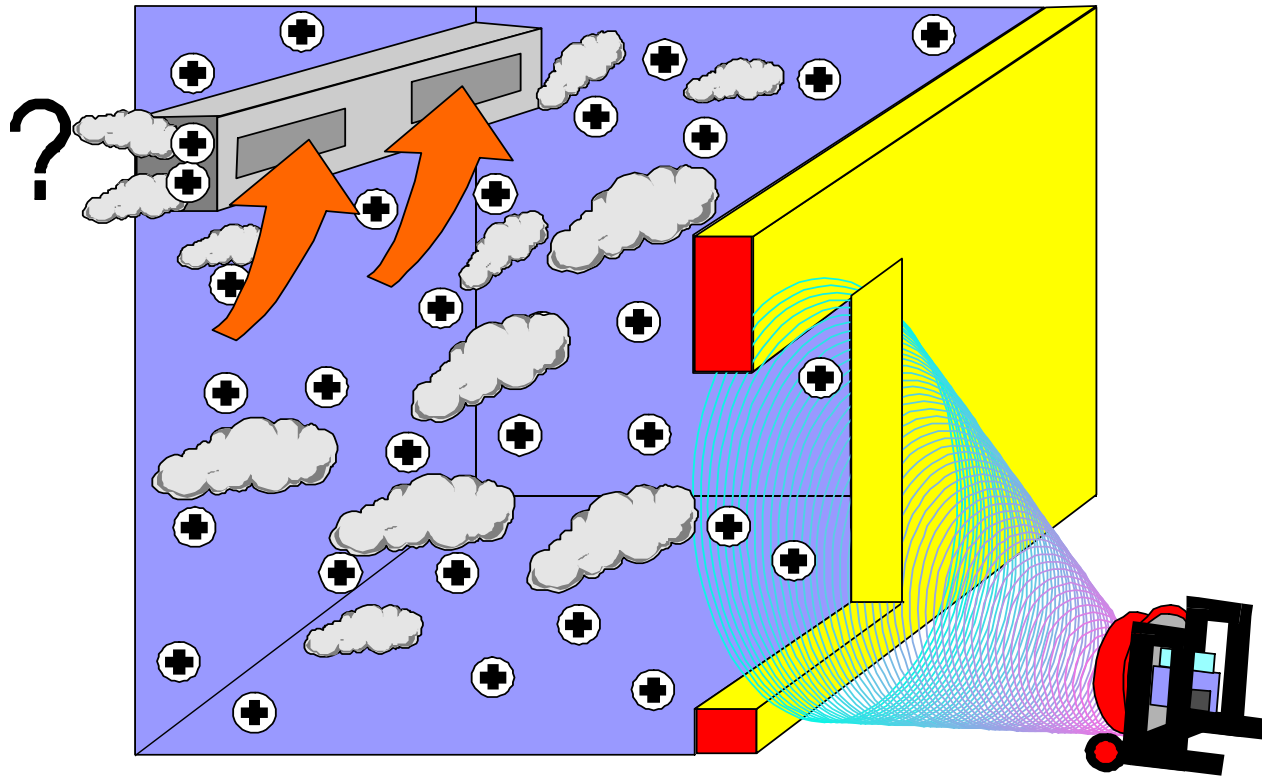
# Überdruckbelüftung

## Einsatzbeispiel: Gefahrguteinsatz

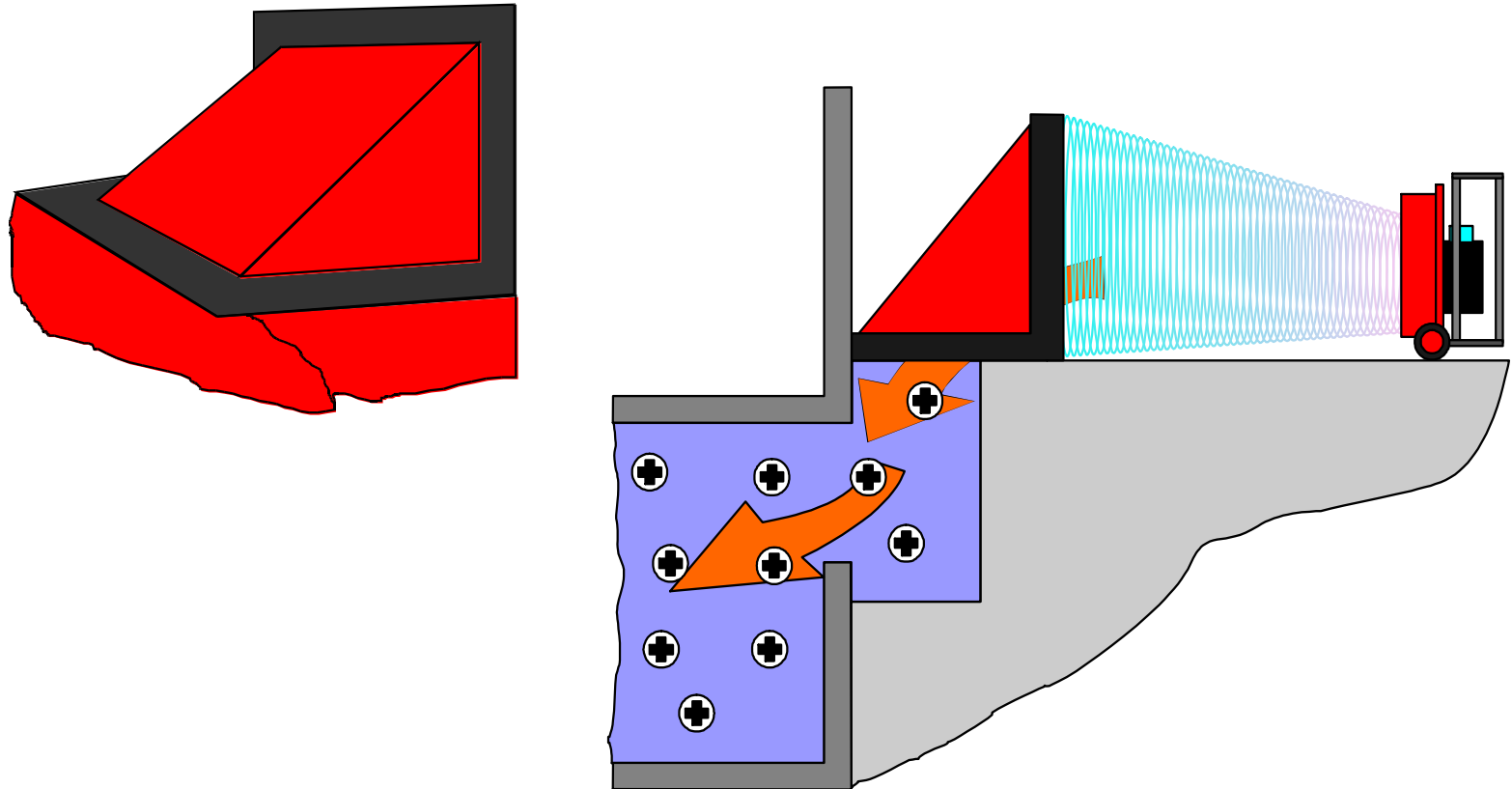


# Überdruckbelüftung

## Einsatzbeispiel: versteckte Öffnungen



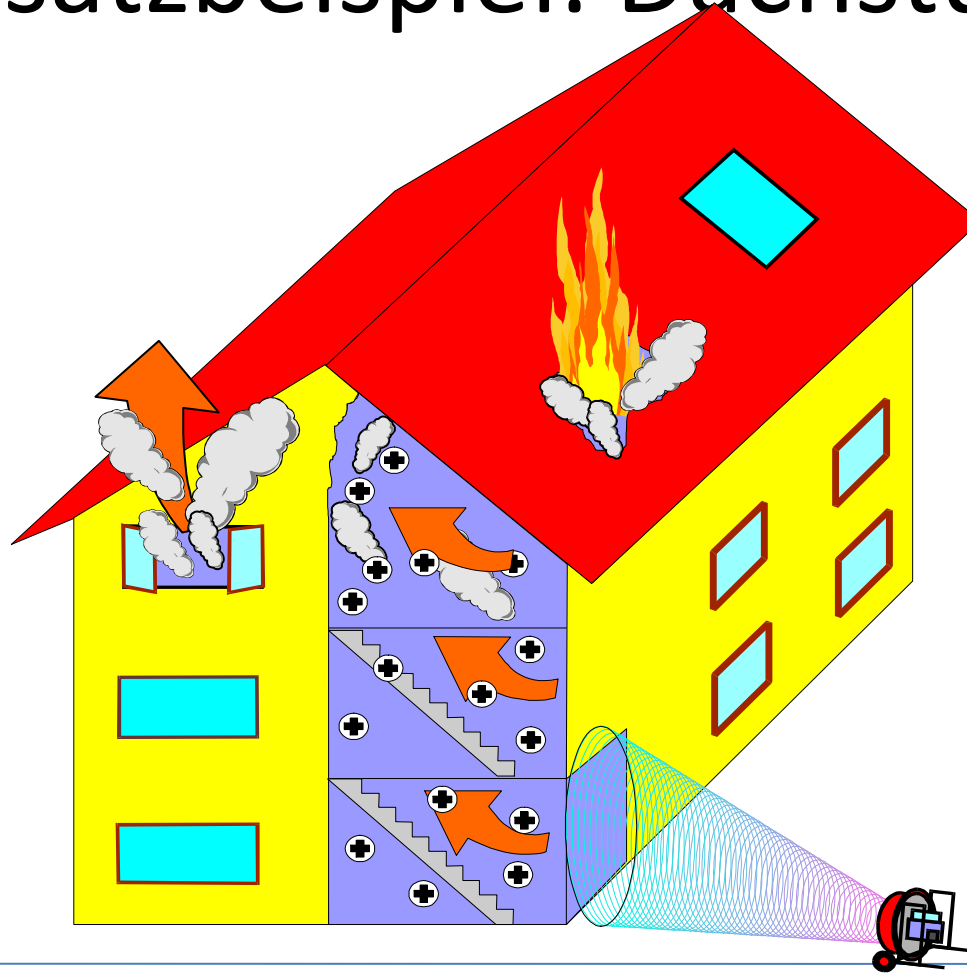
# Überdruckbelüftung Zubehör



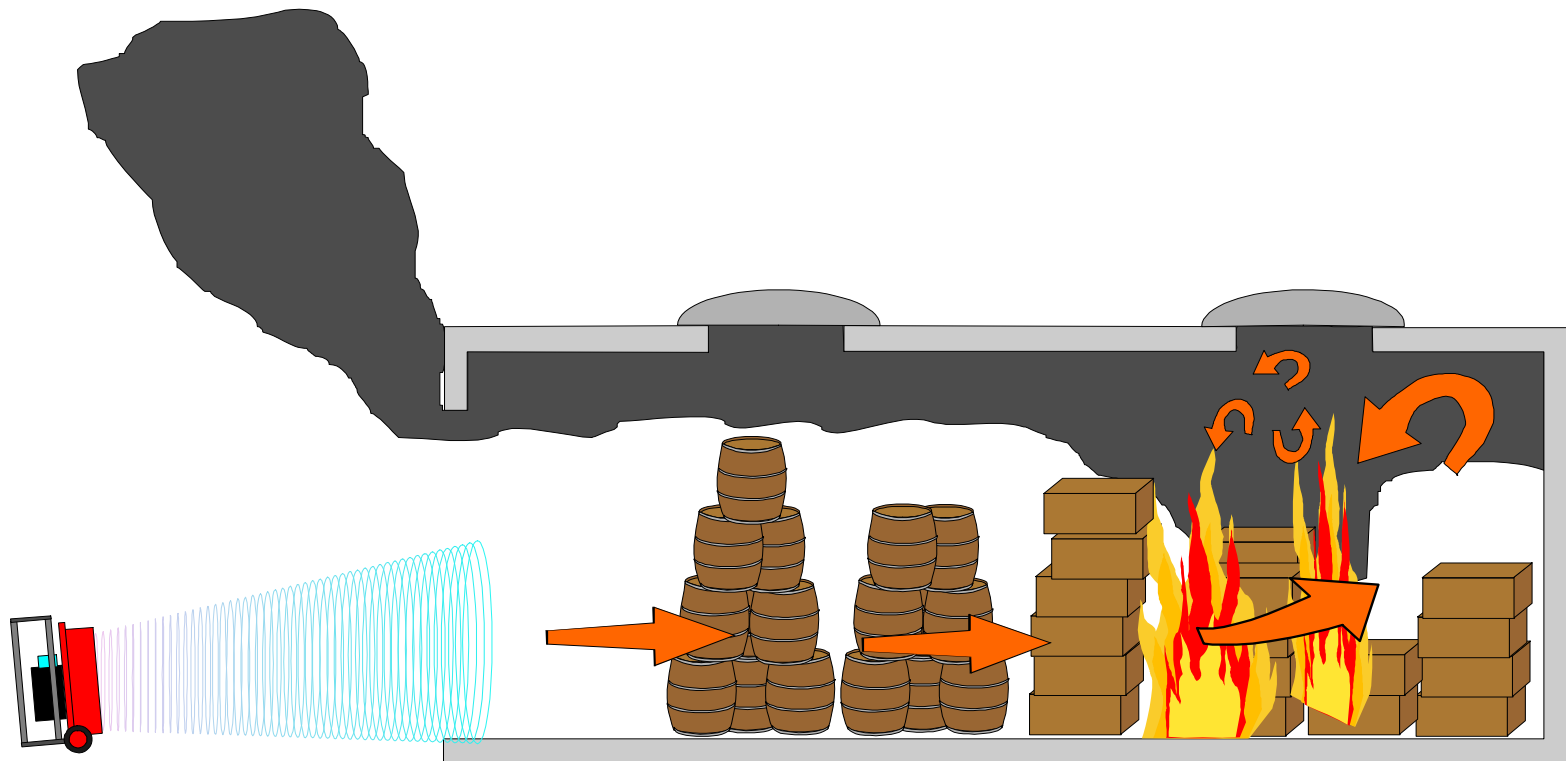
Einsatzstellenbelüftung

# Überdruckbelüftung

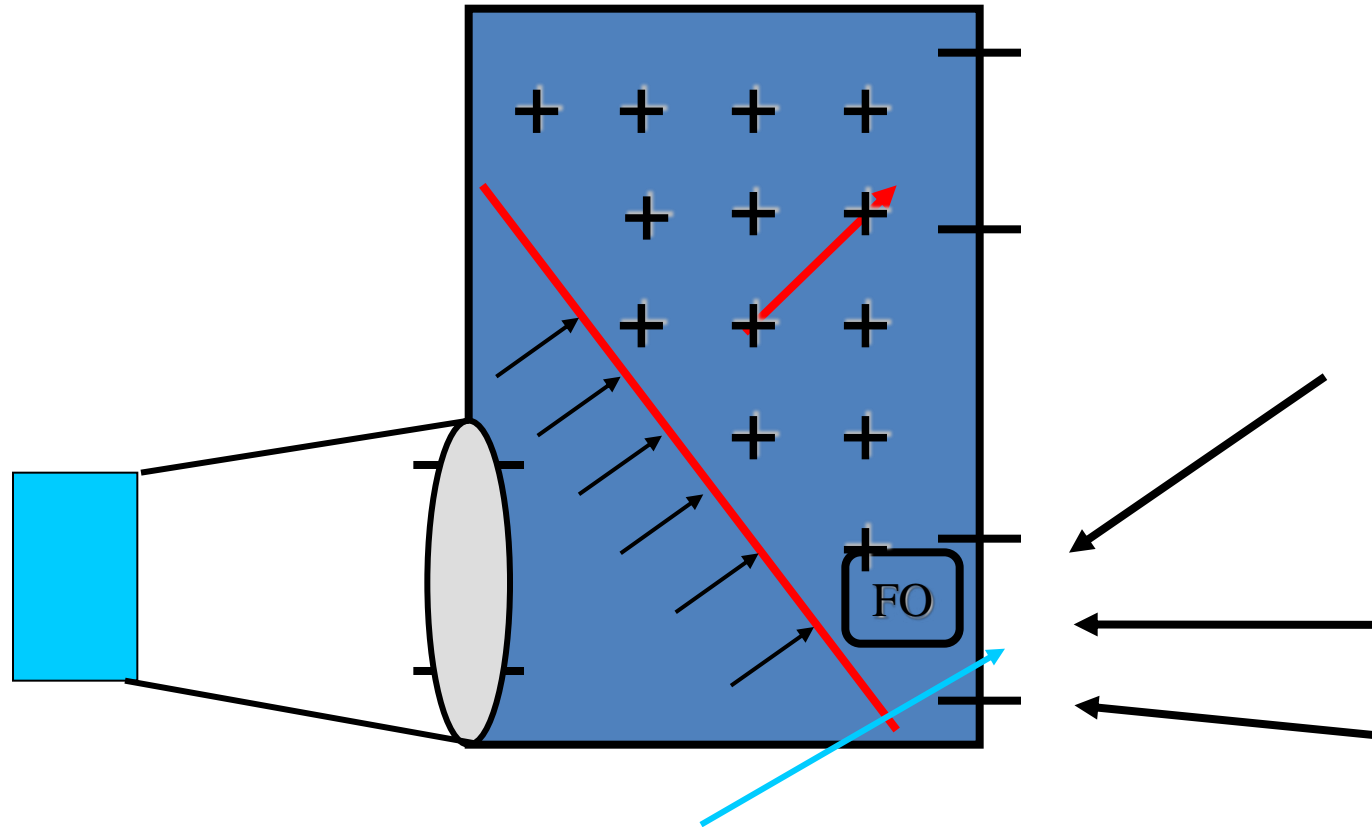
## Einsatzbeispiel: Dachstuhlbrand



# Überdruckbelüftung Einsatzgrenzen



# Propellerlüfter Fehler

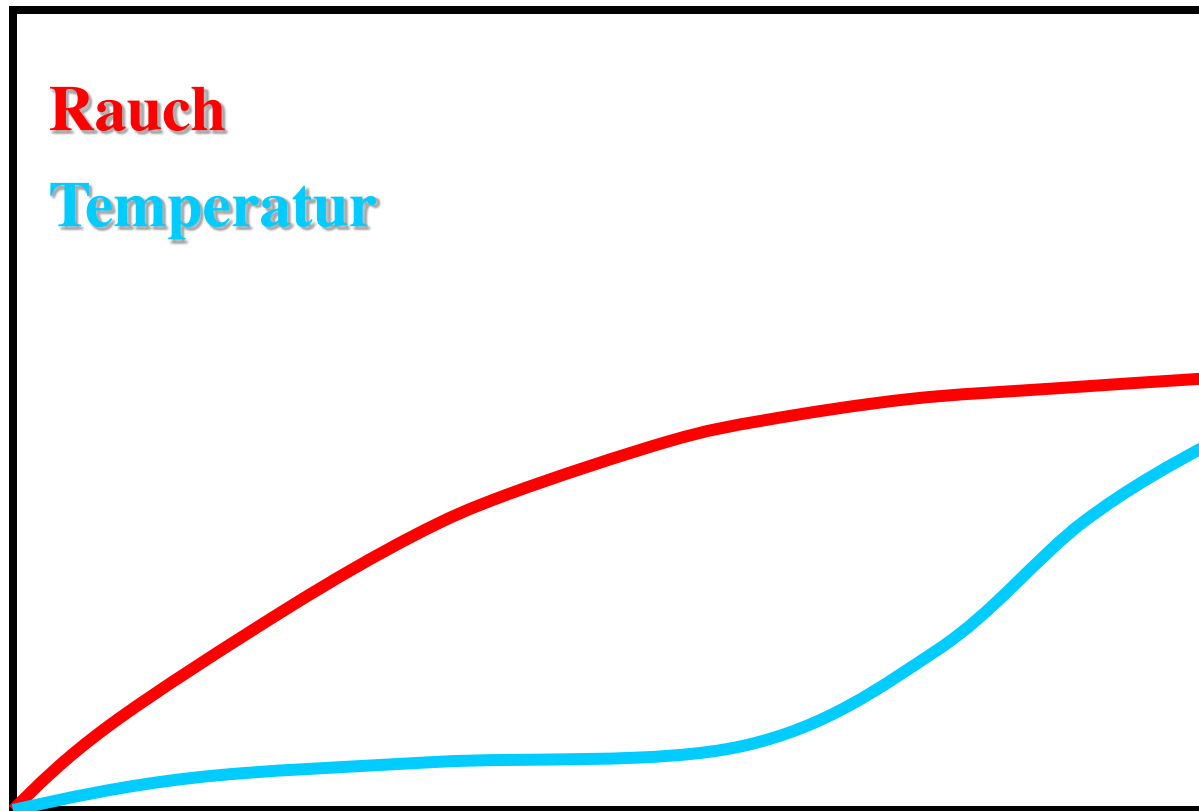


Schaffung einer zusätzlichen Abluftöffnung: Flash-Over Gefahr





# Rauch-, Temperaturkurve Maschinelle Belüftung



# Überdruckbelüftung

## Einsatzgrundsätze/Fortsetzung

- Zuluftöffnung muss den Luftkegel ganz abgedeckt sein
- Flächenverhältnis Zuluftöffnung 1 : 1,5
- Auf Verunreinigungen der Zuluftöffnung achten (Glassplitter)
- Lüftungsvorgang ständig überwachen
- Immer von einem nicht belüfteten Gebäude-  
teil oder Raum in Richtung Lüftungsraum belüften



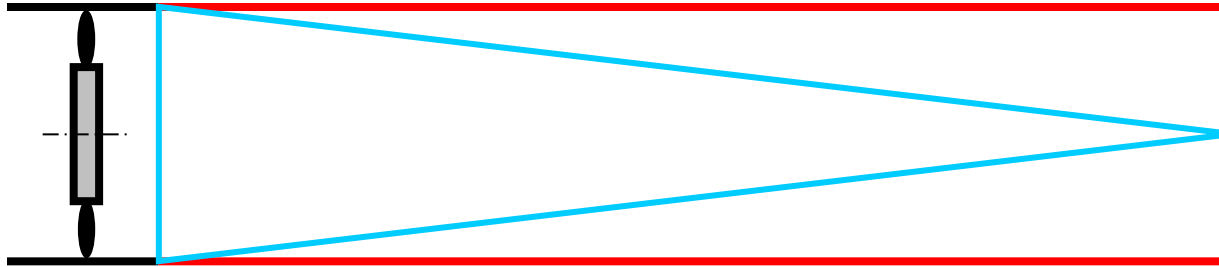
# Überdruckbelüftung

## Einsatzgrundsätze / Fortsetzung

- Auf versteckte Öffnungen achten
- Räume in die Rauchgasen werden kann nach Personen kontrollieren
- Bei größeren Objekten Einsatz planen
- Einsatzabschnitt „Lüften“
- Lüfter nach Betriebsanleitung regelmäßig warten



## Grundprinzip Turbine

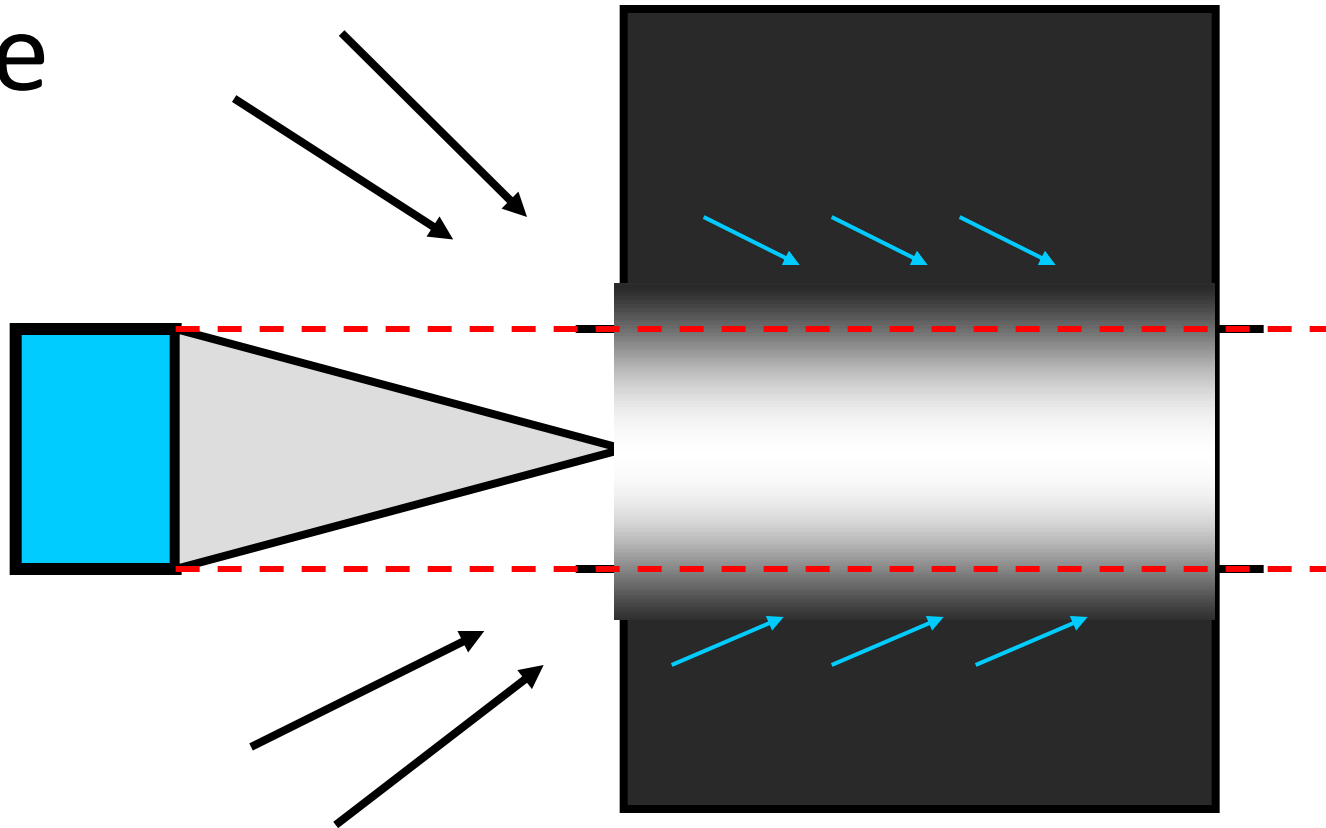


Große Lüfternabe, kleine Turbinenschaufeln

- Luftgeschwindigkeit verringert sich zum Propellerrand.
- Dadurch ungleiche Luftverteilung über die gesamte Fläche.
- Hohe Luftgeschwindigkeit in der Mitte.
- Das Strömungsbild wird durch eine sogenannte Nadel charakterisiert.



## Turbine



Durch die hohe Strömungsgeschwindigkeit wird zusätzlich Luft angesaugt.  
Lüfterleistung: 10 000 m<sup>3</sup>/h,                      zusätzliche Luftmenge: 10 000 m<sup>3</sup>/h  
Gesamtleistung durch Injektorprinzip: ca. 30 000 – 35 000 m<sup>3</sup>/h

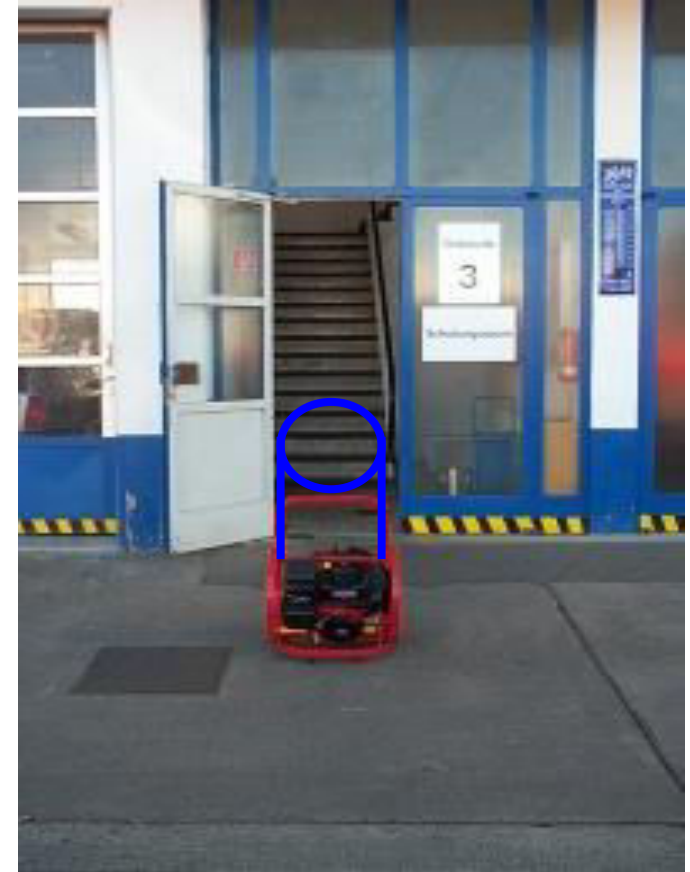


## Aufstellung Turbinenlüfter



Abstand Turbinenlüfter:

- optimal Spitze des Luftkegel
- direkt in der Zuluftöffnung
- ca. 2 – 3 m vor der Zuluftöffnung

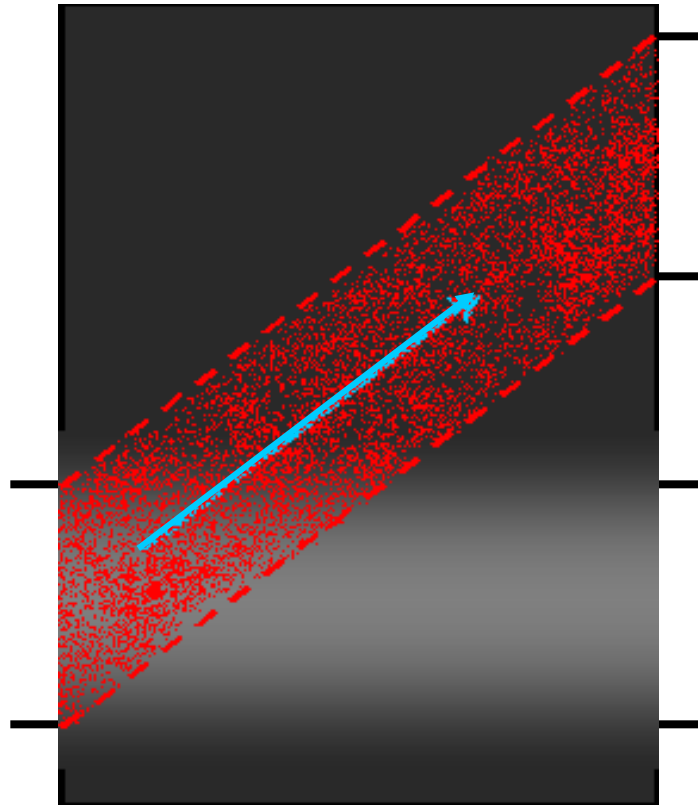


# Einsatzgrundsätze Turbine

- erst die Abluftöffnung schaffen
- nicht in den Korridor treten (Strömungsabriss)
- nur in der sogenannten Grauzone bewegen
- keine zusätzlichen Abluftöffnungen schaffen  
(Umleitung des Korridors)



# Turbine Gefahr



Zusätzliche Öffnung:

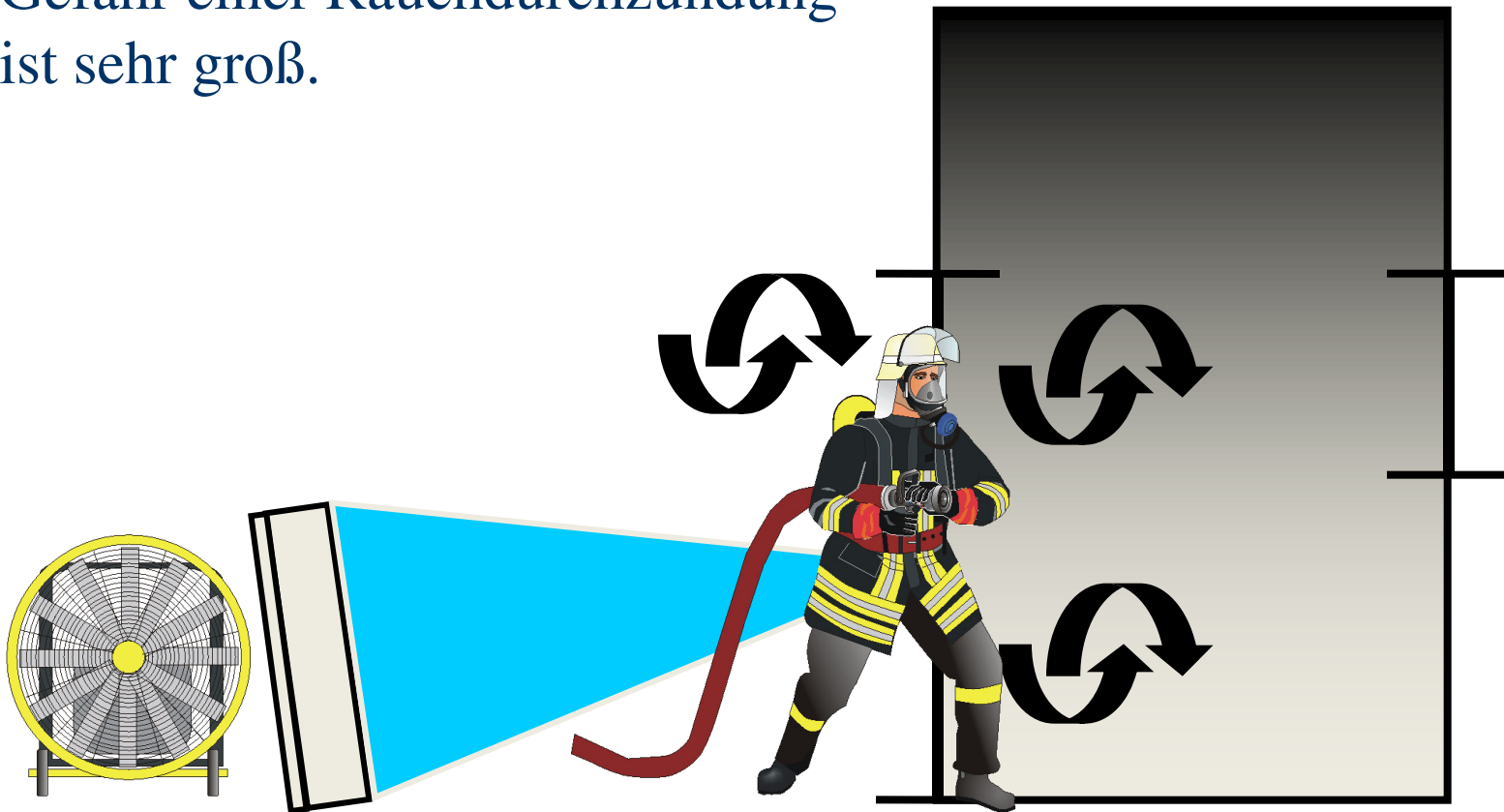
Der Korridor wird umgeleitet.  
Dadurch FO-Gefahr wenn ein  
Trupp sich im neugebildeten  
Korridor aufhält und es zu  
einem Strömungsabbruch  
kommt.





## Pressure Ventilation Verwirbelung

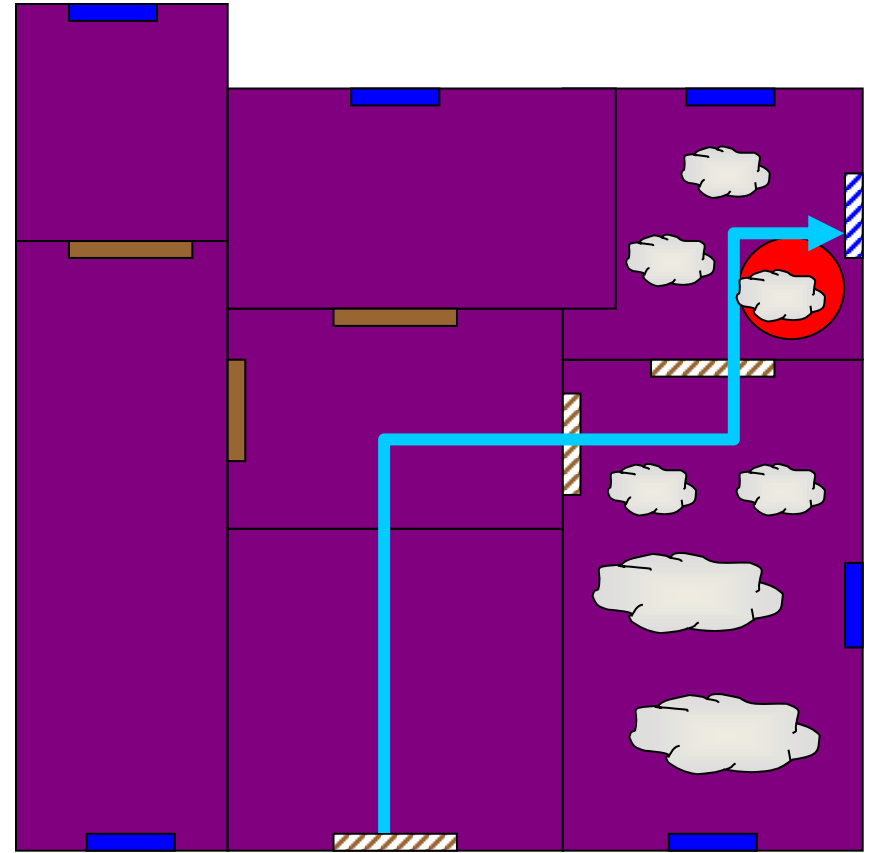
Gefahr einer Rauchdurchzündung  
ist sehr groß.



## Belüftung mit Turbine

Turbinenlüfter wird vor der Eingangstür in Stellung gebracht. Lediglich die Türen zum Brandraum werden geöffnet.

Achtung: Strömungsabriss des Turbinestrahls

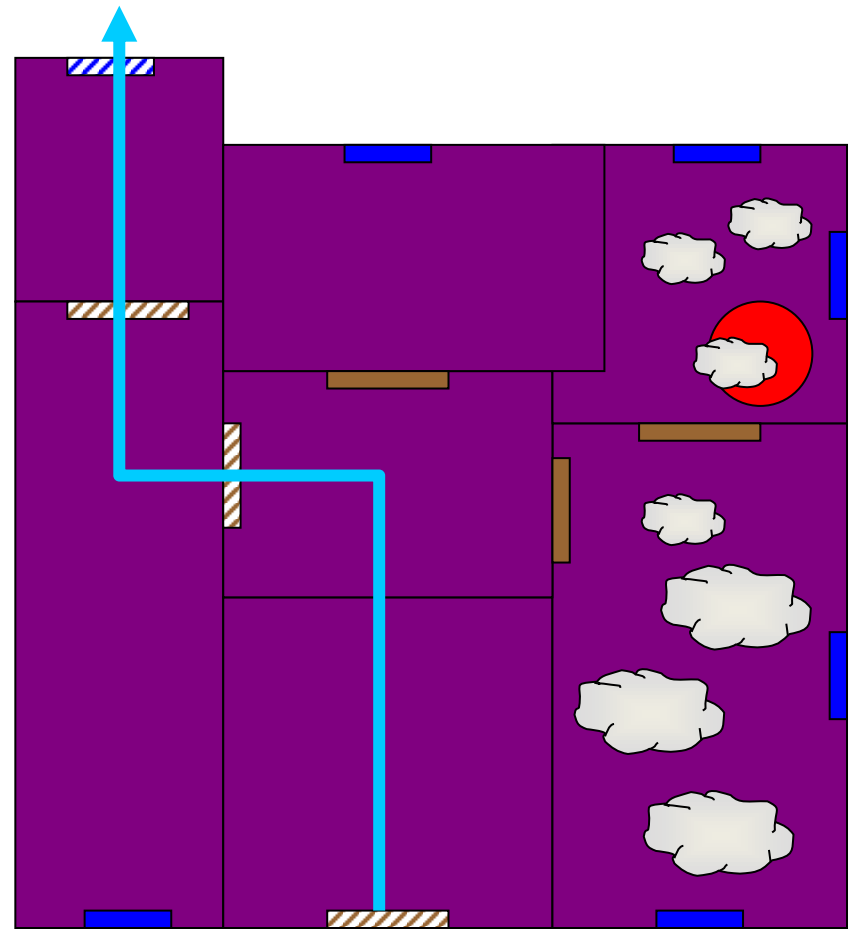


# Belüftung mit Turbine bei Einsatzstellenbelüftung

## Menschenrettung

Turbinenlüfter wird vor der Eingangstür in Stellung gebracht. Die Türen zum Brandraum werden geschlossen. Anschließend die Brandbekämpfung wie vorher beschrieben durchführen.

Achtung: Strömungsabriss des Turbinestrahls



# Mögliche Gefahren

- abgehängte Decken
- Installationsfußböden
- Installationswände

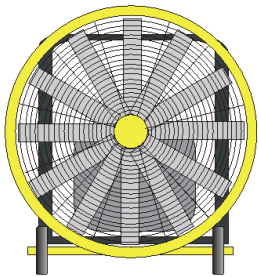


# Gefahr durch abgehangte Decke

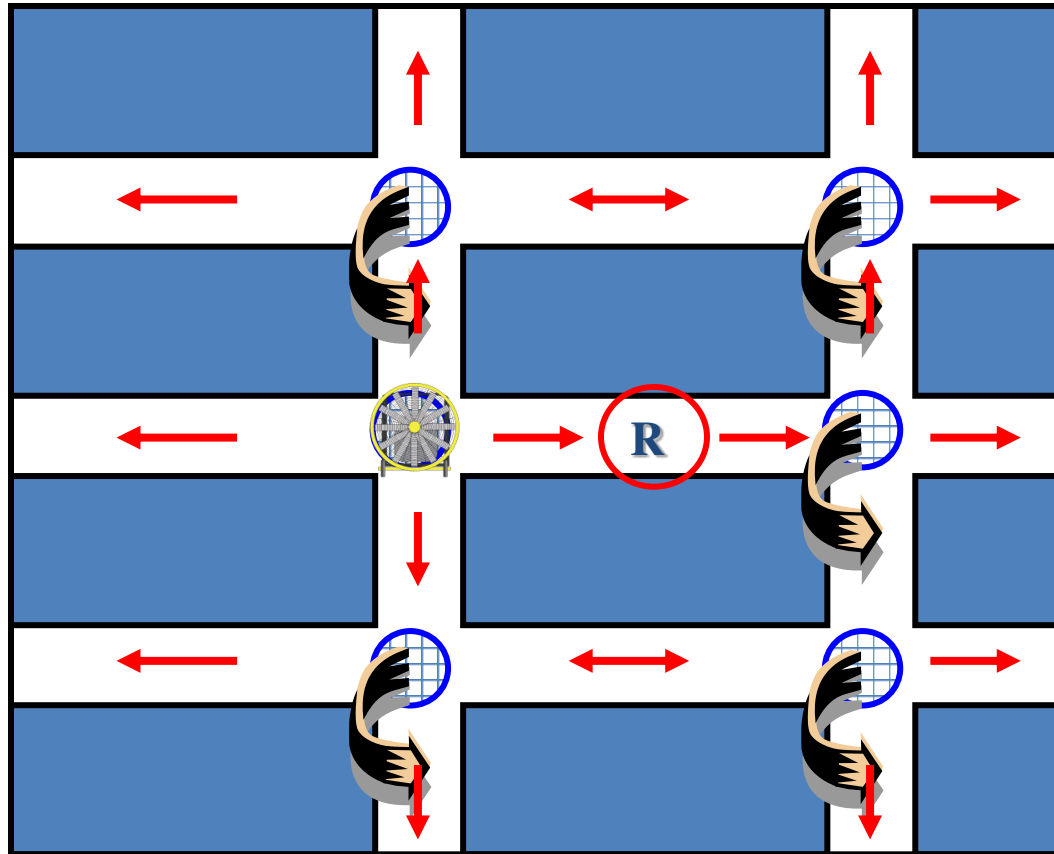
- hohe Temperatur
- Sauerstoffarm



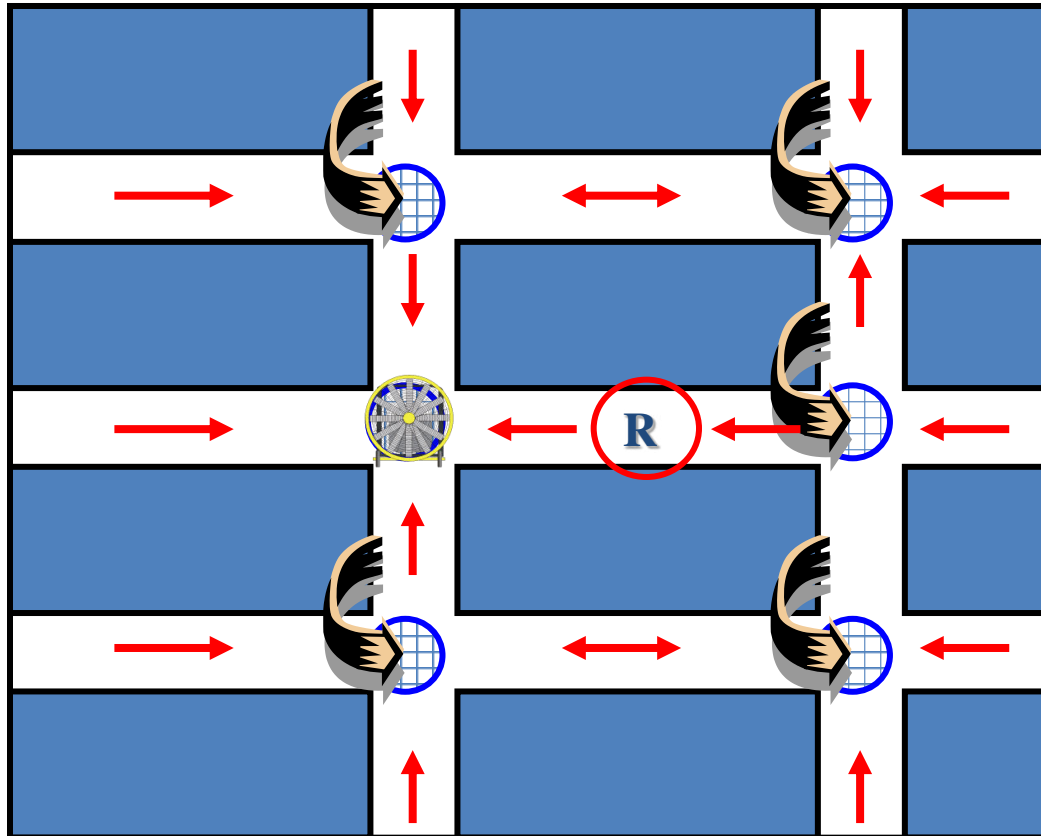
- **Temperatursenkung**
- **Brandgase entfernt**
- **normale  
Umgebungsluft**



# Druck- bzw. Überdruckverfahren



# Unterdruckbelüftung



## Poröser Körper

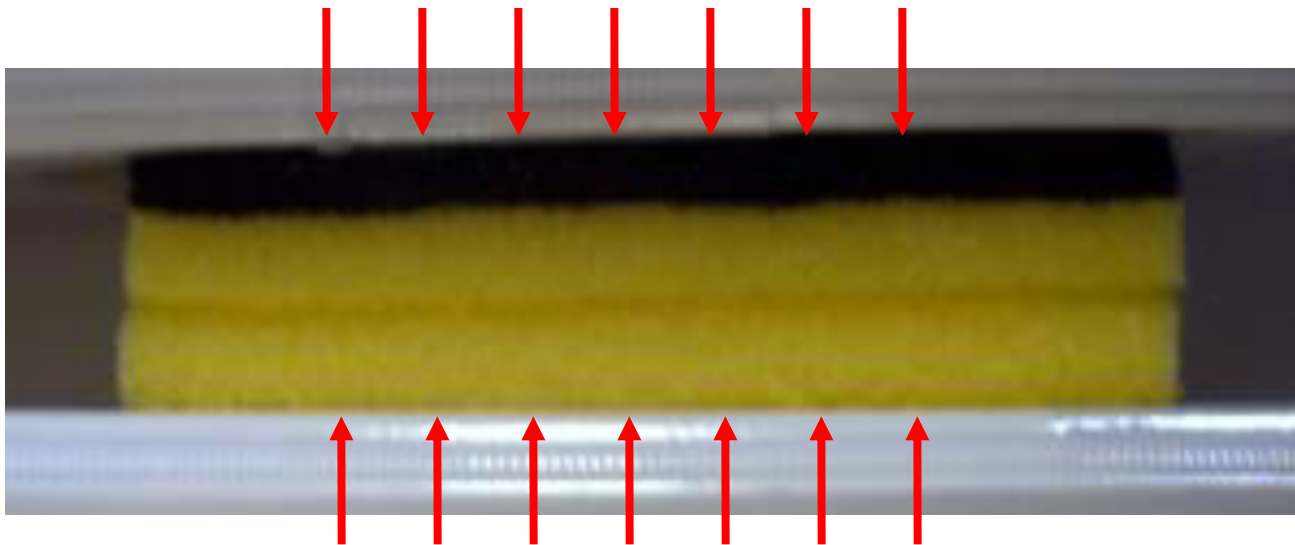


Die gesamte Einsatzstelle wird unter Druck gesetzt. Daraus folgt, dass überall der gleiche Druck herrscht.

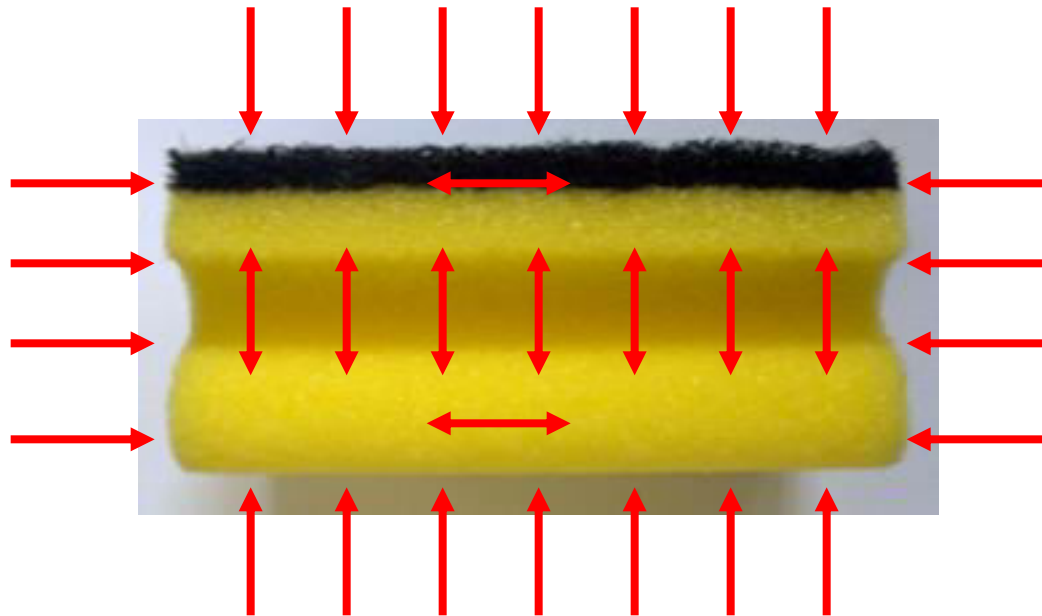
Brandgase werden somit in Polster oder sonstige poröse Körper gedrückt.



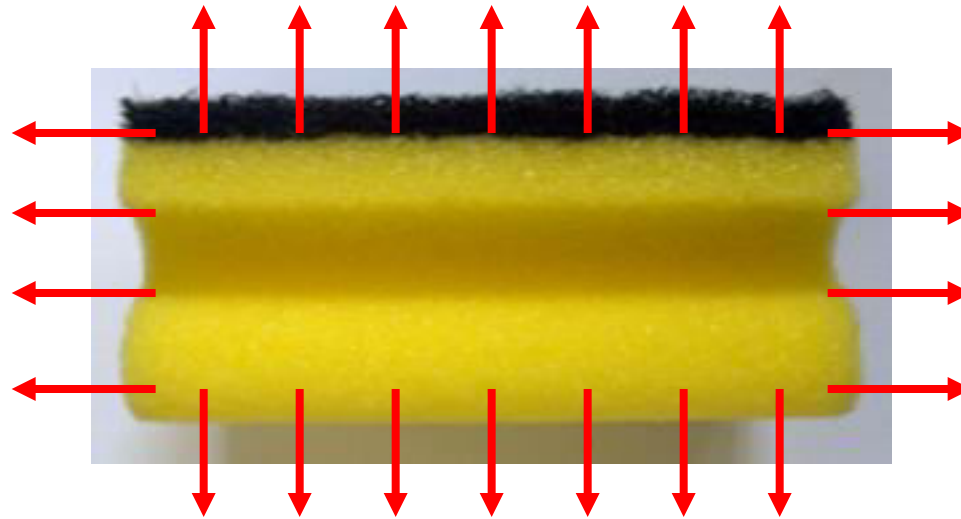
# Poröser Körper



# Poröser Körper



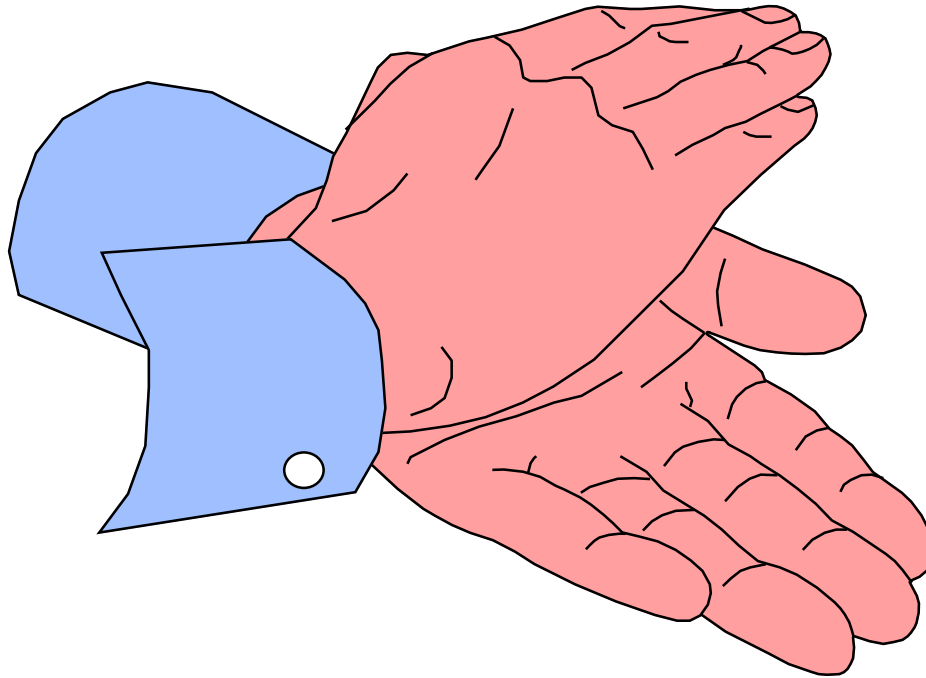
## Poröser Körper



Beim Ausschalten des Überdrucklüfters kommt es zu einem Druckgefälle. Die im Körper enthaltene Schadstoffe treten wegen dieses Druckgefälles vermehrt aus diesem Körper aus.



# ***Vielen Dank für die Aufmerksamkeit***



## Hintergrundinfo Turbine

Zuerst Abluftöffnung schaffen. Anschließend die Zuluftöffnung.

Die Turbine erzeugt einen so genannten Korridor. Die beschleunigte Luft nimmt auf dem Weg zur Abluftöffnung Brandgase mit und fördert diese somit nach draußen. Der große Vorteil der Turbine liegt darin, dass der Korridor weitgehend Rauchfrei ist. Ist die Zuluftöffnung direkt an der Brandstelle kann diese sehr schnell lokalisiert und bekämpft werden.

Durch die Gabe von Luftsauerstoff wird die Brandstelle sich zwar etwas ausweiten, durch die schnellere Lokalisierung der Einsatzstelle kommt es aber nicht zu einer Schadensausweitung.

Der große Nachteil der Turbine liegt darin, dass der Luftstrom nicht durch Einsatzkräfte abgeschirmt werden darf.

Kommt es zu einem Abbruch des Luftstromes, steigt die Gefahr einer Rauchgasdurchzündung enorm an. Durch die Turbine wird Sauerstoff durch den Brandraum gefördert. Kommt dieser Strom zum Erliegen wird der Luftsauerstoff erwärmt und steigt nach oben. Die heißen Brandgase die sich unter der Decke befinden verbinden sich mit dem Luftsauerstoff. Stimmt das Mischungsverhältnis zwischen brennbaren Brandgase und dem Luftsauerstoff kommt es zu einer Rauchgasdurchzündung.



## Hintergrundinfo Propellerlüfter

Beim richtigen Einsatz des Propellerlüfters, wird der gesamte Brandraum gleichmäßig unter Druck gesetzt. Die Maximaldrücke die hierbei entstehen können, betragen 2 bis 3 mbar. Kurzzeitig können auch Drücke bis 5 mbar entstehen.

Die Höhe des Innendruckes richtet sich in erster Linie nach der Größe der gewählten Zuluftöffnung und dem Verhältnis zwischen Zuluft- und Abluftöffnung. Das Verhältnis sollte 1:2 nicht überschreiten. Bei einem Verhältnis von 1:3 ist eine Überdruckbelüftung nicht mehr möglich. Es kann dann im Gebäude kein Überdruck aufgebaut werden. Wir haben es dann mit einer Strömungslüftung zu tun.

Der gesamte druckbelüftete Bereich wird zu einem sogenannten Windkessel.

Die Brandgase werden durch den Druck beschleunigt, ins Freie geschoben.

Die Größe des zu belüftenden Gebäude spielt für die Wirksamkeit des Systems keine Rolle.

Der Überdrucklüfter muss so vor die Zuluftöffnung positioniert werden, dass diese durch den entstehenden Kegel vollständig abgedeckt wird. Der Abstand des Lüfters zu Zuluftöffnung muss mindestens so groß sein wie die Diagonale der Zuluftöffnung.

Steht der Lüfter zu weit weg wird die Leistung gemindert, jedoch kommt die Maßnahme der Überdruckbelüftung nicht zum Erliegen. Wird der Abstand zu klein gewählt, so kommt es zu keiner vollständigen Abdeckung der Zuluftöffnung. Es kommt zu keinem Druckaufbau in dem zu belüfteten Objekt. Wir haben es dann mit einer Strömungsmaschine zu tun.



## Hintergrundinfo Poröser Körper

Nach Beendigung der Einsatzstellenbelüftung kann es zu einem verstärkten Ausgasen an der Einsatzstelle kommen.

Poröser Körper:

Dieser poröser Körper hat während des Druckbelüftungsvorganges aufgrund der physikalischen Gesetzmäßigkeiten des Druckausgleiches seinen Innendruck (in den Kapillaren) mit dem erhöhten Umgebungsdruck ausgeglichen.

Wird nun aufgrund der beendete Brandbekämpfung die Überdruckbelüftung abgeschaltet, so fehlt dem Körper schlagartig der erhöhte Gegendruck und die evtl. vorher aufgenommenen, bzw. die noch freizusetzenden Schadstoffe treten nun aufgrund des herrschenden Druckgefälles vermehrt aus.

Nach Beendigung der Lüftungsmaßnahmen sind in jedem Fall Schadstoffmessungen durchzuführen. Der Aufenthalt in diesen Räumen ist nur mit entsprechenden Atemschutz möglich.

Sinnvoll ist es die Räumlichkeiten nach einer gewissen Ausdampfphase erneut zu belüften, um die Schadstoffe aus dem Raum zu befördern.

**Beachte:**

**Auch die Feuerschutzkleidung wirkt als poröser Körper. Deshalb auch hier erst nach einer gewissen Ausdampfphase den Atemschutz ablegen.**

Sofern dieser Körper in der Lage ist, als Funktion der Temperatur Zersetzungsprodukte zu bilden, werden diese entsprechend der Körpertemperatur freigesetzt.



## Hintergrundinfo Zusatzöffnung

Werden für die Abführung von Brandgasen Lutten oder ähnliche Einsatzgeräte verwendet, so muss darauf geachtet werden, dass diese:

- nicht im Wirkungsbereich der Lüfter
- nicht in der Nähe von brennbaren Materialien

abgelegt werden.

Die Brandgase in den Lutten können mit brennbaren Gasen angereichert sein, so dass diese Gase beim Austritt zur Entzündung kommen.

Die Brandgase müssen so abgeleitet werden, dass diese nicht durch die aufgestellten Lüfter wieder in das Gebäude gedrückt werden.





## Hintergrundinfo maschinelle Lüfter

Be-/Entlüftungsgeräte:

Angeschafft wurde dieses Gerät als Leichtschaumgenerator. Vom Hersteller wurde dieses Geräte zur besseren Verkaufstaktik, in Verbindung mit formbeständigen Lutten, als Be-/Entlüftungsgerät umgewandelt. Es wurde anschließend in die Normbeladung des RW 3 integriert.

Hale-Lüfter:

Der Hale-Lüfter mit Wasserantrieb kann bedingt zur Abführung brennbarer Gase eingesetzt werden.

Achtung:

Elektrostatische Aufladung.

Nicht nur das Wassertriebsteil, sondern auch die Schaufelräder und das Gehäuse müssen entsprechend gegen elektrostatische Aufladung abgesichert sein.



## Hintergrundinfo mögliche Gefahren

Eine vom Verfasser bisher erkannte Gefahr ist der Einsatz von Überdruckbelüftungsgeräten in Räumlichkeiten, die über abgetrennte Bereiche verfügen. Hiermit sind z.B. abgehängte Decken, Installationsfußböden oder Installationswände gemeint. Diese Bauteile trennen die dahinter liegende Bereiche erfahrungsgemäß nicht vollständig ab, so dass ein evtl. hinter diesen Bauteilen stattfindender Brand durch eine aktive Überdruckbelüftung ausreichend mit Luft versorgt wird, um sich von den Einsatzkräften unbemerkt auszubreiten. Hier wird die Schadensausweitung zumeist erst nach dem Totalversagen dieser Bauteile bemerkt. Sollten die Einsatzkräfte bei Vorhandensein dieser Bauteile also nicht sicher sein, dass noch keine Brandausbreitung hinter den Bauteilen stattgefunden hat, sollte die Überdruckbelüftung besser abgeschaltet werden, um eine nicht beherrschbare Ausbreitung zu vermindern.

Ein weiteres Problem kann bei der Kontrolle dieser Bereiche bei intakter Überdruckbelüftung entstehen. Durch die Überdruckbelüftung kann die Raumtemperatur im Brandraum relativ schnell unter die Zündgrenze eines evtl. zündfähigen Gemisches gesenkt werden. Aufgrund des abgeteilten Volumens und der evtl. thermischen Aufbereitung der Gase hinter diesen Bauteilen, kann es vorkommen, dass es zum Zeitpunkt einer Kontrolle dieser Bereiche, z.B. durch Öffnen mittels Einreißhaken, zu einer erheblichen Stichflammenbildung kommt. Dies bedeutet für die Einsatzkräfte eine erhebliche Gefahr, da sie sich hierbei exakt zwischen Ereignisstelle und Abluftöffnung befinden und sie von der Stichflamme mit Sicherheit erfasst werden. Aus diesem Grund sollten vor allem Bereiche wie Zwischendecken nur nach Abschalten der Überdruckbelüftung kontrolliert werden.

Dipl.-Ing.(FH) Josef Helpenstein, LFKS Rheinland Pfalz



## Überarbeitet / erstellt von der FF Blofeld

### Quellen

Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg  
Dipl.-Ing.(FH) Josef Helpenstein, Brandamtsrat, LFKS Rheinland Pfalz  
Feuerwehr Frankfurt  
Internet



## ***Hinweise zur Benutzung der Informationen dieser Präsentation !***

Diese Präsentation ist nur für den dienstlichen Gebrauch der Feuerwehr bestimmt. Jede andere und insbesondere die gewerbliche Nutzung ist untersagt. Die Angaben und Informationen dieser Präsentation werden „wie besehen“ erteilt, unter Ausschluss der Gewährleistung und Haftung jeder Art. Der Anwender übernimmt das gesamte Risiko hinsichtlich der Richtigkeit und der Verwendung dieser Präsentation sowie aller darin enthaltenen Informationen. Bei der Weitergabe der Informationen ist auf den Urheberrechtsschutz zu achten. Auch nicht eigens gekennzeichnete oder hervorgehobene Markennamen können geschützte Warenzeichen darstellen. Die Wiedergabe von Gebrauchs- oder Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. berechtigt auch ohne spezielle Kennzeichnung nicht zu der Annahme, diese Namen dürften von jedermann frei benutzt werden. Die Daten in dieser Präsentation sind nach bestem Wissen zusammengestellt; die taktischen Hinweise zeigen Möglichkeiten für den Einsatz auf. Dennoch müssen die Herausgeber jegliche Haftung ausschließen und können keinerlei Verantwortung oder Haftung für etwaige inhaltliche oder sonstige Unrichtigkeiten der Präsentation übernehmen. Alle Angaben, Daten, Hinweise und Ratschläge sind deshalb mit keiner Verpflichtung oder Garantie des Herausgebers oder der Autoren verbunden. Die Einsatzempfehlungen wurden nach bestem Wissen auf Basis der derzeit vorliegenden Erkenntnisse erstellt. Die Anwendung bzw. Umsetzung erfolgt auf eigenes Risiko. Alle Angaben, Daten, Hinweise und Ratschläge sind mit keiner Verpflichtung oder Garantie des Herausgebers, der Autoren oder der Feuerwehr Blofeld verbunden. Die genannten Organe und Personen haften nicht für Schäden, die aus der Anwendung bzw. Umsetzung der Präsentation und ihrer Informationen entstehen.



# Einsatzstellenbelüftung

---

---

