

Erfahrungsaustausch der Gefahrstoffmessstellen

27. September 2023 in Hamburg



Gefahrstoffe am Arbeitsplatz Lufttechnische Analysen und Lösungen

Dr. Falko Wittorf



Wer ist SCHWEERBAU Air & Energy?

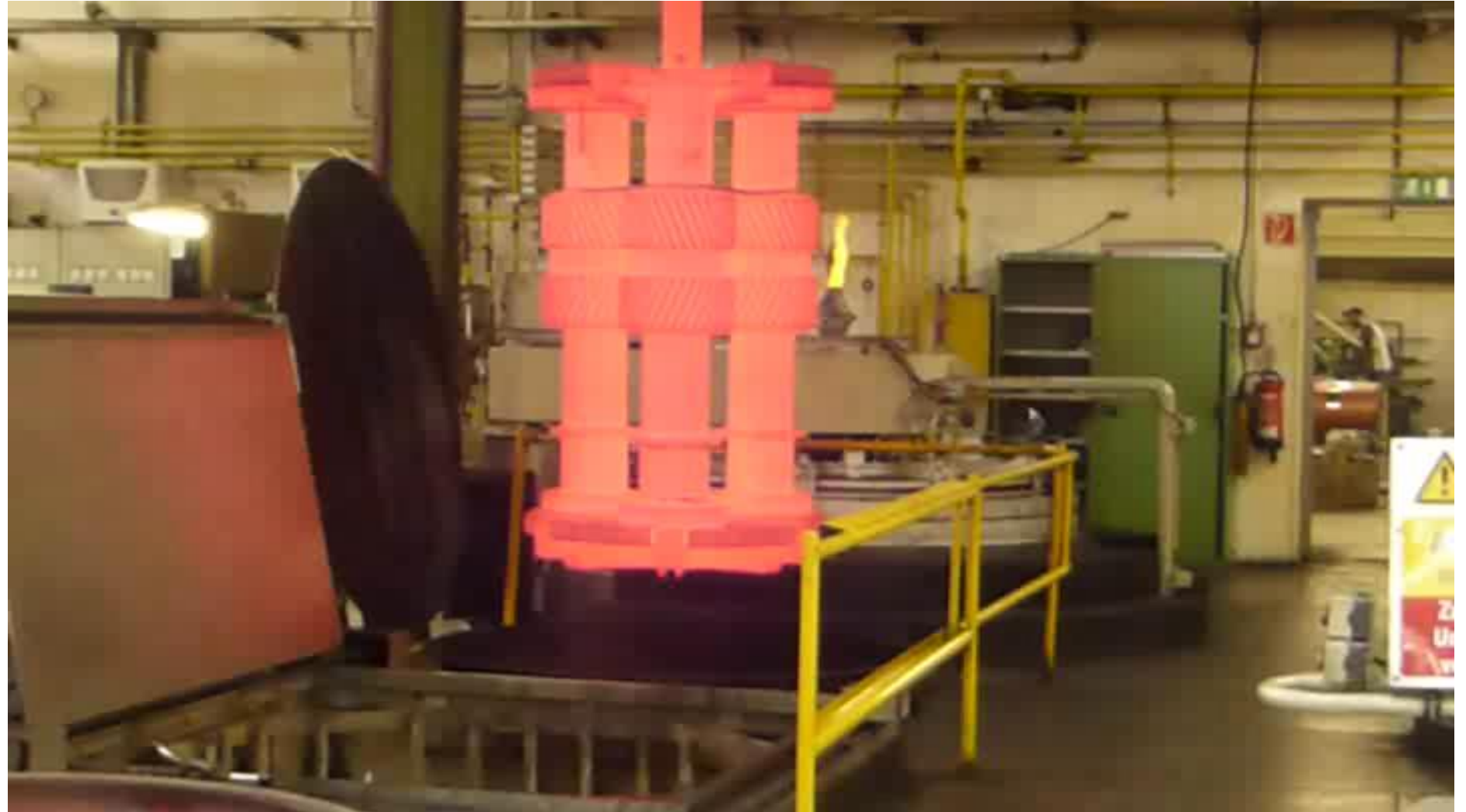
- Schwesterfirma der Schwebbau GmbH & Co. KG



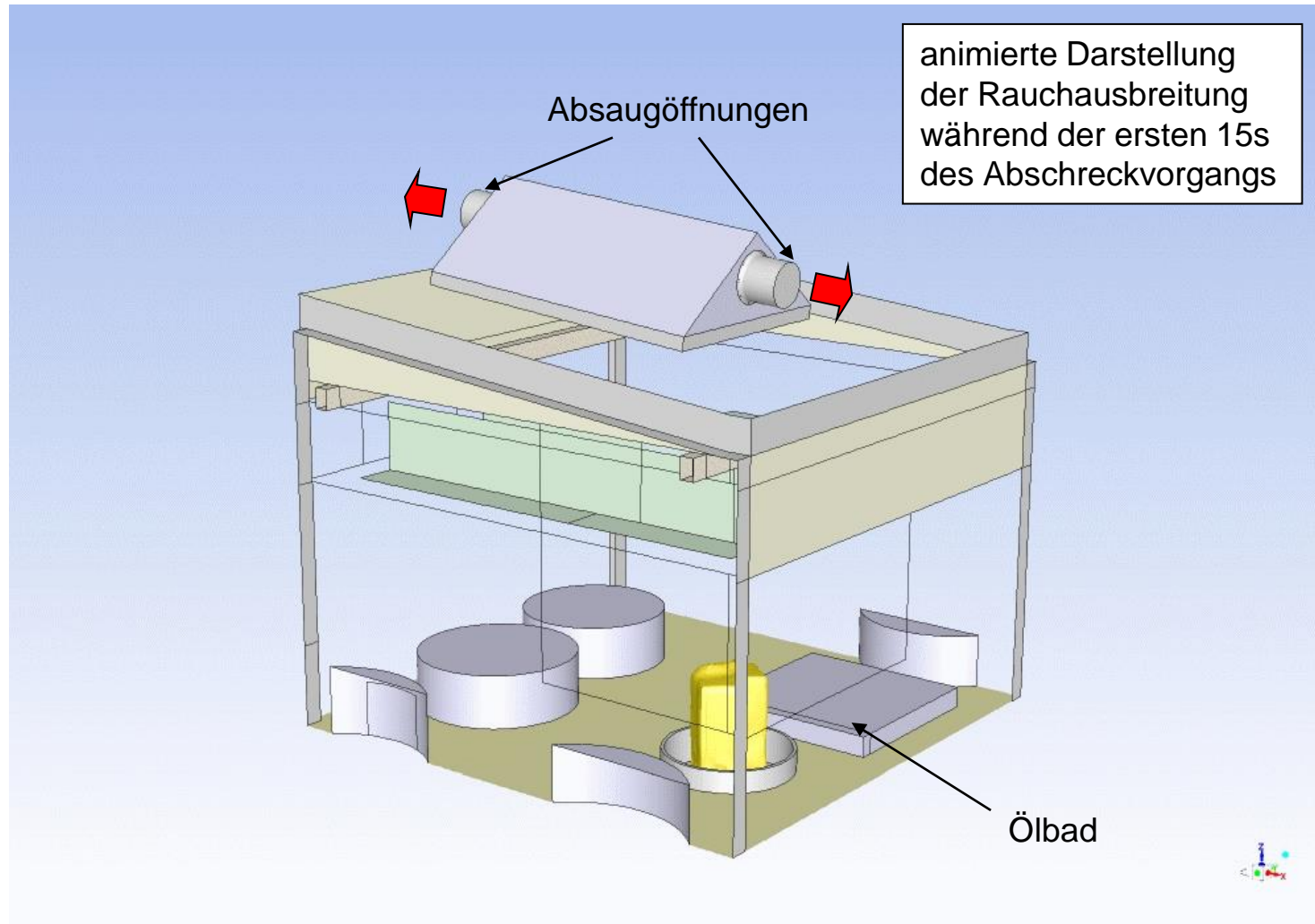
- Status: „Vor-“Planungsbüro (neutral, fabrikatsunabhängig)
5 Mitarbeiter
Langjährige Erfahrung in ausführenden Unternehmen (TGA)
Firmensitz: Stadthagen
gegründet: 2021

Abschrecken (Härten) im Ölbad

Erfassen
instationärer
Gefahrstoff-
Emissionen



CFD-Beispiel: Abschrecken im Ölbad



AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von Rauchemissionen beim Abschrecken von Bauteilen aus dem Härteofen im Ölbad

LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mittels dachintegrierter Erfassung (Wirbelhaube)

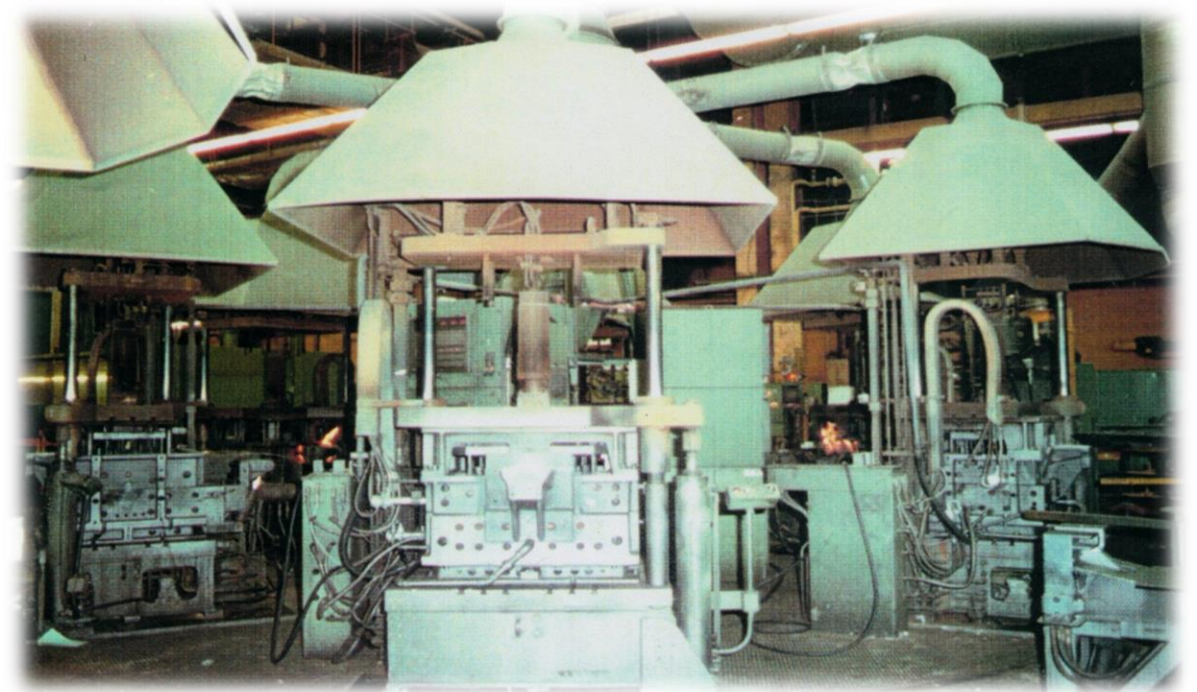
Abluft: 30.000 m³/h

VORTEILE

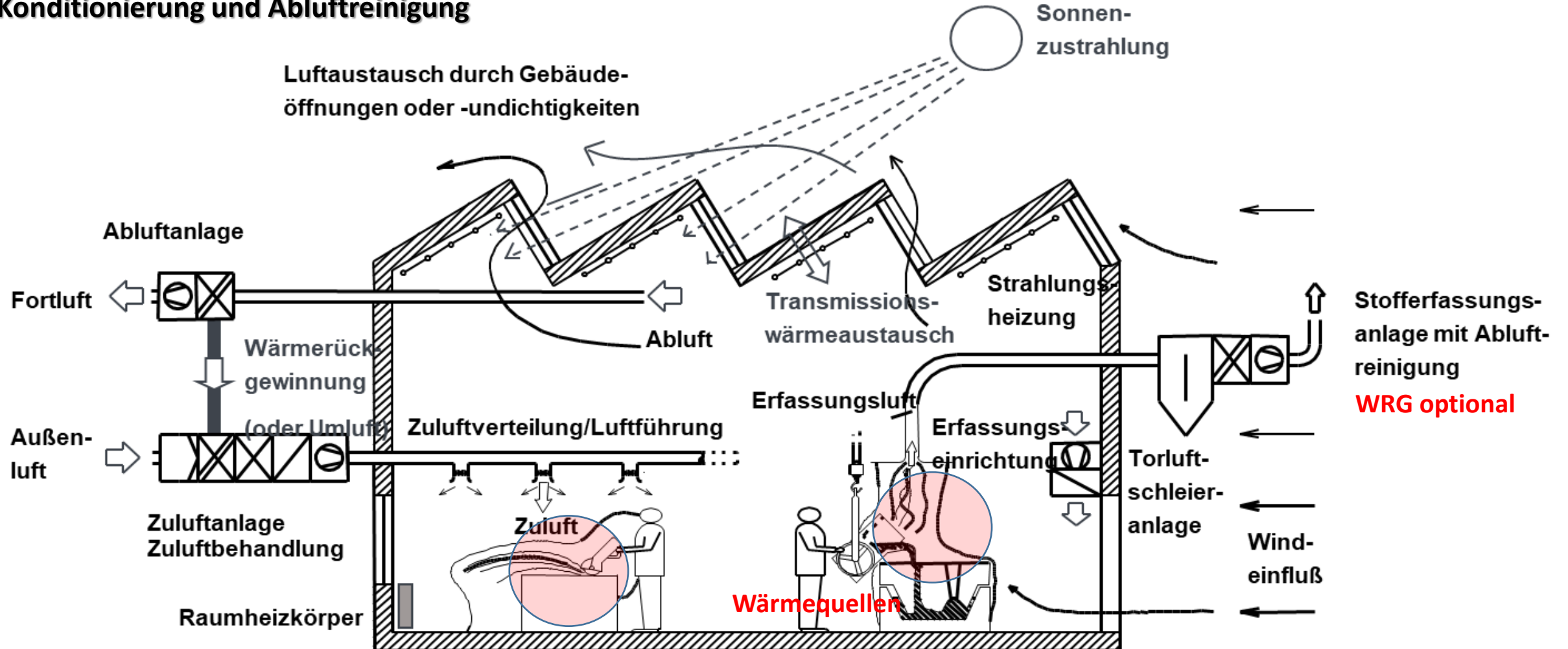
Erheblich verringerte Emissionen in die Halle, Validierung der Erfassungsfunktion vor Umbau mittels CFD

Für emissionsintensive Fertigungsverfahren bildet die **Lufttechnische IST-Aufnahme** die Basis für Planungs- und/oder Optimierungsleistungen, um die jeweiligen Emissionssituationen strömungstechnisch bewerten zu können in Abhängigkeit

- der Prozessabläufe
- der Prozessbedingungen
- der Anlagengeometrien
- der Hallenrandparameter
- der Zu- und Ablufteinrichtungen
- des Installationsortes, etc.



Übersicht: Einrichtungen zur Luftförderung, Konditionierung und Abluftreinigung



Methoden und Werkzeuge

Analytisch

- Vor-Ort-Messungen (Volumenströme, Drücke, Temperaturen, Luftgeschwindigkeiten)
- Orientierende Gefahrstoffmessungen („worst-case“)
- Handrechnungen
- Erfahrungswerte

Experimentell

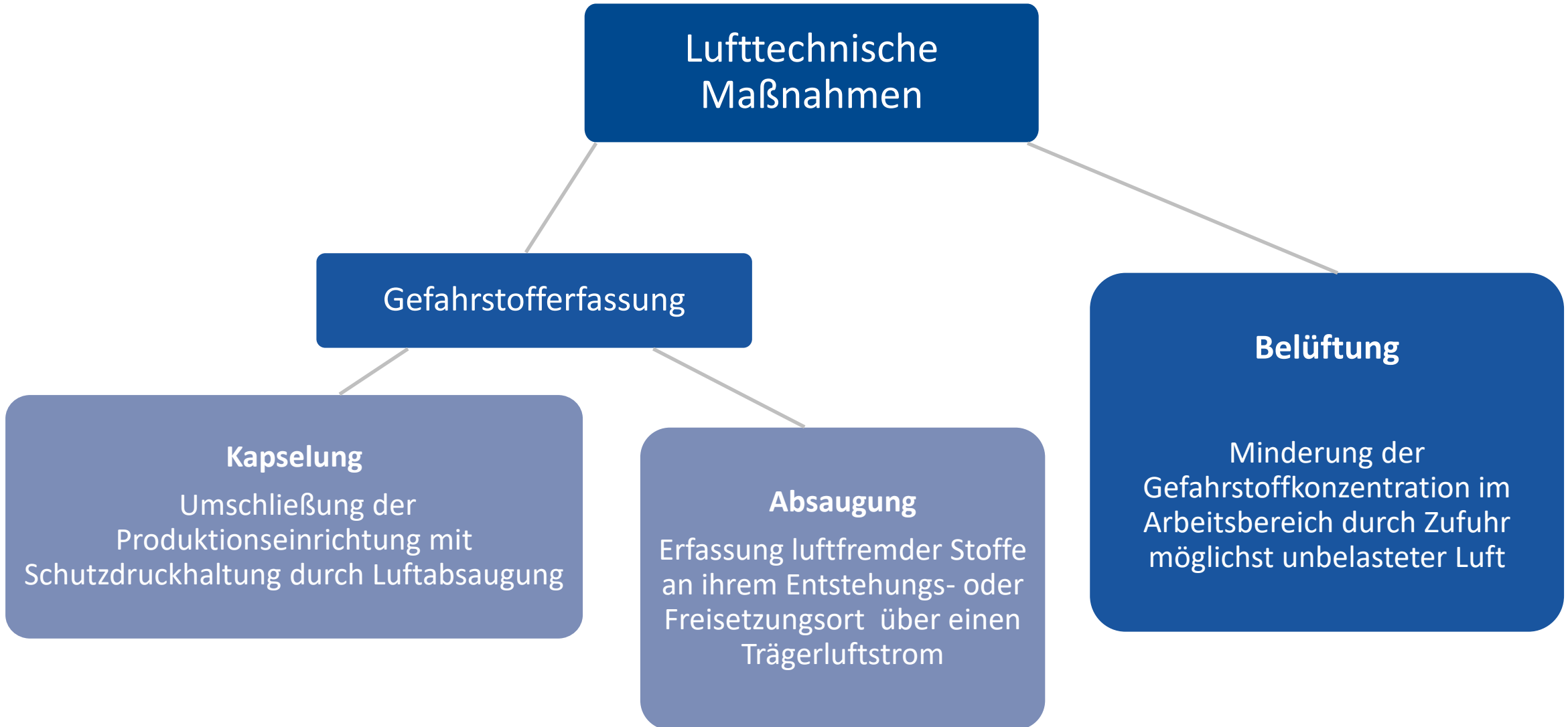
- Experimentelle Untersuchungen im Labor
- Strömungsvisualisierung (mit Rauch bzw. Nebel)

Einsatz von Softwarewerkzeugen

- Strömungssimulation (CFD-Simulation)
- *Thermische Gebäude- und Anlagensimulation*

Erforderliche UNTERLAGEN (Minimalanforderung):

- Zeichnungen (Schnitte, Aufsichten der Halle und der Produktionseinrichtungen als Papierexemplar oder als Datenfile (CAD))
- Fotodokumentation der Hallensituation (Überblick/Einzelfotos)
- Messberichte, BG-Berichte
- Anlagenbeschreibungen (z.B. der Ventilatoren mit Kennlinien etc.)
- Anlagendaten, Produktionsdaten
- Emissions- und Arbeitsplatzrichtwerte, Raumklimavorgaben etc.
- Sicherheitsdatenblätter
- Lufttechnik im Bestand (Daten, Kennlinien, Messberichte etc.)



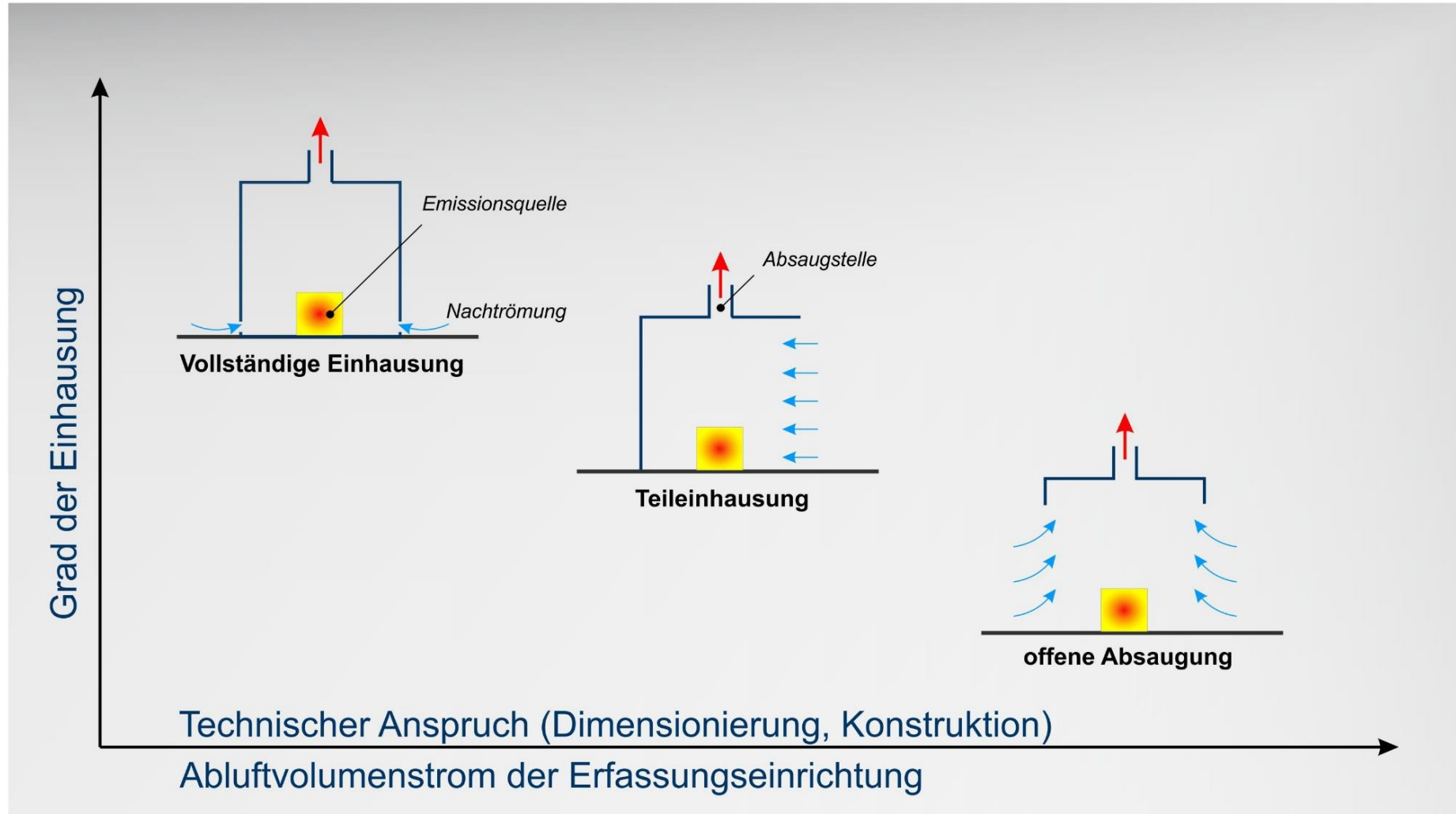
Lufttechnische Maßnahmen

GEFAHRSTOFF-ERFASSUNG und BELÜFTUNG: Ein wichtiges Miteinander:

- **Nachführen** der aus dem Raum entnommenen Erfassungsluft
- **Reduzieren der Restbelastungen** an nichterfassten luftfremden Stoffen
- **Einhaltung** von Anforderungen an das thermische Umfeld

Technische Grundlagen

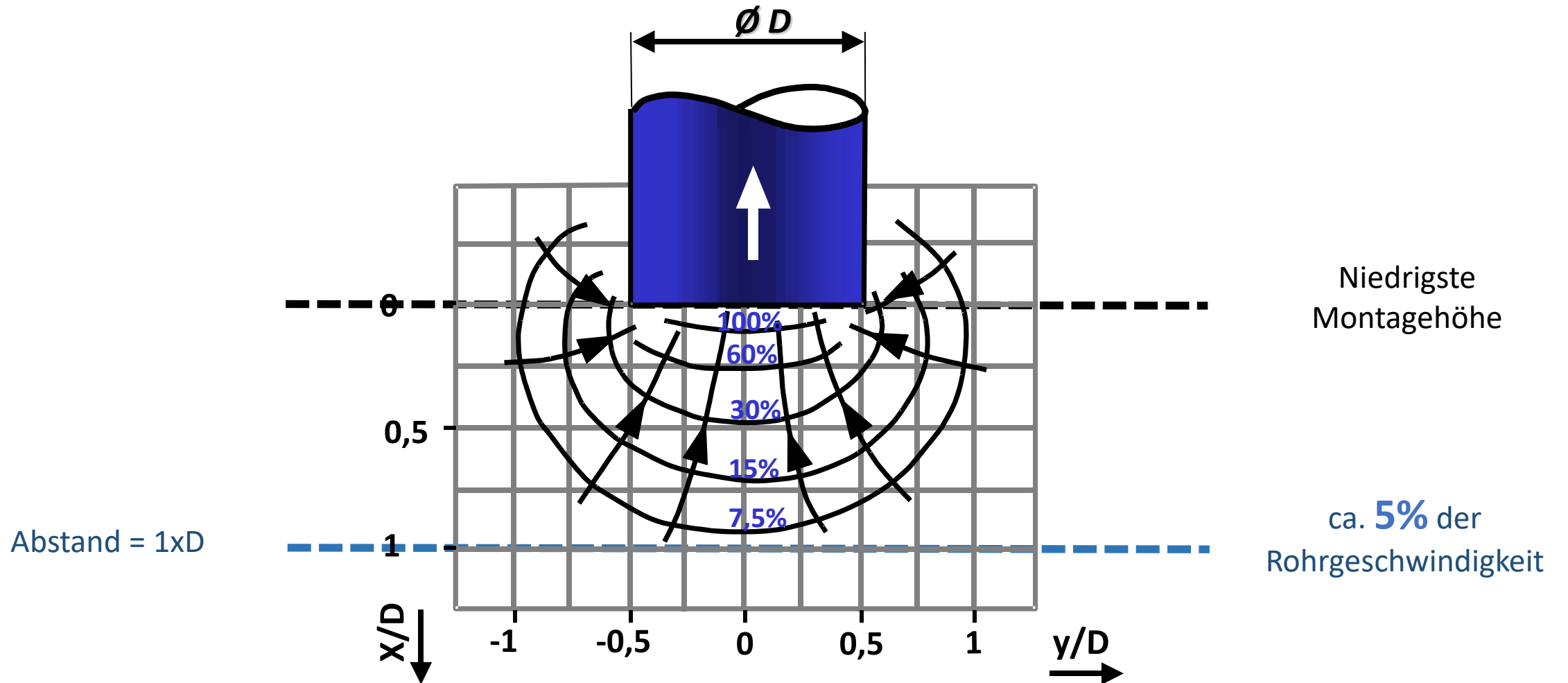
Anlagen zur Gefahrstofferrfassung





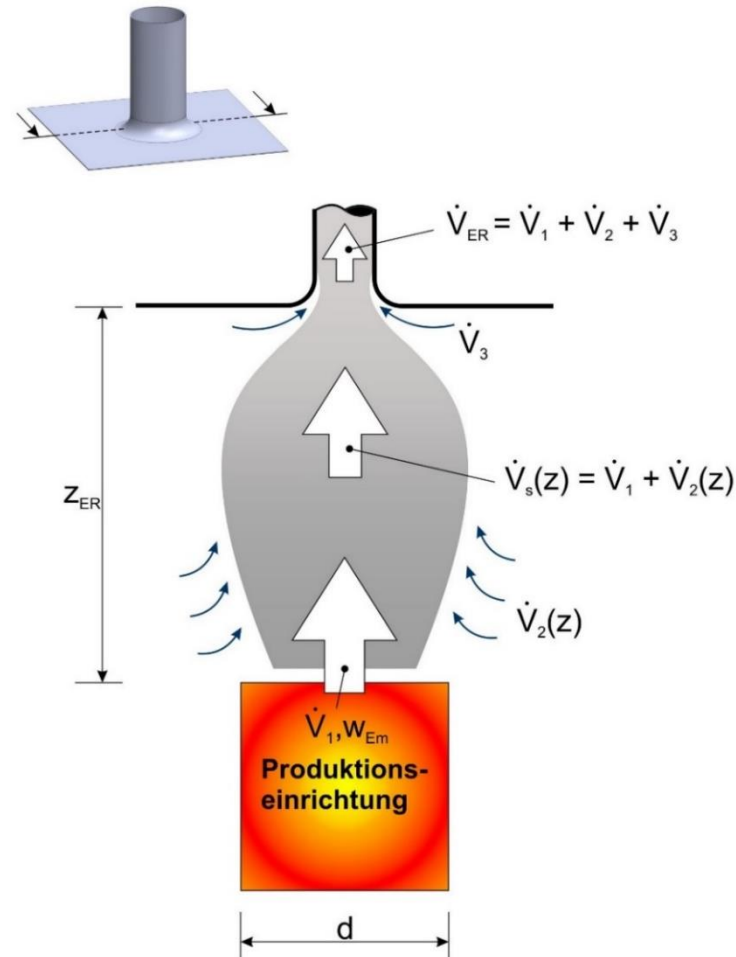
Technische Grundlagen

Geschwindigkeitsfeld vor einem Saugrohr



Technische Grundlagen

Düsenplatte - Volumenstrombilanzierung

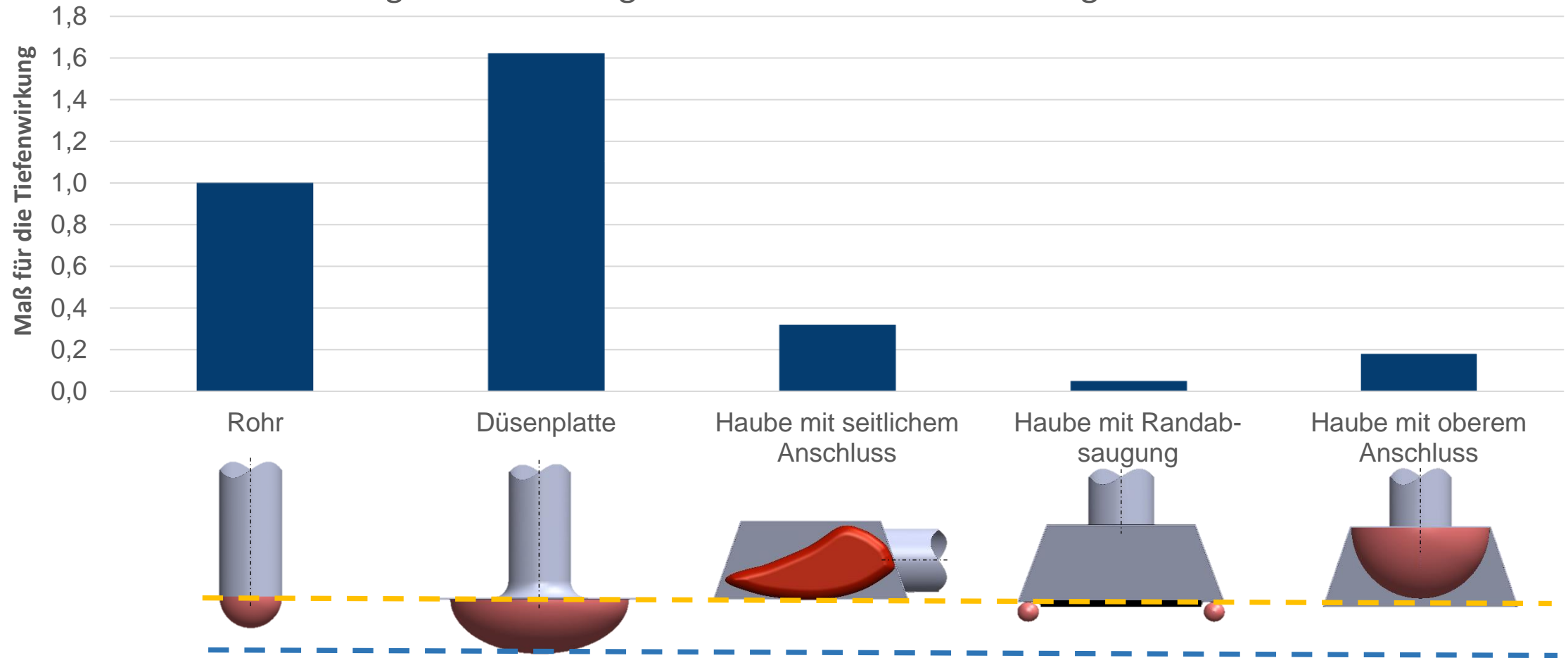


Formelzeichen

- \dot{V}_1 freigesetzter Emissionsvolumenstrom
- $\dot{V}_2(z)$ Induktionsluftstrom
- \dot{V}_3 unkontaminierter Umgebungsluftstrom
- $\dot{V}_s(z)$ kontaminierter Luftstrom
- \dot{V}_{ER} Erfassungsvolumenstrom
- d Durchmesser der Emissionsquelle
- w_{Em} Emissionsgeschwindigkeit bei $z = 0$
- z_{ER} Höhe des Erfassungselementes



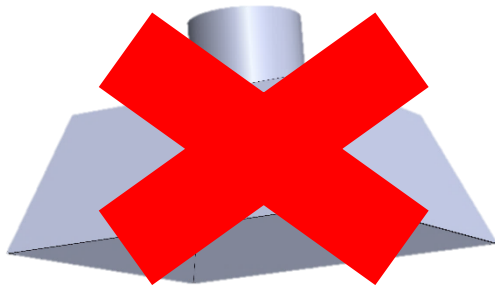
Vergleich des Gütegrades verschiedener Erfassungselemente



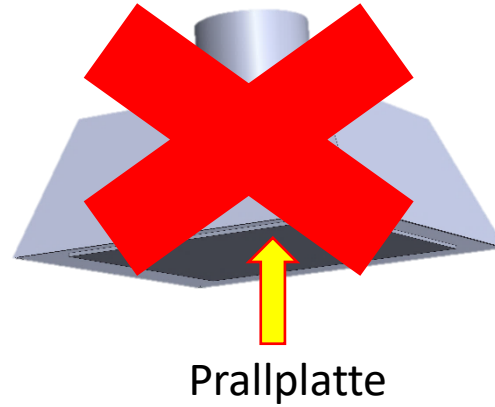
Technische Grundlagen

Erfassungselemente für punktförmige Quellen

Trapezförmige Haube



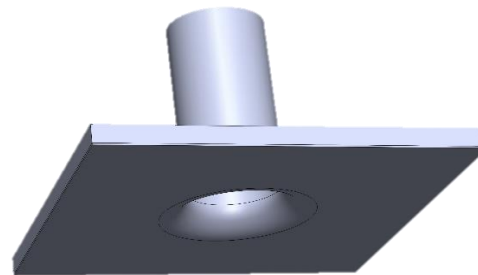
Haube mit Randabsaugung



Trichterförmige Haube



Düsenplatte



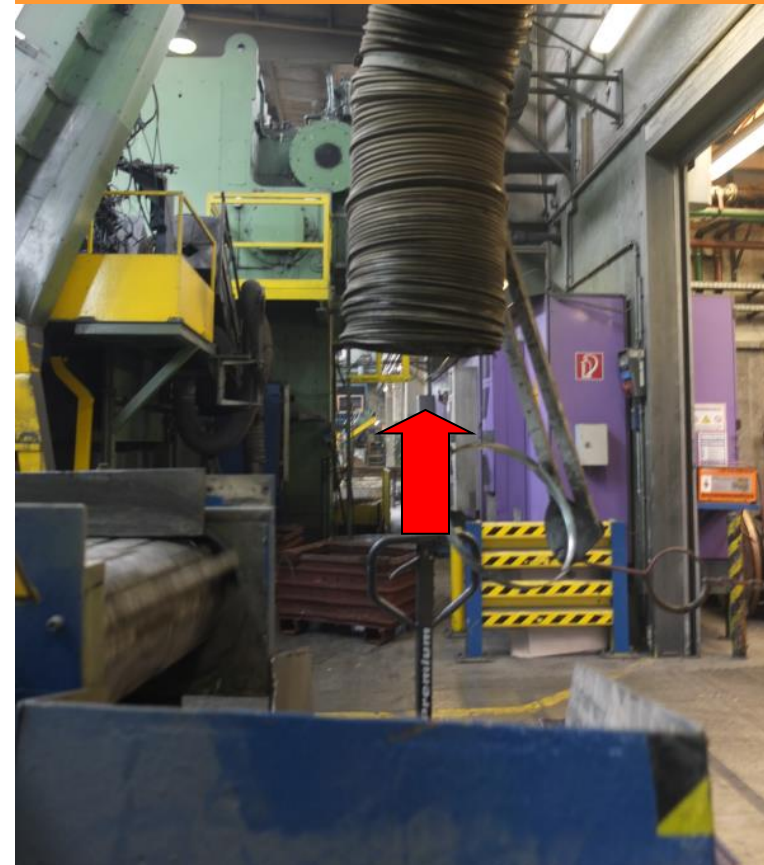
Fallbeispiel: Was ist hier problematisch?

- In Strömungsrichtung hinter den Kanten bilden sich stehende Luftwirbel aus (Strömungstotbereich), der wirksame Absaugquerschnitt wird dadurch meist erheblich reduziert
- Erhöhter Druckabfall
- Ggf. Geräuschentwicklung
- Minderung der Absaugleistung
- Bildung von Ablagerungen im Strömungstotbereich (insbesondere bei klebrigen Substanzen)

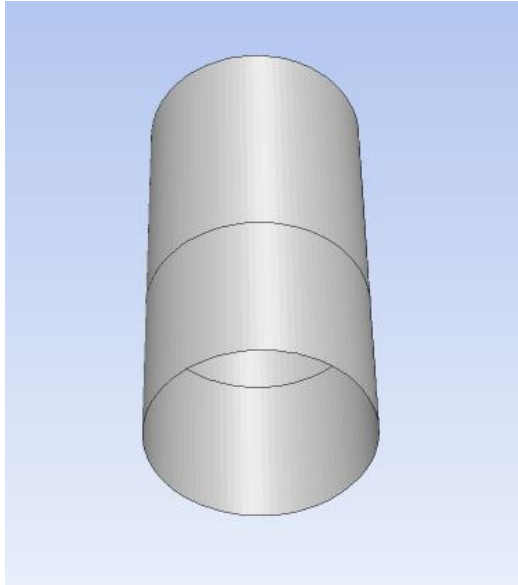
Wie geht es besser?

**Einsatz strömungsoptimierter
Erfassungselemente
z. B. Düsenplatte**

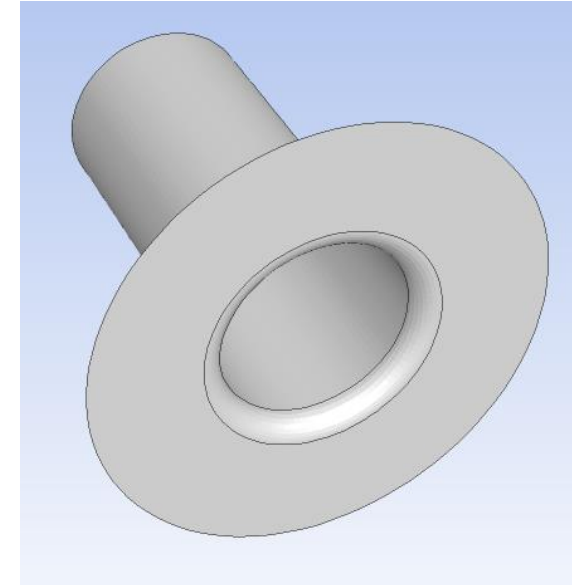
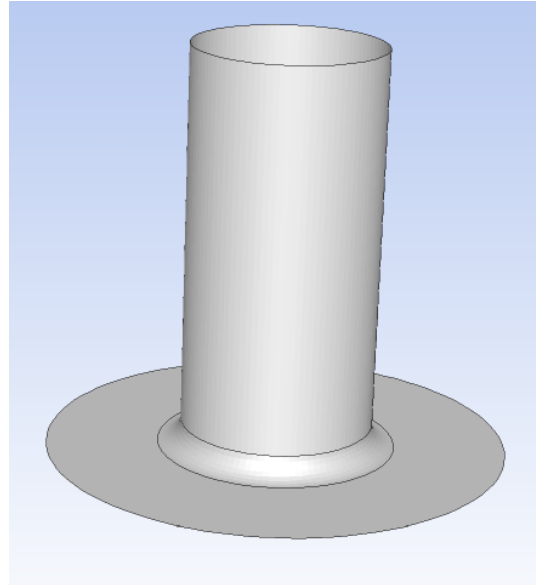
Scharfkantige Absaugöffnungen, „Ziehharmonika“-Schlauch



freie Absaugöffnung

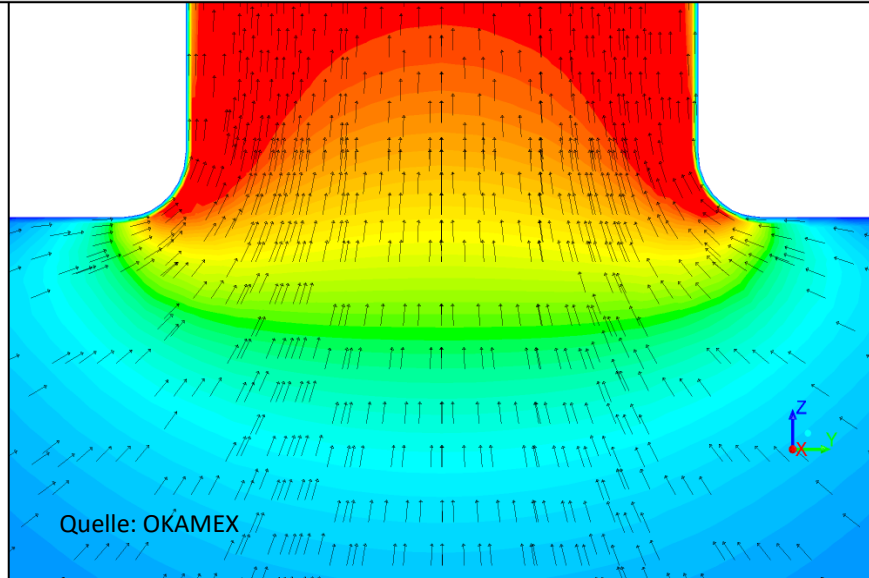


Düsenplatte



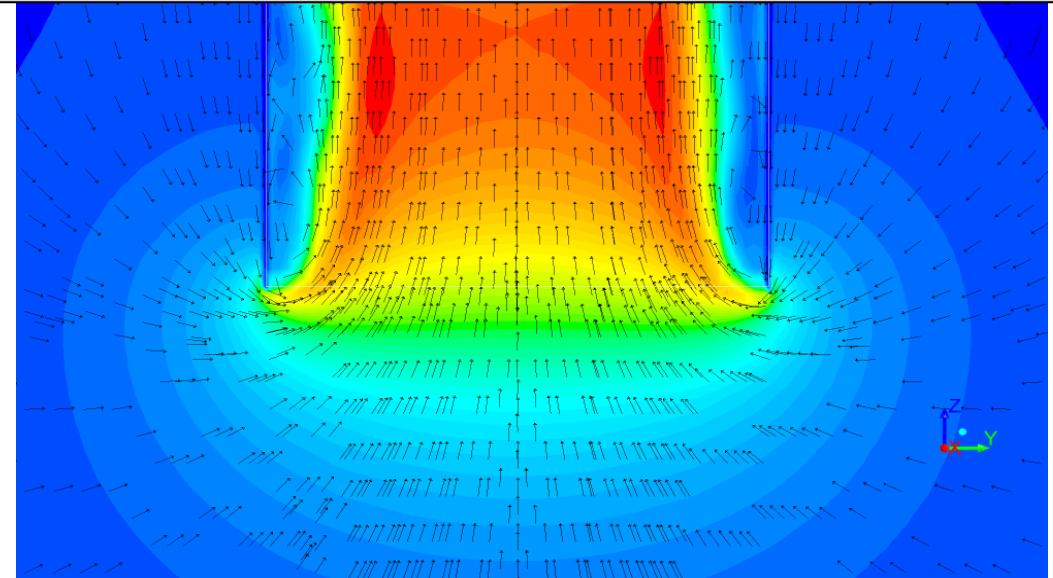
Durchmesser: \varnothing 250 mm
Erfassungsluftstrom: 3.500 m³/h
Mittlere Erfassungsgeschwindigkeit: 20 m/s

Düsenplatte

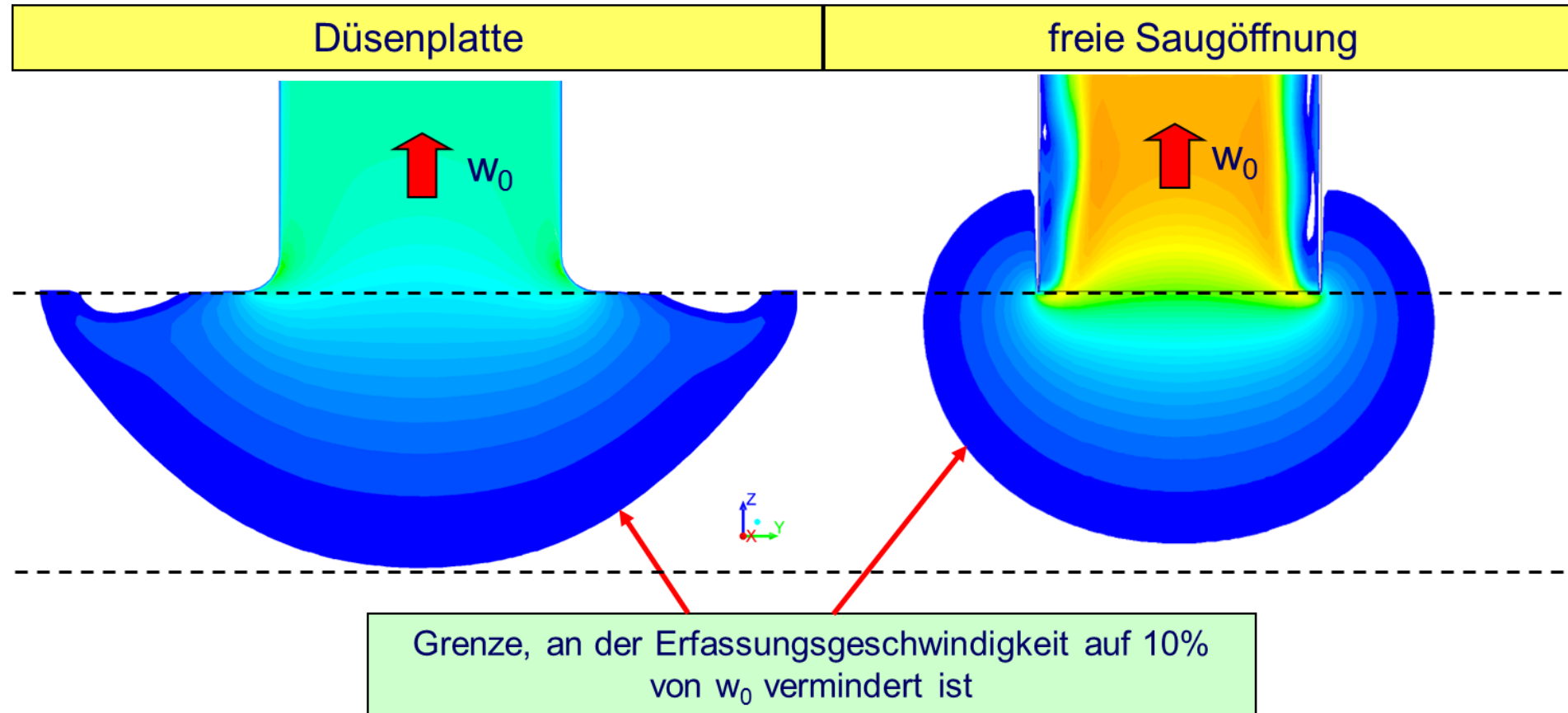


- Stromlinien verlaufen störungsfrei
- Ungehinderte Erfassungsleistung
- Erfassungswirkung auch in radiale Richtung

freie Saugöffnung



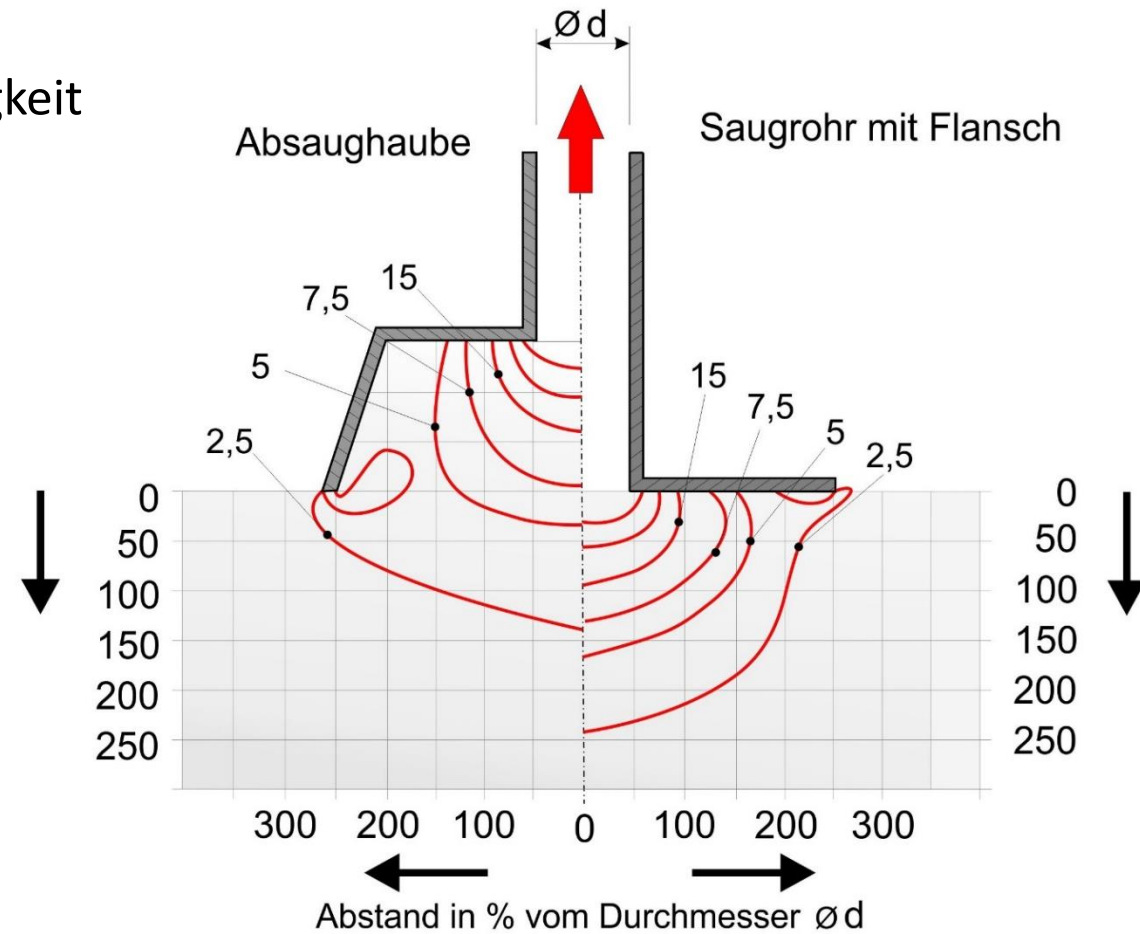
- Ausbildung von Wirbeln hinter der Absaugöffnung
- dadurch erhöhter Druckabfall und verminderte Erfassungsleistung



- Druckabfall: 250 Pa (bei $w_0 = 20$ m/s)
- Energiebedarf: 2.600 kWh el./a

- Druckabfall: 470 Pa (bei $w_0 = 20$ m/s)
- Energiebedarf: 4.900 kWh el./a

Linien gleicher Luftansauggeschwindigkeit (Isotachen) in % der Strömungsgeschwindigkeit im Rohr



Ausführungsbeispiele

Düsenplatte



Ausführungsbeispiele

Düsenplatte



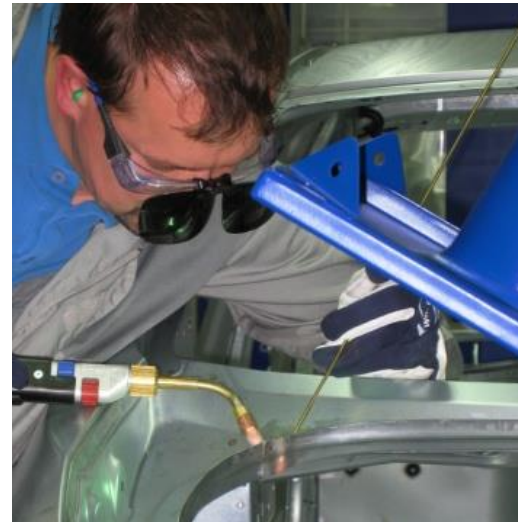


AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von Staubemissionen beim Abfüllen von Pulverlacken

LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mittels Düsenplatten



AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von Rauchemissionen beim Nachlöten von Blechverbindungen

LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mittels höhenverstellbarer Düsenplatten

Ausführungsbeispiele

Düsenplatte



AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von Rauchemissionen beim Nachlöten von Blechverbindungen

LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mittels höhenverstellbarer Düsenplatten





AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von Rauchemissionen
beim Schmelzen von Messing

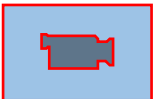
LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mittels
Düsenplatte (schwenkbar)

Abluft: 15.000 m³/h

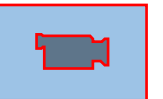
Ausführungsbeispiele

Konventionelle Haube (vor Umbau)



Ausführungsbeispiele

Düsenplatte nach Umbau



LKW-Beladung (Schlackematerial) mittels Radlader

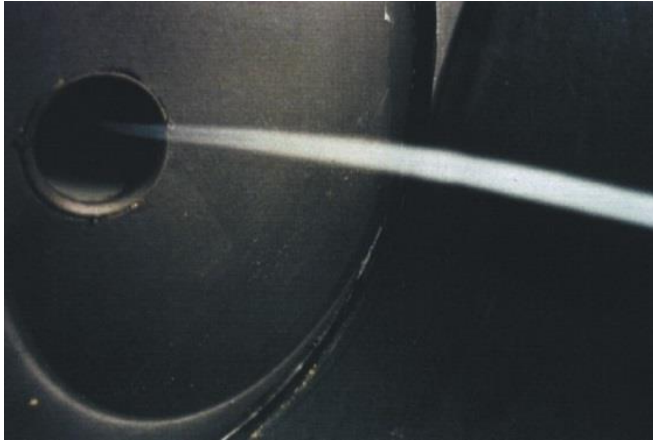


Ohne Erfassungstechnik

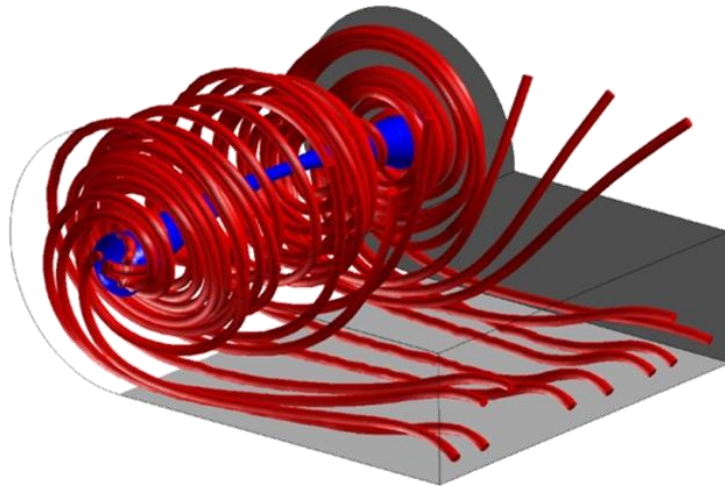


Effiziente Stauberfassung mittels Düsenkanal

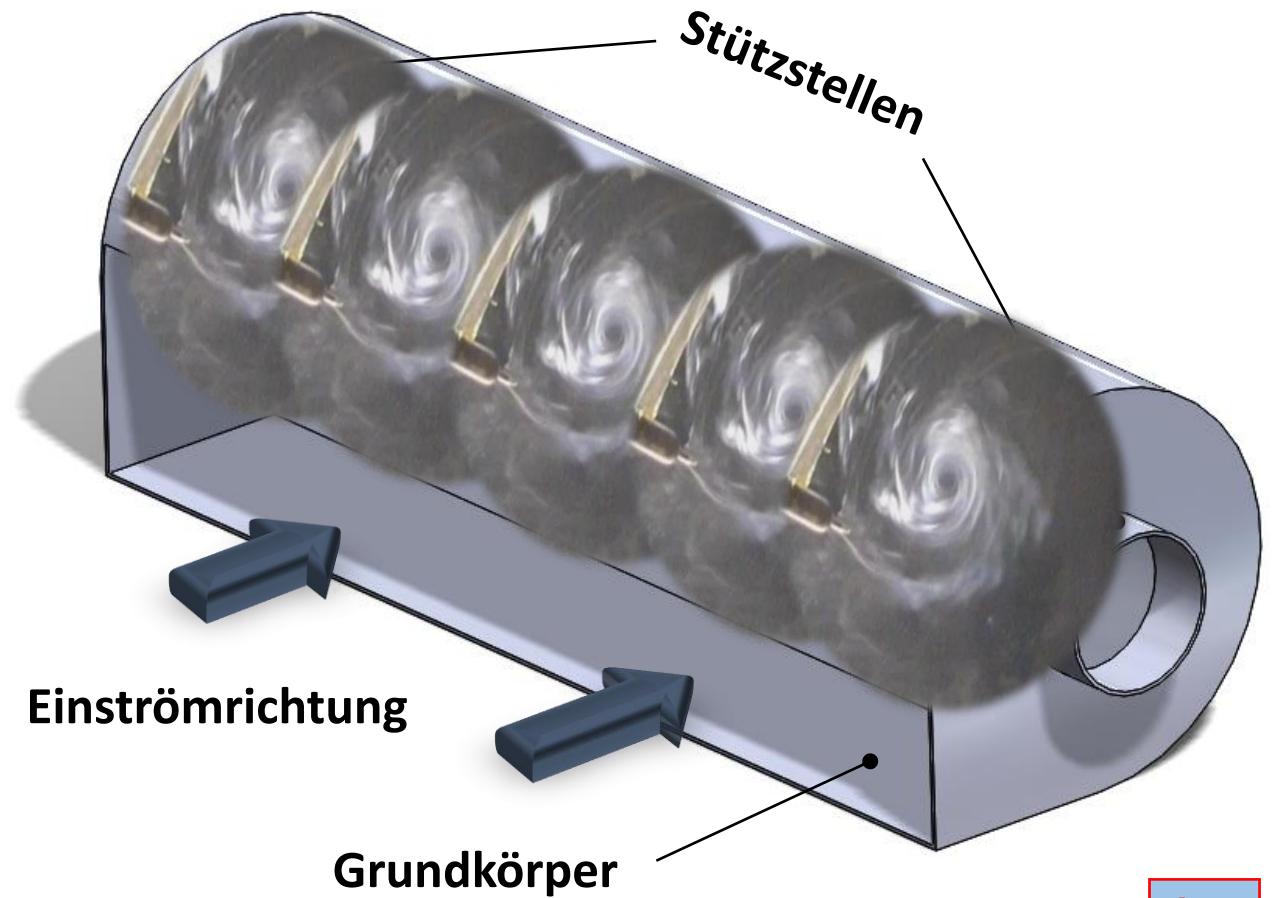




Kernfaden
(Kern des Wirbels)



Strömungslinien
(CFD Simulation)



Technische Grundlagen

Wirbelabsaugung





AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von Dieselabgasen bei der
Wartung von ICE-Zügen

LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mit
Wirbelhauben im Dachbereich
oberhalb der Abgasstutzen



AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von Staubemissionen beim Befüllen an Feststoffmischstationen



LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mit umlaufender Wirbelhaube (GMP-Ausführung)



AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von thermischen Lasten einer Bilsterfolienherstellung; diffuse Gefahrstoffemissionen (Gase, Aerosole etc.)

LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mittels Wirbelhaube



AUFGABENSTELLUNG

Erfassen von Rauchemissionen beim Schmelzen von Gusseisen

LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mittels dreiseitig umlaufender Wirbelhaube

Ausführungsbeispiele

Wirbelabsaugung



Ausführungsbeispiele

Wirbelabsaugung



AUFGABENSTELLUNG

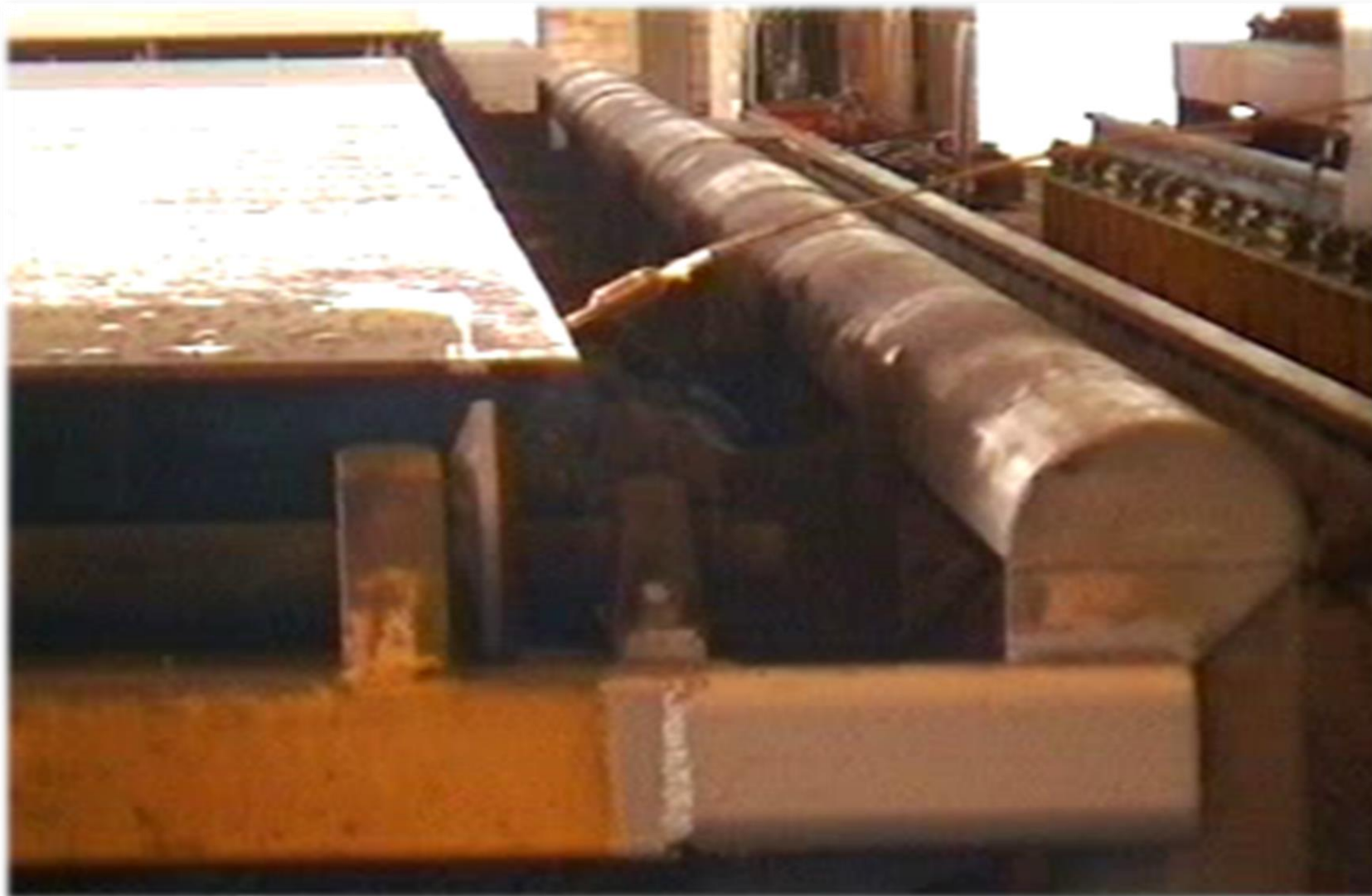
Erfassen von Staub-emissionen beim Brenn-schneiden verzinkter Stahlplatten

LÖSUNG

Erfassung der Emissionen mittels Wirbelhaube an den Außenseiten und Blasstrahl an den Innenseiten

Ausführungsbeispiele

Wirbelabsaugung



Ausführungsbeispiele

Wirbelabsaugung - Entrauchung



AUFGABENSTELLUNG

Entrauchung von Kofferbändern bei niedriger Raumhöhe zur Gewährleistung einer rauchfreien Schicht (Fluchtweg)

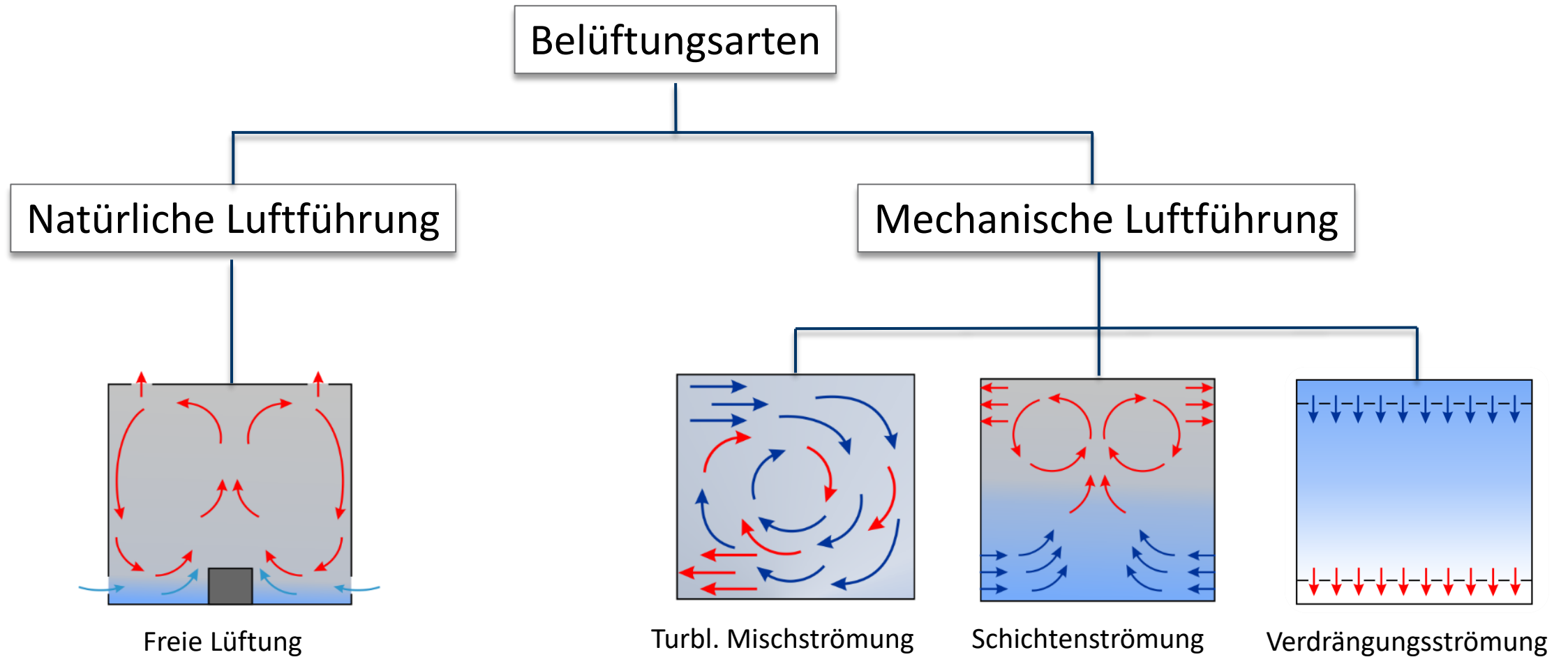
LÖSUNG

Erfassung von Rauchgasemissionen über Wirbelhauben (doppelseitig, ca. 40m Länge)

Ausführungsbeispiele

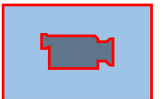
Wirbelabsaugung - Entrauchung





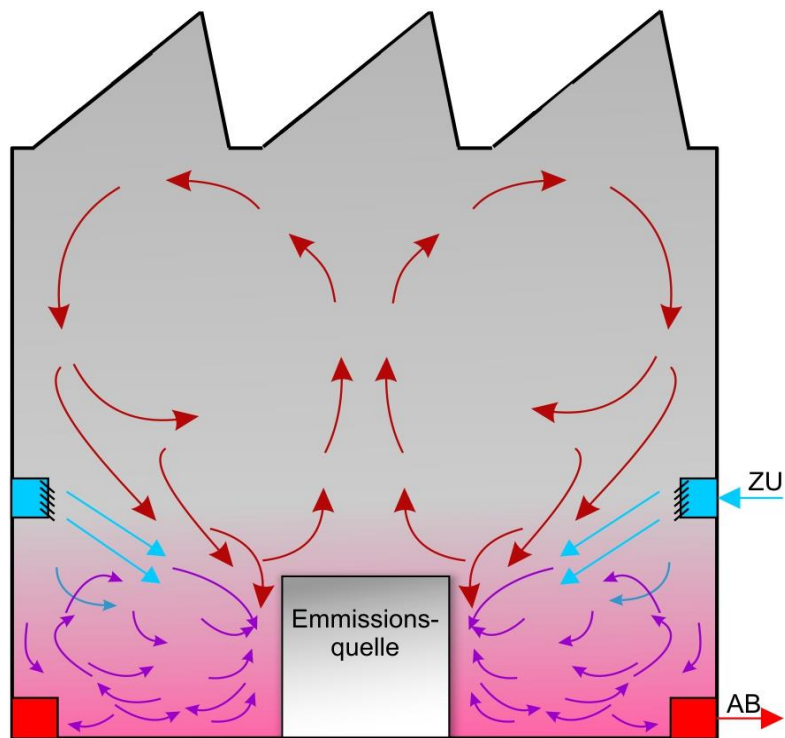
Technische Grundlagen

Mischlüftung mit impulsbehafteter Luftzufuhr

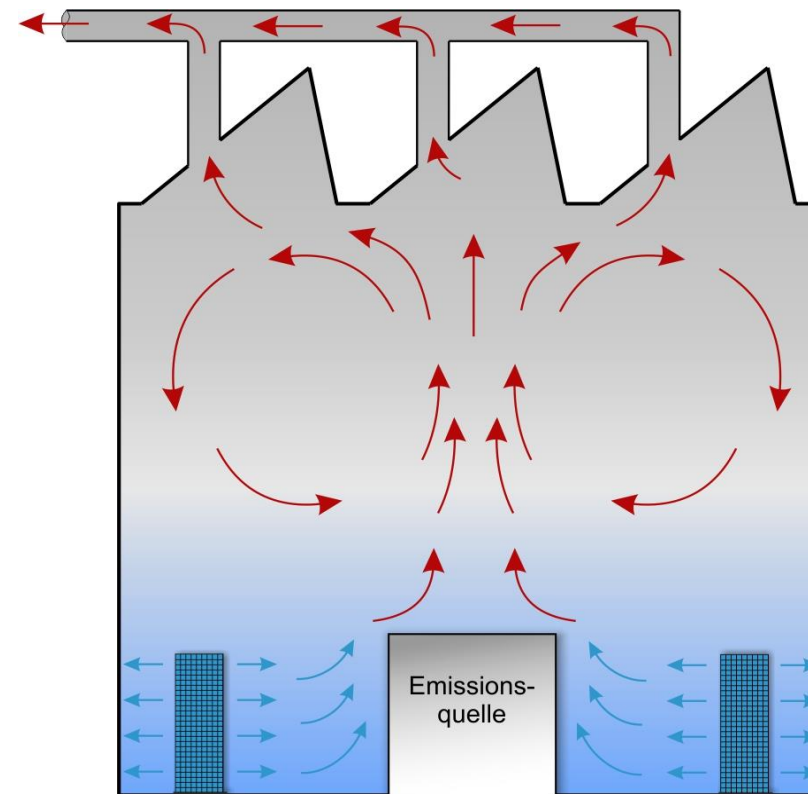


Technische Grundlagen

Schichtenströmung – Anordnung der Luftauslässe



Induktive Zuluftführung
Anordnung in 3,0 m

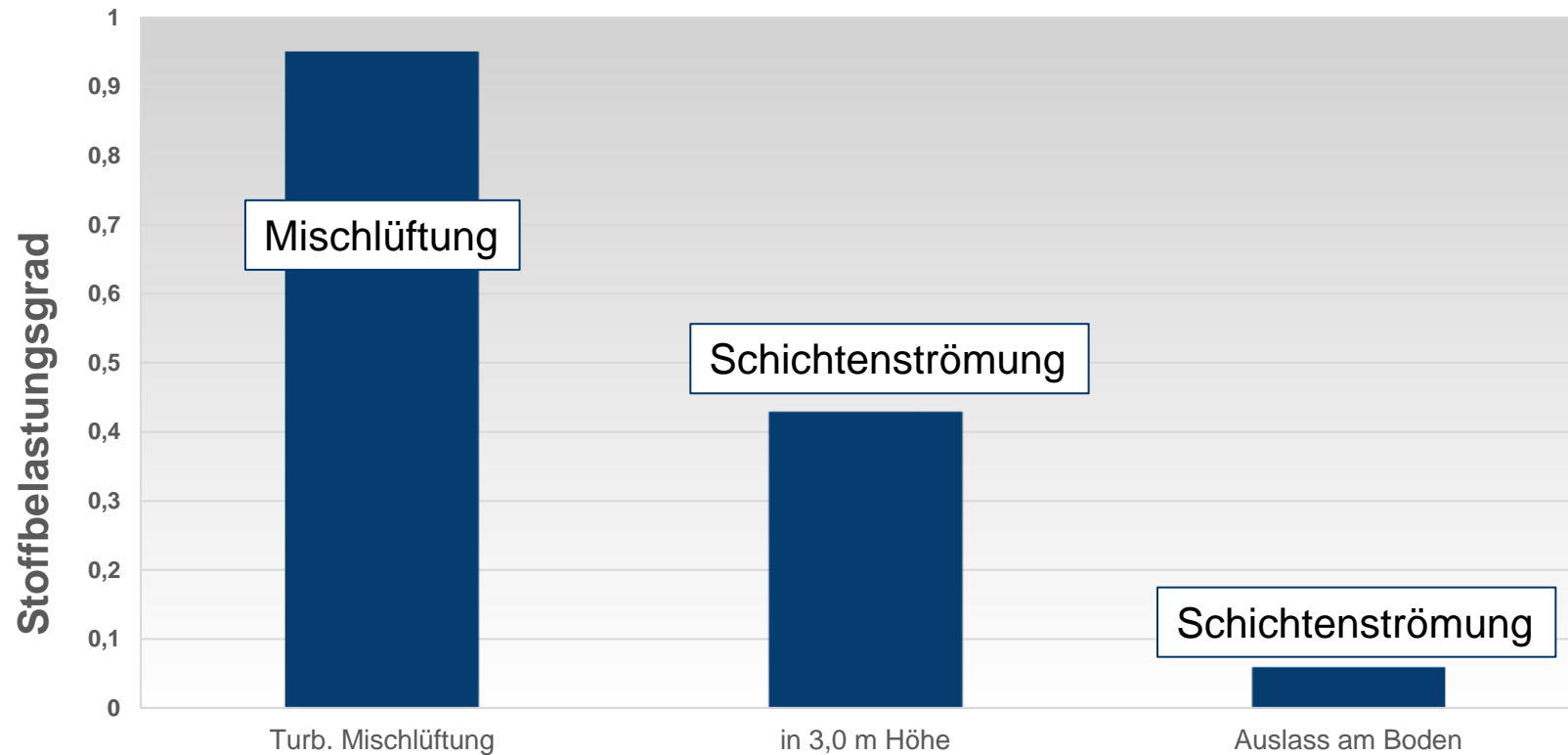


Schichtenströmung
Anordnung bodennah

Technische Grundlagen

Stoffbelastungsgrad – Vergleich (I)

$$\text{Stoffbelastungsgrad} = \frac{\text{Gefahrstoffkonzentration am Arbeitsplatz}}{\text{Gefahrstoffkonzentration in der Abluft}}$$



Luftdurchlässe zur Realisierung einer Zuluftanlage nach dem Prinzip der Schichtenströmung

Impulsarme Luftzufuhr

Großflächiger Luftaustritt mit niedrigen Luftgeschwindigkeiten durch geometrisch unbestimmter Austrittsgeometrie

Bauarten

- Schichtluftdurchlass
- Textilschlauch-Luftdurchlass



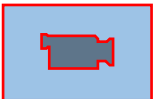
Technische Grundlagen

Schichtenströmung - Umsetzungsbeispiel



Optimierungsempfehlungen Zuluft einbringung - Beispiel Überkopfauslass

Ausströmgeschwindigkeit ca. 0,3 m/s



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Schweerbau Air & Energy GmbH

Mail: info@sb-ae.de
Tel.: +49 5721 7804 848
Fax: +49 5721 7804 850

Schweerbau Air & Energy GmbH
Industriestraße 12
31655 Stadthagen

www.schweerbau-ae.com