



Sujet de la présentation :

Risikobasierter Luftwechsel

Par :

Dr. Lex Winandy (Dr. Heinekamp Labor- und Institutsplanung GmbH)

Présentée lors de la journée de la sécurité dans la fonction publique du 13 juillet 2023 au Centre militaire Härebiërg

Avertissement :

Les supports des présentations sont mis à disposition dans le cadre de la journée JSFP2023, et ce, uniquement pour information. Les contenus représentent seule la vue des présentateurs et n'engagent pas la responsabilité du service national de la sécurité dans la fonction publique. Seuls les normes actuelles et les textes réglementaires et légaux font foi.

Propriété intellectuelle :

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments des supports de présentation peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues.



Nous vous remercions de ne pas imprimer ce support afin de nous soutenir dans nos objectifs sociaux et environnementaux.



Die Fachleute für Laborplanung und Reinraumtechnik

Geistiges Eigentum der Labor- und Institutsplanung dr.heinekamp GmbH.
Das unerlaubte Kopieren und die unbefugte Vervielfältigung sowie
Weitergabe sind nicht erlaubt



dr. heinekamp

Labor- und Institutsplanung GmbH



Journée sécurité FP 2023

Risikobasierte Laborlüftung

Grundsatzüberlegungen zur Laborlüftung und Energieoptimierung

13. Juli 2023 - Journée sécurité dans la fonction publique

Dr. Lex Winandy

Luftführungssysteme

Verdrängungslüftung

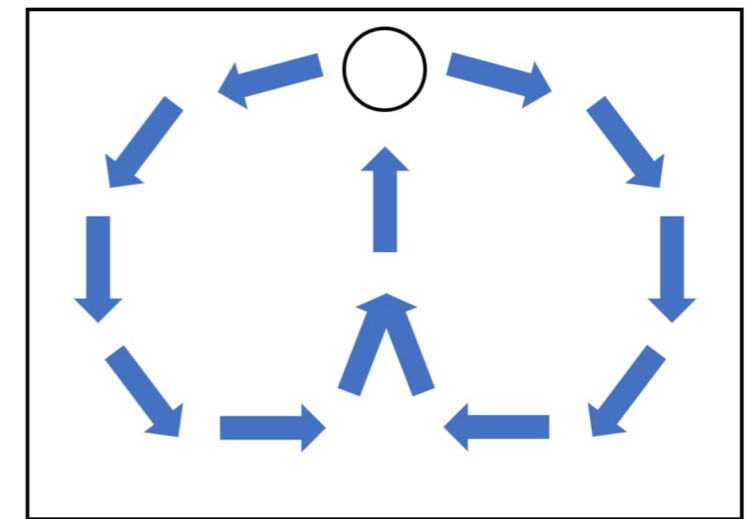
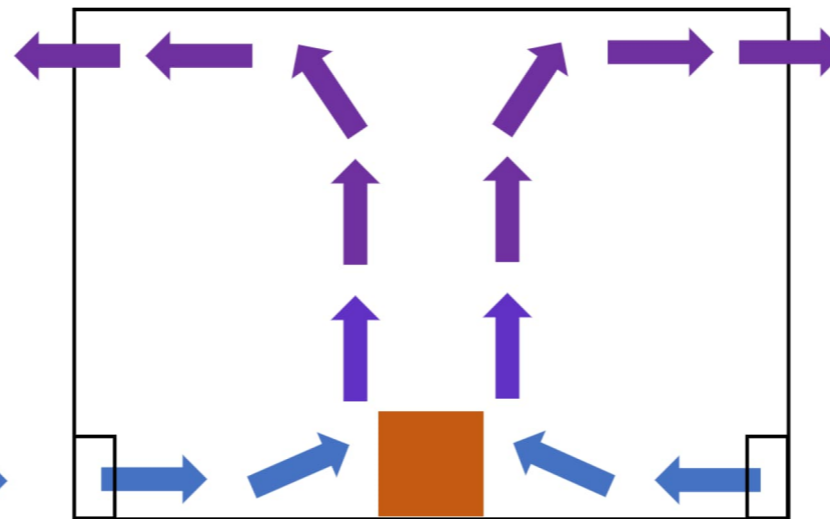
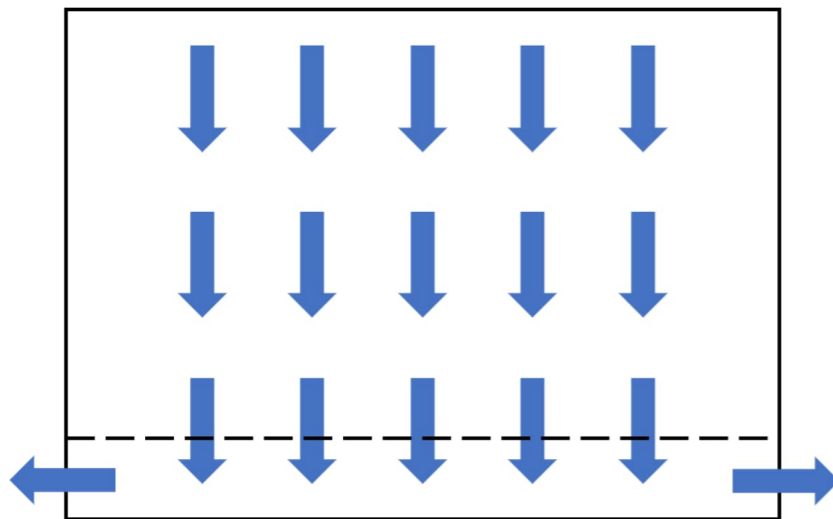
z.B.: - Seziertische
- Reinräume

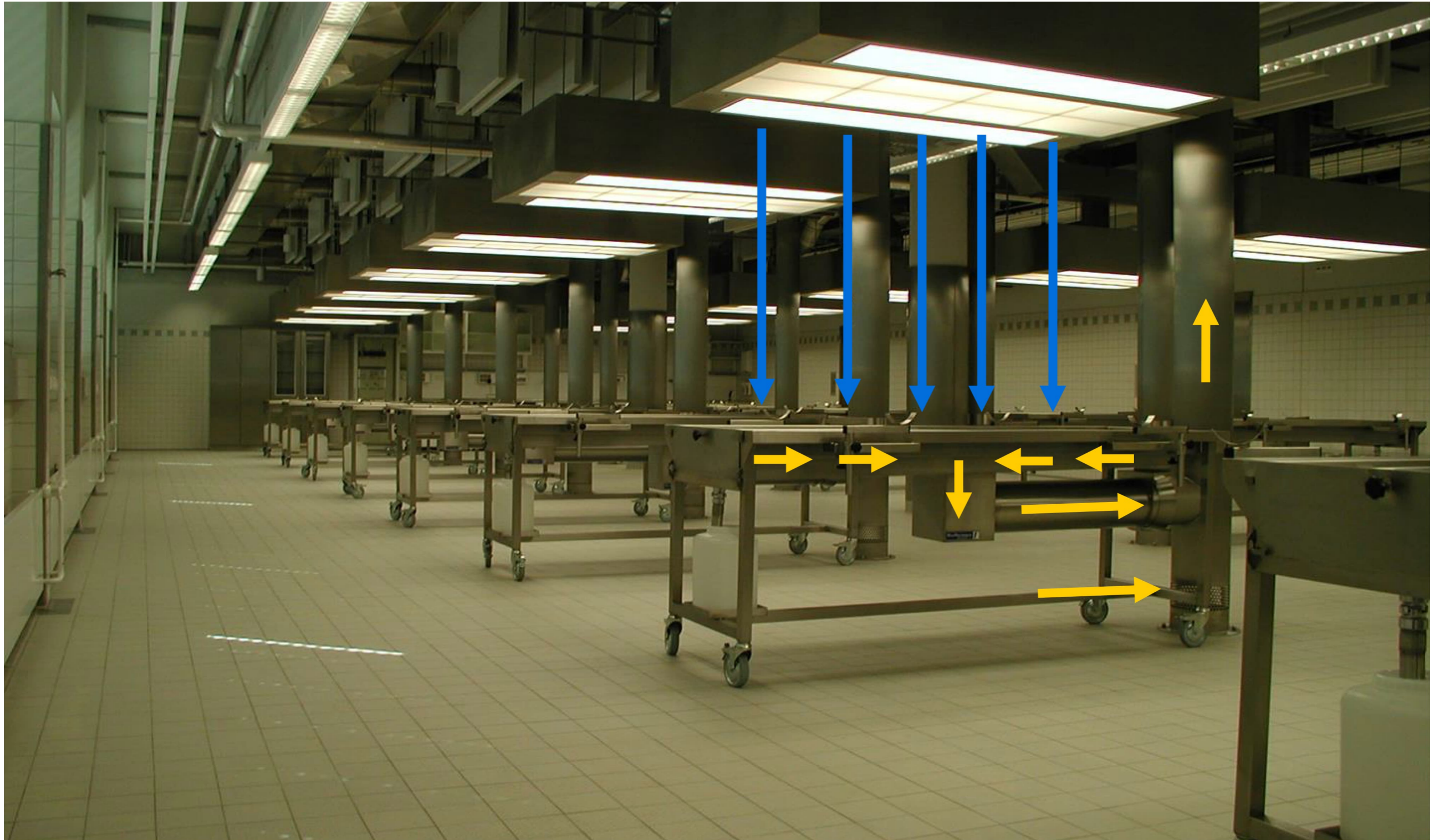
Quelllüftung

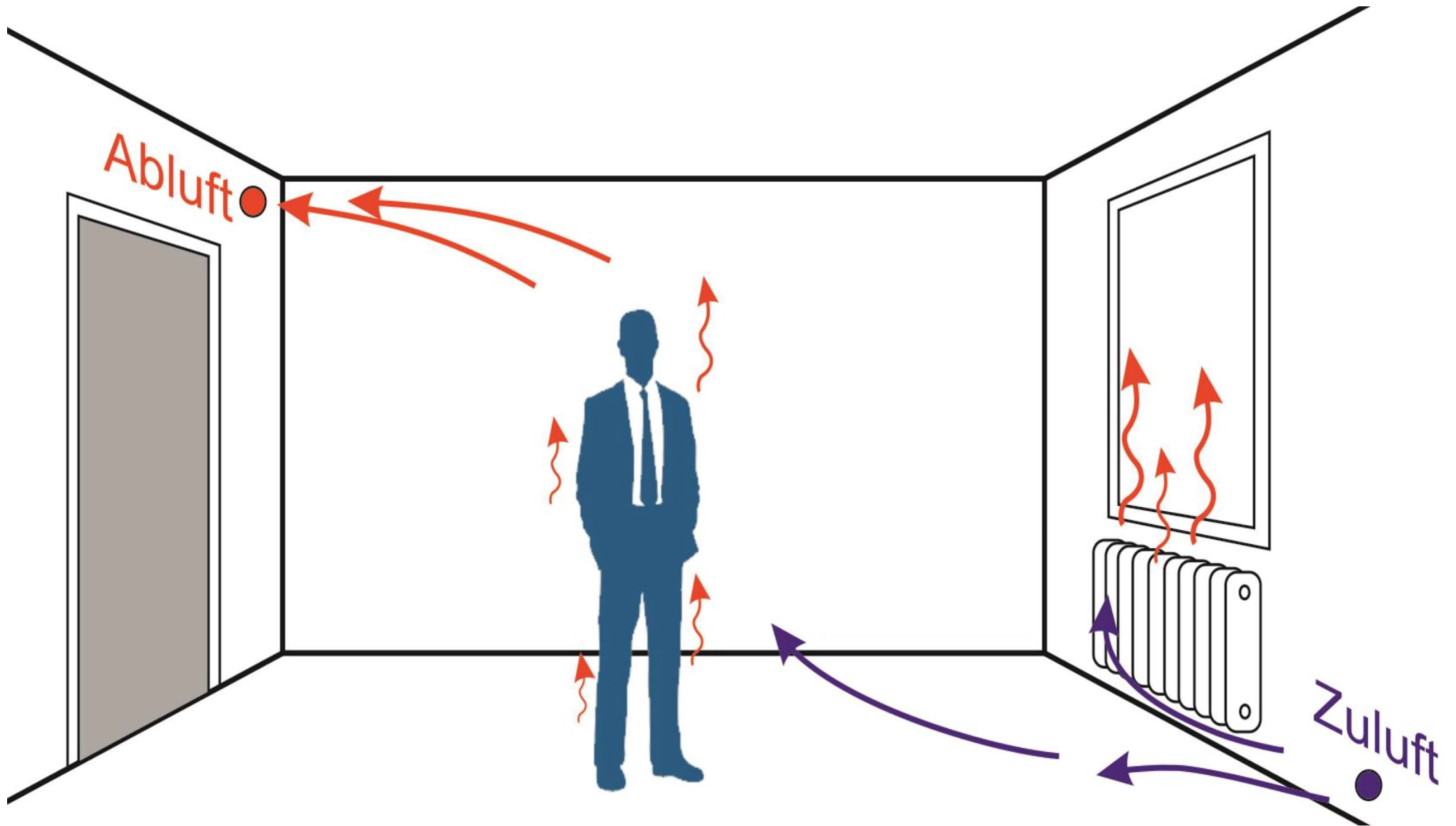
z.B.: - TEM/AFM-Räume

Mischlüftung

z.B.: - Laborlüftung







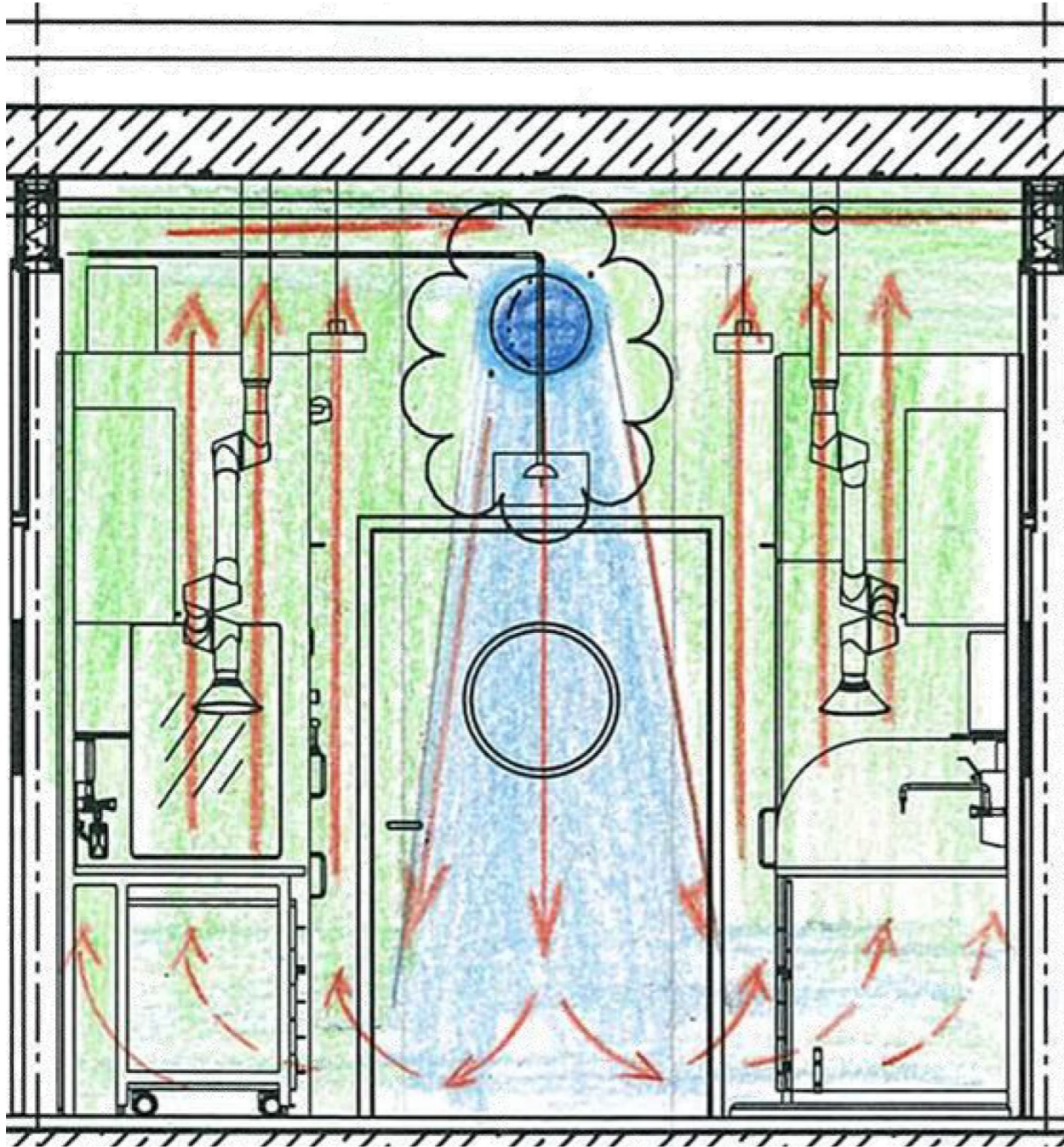
Mischlüftung / Verdünnungslüftung - Drallauslass in Zu- und Abluft



Mischlüftung / Verdünnungslüftung - Textilauslass in Zuluft



Mischlüftung / Verdünnungslüftung - Textilauslass in Zuluft



**Einbringung Zuluft mit Untertemperatur
→ der Impuls ist die Schwerkraft**



Luftbringung mit Textilschlauch

- Zulufttemperatur 19 °C
- Raumtemperatur 21 °C

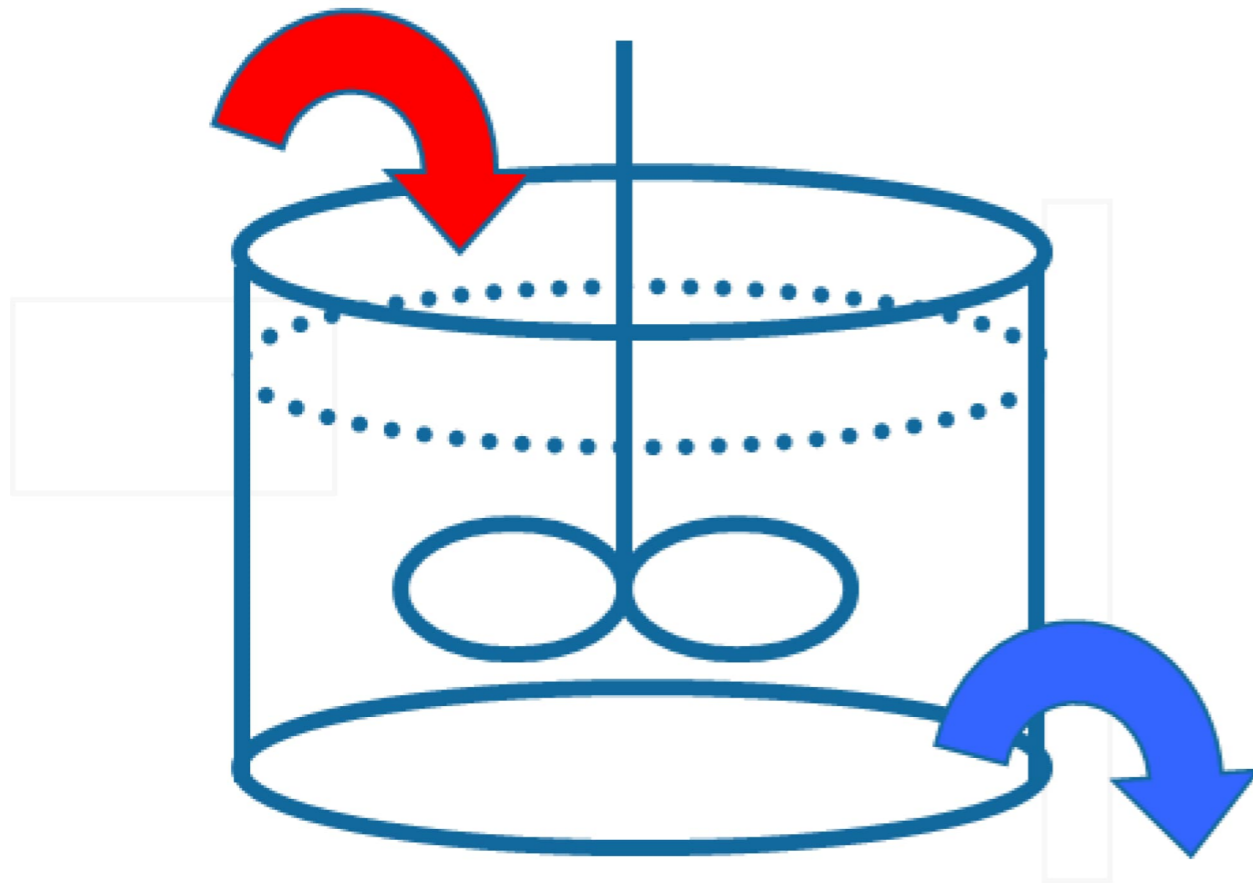


Mischlüftung / Verdünnungslüftung - Schlitzauslass in Zu- und Abluft



Luft einbringung mit Schlitzauslass





In einem *idealen* Rührkessel erfolgt eine "ideale", also sehr gute Durchmischung der Reaktionsmasse.

Sie soll so gut sein, dass im Reaktorraum zu einem diskreten Zeitpunkt X und

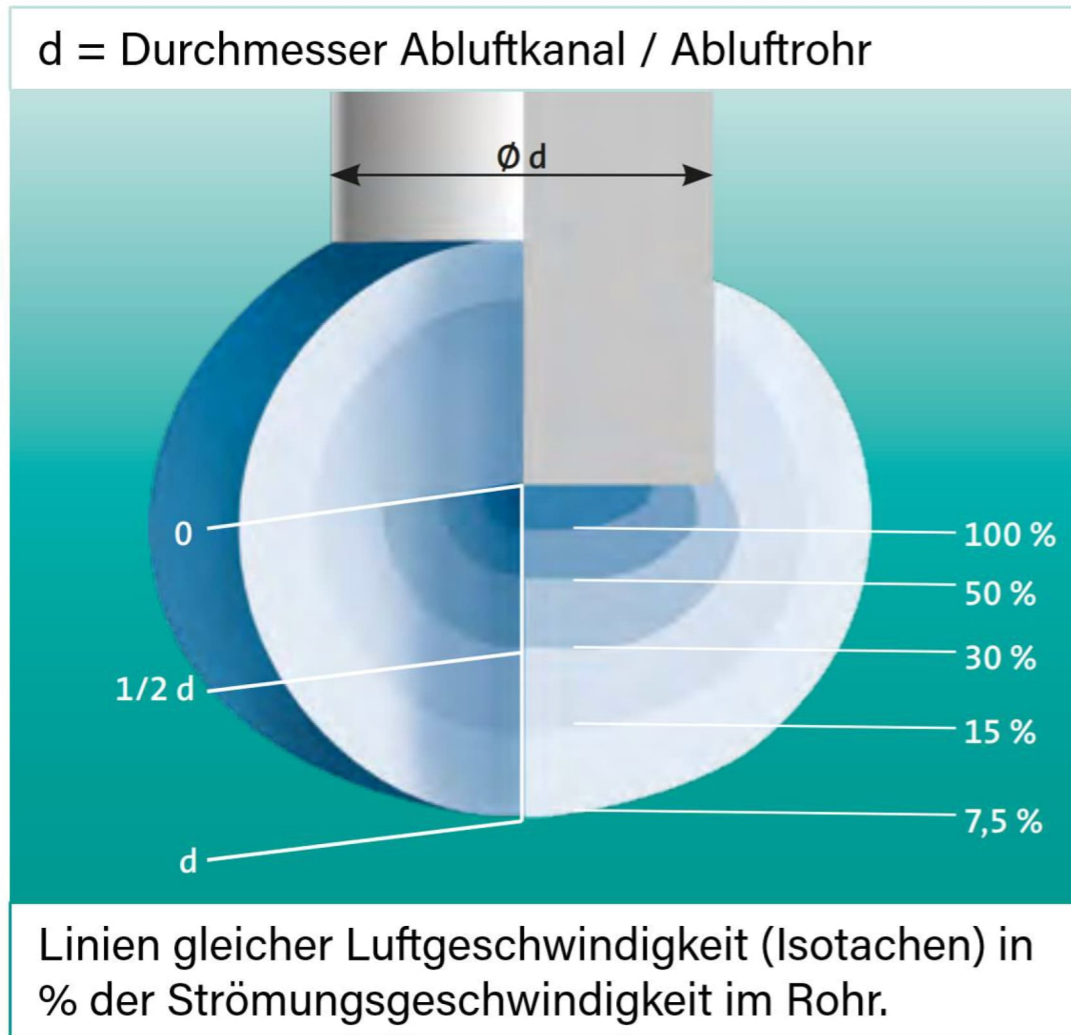
an allen Stellen die Konzentrationen exakt gleich sind und die gleiche Temperatur vorliegt.

Die Konzentration (c) und die Temperatur (T) sollen also räumlich „gradientenfrei“ sein.

In der Laborlüftung agiert die **Zuluft als Mischer**.

Abluft als „Mischer“ unwirksam





Die Abluft verliert nach einer Distanz von 1 x Durchmesser Abluftkanal bereits über 90% der Luftgeschwindigkeit am Abluft-Einlass

Beispiel:

Das „Ausblasen“ einer Kerze funktioniert wunderbar, das „Aussaugen“ einer Kerze hingegen nicht

„Zugluftverhinderer“





Grenzen der Durchmischung:

Anreicherung von tiefkalten Gasen am Boden.

Bodenabsaugung wirkt als Ablauf

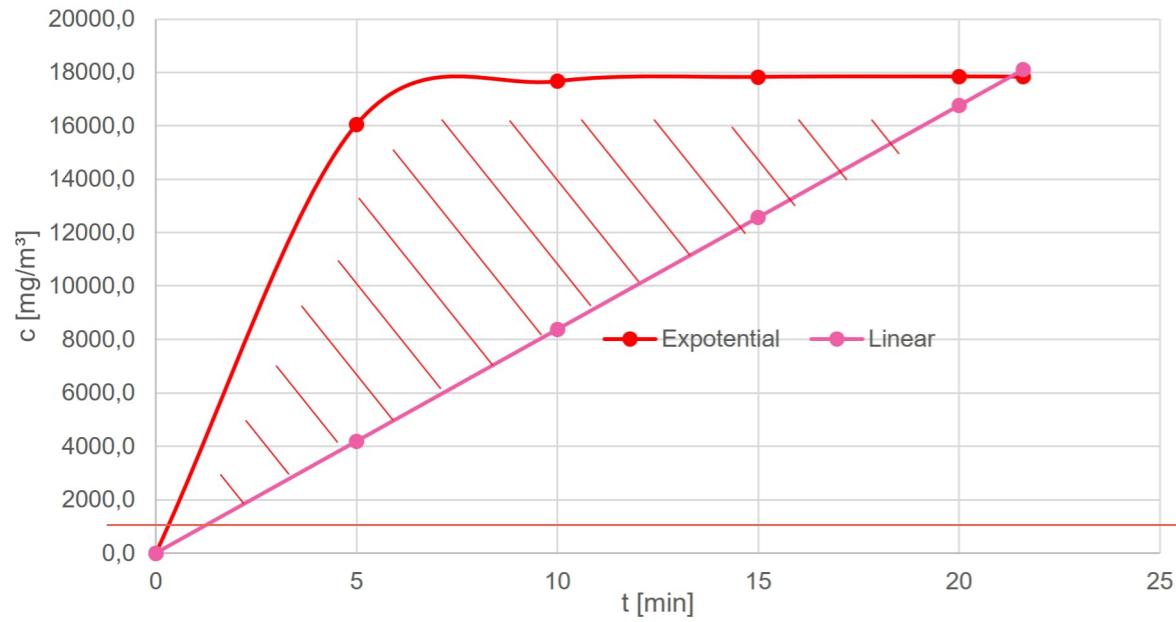
- TRGS 526, VDI 2051 und DIN 1946-7:2009
→ **Auslegung: 25 m³/h Abluftvolumenstrom pro m² Nutzfläche des Labors**
Mit Gefährdungsbeurteilung für die vorgesehenen Tätigkeiten ist eine dauerhaft ausreichende und wirksame mechanische Lüftung festzusetzen (vgl.: ITM-CL 86.1)
- ASR A3.6: Ist eine Sauerstoffversorgung von mindestens 19 Vol.-% mit natürlicher Belüftung nicht zu erreichen, muss maschinell belüftet werden. **Keine konkreten Werte angegeben.** Forderung nach gesundheitlich zuträglicher Atemluft - AGW CO₂ (1000 ppm) muss eingehalten werden.
- Nach der alten ASR 5, Abschn. 4.2.1, ist als Außenluftstrom zugrunde zu legen:
 - 20-40 m³/h Person bei überwiegend sitzender Tätigkeit
 - 40-60 m³/h Person bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit
 - über 65 m³/h Person bei schwerer körperlicher Arbeit.
- Nach der alten DIN 1946 Teil 2 und AMEV 2004 für Büroräume: 40 m³/h/Person
- Nach DIN EN 15251:2012-12 und AMEV 2018 für Büroräume: bis zu 10,8 m³/h m² (Angabe in l/s/m²)

- Die TRGS400 definiert Gefahrstoff-Tätigkeiten mit geringer Gefährdung
- Bei solchen Tätigkeiten wird keine detaillierte Gefährdungsbeurteilung benötigt
- Tätigkeiten mit geringer Gefährdung für ein molekularbiologisches Labor,
die zu keiner Überschreitung von AGWs führen, sind z. B.:
 - Durchführung von DNA-Isolation mit kommerziellen Kits
 - Wischdesinfektion im geringen Maßstab (<50 ml) mit 70 % Ethanol
 - Lösen von festen Gefahrenstoffen (z.B. TRIS-Puffer)
 - Putzen von optischen Instrumenten mit Isopropanol (<50 ml)

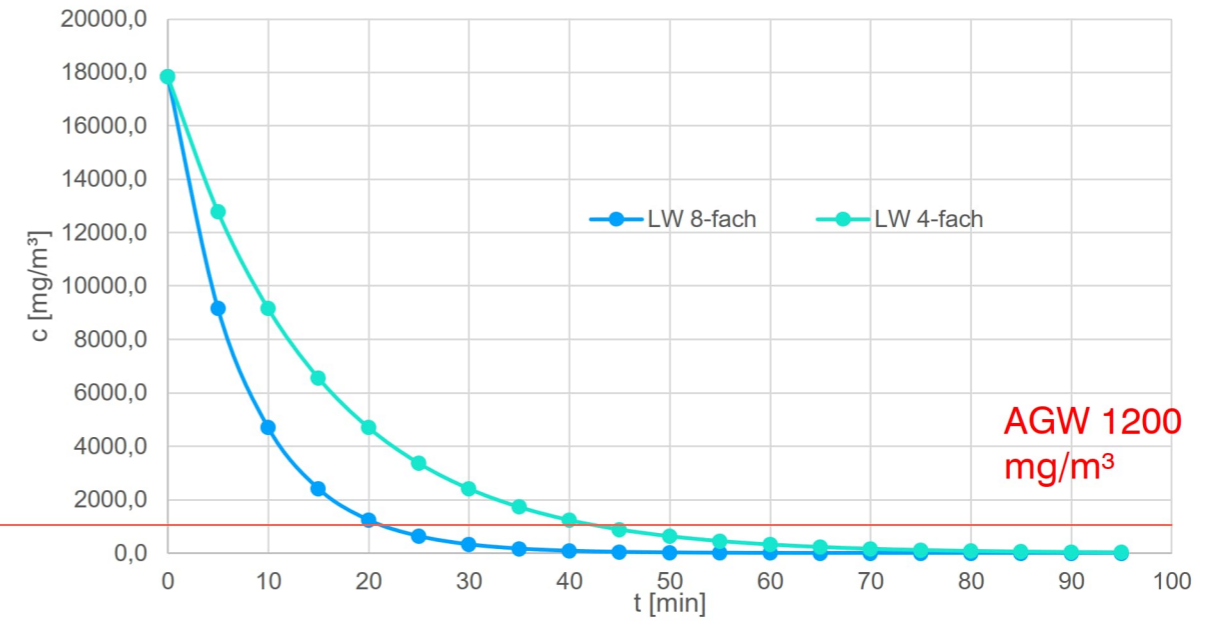


Havarie von 1,5 l Diethylether auf 0,79 m²

Anstieg nach Havarie ohne Lüftung

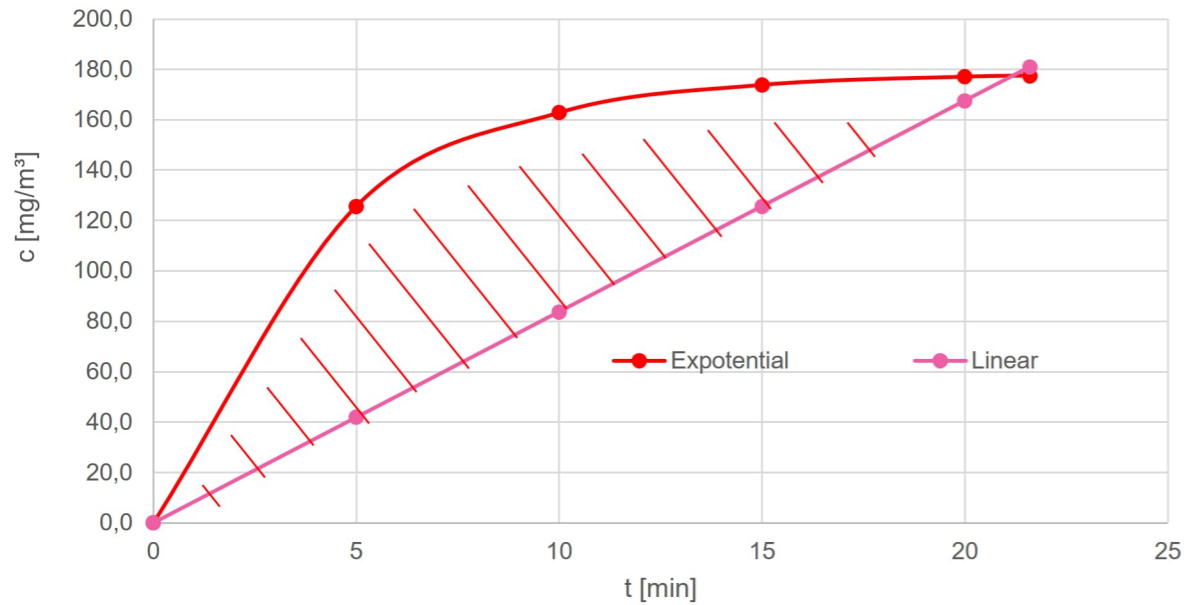


Abnahme nach Ende der Freisetzung

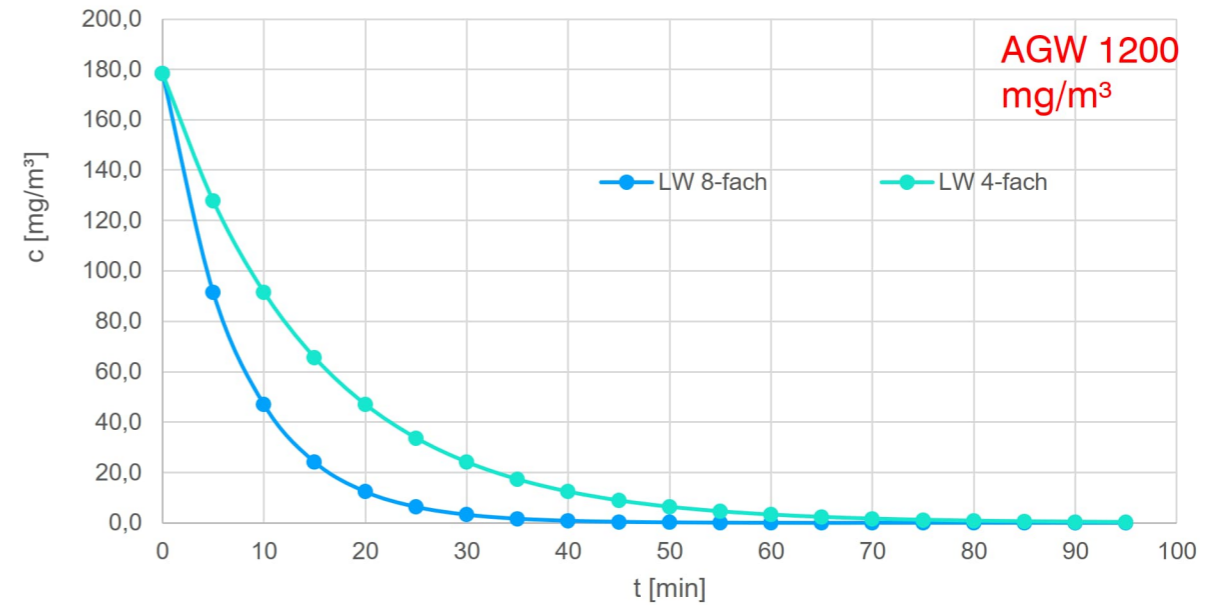


Havarie von 15 ml Diethylether auf 0,01 m²

Anstieg nach Havarie ohne Lüftung

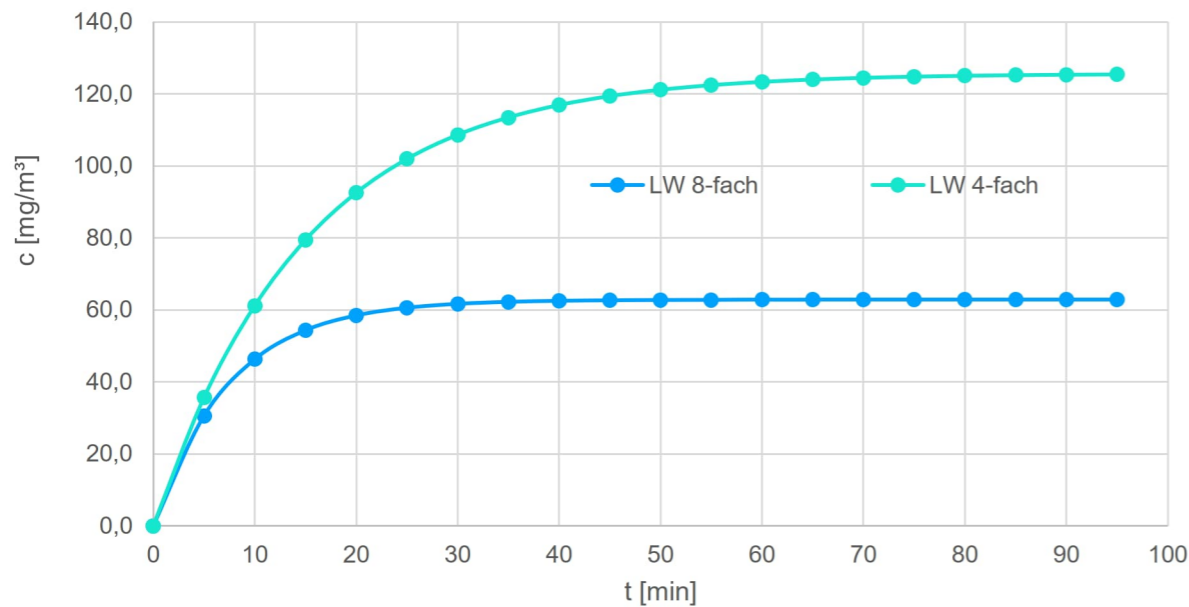


Abnahme nach Ende der Freisetzung

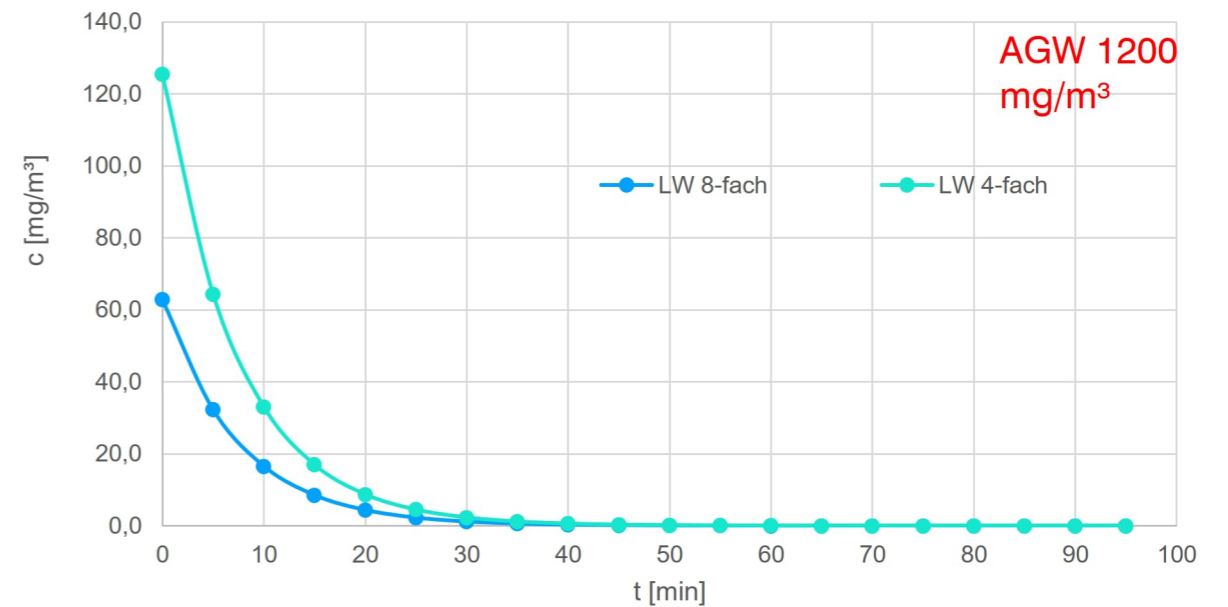


Freisetzung von ∞ Diethylether auf 0,01 m²

Anstieg kontinuierliche Freisetzung mit Lüftung

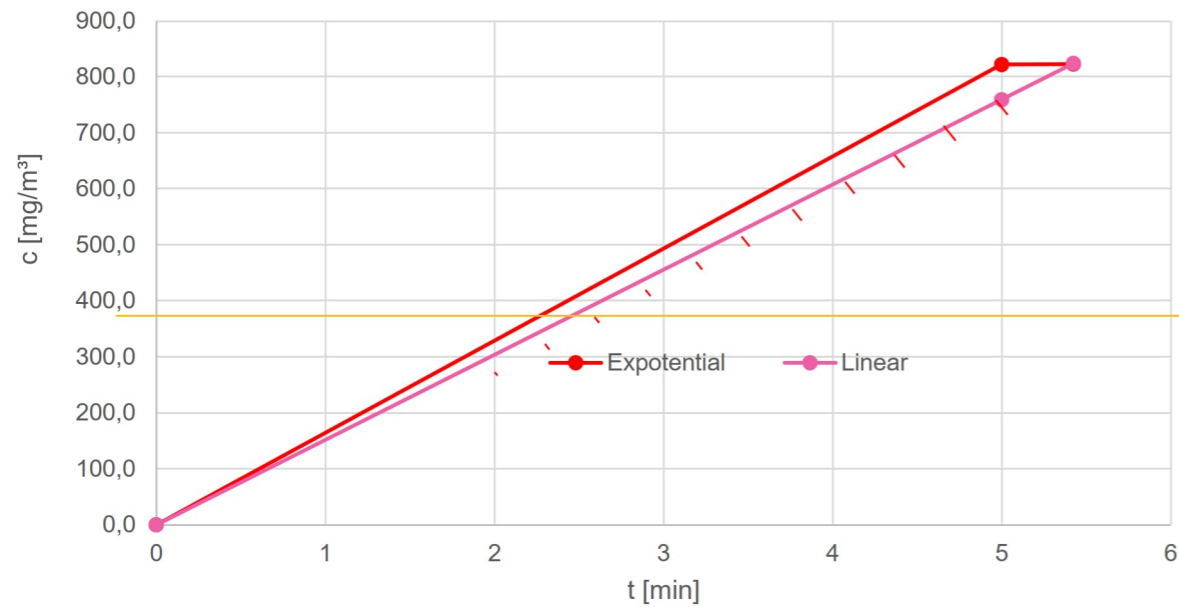


Abnahme nach Ende der Freisetzung

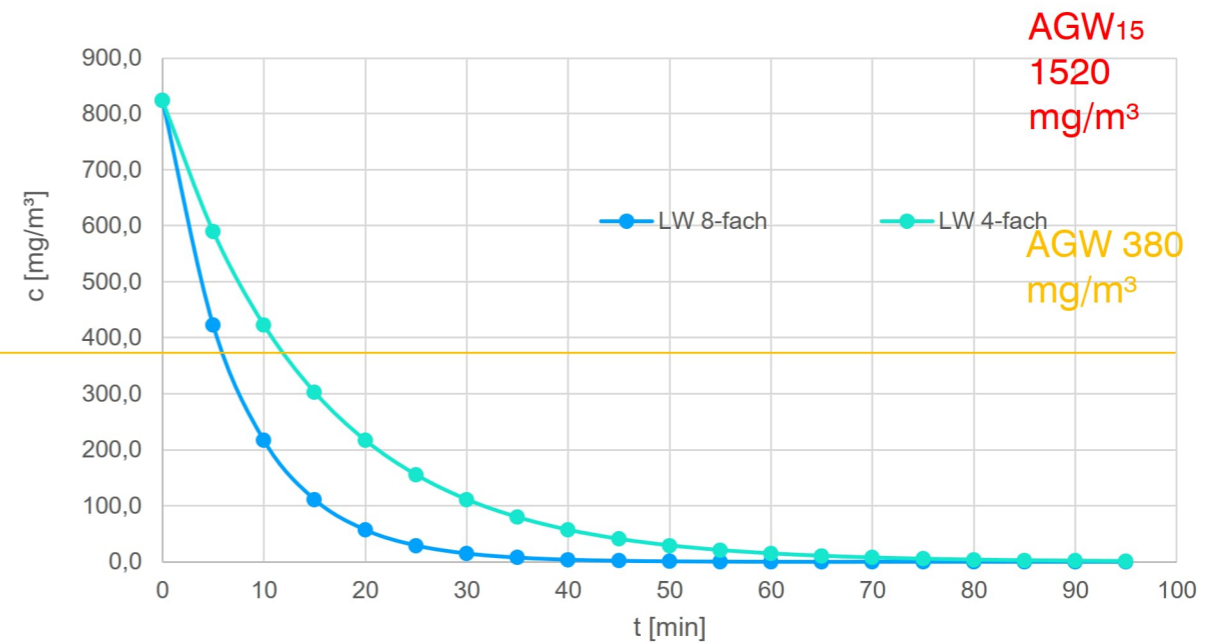


Desinfektion mit 50 ml Ethanol auf 0,79 m²

Anstieg nach Havarie ohne Lüftung

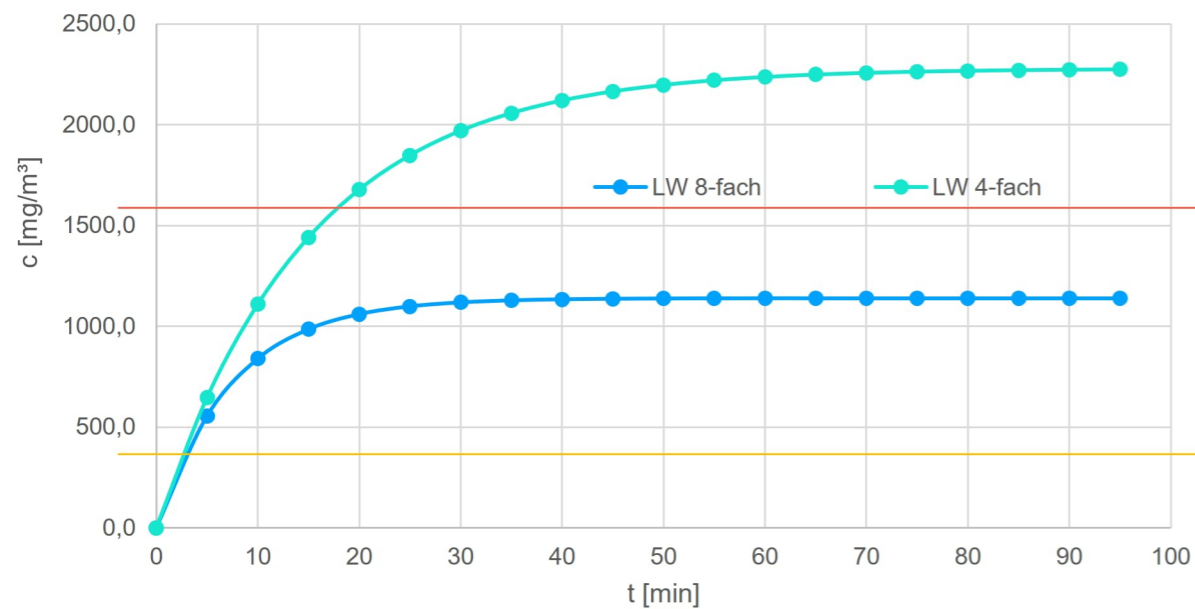


Abnahme nach Ende der Freisetzung

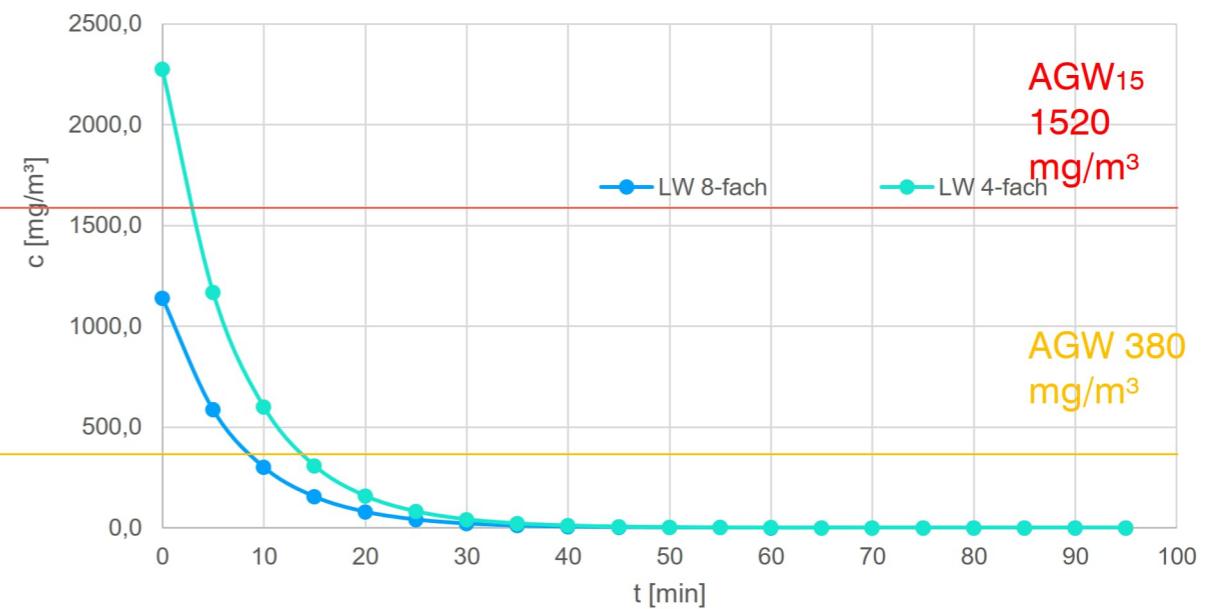


Desinfektion mit ∞ Ethanol auf 0,79 m²

Anstieg kontinuierliche Freisetzung mit Lüftung



Abnahme nach Ende der Freisetzung



- Havarie mit 1,5 l Diethylether:
 - Überschreitung des AGW nach wenigen Sekunden unabhängig vom Luftwechsel
 - Mitarbeiter muss Labor verlassen
 - Ohne Luftwechsel während Freisetzung: 4-facher LW benötigt 100% mehr Zeit zum Freispülen
 - Bei kontinuierlicher Lüftung (Realität): 4-facher LW benötigt ca. 33% mehr Zeit zum Freispülen
- Offenes Becherglas Diethylether:
 - Belastung bei 4-fachen und bei 8-fachen LW unterhalb des AGW
- Desinfektion mit Ethanol:
 - Einhaltung des Kurzzeit-AGW bei einmaliger, begrenzter Desinfektion
 - Kein Schutz bei gleichzeitiger oder großflächiger Desinfektion - selbst durch 8-fachen LW nicht
 - Schulung des Nutzers notwendig



Emissionsquellen beseitigen

Umgang und Lagerung
von Gefahrstoffen in
Sicherungseinrichtungen

- Laborabzug
- Lösungsmittelsicherheitsschrank
- Gefahrstoffsammlung im Sicherheitsunterbau

➔ GEFAHRSTOFF - CENTER

➔ **12,5 m³/h m²**

flächendeckend keine Belastung



Erstellen einer **Positiv-Liste**



- Für jede Tätigkeit / jeden Versuch im Labor
 - Erstellen einer Gefährdungsbeurteilung unter Berücksichtigung der geltenden Vorschriften
- Bewertung,
 - ob die Tätigkeit am „offenen“ Labortisch möglich / zulässig ist
 - Wenn JA: Aufnahme in **Positiv-Liste**
 - Wenn NEIN: Festlegung der notwendigen Maßnahmen (z.B. Arbeit unter dem Abzug)
- Anfertigen einer **Positiv-Liste** für jeden Laborraum

Tätigkeit / Versuch in **Positiv-Liste**

→ Arbeit kann am Labortisch durchgeführt werden

Tätigkeit / Versuch **nicht** in **Positiv-Liste**

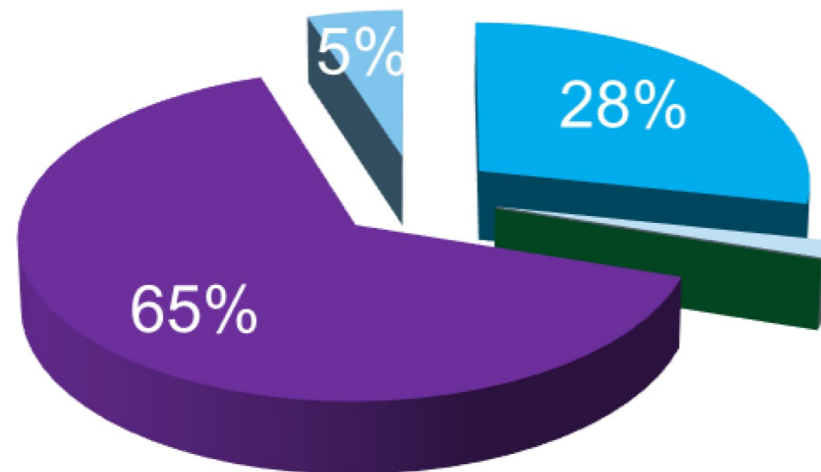
→ Arbeit muss am Laborabzug durchgeführt werden



Daten aus Studie von



Energiekosten Lüftungstechnik



65 % Stromverbrauch
Lüftungsventilator

1. Reduktion Druckverlust
2. Zuluft mehrfach nutzen
z.B. Dokumentationsbereiche
3. Reduktion Luftmengen
 - a. zeitlich
Nachtabsenkung
 - b. funktional
Arbeitsplatzspezifische Lüftung

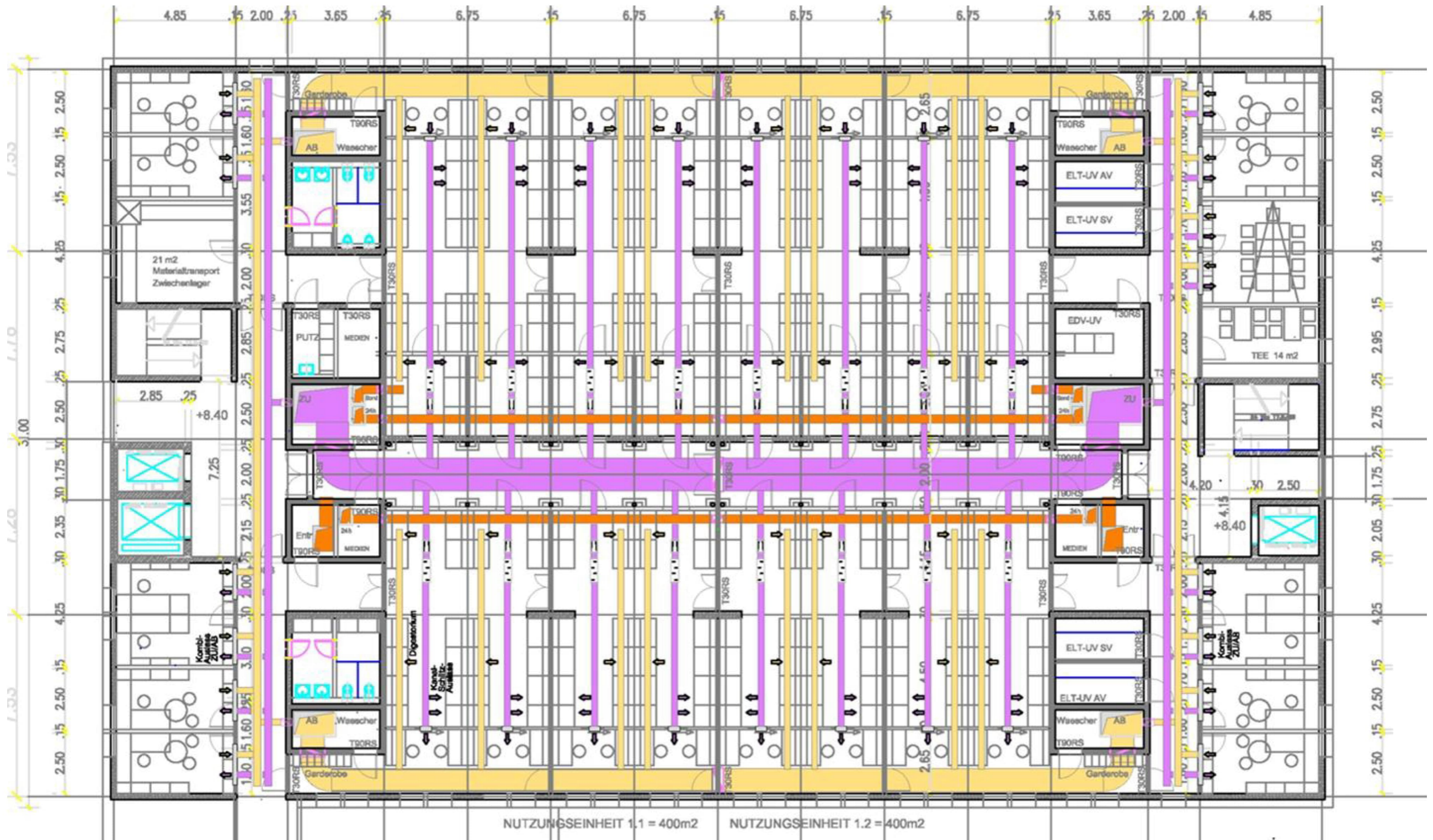


Druckverluste reduzieren

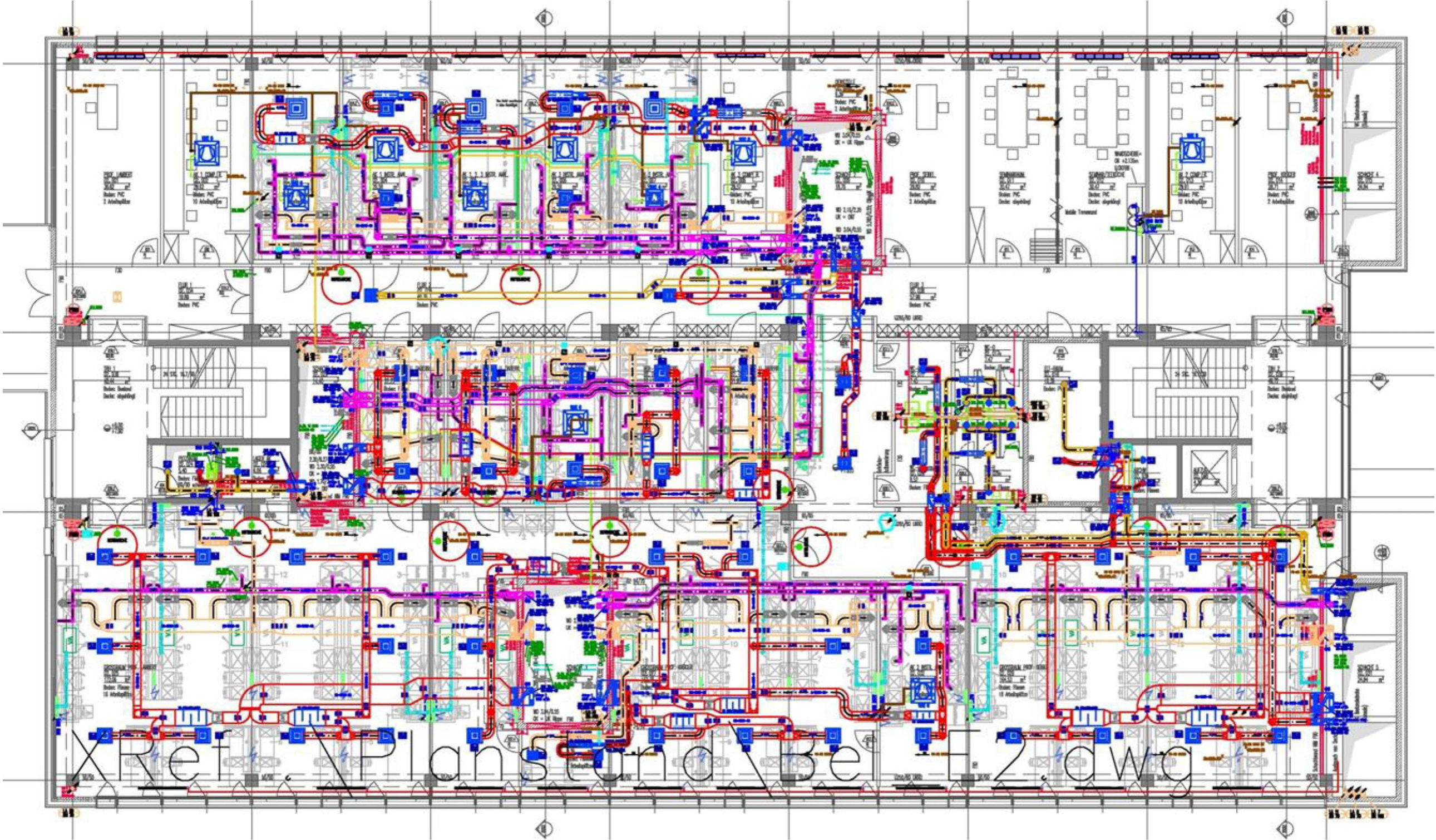
- Ringsysteme
- optimale Anbindung
- Komponenten mit geringen Druckverlusten
- Doppelrohrregler
- Abluftverbraucher mit erhöhtem Druckverlust
separat anbinden
- Engstellen vermeiden

**100 Pa Netzdruck reduzieren
spart 10 % Gesamtenergiekosten**

Erschließung mit Ringsystemen



Typische Lüftungskonzeption mit optimierungsfähiger Struktur





Laborabzüge unterschiedlicher Größe

1,50 m Breit

1,80 m Breit

Begehbar oder Tischabzug

haben unterschiedliche Luftmengen und
unterschiedliche Druckverluste

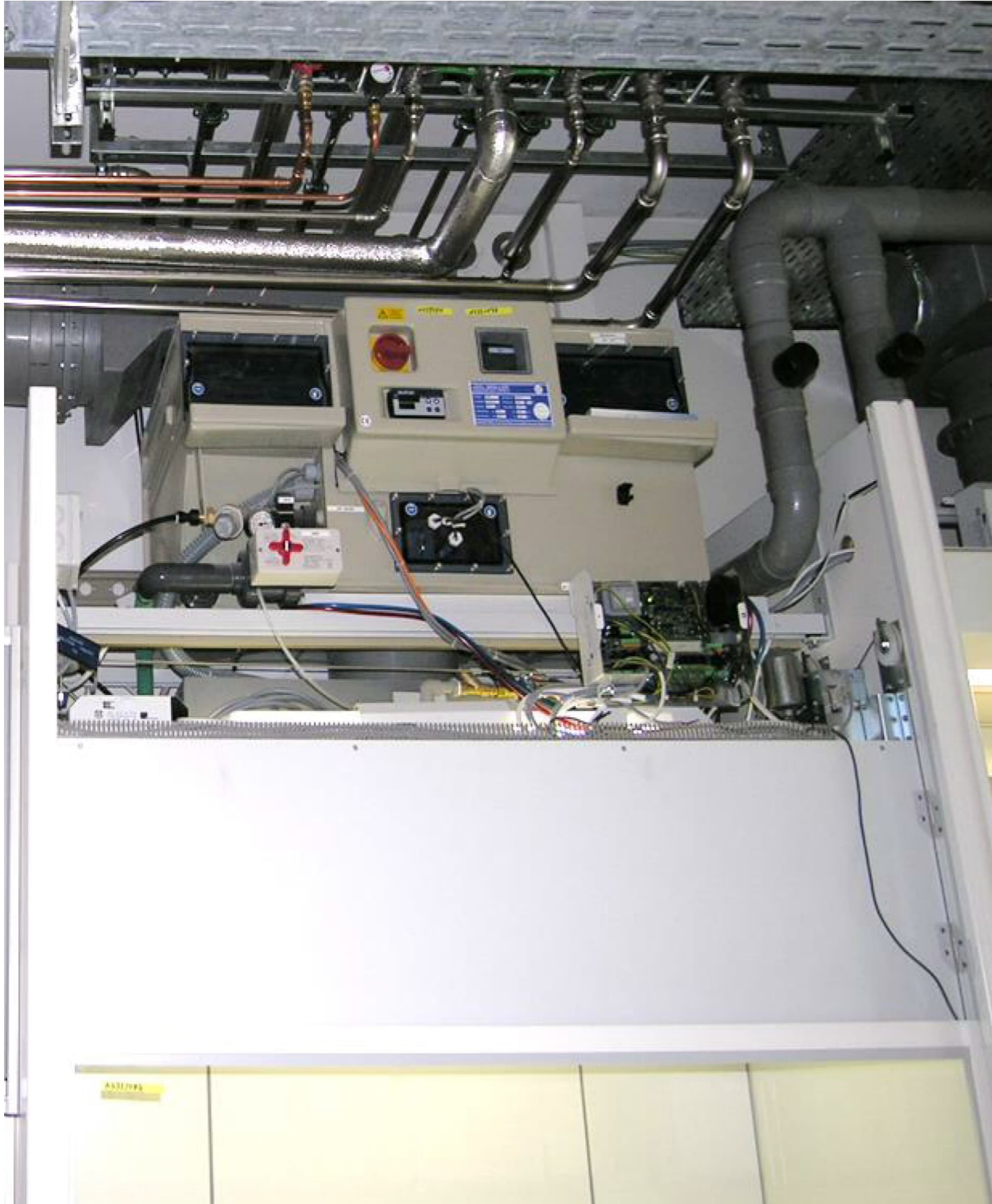
deshalb Laborabzüge $> 600 \text{ m}^3/\text{h}$

Doppelrohrregler

zur Reduktion des Druckverlustes

Doppelrohrregler mit zwei Antrieben

Nachtbetrieb mit $140 \text{ m}^3/\text{h}$



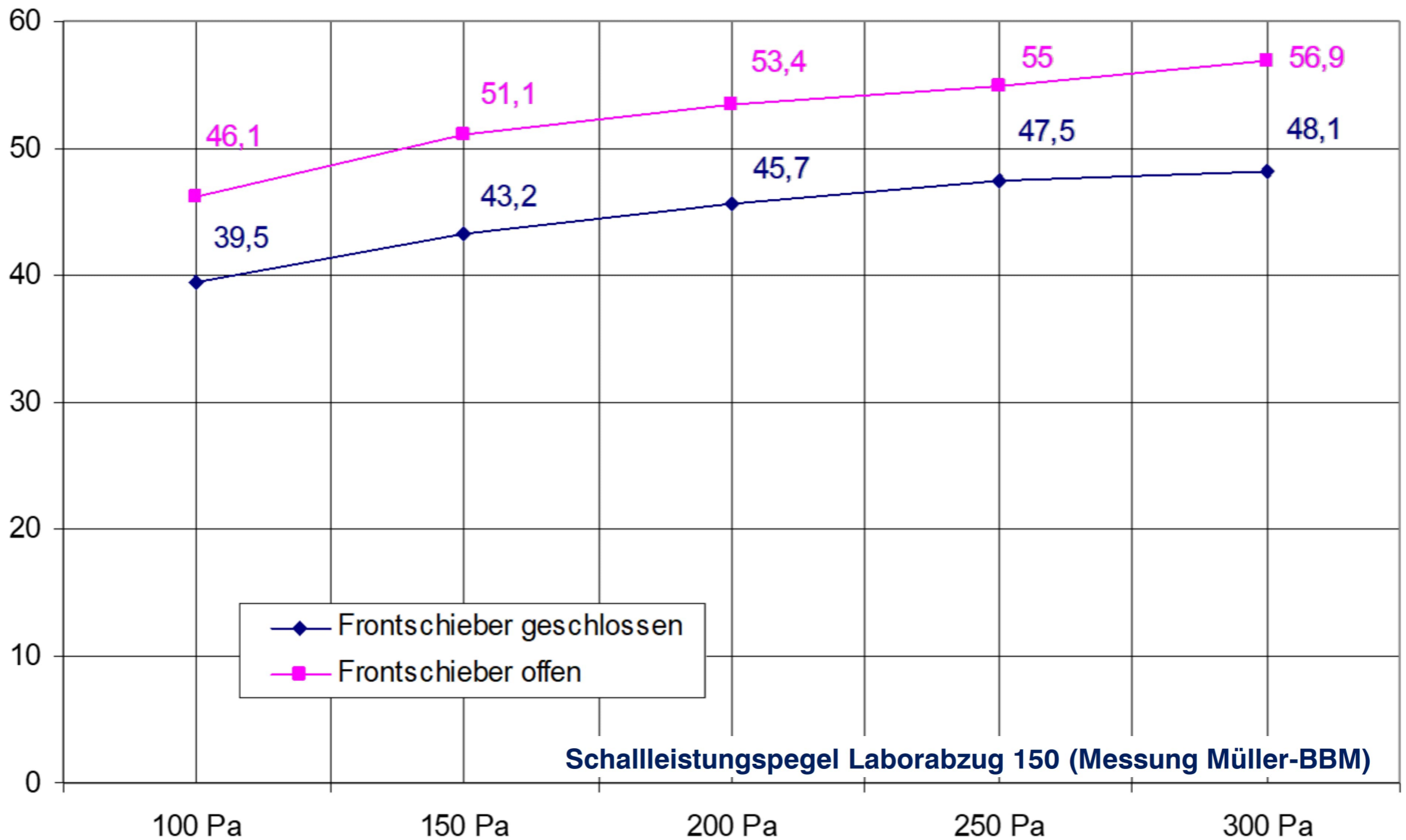
Laborabzug mit Abluftwäscher
und
Verbraucher mit höheren Druckverlusten

Belastung für die Gesamtanlage:
Energievernichtung und Lärm im Labor

Planerischer Ansatz:

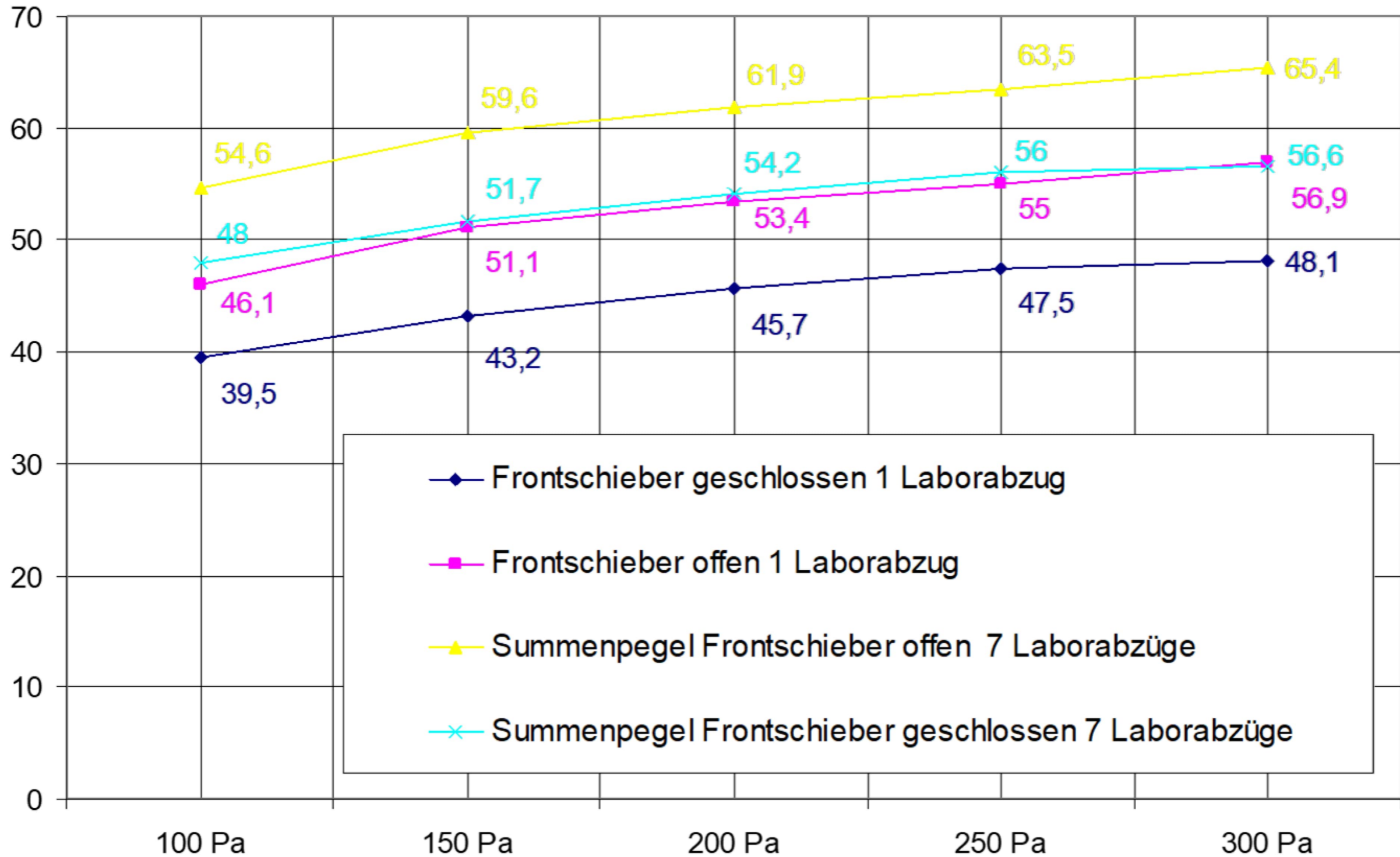
- separate Abluft
oder
- Schubventilator

Schall eine Funktion vom Kanalvordruck



Schalleistungspegel Laborabzug 150 (Messung Müller-BBM)

Schalleistungssummenpegel für 7 Laborabzüge

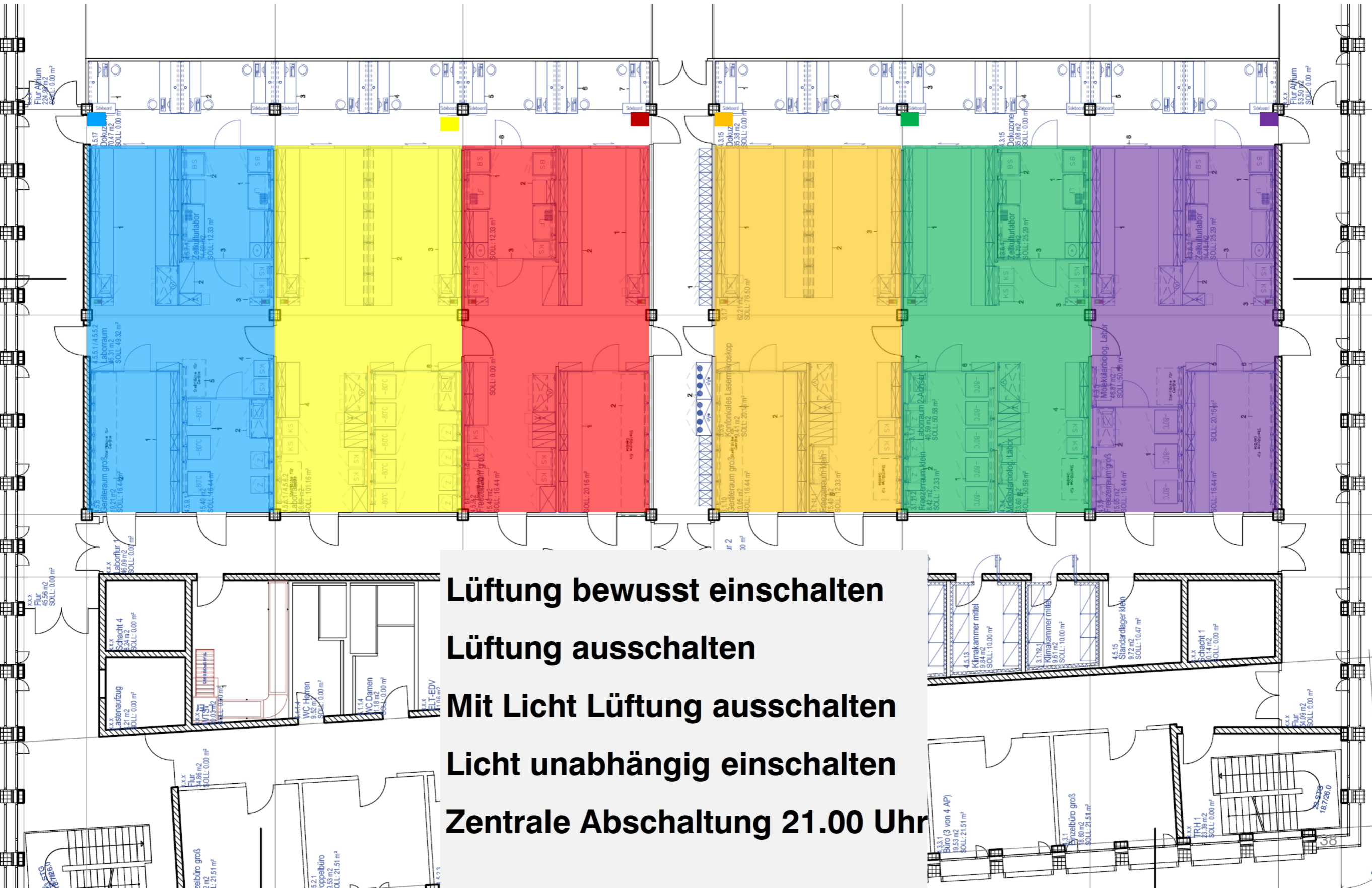




am Eingang von jedem Labormodul

- grün: Betriebszustand Arbeit
- orange: Betriebszustand nicht Arbeit
- blau: Stoßlüftung
– alle Volumenstromregler auf max.

Bedarfsgerechte Lüftung Lüftungstableau



Lüftung bewusst einschalten

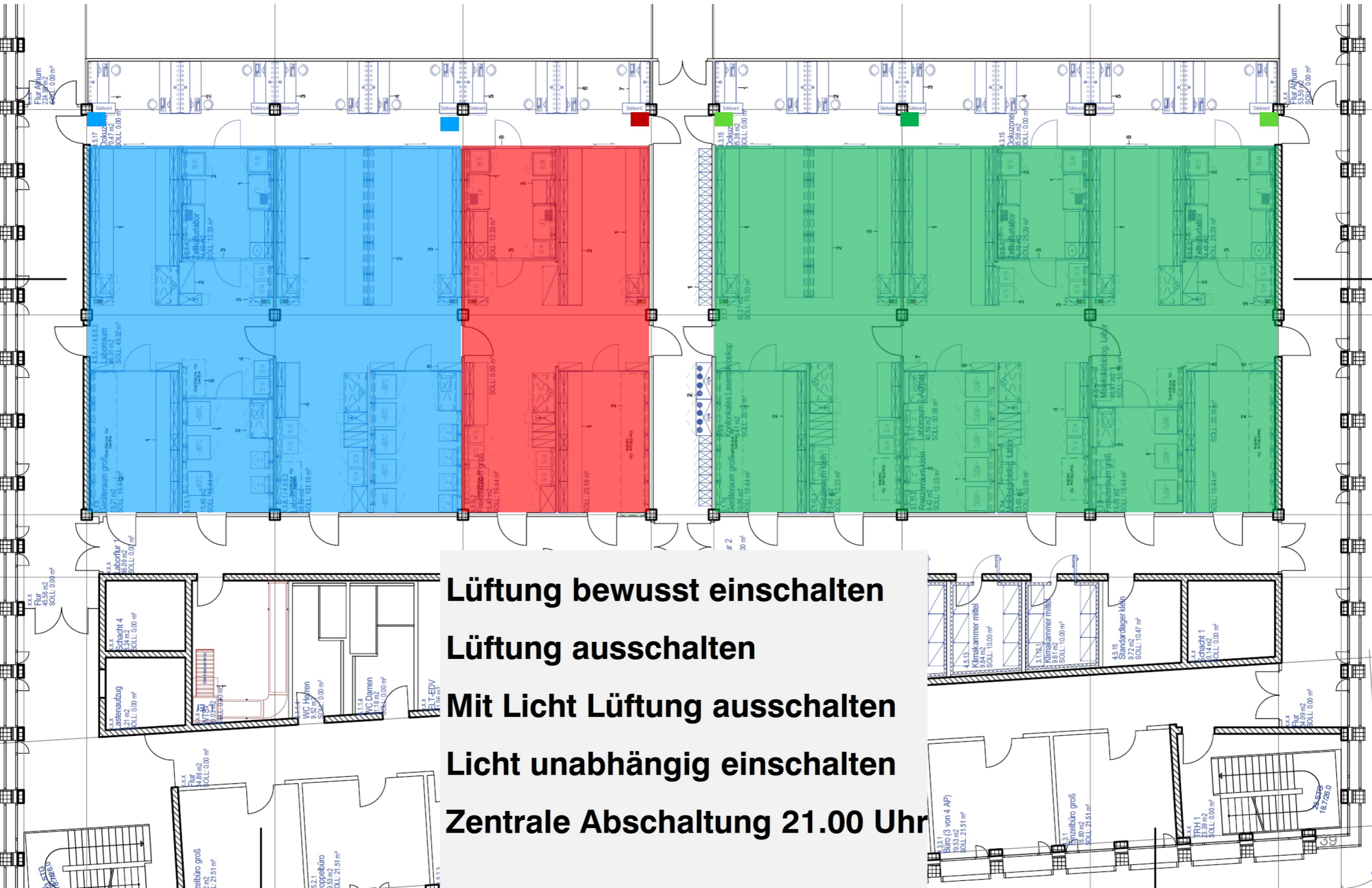
Lüftung ausschalten

Mit Licht Lüftung ausschalten

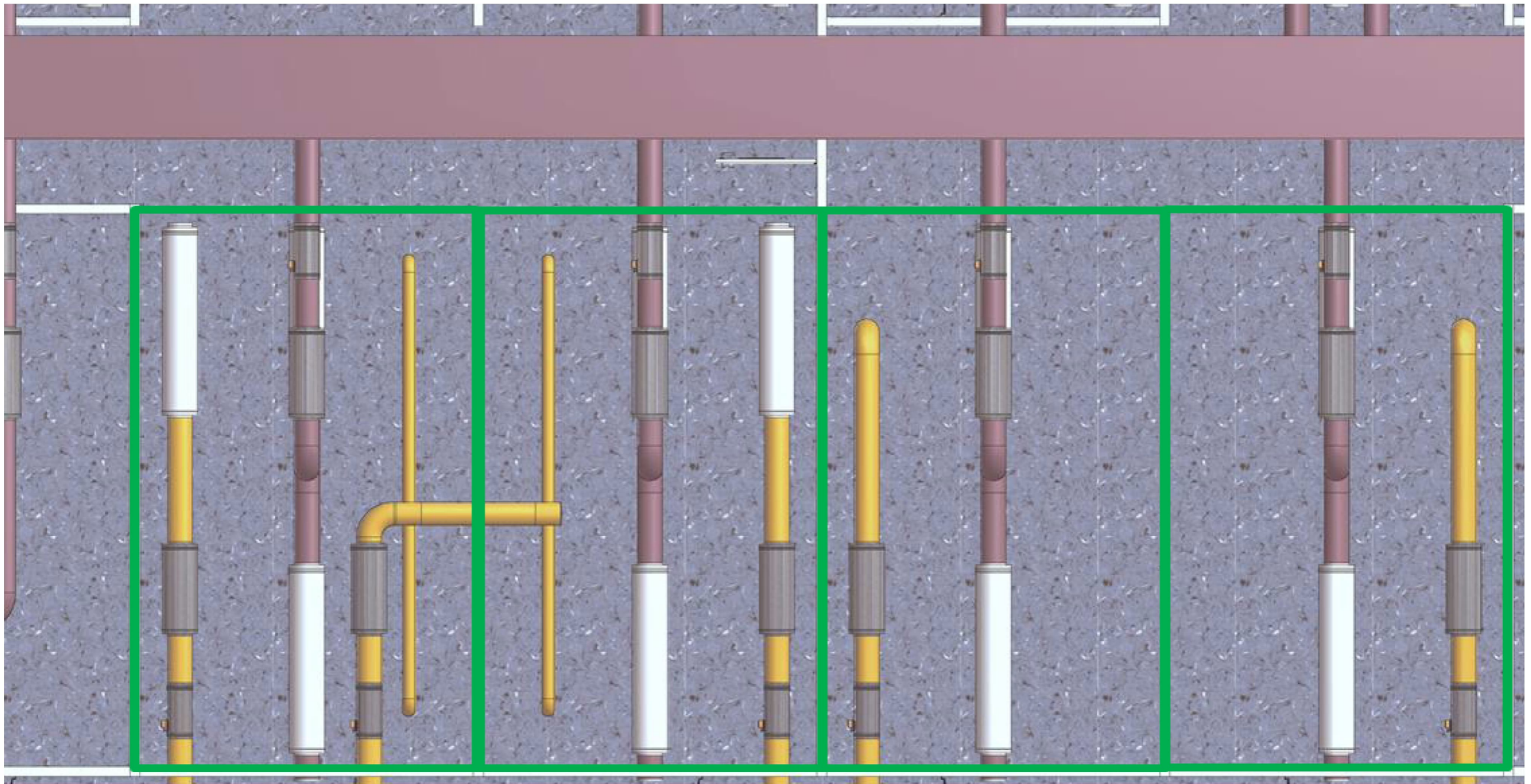
Licht unabhängig einschalten

Zentrale Abschaltung 21.00 Uhr

Bedarfsgerechte Lüftung Lüftungstableau - nutzergruppenspezifisch



Lüftung bewusst einschalten
Lüftung ausschalten
Mit Licht Lüftung ausschalten
Licht unabhängig einschalten
Zentrale Abschaltung 21.00 Uhr



Technische Erschließung für jeweils 25 m² Laborfläche mit Zu- und Abluft separat geregelt, ungeachtet einer räumlichen Abtrennung

wirksame Laborlüftung \neq pauschale Luftwechselrate

sondern

a) Festlegung der notwendigen, bedarfsorientierten Lüftung für jede Tätigkeit im

Labor

b) durchdachte und schlüssige raumluftechnische Erschließung

Bedarfsorientierte / risikobasierte Laborlüftung

führt automatisch zu einer messbaren Energie-Ersparnis

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit