



# Hocheffiziente Klassenraumlüftung für Passivhaus- Schulgebäude - Lessons Learnt

Rainer Pfluger, Assoz. Prof. Dr.-Ing  
Universität Innsbruck, Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen



# Lessons Learnt für die Planung

- Entscheidungskriterien für **zentrale Anlagen** bzw. **Einzelraumgeräte**
- Hohe Luftmengen = **Feuchterückgewinnung**
- Zugfreie Zuluft einbringung + hocheffiziente WRG = **kein Zuluftheizregister**
- **Inbetriebnahme** und **Steuerung**
- Einbauvarianten am Beispiel der Schule in Stams
- Ergebnisse der Strömungsvisualisierung
- **Fehlervermeidung – Lessons Learnt der Zuluft einbringung**

# Vorteile zentraler Anlagen / Einzelraumgeräte

Zentrale- bzw. semizentrale Anlagen	Einzelklassenraum-Lüftungsgeräte
Relativ <b>geringe Wartungskosten</b> weil nur an einem Gerät Filterwechsel etc. notwendig	Einfach für <b>Nachrüstung</b> in der Sanierung
<b>Kaskadenlüftung</b> über Flure hin zu den Ablufträumen (WC, Garderoben) möglich	Geringer <b>Planungs- u. Bauaufwand</b>
Nur zwei Durchbrüche für Außen-/Fortluft	<b>Wenig Kanäle</b> , keine Schächte
Hydraulischer <b>Frostschutz</b> oder Vorerwärmung durch Erdkanal möglich	Schrittweise (Raum für Raum) <b>Nachrüstung</b>
Spezifisch geringe <b>Gesamtinvestitionskosten</b>	<b>Standardgeräte</b> mit hohen Stückzahlen
Kostengünstige Möglichkeit der <b>Außenaufstellung</b> (Dachmontage)	Kein Technikraum notwendig
<b>Zentrale Befeuchtung</b> möglich	<b>Keine Brandschutzanforderungen</b>

# Feuchterückgewinnung

- Gesundheitlich zuträglich > 35%, d.h. entweder Befeuchtung oder Feuchterückgewinnung

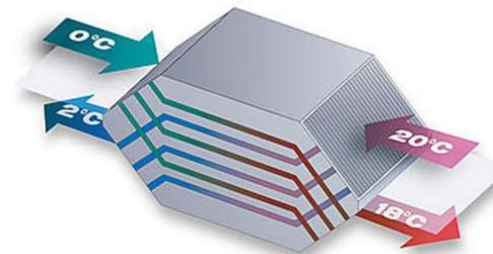
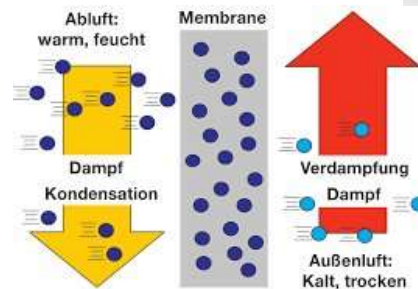
- **Regenerator**

- Rotor
- Speicherblöcke im Umschaltbetrieb



- **Rekuperator**

- Membrantauscher

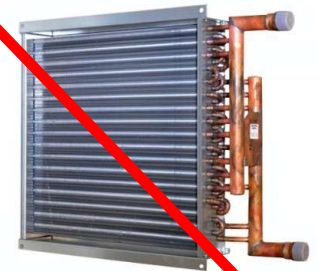


- **Vorteile:**

- Gesundheit
- Kein Frostschutz notwendig
- Keine Kondensatableitung notwendig

# Zuluftnachheizung vermeiden

- Voraussetzung: Zugfreie Zuluft einbringung
- Hohe Wärmerückgewinnung, Zulufttemperatur 16,5 °C



## Warum ist Zuluftnachheizung „schädlich“?

- Zuluftnachheizung aus komfortgründen ist **ungeregelte** Wärmezufuhr
- Hohe thermische Lasten der Schüler ( ca. 3 kW) führen ohnehin rasch zur Überwärmung der Klassenräume
- Zu hohe Raumtemperatur = **geringe relative Feuchte, schlechter Komfort**

# Inbetriebnahme und Steuerung

- Intermittierender Betrieb (Wochenende, Urlaub)
- **Vorspülphase** 2-facher Luftwechsel **vor Schulbeginn**
- Ggf. CO<sub>2</sub>-Steuerung oder Stufenschalter mit Personenzahl
- **Präsenzmelder** zur Abschaltung
- Zeitpläne haben sich nicht bewährt (Aktualisierung der Programme)
- **Frostschutzgrenztemperatur** (z.B. – 3°C) kontrollieren
- Zuluftheizregister möglichst vermeiden, max. 16,5 °C



# Mittelschule/Volksschule Stams Einzelraumgeräte pro Klassenraum



**Tirol 2050 - Effizienzsteigerung  
kommunaler Gebäude**  
durch Analyse und Monitoring  
Leuchtturmprojekt im Bereich  
Digitalisierung

<https://team-building.tirol/>

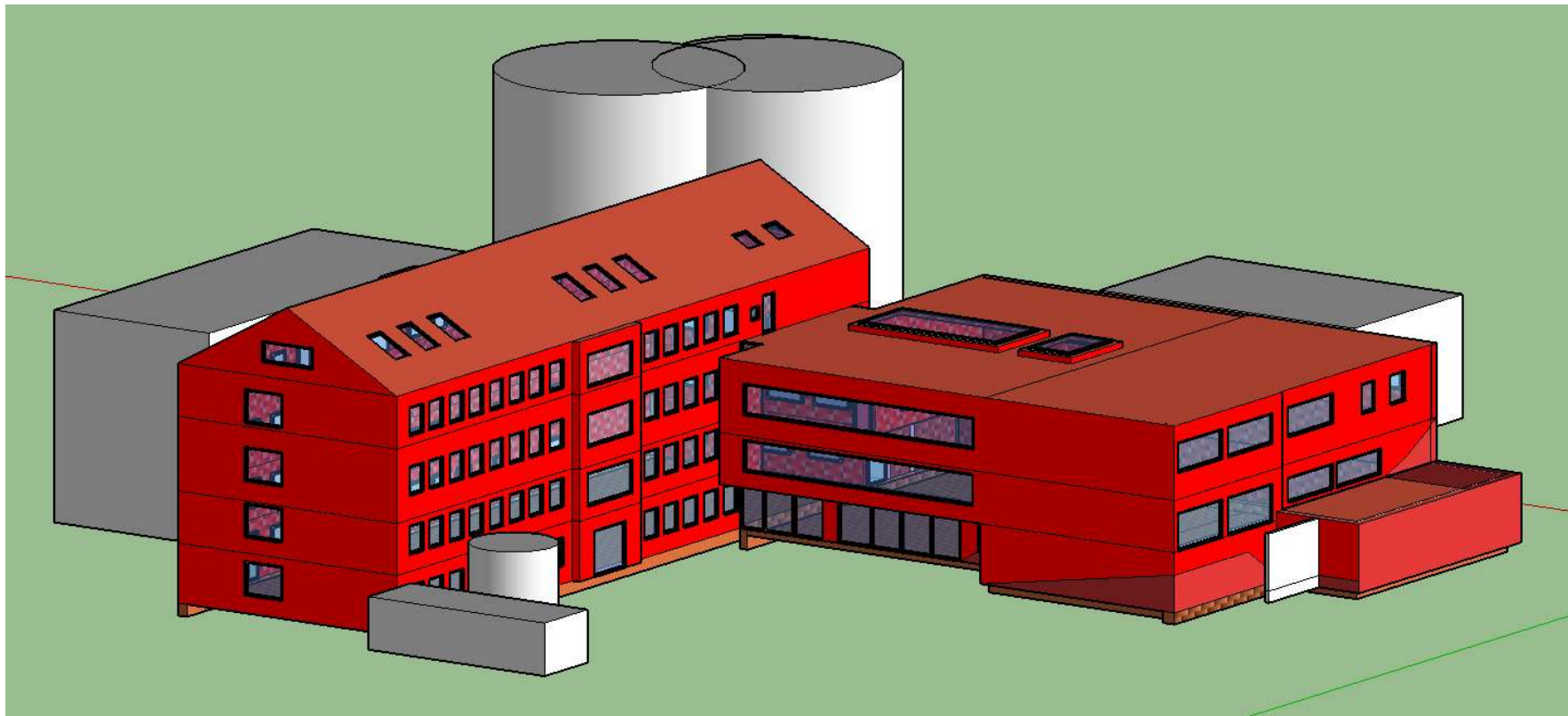
13.09.2023

 **Fraunhofer**  
AUSTRIA

 **universität  
innsbruck**

architekt  
raimund rainer  
ztgmbh

# Energiebilanz Gebäudehülle und Gebäudetechnik (DesignPH - PHPP)



13.09.2023



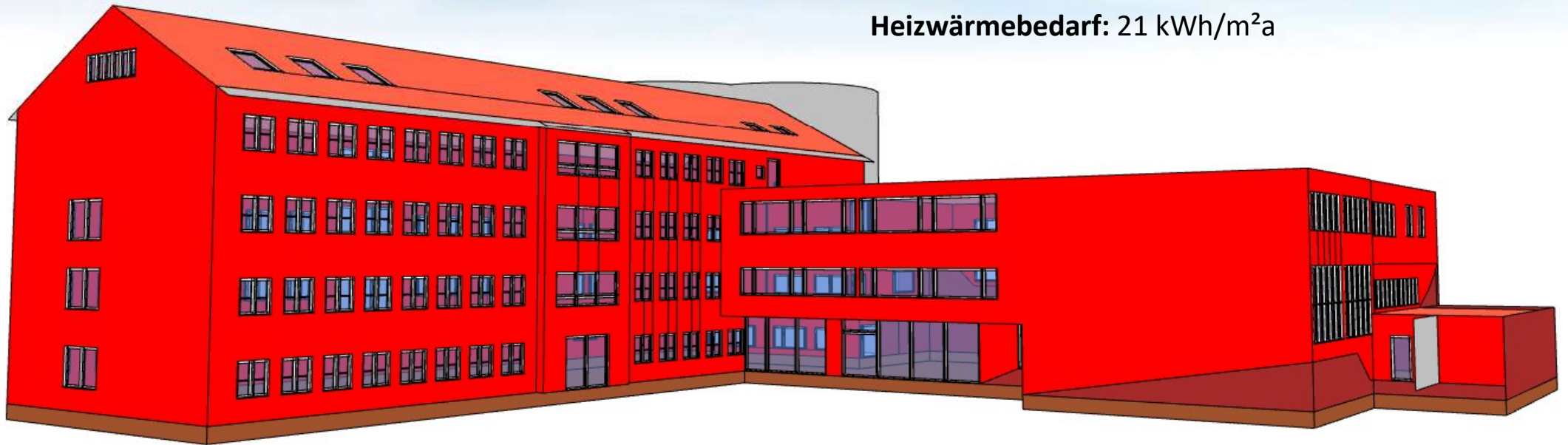
# Mittelschule/Volksschule Stams

Saniertes Schulgebäude  
40 Klassenraum-WRG-Geräte

**Architektur:** Raimund Reiner

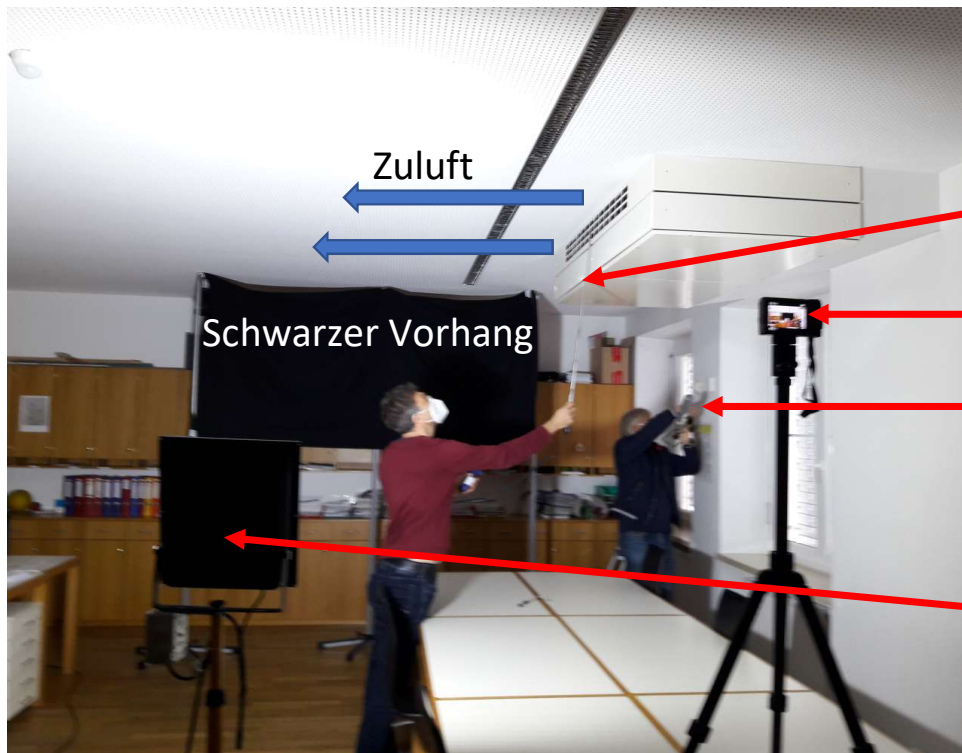
**Energiebezugsfläche:** 4888 m<sup>2</sup>

**Heizwärmebedarf:** 21 kWh/m<sup>2</sup>a



Turnhalle Neubau (WRG zentral)

# Überprüfung der Zuluftströmung



Messung von Lufttemperatur,  
Raumlufttemperatur und  
Strömungsgeschwindigkeit

Videokamera

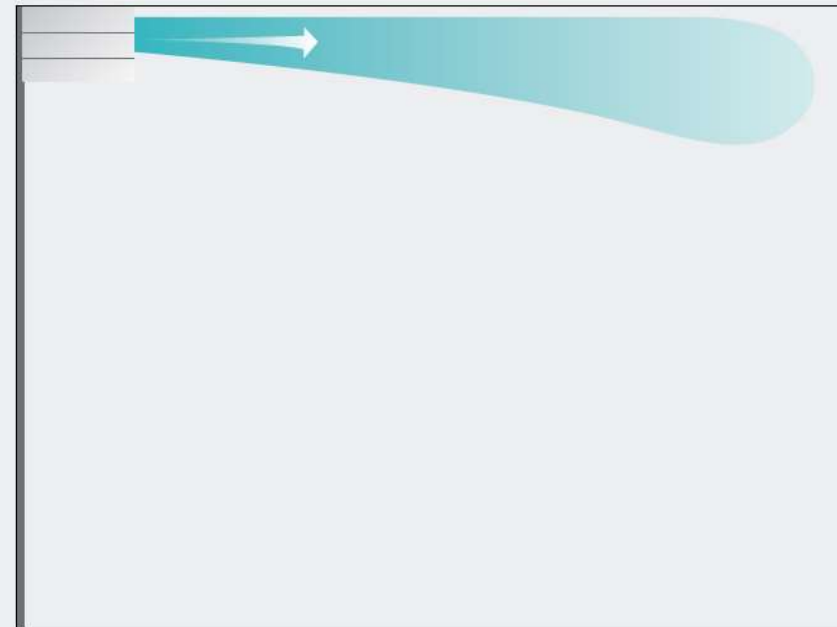
CO2-Flasche am  
Raumluftsensoren

LED-Baustrahler (Vorsicht Abwärme)

# Korrekte Montage der Geräte (Coanda-Effekt)

## ZULUFTSTROM, HÄNGENDE WANDGERÄT

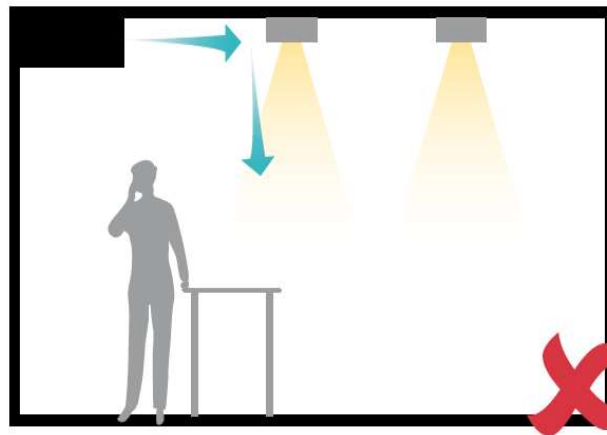
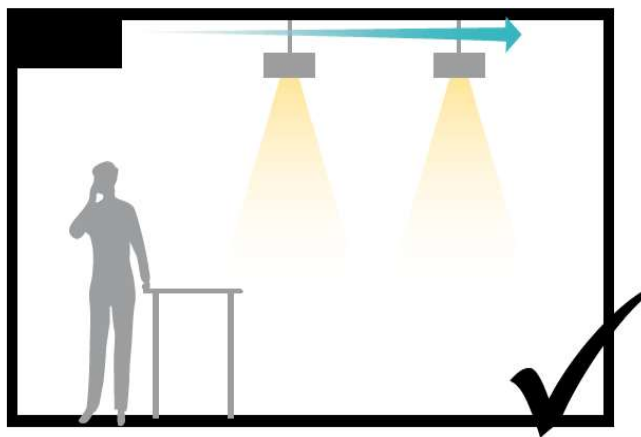
Die hängenden Wandgerät lüften alle nach dem Mischprinzip, bei dem frische Luft oben unter der Decke dem Raum zugeführt und der Coanda-Effekt genutzt wird.



Hängendes Wandgerät, Airmaster Lüftung  
mit Zuluftstrom, Seitenansicht.

# Montageanleitung des Herstellers

Für optimale Einblasbedingungen sollten Objekte wie z. B. Lichtarmaturen vermieden werden, die direkt an der Decke montiert sind. Solche Lichtarmaturen sollten abgesenkt werden, damit die Zuluft ungehindert in den Raum eintritt.





# Detailanalyse Zuluft Lüftungsgeräte



**Variante 1:** Deckenspiegel knapp über dem Zuluftauslass, kein Deckenversprung, **Kunstlicht flächenbündig**



**Variante 2:** Deckenspiegel in einem Streifenabstand über dem Zuluftauslass, kein Deckenversprung, **Kunstlicht flächenbündig**





# Detailanalyse Zuluft Lüftungsgeräte

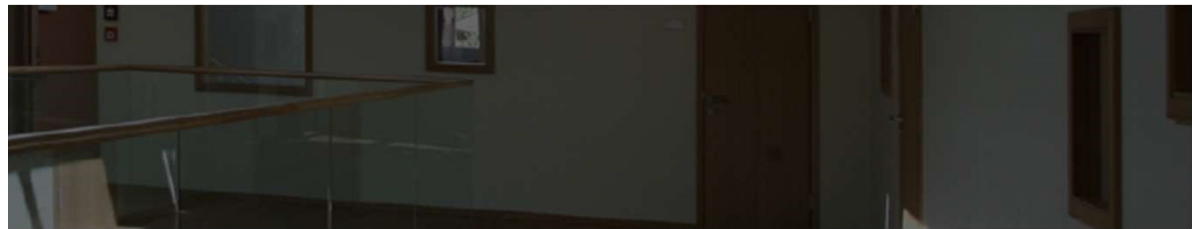
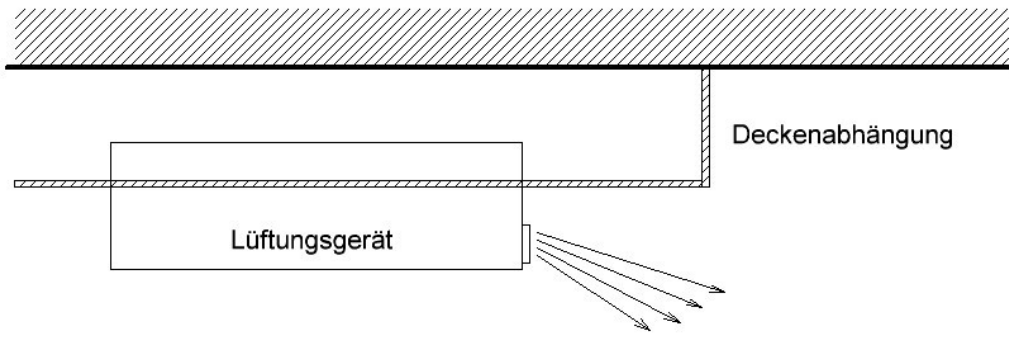


**Variante 4:** Deckenspiegel direkt über dem Zuluftauslass, kein Deckenversprung, **Schallschutz-Lochdecke**

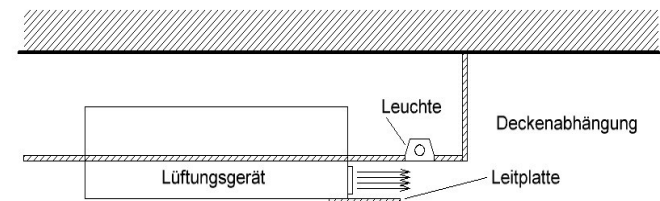
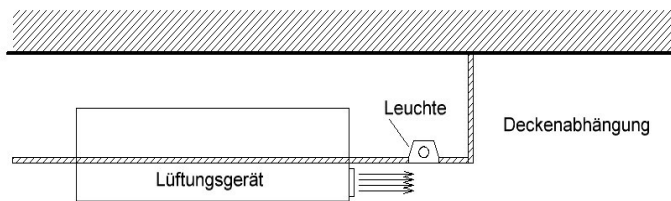


**Variante 5:** Deckenspiegel ein Streifenabstand über Zuluftauslass, Deckenversprung, **Schallschutz-Lochdecke**



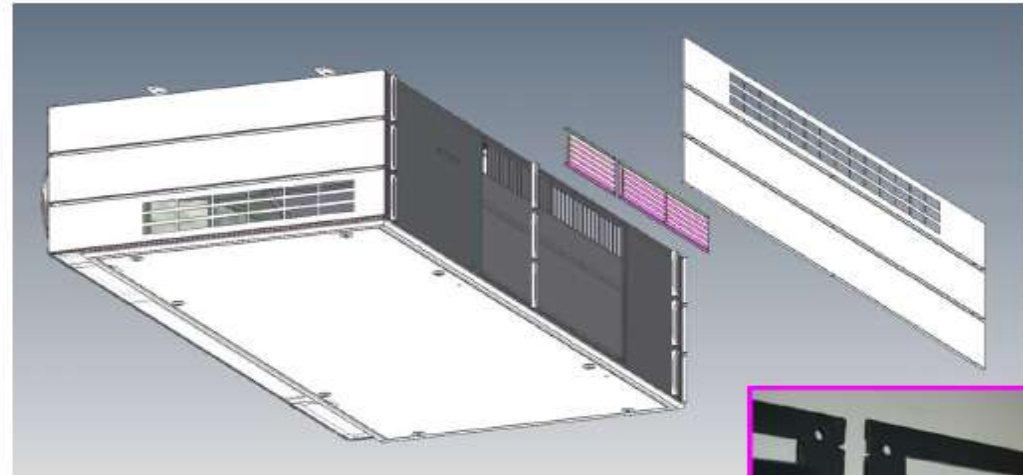


# Versuche ohne/mit Strömungsleitplatte



13.09.2023

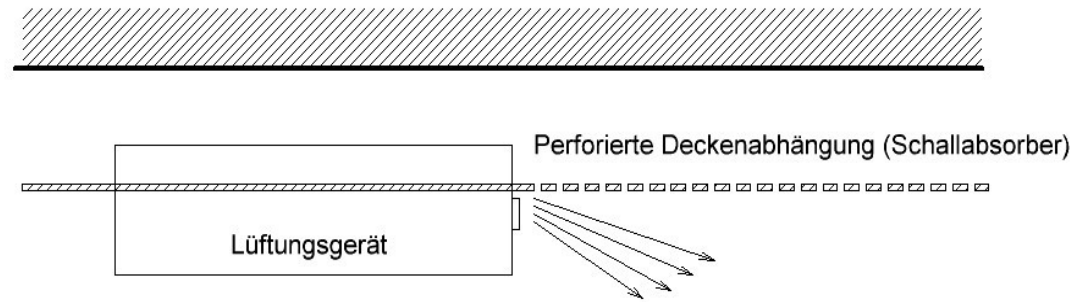
# (Not-)Abhilfemaßnahme: Lamellengitter



Einbau eines zusätzlichen Lamellengitters zur Strömungsablenkung nach oben.



# Akustikdecke abkleben

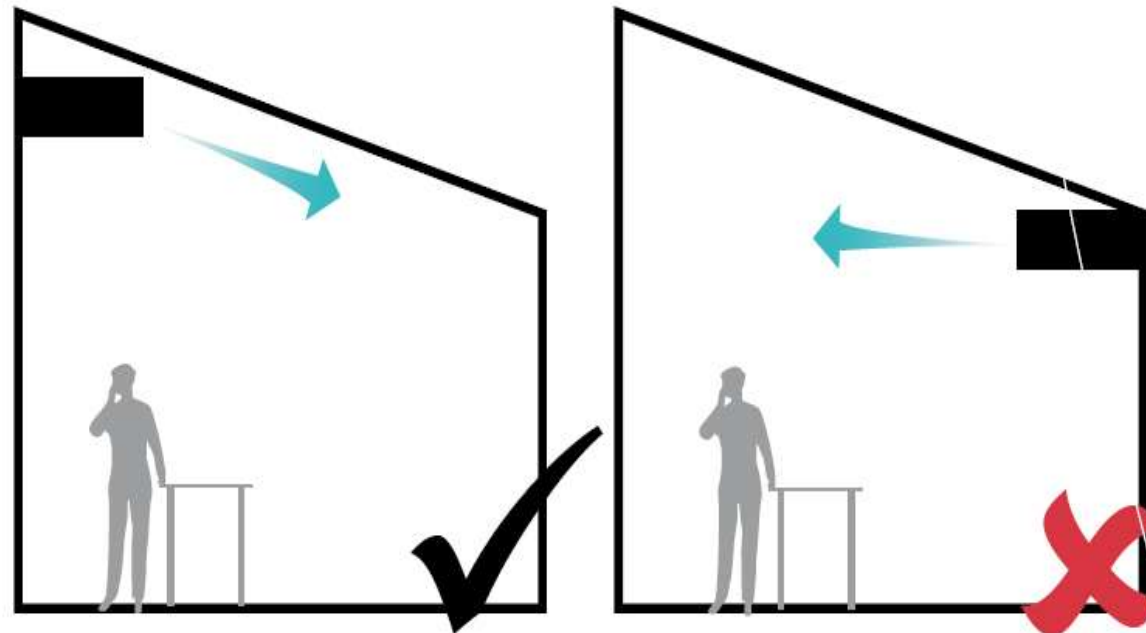


Hier nur provisorische Abklebung zum Test,  
Dauerhaft mit **transparenter Klebefolie** oder  
**rückseitige Abdeckung** der Löcher



# Montageanleitung des Herstellers

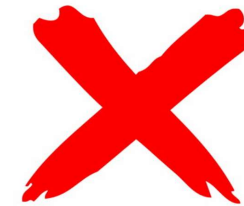
In einem Raum mit hoher oder schräger Decke sollten die Geräte so hoch wie möglich montiert werden.



# Detailanalyse Zuluft Lüftungsgeräte



**Variante 6: Freies Einblasen** unter Dachschräge,  
**Beleuchtungsschienen** quer zur Strömungsrichtung



# Planungshinweise Zuluftauslässe

- **Zuluftauslass in Deckennähe** (max. 15-20 cm) anbringen
- **Keine Strömungshindernisse** wie abgependelte Deckenbeleuchtung oder Stufen in der Deckenabhängung (z.B. von Akustikdecken);
- **Bei perforierten Akustikdecken** sind die Löcher im Bereich des ersten Meters am Auslass zu **verschließen**, sonst strömt Luft durch die Abhangdecke nachströmt.
- Als Auslässe haben sich lange **Schlitzauslässe** möglichst über die volle Klassenraumbreite bzw. schmale Lamellenlüftungsgitter mit leicht nach oben ausgerichteten Lamellen bewährt. Alternativ eignen sich auch **laserperforierte Textile Luftverteilsysteme** über die gesamte Klassenraumbreite in Deckennähe.

# Jahresbilanz

