



# MERKER AG

Beratende Ingenieure

Heizung

Klima

Lüftung

Sanitär

Elektro

MJ/tre

26.07.2021

## Variantenvergleich von Lüftungssystemen für Schulklassen

Die nachfolgende Aufstellung zeigt die Unterschiede zwischen den einzelnen möglichen Lüftungssystemen für Klassenräumen auf. Es werden sowohl die Vor- als auch Nachteile der einzelnen Systeme untersucht. Grundsätzlich wurden folgende möglichen Systeme ausfindig gemacht.

- Fensterlüftung: Lüftung durch öffnen von Fenstern durch den Nutzer
- Mechanische Lüftung mit einem Ventilator: Es wird an einem Ende der Fensterfront ein Ventilator in eine Glasscheibe eingebaut und optional wird am anderen Ende ein Fensterflügel mit einem Antrieb ausgestattet. In den Pausen wird das Fenster durch die Nutzer manuell oder optional automatisch geöffnet und der Ventilator eingeschaltet. Innerhalb von 5 min. wird das gesamte Luftvolumen des Klassenraums min. einmal ausgetauscht.
- Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung (zentral): Es wird ein zentrales Lüftungsgerät in einem Technikraum aufgestellt. Über ein Kanalnetz im gesamten Gebäude werden alle Räume erschlossen und diese mit Zu- und Abluft belüftet.
- Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung (dezentral): Es wird in jedem Klassenraum ein dezentrales Lüftungsgerät montiert. Die Außen- und Fortluft wird über die Fassade zu- bzw. abgeführt. Das Gerät regelt den Volumenstrom nach dem CO<sub>2</sub> Gehalt variabel und passt sich so der Belegung des Klassenraums an.

- Seite 2 zum Variantenvergleich von Lüftungssystemen in Schulklassen vom 26.07.2021

### Fensterlüftung:

- Pro:
  - o Keine Kosten für Umbauten und Wartung
  - o Keine besonderen Brandschutzanforderungen
  - o Dem Nutzer bekanntes Prinzip
  - o Keine Wartungskosten
- Contra:
  - o Im Winter kaum umsetzbar, da Klassenräume auskühlen
  - o Bei starkem Wind nicht umsetzbar, da es zu Zug- und Geräuscheinungen kommt.
  - o Bei ständig gekippten Fenstern erhöhter Heizbedarf. Nicht nachhaltig, da Energie ungenutzt abgeführt wird (Energieverschwendung).
  - o Kein kontrollierter Luftaustausch. Bei gleichen Temperaturen innen und außen und windstille kaum Luftaustausch, da der Antrieb durch Thermik oder Druckunterschied fehlt. Bei starkem Wind oder hohen Temperaturunterschieden innen / außen zu viel Luftaustausch
  - o Nutzereingriff erforderlich, somit ist die Belüftung nicht 100 %ig sichergestellt
  - o Bei hohem Außenlärm (Straße, Spielplatz, etc.) Störung der Konzentration unvermeidbar

### Mechanische Lüftung mit einem Ventilator

- Pro:
  - o Kontrollierter Luftaustausch, bei normalen Witterungsbedingungen
  - o Automatische Lüftung ohne Nutzereingriff, sofern Türen geschlossen sind und ein Fenster mit einem elektr. Antrieb ausgestattet ist.
  - o Geringe Wartungskosten
  - o Geringe Investitionskosten absolut, bezogen auf den tatsächlichen Nutzen jedoch hoch
  - o Keine besonderen Brandschutzanforderungen
  - o Einbau im laufenden Schulbetrieb möglich
  - o Kein Eingriff in die Bausubstanz bis auf Fenster
  - o Geringer Platzbedarf
- Contra:
  - o Zegerscheinungen im Winter
  - o Bei starkem Wind nicht umsetzbar, da Luftaustausch nicht garantiert. Ventilator kommt gegen den Druck nicht an.
  - o Auskühlen der Klassenräume
  - o Erhöhte Energiekosten, da Wärmeenergie einfach weggeblasen wird
  - o Bei Stoßlüften nur in den Pausen steigt der CO<sub>2</sub>-Gehalt in den Unterrichtsstunden zum Ende hin deutlich an und die Konzentrationsfähigkeit der Schüler sinkt.
  - o Bei hohem Außenlärm (Straße, Spielplatz, etc.) Störung der Konzentration unvermeidbar
  - o Aktuell nicht förderfähig

- Seite 3 zum Variantenvergleich von Lüftungssystemen in Schulklassen vom 26.07.2021

### **Zentrale Lüftungsanlage mit Kanalnetz**

○ Pro:

- Kontrollierter Luftaustausch
- Automatische Lüftung ohne Nutzereingriff
- Energetisch optimal, da Wärmerückgewinnung vorhanden
- Variable Luftmenge je nach Nutzer- Belegungsanforderung (CO<sup>2</sup>-geführt) möglich, jedoch nochmals höhere Investitionskosten.
- Durch Filterung der Luft geringere Pollenlast (Allergiker)
- Hoher Außenlärm hat keinen Einfluss auf den Unterrichtsraum
- förderfähig

○ Contra:

- Sehr hohe Investitionskosten
- Großer Platzbedarf für Lüftungszentrale
- Massive Eingriffe in die Bausubstanz für die Nachrüstung des Kanalnetzes
- Brandschutztechnisch hohe Anforderungen, da Brandabschnitte gequert werden
- Hohe Wartungskosten
- Wiederkehrende Sachverständigenprüfungen für Anlage und Brandschutzvorrichtungen
- Umbau im laufenden Betrieb nicht umsetzbar. Schließung der Schule
- Abhangdecken in allen Bereichen
- Keine individuelle variablen Luftmengeneinstellungen. Wenn dies auch noch umgesetzt werden soll, nochmal deutlich höhere Investitions- und Wartungskosten
- Hygiene aufwendiger (regelmäßige Luftkanalreinigung)

- Seite 4 zum Variantenvergleich von Lüftungssystemen in Schulklassen vom 26.07.2021

### Dezentrale Lüftungsanlage je Klassenraum

- Pro:
  - Kontrollierter Luftaustausch
  - Automatische Lüftung ohne Nutzereingriff
  - Energetisch optimal, da Wärmerückgewinnung vorhanden
  - Variable Luftmenge je nach Nutzer- Belegungsanforderung (CO<sup>2</sup>-geführt)
  - Keine besonderen Anforderungen an Brandschutz
  - Einbau im laufenden Schulbetrieb möglich
  - Durch Filterung der Luft geringere Pollenlast (Allergiker)
  - Hoher Außenlärm hat keinen Einfluss auf den Unterrichtsraum
  - Förderfähig
  - Geringe Eingriffe in die Bausubstanz notwendig
- Contra:
  - Hohe Investitionskosten
  - Wartungskosten
  - Geringe Eingriffe in die Bausubstanz notwendig

### Fazit

Unter Berücksichtigung aller Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme stellt das dezentrale Lüftungsgerät aus Sicht des Verfassers die technisch beste Lösung und unter Abwägung aller Randbedingungen auch das wirtschaftlichste System im Verhältnis Kosten – Nutzen dar.



Aufgestellt, Merker AG  
Beratende Ingenieure  
Sendenhorst, 26.07.2021

Heizung

Klima

Lüftung

Sanitär

Elektro

MJ/tre

17.08.2021

## Lüftung in Schulen

### **Aufgabenstellung:**

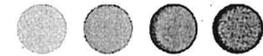
Es soll die Belüftung von Klassenräumen vor dem Hintergrund der Coronapandemie und der Konzentrationsfähigkeit betrachtet werden. Des Weiteren ist die Förderfähigkeit und deren Rahmenbedingungen zu betrachten.

### **Belüftung von Klassenräumen:**

Die Corona-Pandemie hat gezeigt, dass in Räumen mit hoher Belegungsdichte und geringem Luftaustausch das Infektionsrisiko exponentiell ansteigt. Genau diese Bedingungen treffen gerade auf einen Großteil der deutschen Klassenräume zu, da bis zum heutigen Zeitpunkt überwiegend eine freie Lüftung über Fenster vorhanden ist. Erschwerend kommt hinzu, dass ein Großteil der Schüler zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht geimpft werden kann und somit die Gefahr einer Ausbreitung überproportional besteht, auch wenn die Ansteckungsgefahr und deren Folgen nach aktuellem Kenntnisstand bei Kindern geringer ist.

Ein weiterer Gesichtspunkt, der auch schon vor der Corona-Pandemie bekannt war und ist, ist die Tatsache, dass auf Grund der oben beschriebenen hohen Belegungsdichte in Klassenräumen die CO<sup>2</sup> Konzentration sehr schnell ansteigt. Messungen haben gezeigt, dass ohne permanentes Lüften die Konzentration schnell auf über 2000 ppm ansteigt. Die Arbeitsstättenrichtlinie schreibt hier intensives Lüften vor. In Schulen findet dies nur bedingt statt. Das Ergebnis einer so hohen CO<sup>2</sup> Konzentration ist Konzentrationsmangel und Müdigkeit.

Daher ist aus Sicht des Verfassers eine permanente Lüftung von Klassenräumen unerlässlich.



**MERKER AG**

Beratende Ingenieure

- Seite 2 zur Betrachtung Lüftung von Schulen vom 17.08.2021

**Förderprogramm:**

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle hat ein Förderprogramm für den Neueinbau von stationären RLT-Anlagen aufgelegt.

Antragsberechtigt sind staatlich anerkannte allgemeinbildende Schulen in öffentlicher oder freier Trägerschaft für Kinder unter 12 Jahren. Dies trifft auf die betrachteten Schulen zu.

Förderfähig ist der Neueinbau von stationären Anlagen, die im reinen Zu- und Abluftbetrieb mit Wärmerückgewinnung betrieben werden. Ein Umluftanteil bis max. 50 % ist ebenfalls zulässig. Bei den betrachteten Anlagen kommt dies aber nicht in Betracht.

Art und Höhe der Förderung ist ein Zuschuss von bis zu 80% der Investitionskosten incl. Baunebenkosten, jedoch auf einen max. Betrag von 500.000 € pro Standort begrenzt.

**Kosten:**

Gemäß beigefügten Schätzungen ergeben sich für die 3 betrachteten Schulen folgende Kosten.

Ambrosius Grundschule:	474.543 € brutto
Franz von Assisi Schule:	355.908 € brutto
Josef Annegarn Schule:	525.387 € brutto

Bei den weiterführenden Schulen ist die Förderfähigkeit noch zu klären, da aus Sicht des Verfassers die Förderbestimmungen nicht eindeutig sind. Hier steht „Antragsberechtigt sind Einrichtungen für Kinder unter zwölf Jahren und deren öffentliche und private Träger.“ Hier stellt sich die Frage, ob dann Schulen mit Schülern über 12 Jahren ausgeschlossen sind.

**Einsparpotentiale:**

In den Kostenschätzungen wurden sämtliche gemäß Förderrichtlinie zulässigen Räume aufgenommen. Trotz des Zuschusses von 80% ergeben sich erhebliche Investitionssummen. Sofern die Investitionen zu hoch sein sollten, könnten auf Grund der Dezentralität einzelne Räume herausgenommen werden. Aus Sicht des Verfassers könnten dies folgende sein.

- **Lehrerzimmer:** In Lehrerzimmern halten sich Personen auf, die geimpft werden können und somit das Infektionsrisiko sehr gering ist. Des Weiteren ist die Belegungsdichte nicht so hoch und es handelt sich nicht um Räume wo permanent über längeren Zeitraum konzentriert gearbeitet wird und somit eine erhöhte CO<sup>2</sup> Konzentration nicht schädlich ist.
- **Differenzierungsraum:** Der Name lässt vermuten, dass die Belegungsdichte nicht so hoch ist und somit das Ansteckungsrisiko geringer. Dies ist nochmals zu verifizieren.

Aufgestellt, Merker AG  
Beratende Ingenieure  
Sendenhorst, 17.08.2021

## Ambrosius Grundschule, Ostbevern Kostenschätzung Haustechnik

Gewerk . LÜFTUNG

06.08.2021

1 Lüftung pro Klasse		800 m <sup>3</sup> /h		
Bezeichnung	Kosten je m <sup>3</sup> /h	Kosten	Summe	
Gerät	11,50 €/(m <sup>3</sup> /h)	9.200,00 €		
Gitter, Klappen, usw.	0,50 €/(m <sup>3</sup> /h)	400,00 €		
Kanal	0,60 €/(m <sup>3</sup> /h)	480,00 €		
Wärmedämmung	0,10 €/(m <sup>3</sup> /h)	80,00 €		
Summe	0,00 €/(m <sup>3</sup> /h)	10.160,00 €		

Nebenleistungen pro Klasse				
Bezeichnung		Kosten	Summe	
Stemm- Kernbohrarbeiten		350,00 €		
Maler		200,00 €		
Trockenbau		1.000,00 €		
Gerüstbau		500,00 €		
Planungskonorar 20%		2.032,00 €		
Summe		4.082,00 €		

Gesamtkosten		28 Klassenräume / Lehrerzimmer		
Bezeichnung	Kosten je Zimmer	Kosten	Summe	
Lüftung	10.160 €	284.480,00 €		
Nebenleistungen	4.082 €	114.296,00 €		
Summe				398.776,00 €

<b>Gesamtsumme Lüftung - netto</b>	<b>398.776 €</b>
<b>Gesamtsumme Lüftung - brutto</b>	<b>474.543 €</b>



## Franz von Assisi Schule, Ostbevern

### Kostenschätzung Haustechnik

Gewerk **LÜFTUNG**

06.08.2021

1 Lüftung pro Klasse		800 m <sup>3</sup> /h		
Bezeichnung		Kosten je m <sup>3</sup> /h	Kosten	Summe
Gerät		11,50 €/m <sup>3</sup> /h	9.200,00 €	
Gitter, Klappen, usw.		0,50 €/m <sup>3</sup> /h	400,00 €	
Kanal		0,60 €/m <sup>3</sup> /h	480,00 €	
Wärmedämmung		0,10 €/m <sup>3</sup> /h	80,00 €	
<b>Summe</b>		<b>0,00 €/m<sup>3</sup>/h</b>	<b>10.160,00 €</b>	

Nebenleistungen pro Klasse				
Bezeichnung		Kosten		Summe
Stemm- Kernbohrarbeiten		350,00 €		
Maler		200,00 €		
Trockenbau		1.000,00 €		
Gerüstbau		500,00 €		
Planungskonorar 20%		2.032,00 €		
<b>Summe</b>				<b>4.082,00 €</b>

Gesamtkosten		21 Klassenräume / Lehrerzimmer		
Bezeichnung		Kosten je Zimmer	Kosten	Summe
Lüftung		10.160 €	213.360,00 €	
Nebenleistungen		4.082 €	85.722,00 €	
<b>Summe</b>				<b>299.082,00 €</b>

<b>Gesamtsumme Lüftung - netto</b>	<b>299.082 €</b>
<b>Gesamtsumme Lüftung - brutto</b>	<b>355.908 €</b>



## Josef Annegarn Schule, Ostbevern Kostenschätzung Haustechnik

Gewerk **LÜFTUNG**

06.08.2021

1 Lüftung pro Klasse	800 m <sup>3</sup> /h		
Bezeichnung	Kosten je m <sup>3</sup> /h	Kosten	Summe
Gerät	11,50 €/m <sup>3</sup> /h	9.200,00 €	
Gitter, Klappen, usw.	0,50 €/m <sup>3</sup> /h	400,00 €	
Kanal	0,60 €/m <sup>3</sup> /h	480,00 €	
Wärmedämmung	0,10 €/m <sup>3</sup> /h	80,00 €	
Summe	0,00 €/m <sup>3</sup> /h	10.160,00 €	

Nebenleistungen pro Klasse			
Bezeichnung		Kosten	Summe
Stemm- Kernbohrarbeiten		350,00 €	
Maler		200,00 €	
Trockenbau		1.000,00 €	
Gerüstbau		500,00 €	
Planungskonorar 20%		2.032,00 €	
Summe		4.082,00 €	

Gesamtkosten	31 Klassenräume / Lehrerzimmer		
Bezeichnung	Kosten je Zimmer	Kosten	Summe
Lüftung	10.160 €	314.960,00 €	
Nebenleistungen	4.082 €	126.542,00 €	
Summe			441.502,00 €

<b>Gesamtsumme Lüftung - netto</b>	<b>441.502 €</b>
<b>Gesamtsumme Lüftung - brutto</b>	<b>525.387 €</b>

