

GSO – Sanierung und Erweiterung Laurenzer Grundschule in Puchheim

Entscheidungsfindung zur Lüftung der Klassenräume

Version 2

Bauvorhaben: GSO – Sanierung und Erweiterung
Laurenzer Grundschule in Puchheim

Bauherr: Stadt Puchheim
Poststraße 2
82178 Puchheim

Architekt: Peck Daam Architekten GmbH
Mittererstraße 3
80336 München

Beratender Ingenieur: Wimmer – Ingenieure GmbH
Senefelderstraße 23
86368 Gersthofen
Tel: 0821 / 48008-0
Fax: 0821 / 48008-30
info@wimmer-ingenieure.de

Aufgestellt: 30.10.2020
Wimmer – Ingenieure GmbH
Markus Asam / Jörg Böhler

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung / Grundlagen

2. Aufgabenstellung

3. Verschiedene Lüftungssysteme

Variante 1: Freie Lüftung

Variante 2, mechanische Be- und Entlüftung, dezentral

Variante 3, mechanische Be- und Entlüftung, zentral

4. Kosten

5. Empfehlung

1. Einführung / Grundlagen

Bei der Sanierung und Erweiterung der Laurenzer Grundschule müssen, auf Grund der notwendigen dichten Aussenhülle, der Be- und Entlüftung der Klassenräume besondere Beachtung geschenkt werden.

Luft ist neben Wasser unser wichtigstes Lebensmittel.

Die Überlebenschancen des Menschen betragen:

Ohne Nahrung: ca. 1 Monat
Ohne Wasser: ca. 1 Woche
Ohne Luft: ca. 3 – 5 Minuten

Mit zwei Litern Wasser ist man am Tag gut versorgt, zum Atmen benötigen wir täglich rund 20.000 Liter Luft.

In schlecht belüfteten Räumen ist die Luft daher schnell verbraucht. Die Kohlenstoffdioxidkonzentration steigt rapide an, Müdigkeit und Leistungsabfall sind die Folgen.

Grundlage für die Außenluftstrate bei verschiedenen Aktivitäten ist der CO₂ Maßstab nach Pettenhofer.

Mit einer erwünschten oberen Grenze der CO₂ – Konzentration von 0,1 Volumen – Prozent (entspricht einem üblichen Wert) und einer angenommenen Außenluft – CO₂ – Konzentration von 0,03 Vol. – Prozent ergibt sich ein Außenluftstrom von 28,6, gerundet 30 m³/h und Person.

Setzt man den Schwellenwert für die obere Grenze der CO₂ Konzentration auf 0,15 Vol. – Prozent (vergleichbar 1500 ppm) ergibt sich ein Außenluftvolumenstrom von 20 m³/h und Person.

Aufgrund der derzeitigen Situation in Hinblick auf die SARS-CoV- Infektionen müssen wir in diesem Zusammenhang auch auf die Empfehlungen der Bundesregierung Hinweisen.

- a) konsequentes, intensives und regelmäßiges freies Lüften über Fenster und Türen
- b) kein Umluftbetrieb bei Lufttechnischen Anlagen

2. Aufgabenstellung

Für die Laurenzer Grundschule Ost soll untersucht werden, welche Art der Be- und Entlüftung der Klassenräume insgesamt sinnvoll ist.

Dabei wird sowohl darüber nachgedacht, die Schulräume lediglich über die Fenster zu Be- und Entlüften, aber es kann auch eine mechanische Be- und Entlüftung in Form von dezentralen Einzelraumgeräten oder zentral über ein Lüftungsgerät auf dem Dach erfolgen.

Letztlich muss man Investitions- und Betriebskosten sowie die Auswirkungen auf den Unterricht miteinander vergleichen und abwägen.

3. Verschiedene Lüftungssysteme

Zur Belüftung von Gebäuden werden Methoden der freien (natürlichen) und erzwungenen (maschinellen) Lüftung angewendet. Der Luftaustausch zwischen Innenraum und äußerer Umgebung stellt sich grundsätzlich als Folge von Druckdifferenzen ein, welche sich bei freier Lüftung aus den witterungsbedingten Temperatur- und Druckverhältnissen ergeben, bei erzwungener Lüftung hingegen mit Hilfe von Ventilatoren maschinell erzeugt werden. Abbildung 1 bietet eine Übersicht gängiger Lüftungstechniken mit Hervorhebung von Anlagengruppen, die aufgrund unterschiedlicher Funktionsweisen bzw. Ausstattungen hinsichtlich des Infektionsschutzes differenziert zu betrachten sind.

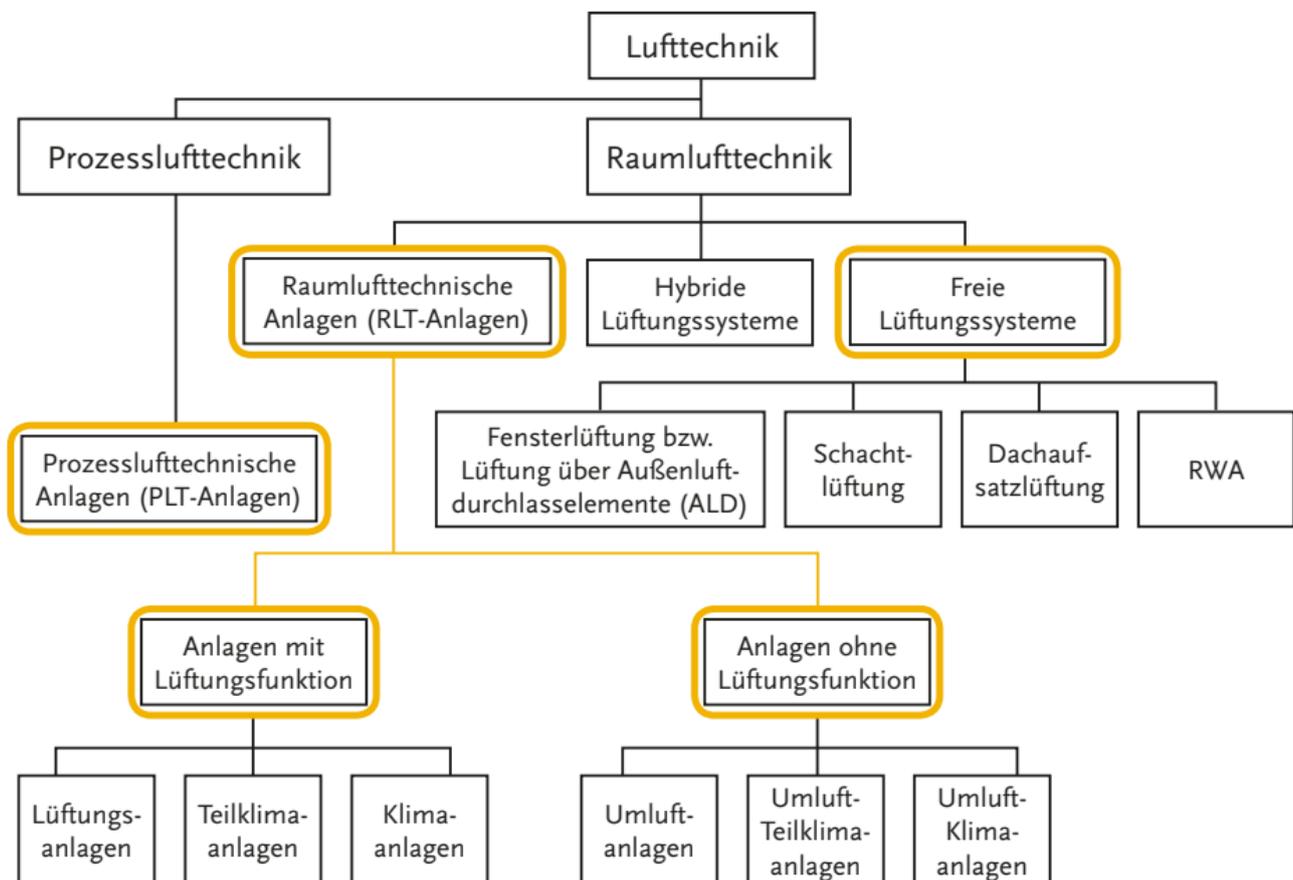


Abbildung 1

Variante 1: Freie Lüftung

Freie Lüftung ist der Austausch von Raumluft durch Außenluft auf Grund von Druckdifferenzen (Δp) mit Hilfe von Zu- und Abluftöffnungen im Raum. Die Druckdifferenzen können durch Winddruck und/oder thermischen Auftrieb hervorgerufen werden. Sie können zudem über Undichtigkeiten in der Gebäudehülle einen zusätzlichen Luftstrom erzeugen (Abbildung 2). Die einfachste Form der freien Lüftung ist die Fensterlüftung. Sie besitzt eine hohe Akzeptanz, sofern die Öffnung der Fenster von den Beschäftigten selbst bestimmt werden kann. Andere Formen der freien Lüftung sind z. B. Schacht-, Dachaufsatz- oder Kaminlüftung.

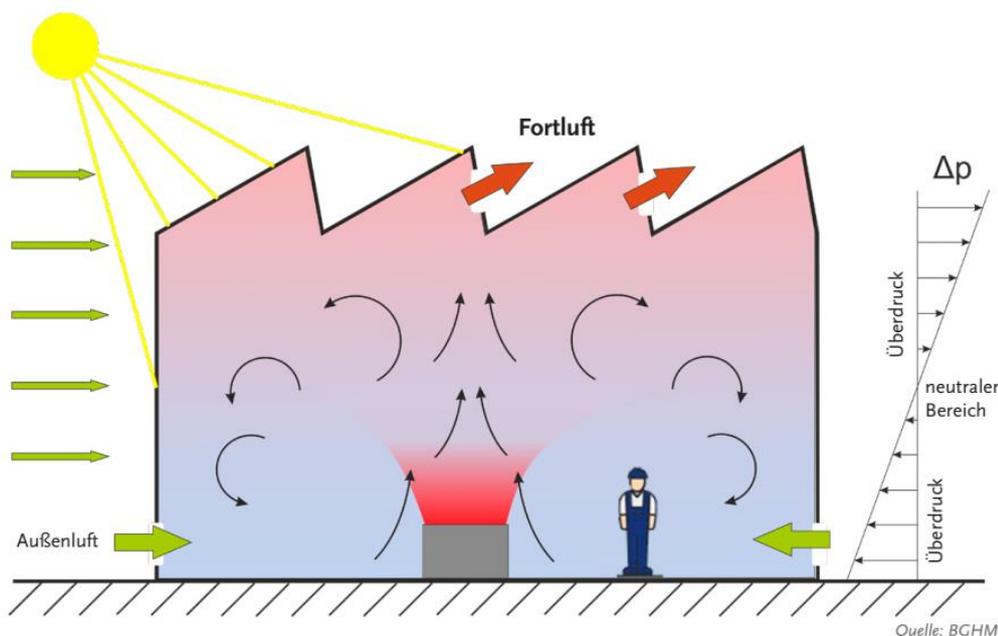


Abb. 2 Prinzip der freien Lüftung mit Darstellung der Druckunterschiede zwischen Innenraum und Umgebung [DGUV-109-002_2020]

Für die Klassenräume kommt sogenanntes Stoßlüften in Frage. Darunter versteht man ein kurzzeitiges Öffnen (ca. 3 bis 10 min) der Fenster, durch welchen ein intensiver Luftaustausch zur Beseitigung von Schadstoffen erreicht wird.

Nach ASR A 3.6 sollte ein Besprechungsraum (Klassenraum) nach ca. 20 min stoßgelüftet werden. die Mindestdauer des Lüftens ist dabei abhängig ob es Sommer oder Winter ist. Im Winter reichen 3 min, im Sommer benötigt man auf Grund der geringeren Temperaturdifferenzen bis zu 10 min.

Ob das Stoßlüften überhaupt ausreicht, hängt auch von den zur Verfügung stehenden Fenstern ab, welche geöffnet werden können.

Im Fall der Laurenzer Grundschule bedeutet das für die Stoßlüftung:

Einseitige Lüftung:

1,05 m²/10m² Grundfläche, also 7,56 m² Öffnungsfläche.

Querlüftung:

0,6 m²/10 m² Grundfläche, also 4,32 m² Öffnungsfläche

Die Öffnungsfläche pro Fenster beträgt: $0,42 \times 2,5 = 1,05 \text{ m}^2$

Bei 4 Fenstern pro Klassenraum somit $1,05 \times 4 = 4,20 \text{ m}^2$

Beim Oberlicht $0,7 \times 1,1 \times 4 = 3,08 \text{ m}^2$

Gesamt somit: 7,28 m²

Da Querlüftung möglich ist, reichen die zur Verfügung stehenden Fenster aus.

Investitionskosten: keine

Betriebskosten: keine

Vorteile dieser Lösung:

- keine Investitionskosten
- keine Betriebskosten
- keine Wartungskosten

Nachteile dieser Lösung:

- bei Vollbelegung des Klassenraumes alle 20 min Stoßlüften
- Im Winter Auskühlung des Raumes mit Wärmeverlust
- Im Sommer Erwärmung des Raumes durch warme Aussenluft
- Störung des Unterrichtsablaufes
- Frische Luft ist abhängig von der Disziplin des Nutzers
- Lehrer sind hier in der Verantwortung

Variante 2, mechanische Be- und Entlüftung, dezentral

Raumlufttechnische Anlagen (RLT-Anlagen) gibt es mit oder ohne Lüftungsfunktion, d.h. mit oder ohne Außenluftzufuhr.

Gemäß ASR A3.6 sind RLT-Anlagen mit maschineller Förderung der Luft, Luftreinigung (Filtern) und mindestens einer thermodynamischen Luftbehandlungsfunktion (Heizen, Kühlen, Befeuchten, Entfeuchten) ausgestattet. Damit werden Räume mit einer für den Menschen gesundheitlich zuträglichen und behaglichen Raumluft versorgt, indem die durch die menschliche Nutzung freigesetzten Stoff-, Wärme- und Feuchtelasten beseitigt werden.

Mechanische Be- und Entlüftung der Klassenräume mit dezentralen Lüftungsgeräten in den Klassen, mit Zu- und Abluftventilator, mit Wärmerückgewinnung, Filterung der Aussenluft, Schalldämpfer, und el. Nachheizregister.
Nachtauskühlung über offenbare Fenster

Berechnungsgrundlagen

Luftrate pro Schüler:	20 m ³ /h
Luftleistung pro Klassenraum:	600 m ³ /h
Luftwechsel im Klassenraum von ca:	3 fach
Wirkungsgrad WRG ca.:	80 %

Vorteile:

Relativ geringer Eingriff in die Gebäudestruktur beim Alt- und Neubau
Individuelle Regelung jedes Gerätes möglich
Keine Probleme mit dem Brandschutz
Geringer Eingriff in die Statik des Gebäudes.
Geringe Ausgaben für die Regelungstechnik

Nachteile:

Investitionskosten
Betriebskosten
Wartungskosten
Nachheizung muss über statische Heizflächen oder ein Heizregister erfolgen
Hoher Wartungsaufwand
Geringe Betriebssicherheit
Pro Klassenzimmer zwei Fassadendurchführungen jeweils für Aussen- und Fortluft.
Der Wirkungsgrad der Einzelventilatoren ist um ein Vielfaches schlechter als bei einem zentralen Lüftungsgerät.

Variante 3, mechanische Be- und Entlüftung, zentral

Bau eines zentralen Lüftungsgerätes auf dem Dach der Schule mit Zu- und Abluftventilator, Wärmerückgewinnung, Beheizung der Zuluft, Filterung, Schalldämpfung.

Berechnungsgrundlagen

Luftrate pro Schüler:	20 m ³ /h
Luftleistung pro Klassenraum:	600 m ³ /h
Luftwechsel im Klassenraum von ca:	3 fach
Wirkungsgrad WRG ca.:	80 %

Vorteile:

Besserer Wirkungsgrad der Ventilatoren als bei der dezentralen Variante
Wartungsaufwand gering und nicht in den Klassenräumen
Sehr effektive zentrale Wärmerückgewinnung
Nachtauskühlung über RLT Anlage möglich

Nachteile:

Hohe Investitionskosten
Betriebskosten
Wartungskosten
Aufwändige Kanalführung durch das gesamte Gebäude unterhalb der Unterzüge und da durch eingeschränkte Raumhöhe
Eingriff in die bestehende Statik des Gebäudes
Brandschutz ist zu beachten

4. Kosten

Mit folgenden Schätzkosten ist für die verschiedenen Varianten zu rechnen.

Variante 1, keine mechanische Be- und Entlüftung der Klassenräume:

- Belüftung von Küche und Bewegungsraum zentral
- Belüftung WC – Anlagen dezentral
- **Klassenräume und Differenzierungsräume ohne Be- und Entlüftung**
- Nebenräume unbelüftet.

Investitionskosten 1: 262.198,65 € brutto (wie Kostenschätzung)

Wartungskosten: 1.309,00 € brutto/a

Variante 2, mechanische Be- und Entlüftung der Klassenräume dezentral:

- Belüftung von Küche und Bewegungsraum zentral
- Belüftung WC – Anlagen dezentral
- **Klassenräume und Differenzierungsräume mit dezentraler mechanischer Be- und Entlüftung**
- Nebenräume unbelüftet.

Investitionskosten 2: 515.073,65 € brutto (wie Kostenschätzung + Mehrkosten)

Hochbaukosten: 35.000,00 € brutto

Wartungskosten: 11.500,00 € brutto/a

Hieraus resultieren Mehrkosten einschließlich Baunebenkosten
im Vergleich zur Variante 1 von:

359.843,75 € brutto

Variante 3, mechanische Be- und Entlüftung der Klassenräume zentral:

- Belüftung von Küche und Bewegungsraum zentral
- Belüftung WC – Anlagen dezentral
- **Klassenräume und Differenzierungsräume mit zentraler mechanischer Be- und Entlüftung**
- Nebenräume unbelüftet.

Investitionskosten 3:	636.875,00 € brutto (Kostenschätzung angepasst + Mehrkosten)
Hochbaukosten Einhausung:	60.000,00 € brutto
Hochbau Eindichtung:	5.000,00 € brutto
Hochbau Statische Eingriffe:	20.000,00 € brutto
Wartungskosten:	4.200,00 € brutto/a

Hieraus resultieren Mehrkosten einschließlich Baunebenkosten im Vergleich zur Variante 1 von:

574.595,44 € brutto

5. Erfahrungen der Stadt Puchheim in der Grundschule Süd

In der Grundschule Süd der Stadt Puchheim konnte die Verwaltung der Stadt Puchheim Erfahrungen mit der mechanischen Be- und Entlüftung einer Grundschule in Puchheim sammeln.

Leider ist es so, dass die mechanische Be- und Entlüftungsanlage der Grundschule Süd immer wieder zu Beschwerden von Seiten des Nutzers Anlass gibt. So gibt es immer wieder Beschwerden über schlechte Luft, Zugerscheinungen, störende Geräuschentwicklung wie auch über zu kalte oder zu warme Luft.

Trotz der mechanischen Be- und Entlüftung werden vom Nutzer die Fenster eigenmächtig immer wieder geöffnet.

Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz einer mechanischen Be – und Entlüftung von Seiten der Stadt Puchheim sehr kritisch gesehen.