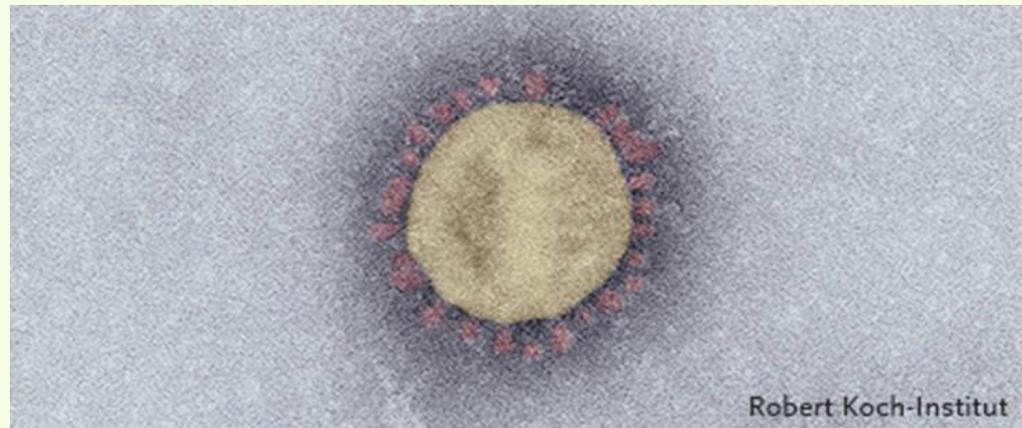


Untersuchung der Möglichkeiten zur Reduzierung der Viruslast in Räumen der Grund- und Mittelschule Pullach im Isartal



Maßnahmenempfehlungen
für die Grund- und Mittelschule in Pullach im Isartal
Gemeinderatssitzung am Dienstag, 15. Dezember 2020

Inhaltsübersicht

- 1. Reduzierung der Viruslast**
 - a. durch AHA+L
 - b. durch Luftreiniger
- 2. Kostenüberschlag pro Klassenzimmer**
- 3. Mögliche Fördermittel**
- 4. Meinungsbild öffentlicher Stellen**
- 5. Bewertung der Grund- und Mittelschule Pullach**
- 6. Fensterlüftung – Berechnungsergebnisse**
- 7. Schlecht- und nicht zu lüftende Räume**
- 8. Zusammenfassung**

1a: Reduzierung der Viruslast in Räumen

Durch AHA+L - Lüften

- Im Sinne des Infektionsschutzes sollten Räume mit einem möglichst hohen Luftaustausch und Frischluftanteil versorgt werden. Dies gilt gleichermaßen für freies Lüften über Fenster und für den Einsatz von raumluftechnischen (RLT-) Anlagen.

(Stellungnahme der Kommission Innenraumlufthygiene am Umweltbundesamt - 12.08.2020)

- Eine möglichst hohe Frischluftzufuhr ist eine der wirksamsten Methoden, potenziell virushaltige Aerosole aus Räumen zu entfernen.

(Stellungnahme der Kommission Innenraumlufthygiene am Umweltbundesamt - 12.08.2020)

- Dies bedeutet in der Praxis eine Stoßlüftung alle 20 Minuten mit weit geöffneten Fenstern für ca. fünf Minuten.

(Empfehlung Umweltbundesamt „Lüften in Schulen“ – 15.10.2020)

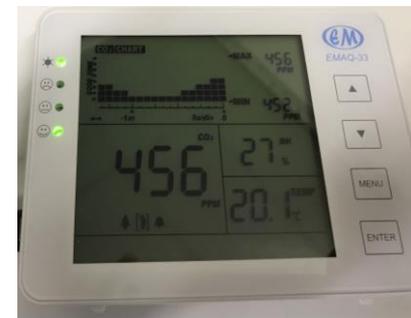
- Einsatz von CO₂-Ampeln mit Richtwerten aus Förderrichtlinie

- CO₂ ist ein guter Indikator für verbrauchte Luft
- Hilfsmittel beim Erlernen des korrekten Lüftungsverhaltens
- Stufe gelb bei ca. 1.000 ppm (Fensterlüftung), rot bei ca. 2.000 ppm (oberster Grenzwert CO₂ Konzentration)
- Anzustreben ist ein CO₂-Wert im Mittel über die Unterrichtseinheit von 1.000 ppm

(Empfehlung Umweltbundesamt „Einsatz mobiler Luftreiniger ...“ – 16.11.2020)

- KEIN Indikator für die Virenkonzentration in der Raumluft
- KEIN Schutz vor Infektion mit SARS-CoV-2

(Empfehlung Umweltbundesamt „Lüften in Schulen“ – 15.10.2020)



CO₂-Ampeln Gem. Pullach

1b. Reduzierung der Viruslast in Räumen

Durch **Ergänzung von Luftreiniger** - Funktionsweise



Quelle Buschek Lufttechnik



Filterklasse min. H13: ~99,95 % der Partikel/Aerosole von ca. 0,3 μm werden abgetrennt. → vgl. virushaltige Aerosole ca. 0,6 – 100 μm .

Luftauslass
Filterstufen und Ventilator
Luftansaugung



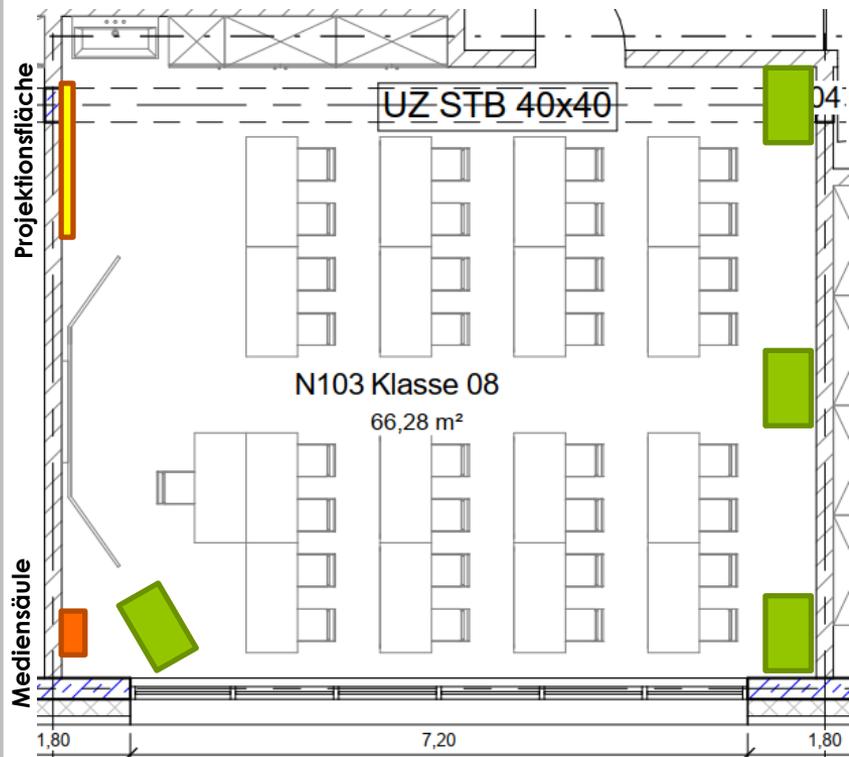
1b. Reduzierung der Viruslast in Räumen

Durch **Luftreiniger - Wirksamkeit**

- Gutachterliche Stellungnahme der Universität der Bundeswehr in Neubiberg zeigt unter Laborbedingungen, dass:
 - bei einem Volumenstrom von 1.500 m³/h (~ 6-facher Luftwechsel)
 - einer Raumgröße von 80 m² (Höhe 2,5 m)
 - einer Filterkombination von F7 und H14
 - die Aerosolkonzentration nach 6-15 Minuten sich halbieren lässt
(BWUni Neubiberg Stellungnahme vom 05.08.2020)
 - *Anmerkung: aktuell sind zwei baugleiche Luftreiniger wie in der genannten Studie in Pullach im Testbetrieb – bei 1.500m³/h wurde ein Geräuschpegel von ca. 60 dB(A) festgestellt (vergleichbar mit einem lauten Staubsauger – Nutzerakzeptanz niedrig!)*
- Empfehlung zur täglichen Erhitzung des H14 Filters (30 Minuten bei 100 °C) zur Zerstörung der Viren im Filter und der Vermeidung der Entstehung von Biofilmen, Bakterien und Pilzen. *(BWUni Neubiberg Stellungnahme vom 05.08.2020)*
- Aber auch: die Wirksamkeit von Luftreinigern hinsichtlich der Prävention von SARS-CoV-2 wird von mehreren Stellen hinterfragt. Zum einen wird „von einer prinzipiellen Wirksamkeit“ ausgegangen. Zum anderen heißt es: „Die Ergebnisse liefern kein einheitliches Bild“.
(Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene - 25.09.2020 und UBA Stellungnahme vom 22.10.2020 und 16.11.2020)
- Weitere Faktoren z.B. Luftfeuchtigkeit, Lasten im Raum, aktive und sich einstellende Raumluftströmung *(IB Bauer)*
- Lüftungsmaßnahmen, RLT-Anlagen und Luftreiniger sind geeignete Mittel, um das indirekte Infektionsrisiko (=Aerosole in der Luft) zu verringern, jedoch keine Verhinderung des direkten Infektionsrisikos (z.B. Anhusten, lange Unterhaltungen auf kurze Distanz) *(BWUni Neubiberg Stellungnahme vom 05.08.2020)*

1b. Reduzierung der Viruslast in Räumen

Durch Luftreiniger - Herausforderungen



 mögliche Standorte im Klassenzimmer

Klassenzimmer Carl-Orff-Gymnasium Erweiterungsbau

➤ Aufstellmöglichkeiten im Klassenraum

- Sichtfeld
- Laufwege

➤ Elektrische Versorgung

- Kabelverlegung im Klassenzimmer (Steckdose im Umfeld vorhanden?)
- Verfügbarkeit der elektr. Leistung für Dauerverbraucher von ca. 0,5 -3 kW?

➤ Verfügbarkeit wegen hoher Nachfrage (?)

➤ Nutzerakzeptanz

- Geräusch der Geräte deutlich hörbar
 Herstellerangaben ca. 35 - 55 dB(A)
 Richtwert für Luftauslässe 35 dB(A)
 Empfehlung UBA 16.11.2020 = 40 dB(A)
- Erhöhte Luftströmung im Raum und eventuell deutlich spürbar bei Schülern und Lehrern im nahen Umfeld des Geräts

2. Kostenüberschlag pro Gerät

Anschaffungskosten

Luftreiniger, Richtpreis	~ 4.500,00 €
Inbetriebnahme	~ 75,00 €
Verlängerungskabel	~ 25,00 €
Summe (€ brutto, 16 %)	~ 4.600,00 €

Betriebskosten (monatlich) – ohne Instandhaltungskosten

Stromkosten	~ 40,00 €
<small>Ansatz Betrieb: 20 d á 8 h</small>	
Wartung (u.a. Filter, Reinigung)	~ 85,00 €
Summe (€ brutto, 16 %)	~ 125,00 € / Monat

Ansatz Listenpreise – **Abhängig Geräteanzahl, Verfügbarkeit, Anlieferung, Transport, Montage, Marktlage**

3. Fördermittel für Schulen

Förderung von Investitionskosten für technische Maßnahmen zum

infektionsschutzgerechten Lüften in Schulen - Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus 20.10.2020

- Einsatz von **CO₂-Ampeln** für jeden Klassen- und Fachraum mit einem **Festbetrag i.H.v. 7,27 Euro je Schülerin und Schüler** auf Grundlage der amtl. Schülerzahlen des Schuljahres 2019/2020.

- Einsatz von **Luftreinigungsgeräten bis zu 100 Prozent und höchstens 3.500 Euro**
 - Fördersatz abhängig vom Volumen der Förderanträge
 - Förderung **nur** für:
 - a. Räume, in denen nur Oberlichter oder sehr kleine Fensterflächen geöffnet werden können (keine genaue Definition für schlecht zu lüftende Räume von der Förderstelle bekannt!)
 - b. innenliegende Fachräume
 - c. Räume mit RLT-Anlagen mit Umluftbetrieb und ohne ausreichende Filter, in denen Fenster nicht geöffnet werden können.

- **Antragsstellung bis 31. Dezember 2020** – Beschaffung bis 31. März 2021

4. Meinungsbild öffentlicher Stellen

Umweltbundesamt: „Mobile Luftreiniger in Schulen: Nur im Ausnahmefall sinnvoll“ Stand 22. Oktober 2020

- Mobile Luftreiniger (MLR) als Ergänzung für das Lüften mit Außenluft
- UBA sieht den generellen Einsatz von MLR kritisch und sieht die Maßnahme in Ausnahmefällen für gerechtfertigt an
- MLR beseitigen in Unterrichtsräume nicht die Anreicherung von CO₂, Luftfeuchte und teils geruchsaktiven Substanzen
- UBA empfiehlt für Lüftungsmaßnahmen in Schulen folgende Rangfolge:
 - Bei vorhandenen RLT Anlagen Frischluftzufuhr erhöhen und Betriebszeiten verlängern; bei Umluft Nachrüstung von H13/H14 Filtern
 - Bei Schulen ohne RLT Anlagen: intervalllüften über weit geöffnete Fenster (UBA-Handreichung zum Lüften in Schulen vom 15.10.2020)
 - Die im Winter dadurch unvermeidliche Raumluftabkühlung wird aus medizinischer Sicht als unbedenklich angesehen.
 - Einsatz von CO₂-Ampeln als unterstützendes Instrument für notwendige Fensterlüftung
- Bei Klassenräumen mit ungenügender Fensterlüftungsmöglichkeit: Einbau einfacher Ventilator gestützter Zu- und Abluftsysteme (z.B. in Fensteröffnungen)
- Langfristige und nachhaltige Ziele: perspektivische Ausrüstung bzw. Nachrüstung von RLT Anlagen

4. Meinungsbild öffentlicher Stellen

Bewertung der Bundesregierung: „Infektionsgerechtes Lüften – Beitrag mobiler Luftreiniger zum Infektionsschutz“ Stand 3. November 2020

- Auch beim Einsatz von MLR ist weiterhin eine ausreichende Lüftung zur Abfuhr von CO₂ sowie Feuchte- und Wärmelasten unabdingbar
- „Intensives und fachgerechtes freies Lüften reicht in den allermeisten Fällen als zusätzliche Infektionsschutzmaßnahme auch in mehrfach belegten Räumen aus.“
- „Wägt man zusätzliche Komfort- und Nachhaltigkeitsaspekte beide Optionen ab, ist dezentralen RLT-Anlagen eindeutig der Vorzug zu geben.“
- Beispiel zur Bewertung des Nutzens MLR:
 - Laut ASR A3.6 „Lüftung“ soll bei einer Überschreitung der CO₂ Konzentration von 1000 ppm nach Möglichkeit ein Luftaustausch erfolgen
 - Bei üblicher Belegung von Klassenräumen wird dieser Schwellenwert in etwa 20 Minuten erreicht (daraus resultiert die UBA Empfehlung nach 20 Minuten für 3 bis 5 Minuten eine Stoßlüftung durchzuführen)
 - Zieht man die maximale zulässige CO₂ Konzentration von 2000 ppm heran, könnte beim Einsatz eines MLR und vergleichbarer Vermeidung evtl. virenbeladener Aerosole die Zeitdauer zwischen Stoßlüftungen auf maximal das Dreifache verlängert werden
 - Somit wäre das Lüftungsintervall auf max. 60 Minuten ausgedehnt, bei Inkaufnahme einer erheblichen Verschlechterung der Raumluftqualität (bis zum Grenzwert von 2000 ppm)

4. Meinungsbild öffentlicher Stellen

Umweltbundesamt: „Einsatz mobiler Luftreiniger als Lüftungsunterstützende Maßnahme in Schulen während der SARS-CoV-2 Pandemie“ Stand 16. November 2020

- Der Einsatz von mobilen Luftreinigern kann ergänzend und als flankierende Maßnahme zur Minderung eines Infektionsrisikos sinnvoll sein, jedoch nur wenn ausreichende Lüftung nicht möglich ist.
- Die Fensterlüftung bzw. raumluftechnische Anlagen ist – unabhängig von Pandemien – zur Abfuhr von Kohlendioxid, chemischen Stoffen und luftgetragenen Partikeln notwendig. Anzustreben ist ein CO₂-Wert im Mittel über die Unterrichtseinheit von 1000 ppm.
- „In den Fällen, in denen die Lüftungsvorgaben durch Fensteröffnungen nicht ausreichend umsetzbar sind, können auch geeignete mobile Luftreiniger ergänzend zum Einsatz kommen.“
- Bei mobilen Luftreinigern mit H13 und H14 Hochleistungsschwebstofffiltern ist von einer prinzipiellen Wirksamkeit auszugehen.
- Die UBA sieht Geräte mit UV-C Strahlung, Ionisation oder Plasma wegen fehlender Erfahrungen im Realbetrieb eher kritisch.
- Es fehlen derzeit bei vielen Modellen und Gerätetypen hinreichend verlässliche, unter Praxisbedingungen erhobene Daten. Die Ergebnisse liefern kein einheitliches Bild.
- Fachgerechte Bewertung der Wirksamkeit der Geräte u.a. für Leistungsdaten und konkrete Einsatzbedingungen (z.B. Raumverhältnisse, Belegungsdichte, Anordnung der MLR im Raum, etwaige Strömungshindernisse) empfohlen.
- Mobile Luftreiniger wälzen die Raumluft lediglich um und ersetzen nicht die notwendige Zufuhr von Außenluft.
- Die Einhaltung der AHA+L Regeln sind weiterhin zu beachten!
- *Anmerkung: beim Einsatz von CO₂-Ampeln ist nach den Signalen der Ampel zu lüften!*

5. Bewertung der Grund- und Mittelschule

Durchgeführte Maßnahmen und Vorgehen

- Begehung aller Aufenthaltsräume in der Grund- und Mittelschule
- Erfassung der vorhandenen Fensteröffnungsmöglichkeiten, Möglichkeiten zur Querlüftung und vorhandener mechanischer Lüftungsanlagen
- Dokumentation der Erkenntnisse in Übersichtsplänen
- Einbindung des Bauphysikers PMI zur rechnerischen Bewertung der CO₂-Belastung in den Klassenräumen als Indikator der Fensterlüftung

Ist eine ausreichende Fensterlüftung in den Aufenthaltsräumen möglich?

- Rechnerische Untersuchung repräsentativer Klassenräume durch die Bauphysik mit folgendem Ansatz:
- Berechnung der CO₂-Entwicklung in Klassenräumen als Indikator für verbrauchte Luft und die Lüftungseffektivität
- Vollbelegung der Klassen; in den Pausen wurde ein leerer Klassenraum angesetzt
- Simulation der CO₂-Konzentrationsabnahme bei einseitiger Fensterlüftung
- Dabei werden sämtliche Dreh- und Kippfenster zum Lüften einseitig geöffnet
- Fensterlüftungsszenario nach Empfehlungen des UBA über den gesamten Nutzungszeitraum (hier: theoretischer Ansatz ohne CO₂-Ampeln)
 - Stoßlüftung im Winter: alle 20 Minuten für 3 bis 5 Minuten
 - Stoßlüftung im Sommer: alle 20 Minuten für 10 Minuten

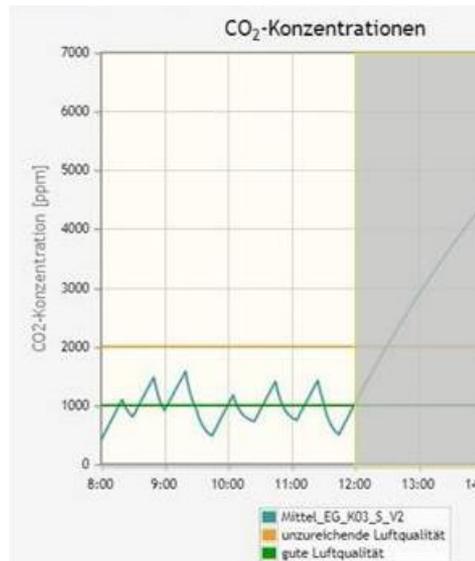
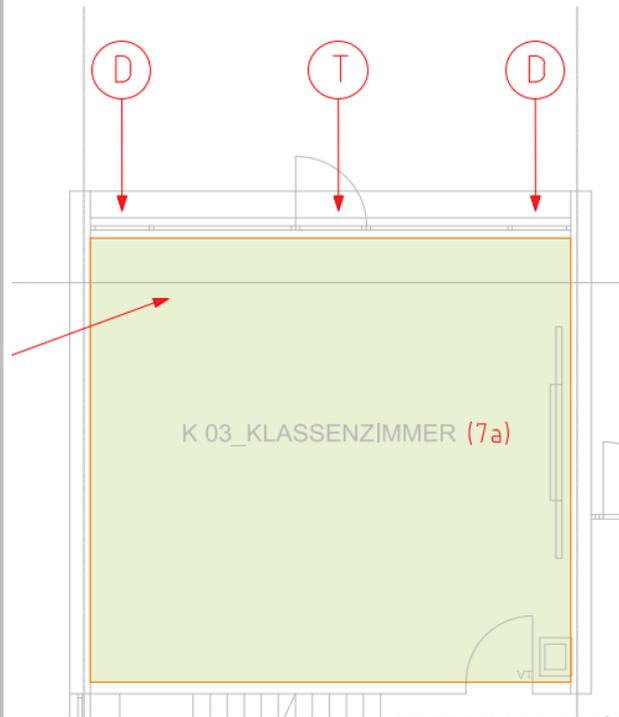
5. Bewertung der Grund- und Mittelschule

Schlecht- und nicht zu lüftende Räume

- In Zusammenarbeit mit PMI Ermittlung von schlecht- und nicht zu lüftenden Räumen
- Empfehlung von Maßnahmen zur Verbesserung der Situation
 - Kurzfristig: Einsatz von mobilen Luftreinigern als flankierende Maßnahme
 - Kurzfristig: in Einzelfällen Sperrung von Räumen
 - Kurz- bzw. mittelfristig: Nachrüstung von dezentralen Lüftungsanlagen

6. Fensterlüftung - Berechnungsergebnisse

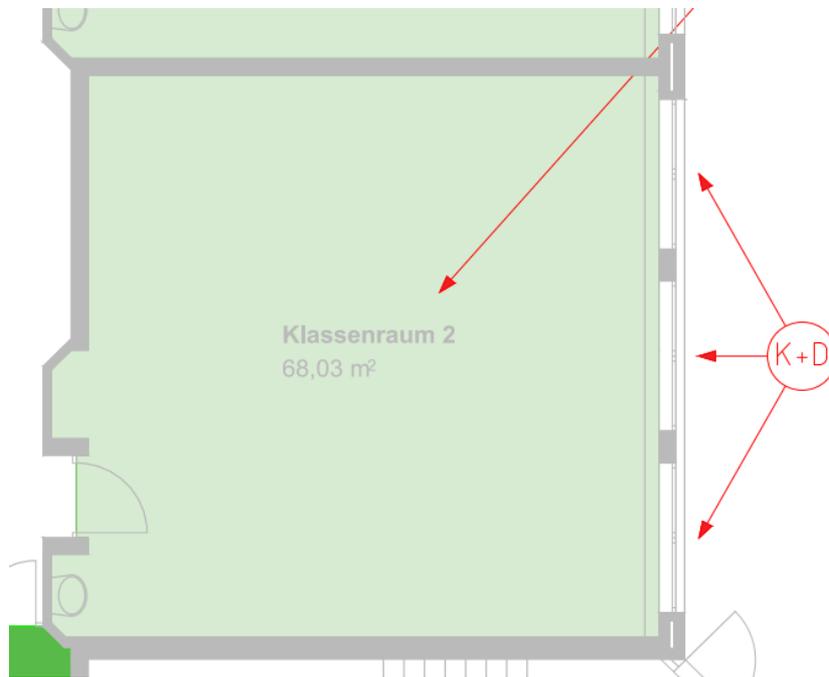
Mittelschule: Raum K03 (kleinster Unterrichtsraum – bei CO₂ Betrachtung kritischer Raum)



Ergebnis: Die empfohlene, mittlere CO₂ Konzentration von 1000 ppm wird bei einseitiger Fensterlüftung eingehalten.
Das Ergebnis kann auf die übrigen Standardklassenräume übertragen werden.

6. Fensterlüftung - Berechnungsergebnisse

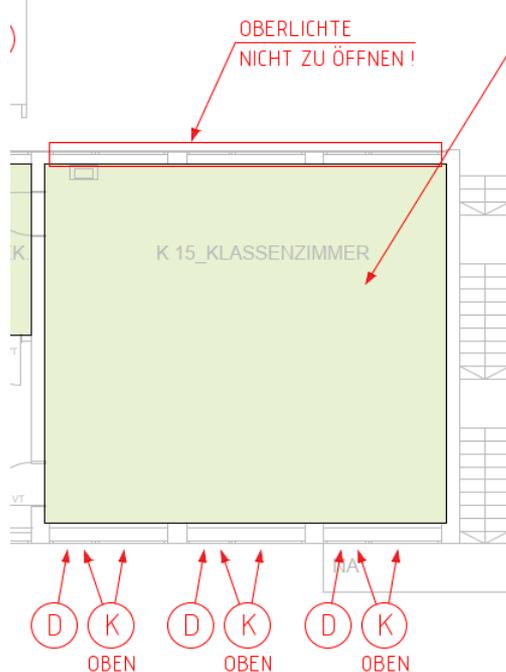
Grundschule: Raum E2



Ergebnis: Die empfohlene, mittlere CO₂ Konzentration von 1000 ppm wird bei einseitiger Fensterlüftung eingehalten.
Die größeren Standardklassenräume im EG und OG sind als unkritischer anzusehen.

6. Fensterlüftung - Berechnungsergebnisse

Schusterbau: Raum K15



Ergebnis: Die empfohlene, mittlere CO₂ Konzentration von 1000 ppm wird bei einseitiger Fensterlüftung eingehalten.
Das Ergebnis kann auf die übrigen Standardklassenräume übertragen werden.

6. Fensterlüftung - Zusammenfassung

Erkenntnisse zur Fensterlüftung in Standardklassenräumen

- Das Lüften ausschließlich in den Pausen ist nicht ausreichend.
- Auf Grund der geringeren Thermik ist der Sommerfall bei der Fensterlüftung bauphysikalisch kritischer anzusehen.
- Bei den ausgewählten und berechneten Räumen handelt es sich um CO₂ kritische Räume. Die Ergebnisse können weitestgehend auf sämtliche Standardklassenräume der jeweiligen Schulen übertragen werden.
- Die Berechnungsergebnisse gelten für den Winter- und Sommerfall unter Berücksichtigung der empfohlenen Fensterlüftungsszenarien

Ergebnis:

Bei einseitiger Lüftung der Standardklassenräume gemäß den Vorgaben des Umweltbundesamtes findet kein Anstieg der CO₂-Konzentration über den Tag statt.

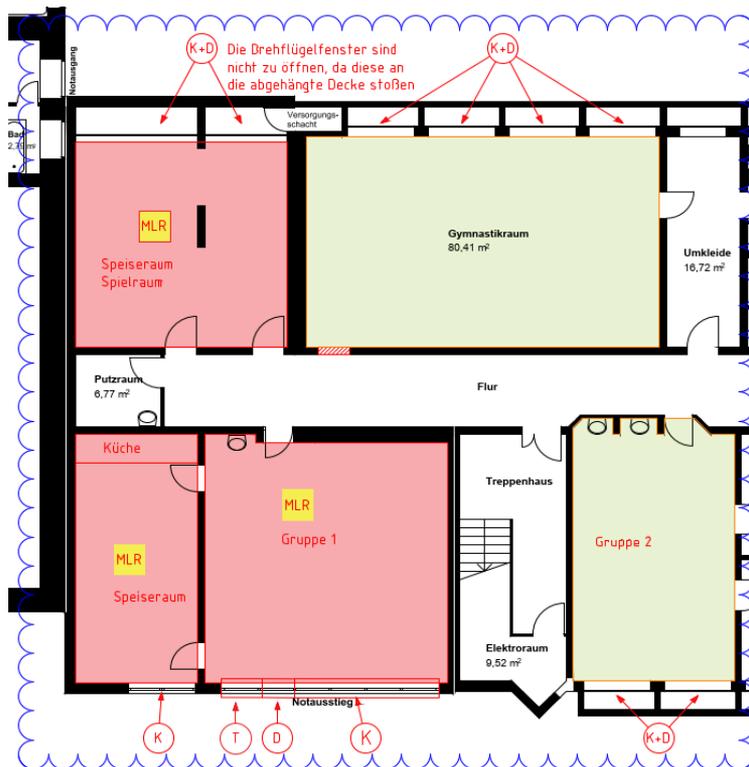
Daraus kann abgeleitet werden, dass eine ausreichende Fensterlüftung über die vorhandenen Fenster in den Standardklassenräumen möglich ist.

Bei Bedarf kann die einseitige Fensterlüftung in einigen Fällen durch eine direkte Querlüftung bzw. eine Querlüftung über benachbarte Räume verstärkt werden (siehe Übersichtspläne). Die UVV sind zu beachten.

7. Schlecht- und nicht zu lüftende Räume

Es sind schlecht- und nicht zu lüftende Räume vorhanden

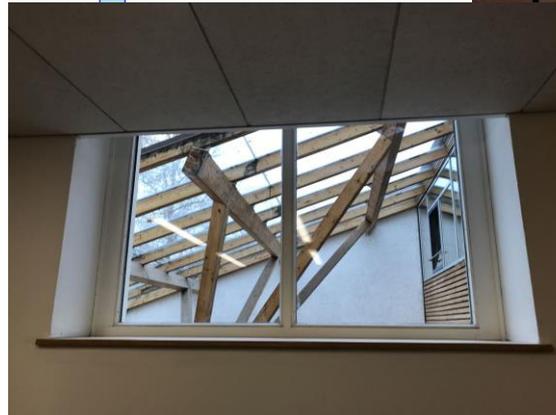
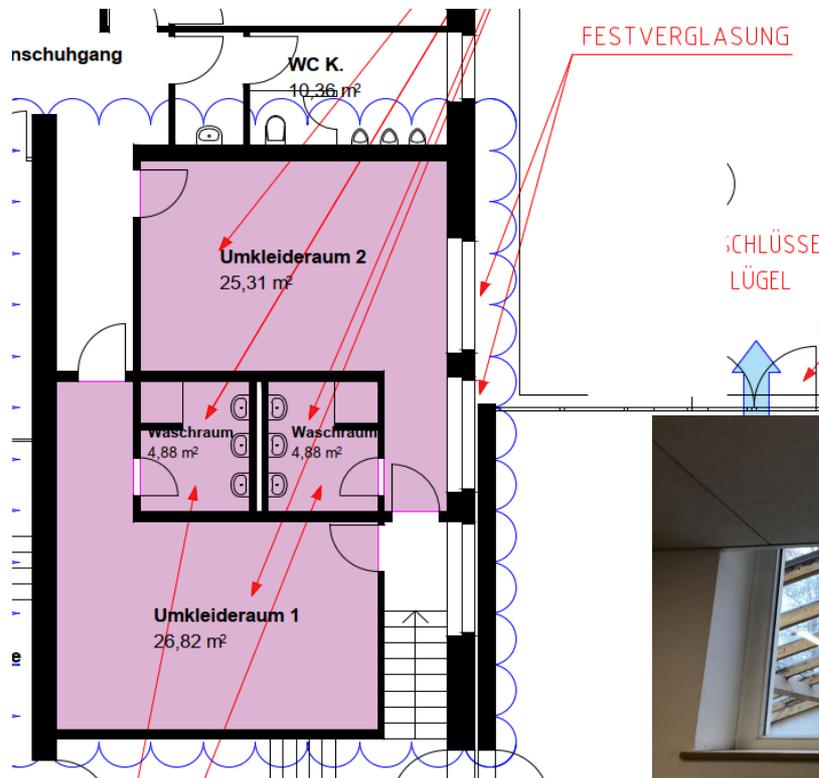
- Grundschule – UG „Mittagsbetreuung“



7. Schlecht- und nicht zu lüftende Räume

Es sind schlecht- und nicht zu lüftende Räume vorhanden

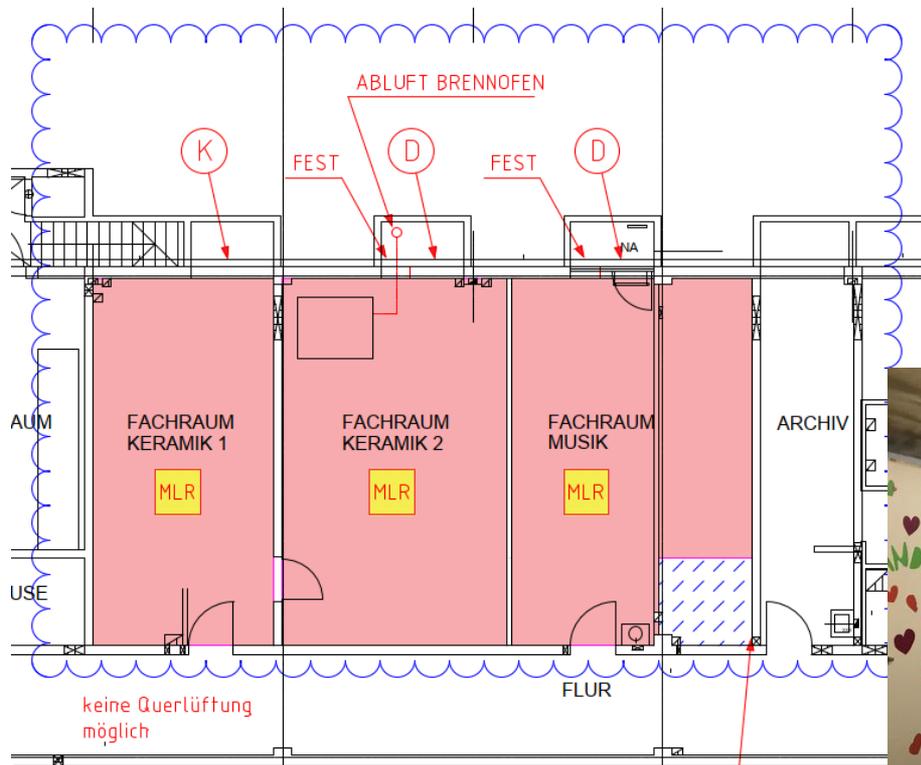
- Grundschule – EG „Umkleiden Turnhalle“



7. Schlecht- und nicht zu lüftende Räume

Es sind schlecht- und nicht zu lüftende Räume vorhanden

- Mittelschule – UG „Fachräume“

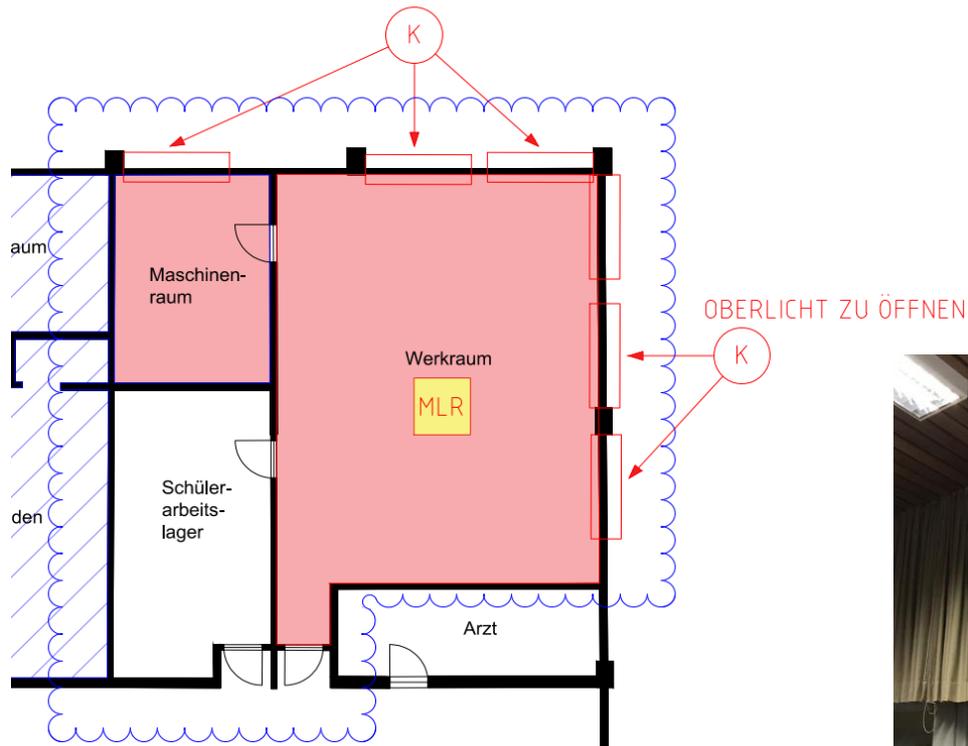


7. Schlecht- und nicht zu lüftende Räume

Es sind schlecht- und nicht zu lüftende Räume vorhanden

- Mittelschule Turnhalle – UG „Werkraum“

OBERLICHT ZU ÖFFNEN



7. Schlecht- und nicht zu lüftende Räume - Zusammenfassung

Es sind schlecht- und nicht zu lüftende Räume vorhanden

- Kurzfristig: Einsatz von mobilen Luftreinigern als flankierende Maßnahme (Antragstellung für mögliche Fördermittel erforderlich)
- Beim Einbau von mobilen Luftreinigern ist im Vorfeld die stromseitige Machbarkeit und ggf. damit verbundenen Zusatzmaßnahmen zu untersuchen
- Kurzfristig: in Einzelfällen Sperrung von Räumen
- Binnen eines Jahres: Nachrüstung von dezentralen Lüftungsanlagen

Ergebnis:

In den schlecht- und nicht zu lüftenden Räumen sind weitere Maßnahmen erforderlich.

8. Zusammenfassung

- Der Einsatz von Luftreinigern kann die Situation verbessern und damit das indirekte Infektionsrisiko verringern. Der Geräteeinsatz bedarf vorab einer fachgerechten Prüfung und Bewertung der Rahmenbedingung. *(Umweltbundesamt, Kultusministerkonferenz, IB Bauer)*
- Eine verlässliche Reduzierung der SARS-CoV-2-Viren ausschließlich durch mobile Luftreinigungsgeräte in Unterrichtsräumen ist basierend auf dem derzeitigen Kenntnisstand in vielen Fällen bislang nicht eindeutig nachgewiesen. *(Empfehlungen des Umweltbundesamtes zum Einsatz von mobilen Luftreinigern als Lüftungsunterstützende Maßnahme bei SARS-CoV-2 in Schulen – 22.10.2020)*
- Das Umweltbundesamt empfiehlt daher weiter auch in der kalten Jahreszeit die Fensterlüftung als prioritäre Maßnahme. *(Empfehlungen des Umweltbundesamtes zum Einsatz von mobilen Luftreinigern als Lüftungsunterstützende Maßnahme bei SARS-CoV-2 in Schulen – 22.10.2020)* . Eine Lüftung wegen der Raumluftqualität (u.a. CO₂, Geruch) ist ohnehin erforderlich.
- Aus gesundheitlichen und Nachhaltigkeits-Gründen sollten schlecht- und nicht zu lüftende Räume mit raumluftechnischen (RLT)-Anlagen ausgerüstet bzw. nachgerüstet werden. *(Empfehlungen des Umweltbundesamtes zum Einsatz von mobilen Luftreinigern als Lüftungsunterstützende Maßnahme bei SARS-CoV-2 in Schulen – 22.10.2020)*

8. Zusammenfassung

Konkrete Empfehlungen für die Grund- und Mittelschule Pullach

- Gemäß den Berechnungsergebnissen der Bauphysik ist in den **Standardklassenräumen** eine ausreichende Fensterlüftung (=freie Lüftung) realisierbar; der Einsatz von mobilen Luftreinigern ist für diese Räume nicht zwingend erforderlich
 - Maßnahme: Fensterlüftung unter Berücksichtigung der Signale der CO₂-Ampeln

- In **schlecht zu lüftenden Räumen** sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich
 - Kurzfristig: Aufstellung von CO₂-Ampeln und freie Lüftung – je nach festgestellter Lüftungseffektivität und notwendiger Lüftungsdauer ggf. Nutzungseinschränkungen vornehmen
 - Kurzfristig: Aufstellung von mobilen Luftreinigern (Antragstellung für mögliche Fördermittel erforderlich)
 - Binnen eines Jahres: Nachrüstung von dezentralen Lüftungsanlagen

- In **nicht zu lüftenden Räumen** sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich
 - Kurzfristig: Sperrung von Räumen
 - Binnen eines Jahres: Nachrüstung von dezentralen Lüftungsanlagen