

## MACHBARKEITSSTUDIE RLT IN SCHULEN

für

Neubau der Grundschule „Im Rosenpark“ in Werneuchen  
Kleeallee 1  
16356 Werneuchen

und

Gesamt- und Ganztagschule „Europaschule Werneuchen“  
Thälmannstraße 63A  
16356 Werneuchen

Stadt Werneuchen  
SGL-Bauverwaltung  
Am Markt 5  
16356 Werneuchen

Erstellt:

B4-PLAN Ingenieurgesellschaft mbH • Alboinstraße 82 – 94 • 12103 Berlin

Von:

B. Eng. T. Mattern

Stand: 06.03.2023

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>GRUNDLAGEN</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>FESTLEGUNG DER RAHMENBEDINGUNGEN</b>	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>EINSTUFUNG DER CO<sub>2</sub>-KONZENTRATIONEN NACH ASR A 3.6 LÜFTUNG</b>	<b>3</b>
<b>3.2</b>	<b>ERMITTLUNG DES NOTWENDIGEN LUFTWECHSELS</b>	<b>4</b>
<b>3.3</b>	<b>ÜBERSICHT DER ZU BETRACHTENDEN REFERENZRÄUME</b>	<b>4</b>
<b>3.4</b>	<b>ERMITTLUNG DER LUFTVOLUMENSTRÖME</b>	<b>5</b>
<b>3.5</b>	<b>CO<sub>2</sub>-VERLAUF WÄHREND EINES UNTERRICHTSTAGES</b>	<b>5</b>
<b>3.5.1</b>	<b>KLASSENRAUMLÜFTUNG MIT MECHANISCHER LÜFTUNG</b>	<b>5</b>
<b>3.5.2</b>	<b>KLASSENRAUMLÜFTUNG MIT EINEM FENSTER AUF KIPP</b>	<b>6</b>
<b>3.5.3</b>	<b>KLASSENRAUMLÜFTUNG MIT DREI FENSTERN AUF KIPP</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>PRÜFUNG DER MÖGLICHEN SYSTEME FÜR DIE MASCHINELLE LÜFTUNG DER KLASSENÄUME</b>	<b>8</b>
<b>4.1</b>	<b>GRUNDSCHULE „IM ROSENPAK“</b>	<b>8</b>
<b>4.2</b>	<b>EUROPASCHULE</b>	<b>8</b>
<b>4.2.1</b>	<b>ZENTRALE LÜFTUNGSANLAGEN</b>	<b>8</b>
<b>4.2.2</b>	<b>DEZENTRALE LÜFTUNG</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>PRÜFUNG WELCHE FÖRDERMITTEL FÜR DIE INSTALLATION DER RLT-GERÄTE ZUR VERFÜGUNG STEHEN</b>	<b>13</b>
<b>6.</b>	<b>ERMITTLUNG DER KOSTEN FÜR DIE INSTALLATION DER GERÄTE</b>	<b>14</b>
<b>6.1</b>	<b>GRUNDSCHULE „IM ROSENPAK“</b>	<b>14</b>
<b>6.2</b>	<b>EUROPASCHULE</b>	<b>14</b>
<b>7.</b>	<b>ERMITTLUNG DER JAHRESBETRIEBSKOSTEN FÜR DIE GERÄTE</b>	<b>15</b>
<b>7.1</b>	<b>STROMBEDARF DER VENTILATOREN</b>	<b>15</b>
<b>7.2</b>	<b>STROMBEDARF FÜR DIE ZULUFTKONDITIONIERUNG</b>	<b>15</b>
<b>7.3</b>	<b>WARTUNGS- UND INSTANDSETZUNGSKOSTEN</b>	<b>15</b>
<b>7.4</b>	<b>ZUSAMMENSTELLUNG DER JÄHRlichen BETRIEBSKOSTEN</b>	<b>16</b>
<b>8.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>16</b>
<b>9.</b>	<b>EMPFEHLUNG</b>	<b>17</b>

## 1. Aufgabenstellung

Für die beiden Schulen Neubau der Grundschule „Im Rosenpark“ in Werneuchen, Kleeallee 1 in 16356 Werneuchen und die Gesamt- und Ganztagschule „Europaschule Werneuchen“ Thälmannstraße 63A in 16356 Werneuchen, soll die Möglichkeit der Nachrüstung von mechanischen Zu- und Abluftanlagen für die Belüftung der Schulräume untersucht werden. Hierfür ist insbesondere neben dem konventionellen Planungsansatz der Lüftungsversorgung nach VDI 6040 Blatt 2 „Raumluftechnik in Schule, Ausführungshinweise“, die Einhaltung der maximalen CO<sub>2</sub>-Konzentration gemäß den Standards für den Neubau von Schulen, als auch die Arbeitsstättenrichtlinie zu berücksichtigen und zu bewerten. Folgender Leistungsumfang ist im Rahmen der Machbarkeitsstudie zu erfüllen:

- Prüfung der möglichen Systeme für die maschinelle Lüftung der Klassenräume
- Prüfung welche Fördermittel für die Installation der RLT-Geräte zur Verfügung stehen
- Prüfung, ob die Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude zur Anwendung kommen kann
- Ermittlung der Kosten für die Installation der Geräte
- Ermittlung der Jahresbetriebskosten für die Geräte
- Zusammenstellung der Machbarkeitsstudie in Berichtsform

## 2. Grundlagen

Für Schulgebäude muss der Außenluftvolumenstrom nach dem Stand der Technik so ausgelegt werden, dass Stoff-, Feuchte- und Wärmelasten zuverlässig abgeführt werden können und die mittlere CO<sub>2</sub>-Konzentration von max. 2.000 ppm in Klassenräumen eingehalten wird. Die Grundlagen hierfür stellen die Forderungen aus den Standards für den Neubau von Schulen, der Arbeitsstättenverordnung ASR A3.6, sowie die VDI 6040 Bl. 1 und 2 Raumluftechnik in Schulen dar.

## 3. Festlegung der Rahmenbedingungen

### 3.1 Einstufung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen nach ASR A 3.6 Lüftung

Tabelle 1: CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Raumluft

CO <sub>2</sub> -Konzentration [ml/m <sup>3</sup> ] bzw. [ppm]	Maßnahmen
<1000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine weiteren Maßnahmen (sofern durch die Raumnutzung kein Konzentrationsanstieg über 1000 ppm zu erwarten ist)</li> </ul>
1000-2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern</li> <li>• Lüftungsplan aufstellen (z. B. Verantwortlichkeiten festlegen)</li> <li>• Lüftungsmaßnahme (z. B. Außenluftvolumenstrom oder Luftwechsel erhöhen)</li> </ul>
>2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weitergehende Maßnahmen erforderlich (z. B. verstärkte Lüftung, Reduzierung der Personenzahl im Raum)</li> </ul>

### 3.2 Ermittlung des notwendigen Luftwechsels

Für die Untersuchung zur Einhaltung der maximal zulässigen CO<sub>2</sub>-Konzentration wird der Luftwechsel von 36 m<sup>3</sup>/h x Pers., gemäß DIN EN 16798, angesetzt.

### 3.3 Übersicht der zu betrachtenden Referenzräume

Für die Ermittlung der notwendigen Luftwechsel der unterschiedlichen Klassenräume, wird je ein standardisierter Klassenraum mit 70 - 75 qm und ein kleinerer Klassenraum mit 30 - 50 qm herangezogen.

#### Europaschule



Bild 1: Ausschnitt GR 1.OG, 75qm

#### GS am Rosenpark

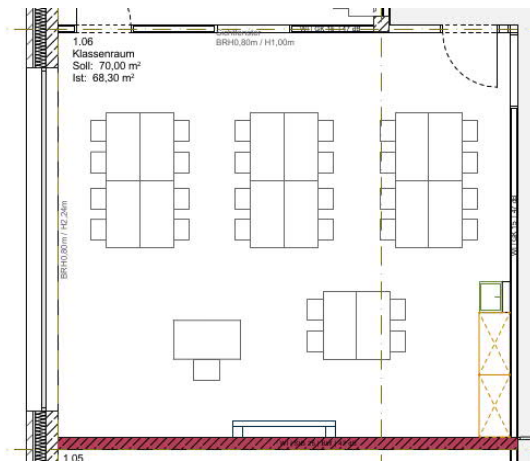


Bild 2: Ausschnitt GR 1.OG, 70qm



Bild 3: Ausschnitt GR 1.OG, 50qm

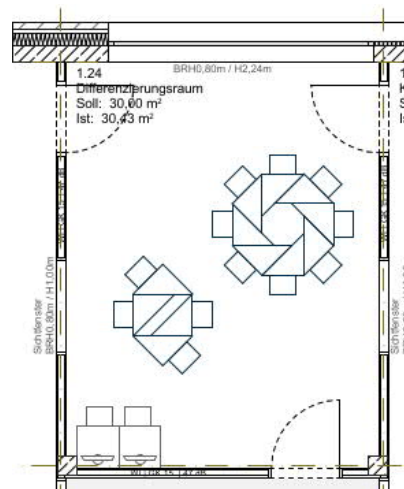


Bild 4: Ausschnitt GR 1.OG, 50qm

### 3.4 Ermittlung der Luftvolumenströme

Im Folgenden wurden die notwendigen Luftvolumenströme für die Referenzräume ermittelt und tabellarisch zusammengestellt:

Anlage	Europaschule Deutschraum 75m <sup>3</sup>	Europaschule Klassenzimmer 50m <sup>3</sup>	GS am Rosenpark Klassenraum 70m <sup>3</sup>	GS am Rosenpark Differenzierung 30m <sup>3</sup>
Raumvolumen	225 m <sup>3</sup>	150 m <sup>3</sup>	210 m <sup>3</sup>	90 m <sup>3</sup>
Luftwechsel	36 m <sup>3</sup> /h x Pers	36 m <sup>3</sup> /h x Pers	36 m <sup>3</sup> /h x Pers	36 m <sup>3</sup> /h x Pers
Personen	29 Pers	21 Pers.	29 Pers.	13 Pers.
Luftvolumenstrom	1.044 m <sup>3</sup> /h	756 m <sup>3</sup> /h	1.044 m <sup>3</sup> /h	468 m <sup>3</sup> /h

### 3.5 CO<sub>2</sub>-Verlauf während eines Unterrichtstages

Für die Bewertung der Schulraumluftqualität werden in den folgenden Unterkapiteln drei Lüftungsszenarien untersucht. Die Ausgangskonzentration an CO<sub>2</sub> im Schulraum wird mit 400 ppm angesetzt.

- Klassenraumlüftung mit mechanischer Lüftung
- Klassenraumlüftung mit einem Fenster auf Kipp
- Klassenraumlüftung mit drei Fenstern auf Kipp

#### 3.5.1 Klassenraumlüftung mit mechanischer Lüftung

Bei der ersten Variante sind alle Fenster während des Unterrichtes geschlossen und in den Pausen wird mit Luftwechsel 10-fach stoßgelüftet. Die Be- und Entlüftung wird in der Unterrichtszeit mittels einer mechanischen Lüftungsanlage mit mindestens 36 m<sup>3</sup>/hxPers. sichergestellt.

Die max. CO<sub>2</sub>-Konzentration im Tagesgang beträgt 967 ppm. Gemäß Tabelle 1 der ASR A 3.6 bewegt sich das Resultat unterhalb des maximalen dauerhaften Belastungswertes.

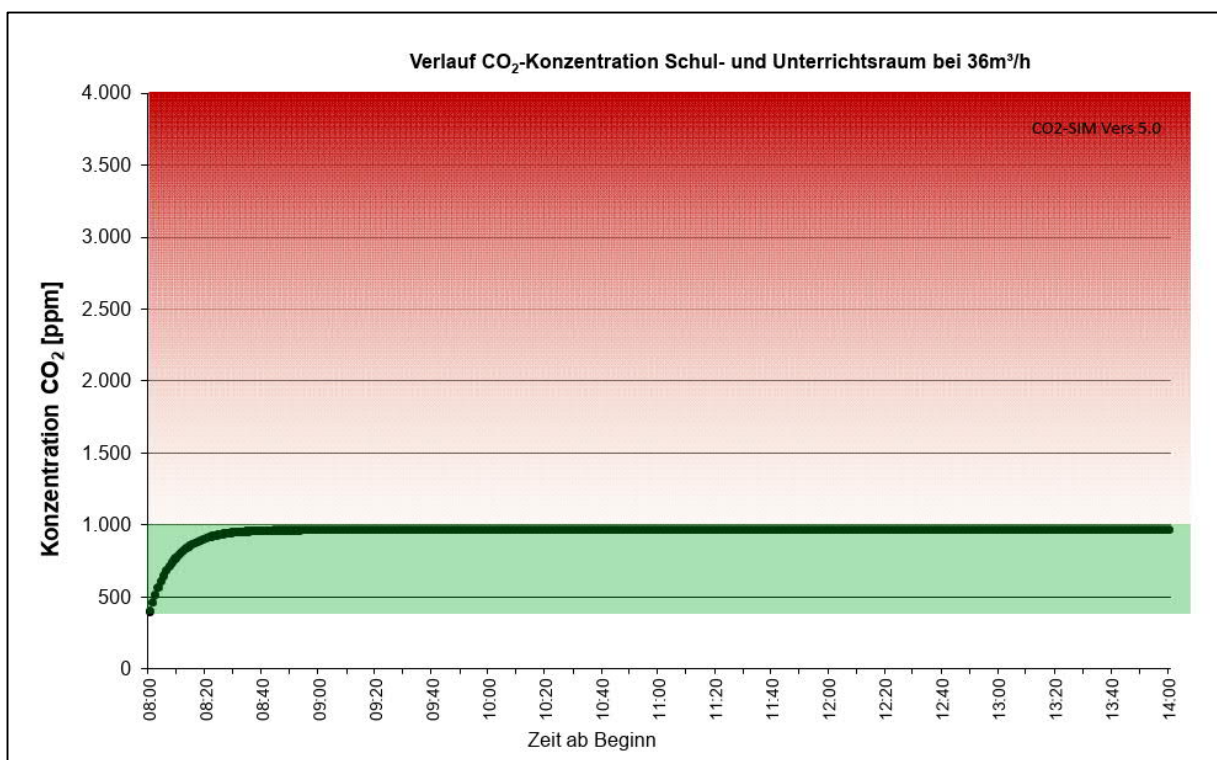


Bild 5: CO<sub>2</sub>-Konzentration bei mechanischer Lüftung mit 36m<sup>3</sup>/h

### 3.5.2 Klassenraumlüftung mit einem Fenster auf Kipp

Bei der zweiten Variante ist ein Fenster während des Unterrichtes auf Kipp gestellt und die übrigen Fenster geschlossen. Es wird nur in den Pausen mit Luftwechsel 10-fach stoßgelüftet. Die max. CO<sub>2</sub>-Konzentration im Tagesgang beträgt 3.153 ppm. Gemäß Tabelle 1 der ASR A 3.6 muss bei der Konzentration eine verstärkte Lüftung während des Unterrichtes oder eine Reduzierung der Personen vorgesehen werden.

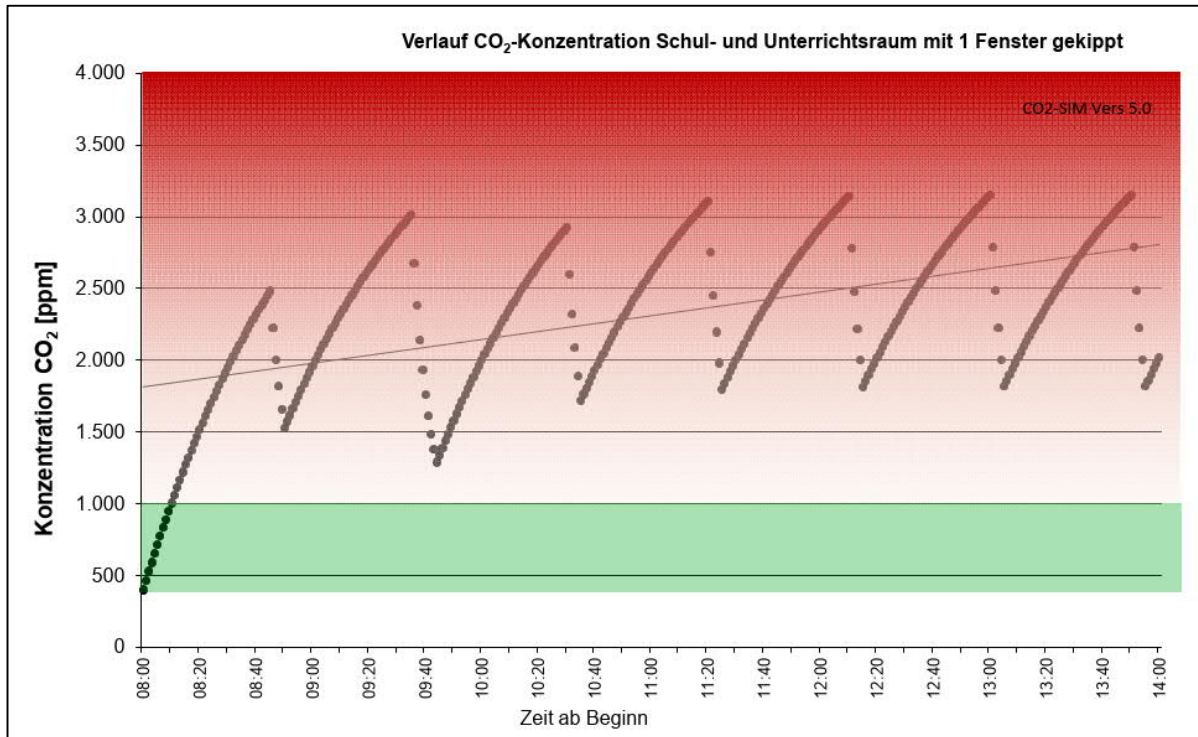


Bild 6: CO<sub>2</sub>-Konzentration mit einem Fenster auf Kipp

### 3.5.3 Klassenraumlüftung mit drei Fenstern auf Kipp

Bei der dritten Variante sind drei Fenster während des Unterrichtes auf Kipp gestellt und die übrigen Fenster geschlossen. Es wird nur in den Pausen mit Luftwechsel 10-fach stoßgelüftet. Die max. CO<sub>2</sub>-Konzentration im Tagesgang beträgt 2.153 ppm. Gemäß Tabelle 1 der ASR A 3.6 würde sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration noch um das zulässige Tagesmittel von 2.000 ppm herumbewegen.

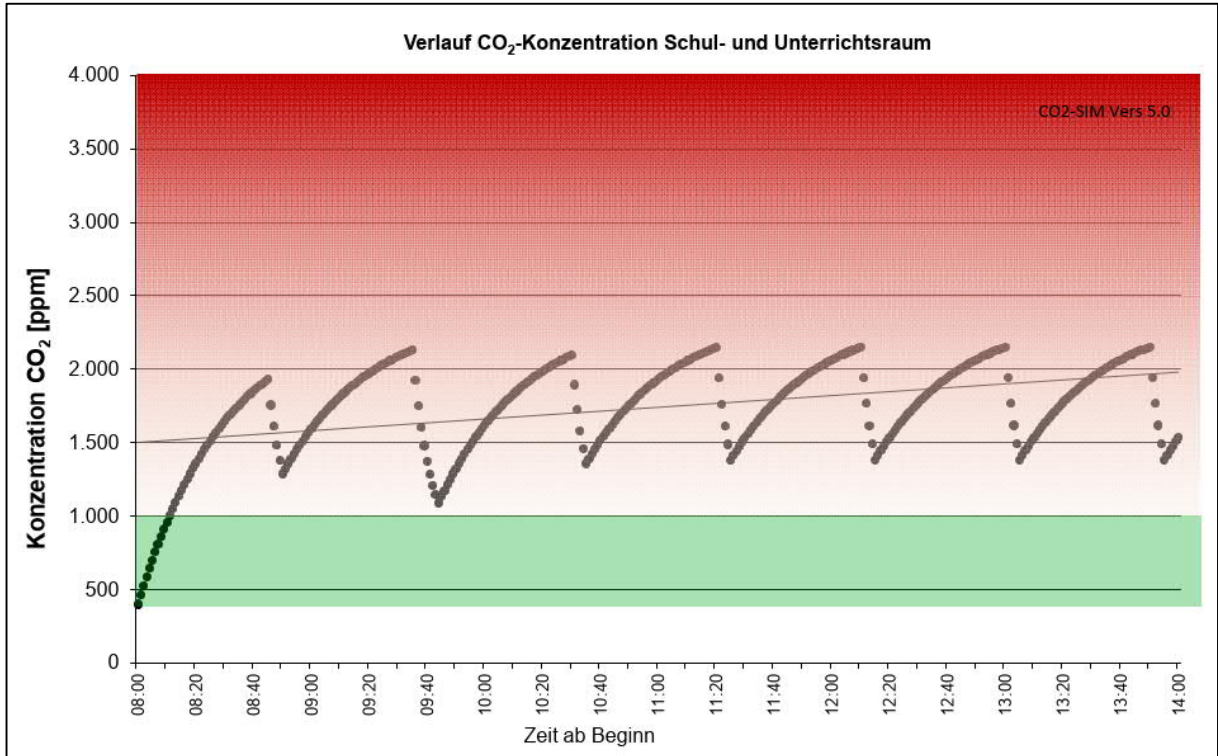


Bild 7: CO<sub>2</sub>-Konzentration mit drei Fenstern auf Kipp

## 4. Prüfung der möglichen Systeme für die maschinelle Lüftung der Klassenräume

### 4.1 Grundschule „Im Rosenpark“

Die Grundschule „Im Rosenpark“ befindet sich derzeit im Bau und soll 2024 an die Gemeinde Werneuchen zur Nutzungsaufnahme übergeben werden. Die Planung für die Grundschule beinhaltet die Verwendung von drei mechanischen Zu- und Abluftanlagen für die Bereiche Aula/Speiseraum, Ausgabeküche und die innenliegenden WC-Anlagen. Für den zentralen Kopierraum wird zusätzlich eine Abluftanlage berücksichtigt.

Die Sicherstellung des hygienischen Mindestluftwechsels in den Klassen-/ Stammgruppenräumen wurde mit natürlichen Lüftungsmaßnahmen geplant.

### 4.2 Europaschule

Die Europaschule befindet sich im Bestand und wird derzeit ohne mechanische Lüftungsanlagen in den Klassenräumen betrieben.

#### 4.2.1 Zentrale Lüftungsanlagen

Für die Bewertung, ob nachträglich zentrale Lüftungsanlagen in den beiden Schulen installiert werden können, sind insbesondere die Raumhöhen in den betreffenden Bereichen und die Dachaufsicht zu betrachten.

Die lichten Raumhöhen in den Klassenräumen betragen im Mittel 3,03 m. Für die nachträgliche Installation von Lüftungskanälen müssten sämtliche Abhangdecken abgebrochen und ersetzt werden. Des Weiteren müssten die erforderlichen Durchbrüche in den Wänden und Decken statisch untersucht und bewertet werden. In den jeweiligen Brandabschnitten müssen zusätzlich Brandschutzklappen installiert werden, die nachträglich in das Brandschutzkonzept zu integrieren sind.

Für die Sicherstellung der Konditionierung der Zulufterwärmung der Lüftungsanlagen müssen entweder Wärmeversorgungsleitungen aus der jeweiligen Heizzentrale auf das Dach geführt oder Lüftungsanlagen mit integrierter Wärmepumpe vorgesehen und mit Strom versorgt werden. Beide Szenarien lassen sich nur äußerst schwierig realisieren, weil die Leitungswege durch das gesamte Gebäude verlaufen würden.

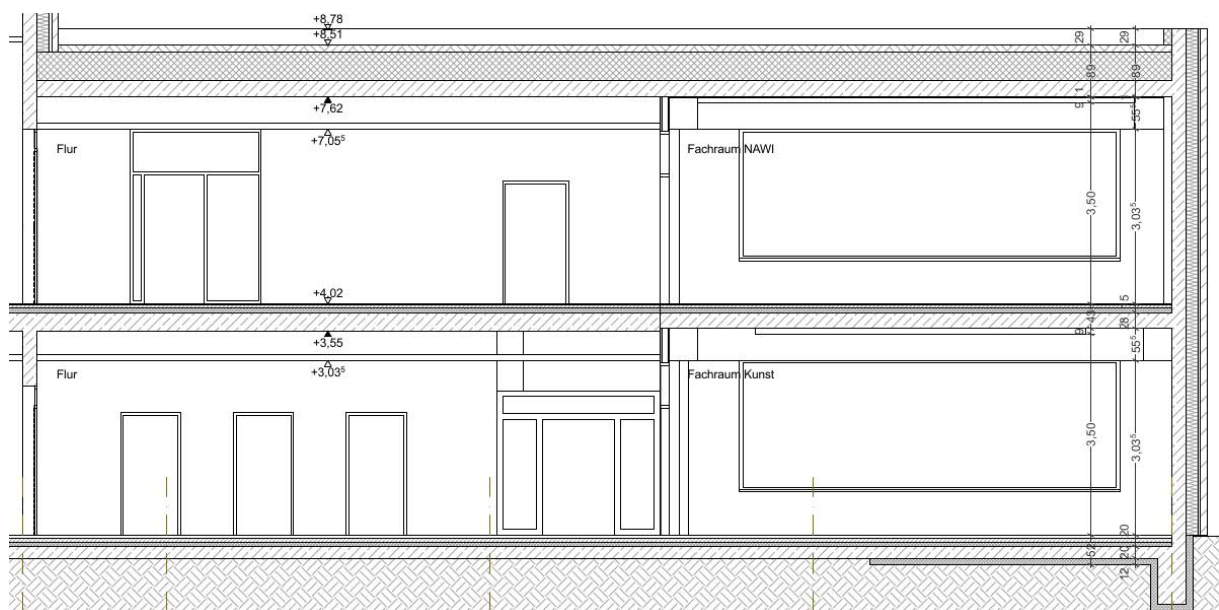


Bild 8: Schnitt GS „Im Rosenpark“ vom 18.II.2020



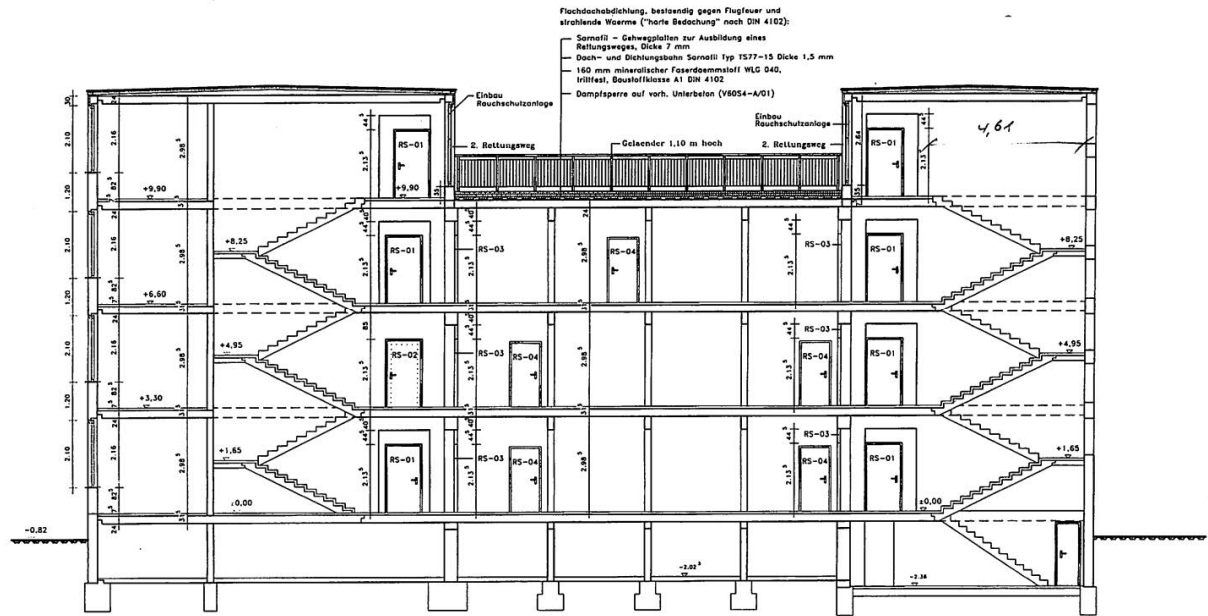


Bild 9: Gebäudeschnitt Europaschule

Die Dachaufsicht der GS „Im Rosenpark“ stellt die Aufstellbereiche der technischen Anlagen, die Wartungsgänge und die Lichtkuppeln dar. Die übrigen Dachflächen sind als Gründach geplant.

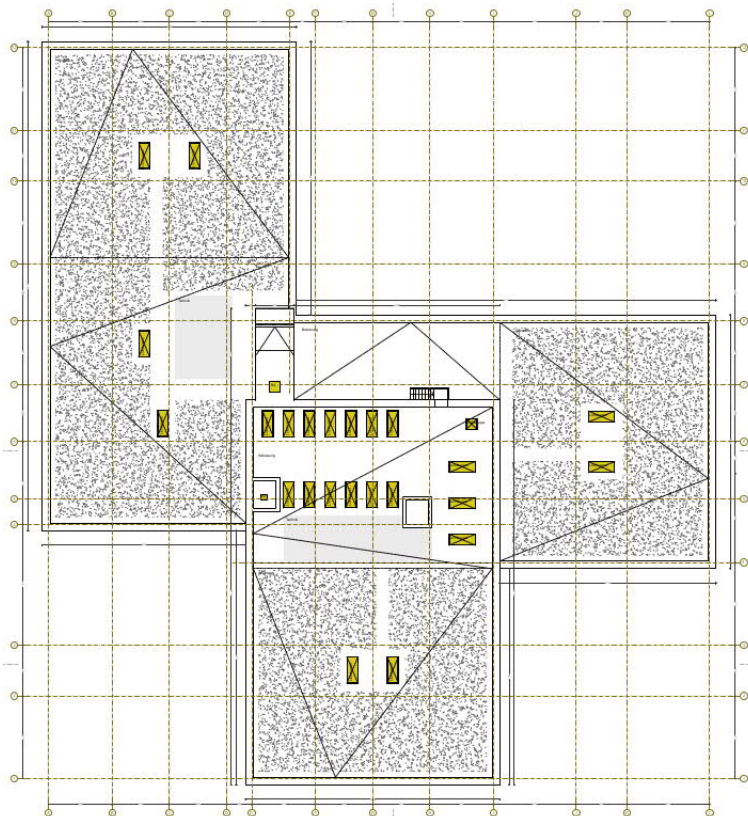


Bild 10: Dachaufsicht GS „Im Rosenpark“ vom 26.11.2020

Die Dachflächen der Europaschule sind weitestgehend für von Installationen.



Bild 11: Dachaufsicht Europaschule, Quelle: Google Maps

Für eine Nachrüstung von mechanischen Lüftungsanlagen wäre auf dem Dach theoretisch Platz, jedoch müssten hierfür die Aufstellflächen ertüchtigt werden, damit das Gewicht der Anlagen gleichmäßig verteilt wird und nicht die Dachdämmung und Abdichtung beschädigt. Des Weiteren würde sich die Erschließung der Stromversorgung und Einbindung in die Gebäudeautomation sehr schwierig gestalten. Die Einbindung der Lüftungsanlagen in die Blitzschutzanlage stellt keine nennenswerte Hürde dar, müsste jedoch nachgemessen und dokumentiert werden. Zusätzliche wären die notwendigen Durchbrüche und Eingriffe in die Dachdämmung und Abdichtung problematisch.

Zentrale Lüftungsanlagen sind auf Grund der gravierenden Baueingriffe in die beiden Schulen nicht zu empfehlen und werden an dieser Stelle nicht weiter untersucht.

### 4.2.2 Dezentrale Lüftung

Dezentrale Lüftungsgeräte eignen sich grundsätzlich besser für die Nachrüstung im Bestand, weil unter anderen ein schneller Einbau während der Schulferien möglich wäre und der Eingriff in die Bausubstanz wesentlich geringer ist. Des Weiteren werden zusätzlichen Eingriffe für die Verlegung von Lüftungskanälen und Installation von Brandschutzklappen vermieden. Auf dem Markt werden derzeit dezentrale Lüftungsanlagen als Wand-, Decken- und Standausführungen angeboten.

Anlagenvariante	Bild	Details
Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung		<ul style="list-style-type: none"> <li>Versorgung bis zu 15 Personen</li> <li>Kurze Leitungswege ins Freie</li> <li>Schutz vor Viren (auch Corona) und Pollen</li> <li>Heiz- und Kühlfunktion</li> </ul>
Deckengerät Montage unter der Decke		<ul style="list-style-type: none"> <li>Versorgung bis zu 30 Personen</li> <li>Kurze Leitungswege ins Freie</li> <li>Schutz vor Viren (auch Corona) und Pollen</li> <li>Heiz- und Kühlfunktion</li> </ul>
Standgerät Montage an einer Innenwand		<ul style="list-style-type: none"> <li>Versorgung bis zu 30 Personen</li> <li>Kurze Leitungswege ins Freie</li> <li>Schutz vor Viren (auch Corona) und Pollen</li> <li>Heizfunktion</li> </ul>
Dezentrales Raumlüftungsgerät mit Leitungsnetz als Aufputzinstallation		<ul style="list-style-type: none"> <li>Versorgung bis zu 10 Personen</li> <li>Kurze Leitungswege ins Freie</li> <li>Heizfunktion</li> </ul>

Bild 12: Bilderquelle: Trox

Die größten Eingriffe, bei der Nachrüstung eines dezentralen Lüftungsgerätes in einem Klassenraum, sind die notwendigen Durchdringungen durch die Fassade. Die Stromversorgung vieler Geräte am Markt kann mit 230 V per Schulstecker erfolgen. Im Folgenden sind die Luftrichtungen und Fassadendurchdringungen für die unterschiedlichen Varianten exemplarisch dargestellt:



Bild 13: Quelle: Kampmann

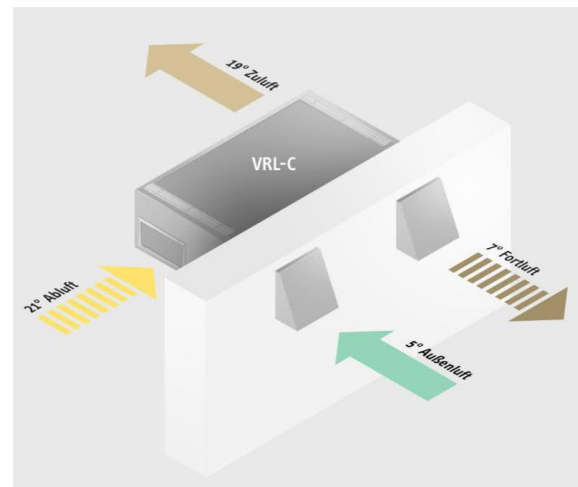


Bild 14: Quelle: Stiebel Eltron



Bild 15: Quelle: Wildeboer



Bild 16: Quelle: Baulinks

Für die weiteren Untersuchungen werden drei unterschiedliche dezentrale Anlagensysteme in den Focus genommen und bewertet. Die Entscheidungskriterien für den Einsatz des jeweiligen Systems sind die Investitions- und jährlichen Betriebskosten, sowie die Inegrationstauglichkeit der Geräte in den jeweiligen Klassen-/ Stammgruppenraum.

- Einbaugerät, Montage vor der Fensterbrüstung
- Deckengerät, Montage unter der Decke
- Standgerät, Montage an einer Innenwand

## 5. Prüfung welche Fördermittel für die Installation der RLT-Geräte zur Verfügung stehen

Seit 1. Januar 2022 gilt die neue Kommunalrichtlinie mit neuen Förderschwerpunkten, mit erweiterter Antragsberechtigung und langer Geltungsdauer. Die neue Richtlinie schafft Anreize für kommunale Akteurinnen und Akteure, den Klimaschutz vor Ort noch effektiver voranzubringen. Bis zu 40% Förderung können Bildungseinrichtungen mit dem Programm „Frische Luft macht Schule“ erhalten. Im Zuge einer neuen Bundesförderung bis zu 40 % Zuschuss beim Neueinbau von nachhaltiger Lüftungstechnik (RLT-Geräte). Antragsberechtigt sind insbesondere Kommunen, kommunale Unternehmen, Kitas, Schulen, Hochschulen, Religionsgemeinschaften und Vereine.

Als zentrale Unterstützung im Klimaschutz setzt die Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) seit 2022 im Auftrag des Bundesumweltministeriums zahlreiche Förderprogramme der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) um und ist für diese Fördermaßnahme der Ansprechpartner.

Förderungen die im Zusammenhang mit der Richtlinie Innenraumlufthygiene Schulen - RL Schulluft des Landes Brandenburg stehen, können für die beiden Schulen nicht heran gezogen werden, weil gemäß Pkt. 4.1 *Voraussetzung für die Förderung von Maßnahmen gemäß der Nummern 2.1 bis 2.2 dieser Richtlinie ist, dass die Maßnahmen in Räumen mit eingeschränkter Lüftungsmöglichkeit (d. h. keine stationäre raumluftechnische Anlage mit Frischluftzufuhr im Einsatz, Fenster nur kippbar bzw. Lüftungsklappen mit minimalem Querschnitt) durchgeführt werden. Maßgeblich sind die vom Umweltbundesamt (UBA) aus innenraumhygienischer Sicht gebildeten Kategorien, hier die Kategorie 2.*

## 6. Ermittlung der Kosten für die Installation der Geräte

### 6.1 Grundschule „Im Rosenpark“

Im Folgenden sind die Investitionskosten für die Nachrüstung der Stammgruppenräume in der Grundschule „Im Rosenpark“ mit dezentralen Lüftungsgeräten in Brutto tabellarisch zusammengestellt:

Beschreibung	Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung	Deckengerät Montage unter der Decke	Standgerät Montage an einer Innenwand
Gerätepreis mit Aufstellung-/ Einbau	12.000,00 €	9.000,00 €	10.000,00 €
Kernbohrungen u. Arbeiten an der Fassade-/ Dämmung	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €
Anzahl der Geräte	39 Stk.	39 Stk.	39 Stk.
<b>Gesamtkosten</b>	<b>565.500,00 €</b>	<b>448.500,00 €</b>	<b>487.500,00 €</b>

### 6.2 Europaschule

Im Folgenden sind die Investitionskosten für die Nachrüstung der Klassenräume in der Europaschule mit dezentralen Lüftungsgeräten in Brutto tabellarisch zusammengestellt:

Beschreibung	Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung	Deckengerät Montage unter der Decke	Standgerät Montage an einer Innenwand
Gerätepreis mit Aufstellung-/ Einbau	12.000,00 €	9.000,00 €	10.000,00 €
Kernbohrungen u. Arbeiten an der Fassade-/ Dämmung	2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €
Anzahl der Geräte	18 Stk.	18 Stk.	18 Stk.
<b>Gesamtkosten</b>	<b>261.000,00 €</b>	<b>207.000,00 €</b>	<b>225.000,00 €</b>

## 7. Ermittlung der Jahresbetriebskosten für die Geräte

### 7.1 Strombedarf der Ventilatoren

Die Motorleistung der Zu- und Abluftventilatoren werden gemäß den Herstellerangaben für die jeweilige Variante herangezogen. Die Kosten für eine Kilowattstunde Strom belaufen sich auf ca. 0,40 €. Im Folgenden sind die Leistungsdaten je Gerät für die 3 Varianten tabellarisch zusammengefasst:

Variante	Bezeichnung	Motorleistung	Jahresstrombedarf	Stromkosten für Ventilatoren
01	Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung	2 x 0,205 kW	0,7380 MWh/a	295,20 €
02	Deckengerät Montage unter der Decke	2 x 0,072 kW	0,2592 MWh/a	103,68 €
03	Standgerät Montage an einer Innenwand	2 x 0,100 kW	0,3600 MWh/a	144,00 €

### 7.2 Strombedarf für die Zuluftkonditionierung

Der Anteil an Heizenergie, der nicht aus Wärmerückgewinnung gedeckt werden kann, muss mittels eines Elektroheizregisters gedeckt werden. Die maximale Leistung beträgt bei allen drei Geräte rd. 3,00 kW. Daraus ergeben sich folgende jährliche Betriebskosten je Gerät für die Deckung der Jahresheizarbeit bei den betrachteten Varianten:

Variante	Bezeichnung	Jahresheizarbeit	jährliche Betriebskosten Zuluftkonditionierung
01	Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung	5,40 MWh/a	2.160,00 €
02	Deckengerät Montage unter der Decke	5,40 MWh/a	2.160,00 €
03	Standgerät Montage an einer Innenwand	5,40 MWh/a	2.160,00 €

### 7.3 Wartungs- und Instandsetzungskosten

Für die jährlichen Wartungskosten der Komponenten der Zu- und Abluftanlage, sowie der dazugehörigen MSR-Technik, wird ein spezifischer Kostenansatz von 0,45 €/m<sup>3</sup>/h aus vergleichbaren Bauvorhaben je Gerät angesetzt.

Variante	Bezeichnung	Volumenstrom	Jährliche Wartungskosten
01	Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung	800 m <sup>3</sup> /h	360,00 €
02	Deckengerät Montage unter der Decke	800 m <sup>3</sup> /h	360,00 €
03	Standgerät Montage an einer Innenwand	800 m <sup>3</sup> /h	360,00 €

## 7.4 Zusammenstellung der jährlichen Betriebskosten

In der folgenden Tabelle sind die jährlichen Kosten für den Strombedarf der Ventilatoren, des Zuluftheizregister und der Wartungs- und Instandsetzungskosten je Gerät tabellarisch zusammengefasst:

Variante	Bezeichnung	Summe Jährliche Kosten
01	Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung	<b>2.815,20 €</b>
02	Deckengerät Montage unter der Decke	<b>2.623,68 €</b>
03	Standgerät Montage an einer Innenwand	<b>2.664,00 €</b>

## 8. Zusammenfassung

Aus den vorangegangenen Untersuchungen ist hervorgegangen, dass der Einsatz von zentralen mechanischen Lüftungsanlagen auf Grund der massiven Eingriffe in die Gebäudesubstanz nicht möglich ist. Daraus resultierend wurden die verschiedenen dezentralen Schulraumlüftungssysteme näher in den Focus gerückt. Drei dezentrale Lüftungssysteme wurden herausgearbeitet, ihre jährlichen Kosten ermittelt und auf ihre Einsatzfähigkeit überprüft. In der folgenden Tabelle wurden die entsprechenden Einsatzmöglichkeiten in den beiden Schulen bewertet.

Variante	Bezeichnung	Grundschule „Im Rosenpark“	Europaschule
01	Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung	-	X <sup>(1)</sup>
02	Deckengerät Montage unter der Decke	X	X
03	Standgerät Montage an einer Innenwand	X	X

<sup>(1)</sup> mit erhöhtem baulichem Aufwand

Aus den drei betrachteten dezentralen Lüftungsgeräte ergeben sich folgende Gesamtkosten für Investition und jährliche Betriebskosten, für eine Anlagenlebensdauer von 20 Jahren (ohne Inflationsbereinigung und Preissteigerungen):

Variante	Bezeichnung	Kosten	Gesamtkosten Grundschule „Im Rosenpark“	Gesamtkosten Europaschule
01	Einbaugerät Montage vor der Fensterbrüstung	Investition	565.500,00 €	261.000,00 €
		+ Betriebskosten (20 J.)	+ 109.792,80 €	+ 50.673,60 €
		= Gesamtkosten	= 675.292,80 €	= 311.673,60 €
02	Deckengerät Montage unter der Decke	Investition	448.500,00 €	207.000,00 €
		+ Betriebskosten (20 J.)	+ 102.323,52 €	+ 47.226,24 €
		= Gesamtkosten	= 550.823,52 €	= 254.226,24 €
03	Standgerät Montage an einer Innenwand	Investition	487.500,00 €	225.000,00 €
		+ Betriebskosten (20 J.)	+ 103.896,00 €	+ 47.952,00 €
		= Gesamtkosten	= 591.396,00 €	= 272.952,00 €



## 9. Empfehlung

Die Machbarkeitsstudie, für die Untersuchung des nachträglichen Einsatzes von mechanischen Lüftungsanlagen in der Grundschule „Im Rosenpark“ und der Europaschule, hat als Ergebnis den möglichen Einsatz von zwei dezentralen Lüftungssystemen herausgearbeitet:

- Deckengerät, Montage unter der Decke
- Standgerät, Montage an einer Innenwand

Insbesondere in der Europaschule wäre der mögliche Einsatz von Deckengeräten raumweise zu prüfen, weil die Fenster in den Klassenräumen sehr dicht unter der Geschossdecke angeordnet sind. Des Weiteren müssten die Wanddurchbrüche in den Bereichen der Stürze über den Fenstern hergestellt werden, weshalb hier die statischen Bewertungen zwingend erforderlich ist. Bei der Grundschule „Im Rosenpark“ müsste zur Montage der Deckengeräte ein Teil der Akustikdecke in den jeweiligen Stammgruppenräumen zurückgebaut werden.

Der Einsatz von Standgeräten hat den Vorteil, dass die Wartung und der Filterwechsel auf Arbeitshöhe ohne Leiter und weitere zusätzliche Hilfsmittel erfolgen können. Die Anordnung der Außen- und Fortluftanschlüsse kann ggf. in einer Fensteröffnung erfolgen, ohne dass zusätzliche Kernbohrungen notwendig sind. Hierfür gibt es von vielen Herstellern bereits entsprechende Montageelemente (vgl. Bild 17 und 18).



Bild 17: Fensteranschluss Quelle: Wolf



Bild 18: Fensteranschluss Quelle: Zehnder

Zusammenfassend kann unter Berücksichtigung der o.g. Punkte eine Empfehlung für die Variante 03 Standgeräte mit 230 V Spannungsversorgung ausgesprochen werden. Die nachträgliche Installation mit Standgeräten in den beiden Schulen lässt sich am schnellsten realisieren und führt weniger Eingriffe in die Bausubstanz mit sich.