

Prüfung der ausreichenden Lüftungsmöglichkeiten



Datum: 06.09.2021

Bauherr: Gemeinde Niederkrüchten
Laurentiusstraße 19
41372 Niederkrüchten

Bauvorhaben: KGS Niederkrüchten (2)
Oberkrüchtener Weg 40
41372 Niederkrüchten

Verfasser **F+H Ingenieure GmbH**
Helenenwallstr. 18
50679 Köln

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Prüfung der freien Lüftung	4
2.1. Vorschriften und Vorgaben	4
2.2. Berechnung	5
2.3. Zusammenfassung der Berechnung	21
3. Optimierungsvarianten	22
3.1. Dezentrale Lüftung Betreuung 2.....	22
3.1.1. Ermittlung des Zuluft-Volumenstroms	22
3.1.2. Ermittlung der Kosten und des Aufwands	24
3.2. Zentrale Lüftungsanlage für die gesamte Schule	24
3.2.1. Ermittlung des Zuluft-Volumenstroms	25
3.2.2. Ermittlung der Kosten und des Aufwands	25
4. Empfehlung	26

1. Einleitung

Mit dem Hintergrund der anhaltenden Covid-19 Pandemie, wurden wir von der Gemeinde Niederkrüchten beauftragt, sieben verschiedene Gebäude hinsichtlich der ausreichenden Lüftung zu überprüfen. Der vorliegende Bericht befasst sich mit der Schule KGS Niederkrüchten, welche aktuell über eine freie Fensterlüftung verfügt. Lediglich die Küche sowie die beiden Speiseräume werden über eine zentrale RLT-Anlage be- und entlüftet. Nachfolgend wird die vorliegende freie Fensterlüftung gemäß ASR 3.6 in allen Räumen geprüft und bewertet. Fortlaufend werden dann für die Räume, die nach ASR 3.6 nicht ausreichend belüftet werden können, Varianten zur Erfüllung der Vorgaben vorgeschlagen. Final werden unter dem Punkt „Empfehlung“ die Vor- und Nachteile hinsichtlich der Investitionskosten und des Installationsaufwands sowie der Notwendigkeit der Sanierungsmaßnahme eine Empfehlung ausgesprochen.

2. Prüfung der freien Lüftung

2.1. Vorschriften und Vorgaben

Kontinuierliche Lüftung

Bei einer vorliegenden einseitigen Lüftung werden je anwesende Person 0,35m² geöffnete Fensterfläche benötigt. Für die Anwendung der kontinuierlichen Lüftung darf bei einer Raumhöhe von **n** der Raum max. **n** x 2,50 tief sein (ASR.3.6 Tabelle 3).

Stoßlüftung

Bei einer vorliegenden einseitigen Lüftung werden je 10m² Grundfläche, 1,05m² geöffnete Fensterfläche benötigt. Für die Anwendung einer Stoßlüftung darf bei einer Raumhöhe von **n** der Raum max. **n** x 2,5 tief sein (ASR.3.6 Tabelle 3).

Bei einer vorliegenden Querlüftung werden je 10m² Grundfläche, 0,60m² geöffnete Fensterfläche benötigt. Für die Anwendung einer Querlüftung darf bei einer Raumhöhe von **n** der Raum max. **n** x 5,0 tief sein (ASR.3.6 Tabelle 3).

Unter Stoßlüftung wird der kurzzeitige (ca. 3 bis 10 Minuten), intensive Luftaustausch zur Beseitigung von Lasten aus Arbeitsräumen verstanden.

Eine Stoßlüftung ist in regelmäßigen Abständen nach Bedarf durchzuführen. Als Anhaltswerte werden empfohlen:

- Büroraum nach 60 min
- Besprechungsraum nach 20 min

Die Mindestdauer der Stoßlüftung ist von der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen und dem Wind abhängig. Es kann von folgenden Orientierungswerten ausgegangen werden:

- Sommer: bis zu 10 min
- Frühling/Herbst: 5 min
- Winter: 3 min

Annahme

Für die erste Einschätzung der freien Fensterlüftung wird zunächst lediglich die Stoßlüftung für die Räumlichkeiten betrachtet. Die vorhandenen Raumhöhen sowie Fensterflächen sind nicht in den Plänen verzeichnet, sodass diese aus vorhandenen Plänen und Bildern ermittelt wurden.

2.2. Berechnung

Betreuung 7 (KG)

Geometrie 9,30 m / 6,62 m / 2,970 m (L/T/H), $A_{\text{Betreuung 7}} = 64,78 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8x breiter Flügel (B=1,30 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,43 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 64,78 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,80 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, breiter Flügel}} BxH = 8 \times (1,30 \times 1,00) = 10,40 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Betreuung 5 (KG)

Geometrie 13,22 m / 9,30 m / 3,00 m (L/T/H), $A_{\text{Betreuung 5}} = 123,00 \text{ m}^2$

Fensterflächen rechts 10 x schmaler Flügel (B=0,90 m, H=1,00 m)

links 4x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Quer-Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 15,00 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 123,00 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,38 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel, rechts}} BxH = 10 \times (0,90 \times 1,00) = 9,00 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel, links}} BxH = 4 \times (1,00 \times 1,00) = 4,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Betreuung 6 (KG)

Geometrie 10,52 m / 4,55 m / 3,00 m (L/T/H), $A_{\text{Betreuung 6}}=52,56 \text{ m}^2$

Fensterflächen 6x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 52,56 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **5,52m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 6 \times (1,00 \times 1,00) = 6,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Speiseraum 1 (EG)

Geometrie 10,72 m / 6,90 m / 2,80m (L/T/H), $A_{\text{Speiseraum 1}}=73,95 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,00 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 73,95 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,76 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt! -> darüber hinaus ist eine Lüftungsanlage vorhanden.**

Speiseraum 2 (EG)

Geometrie 9,30 m / 8,16 m / 2,80 m (L/T/H), $A_{\text{Speiseraum 2}} = 74,26 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,00 m wird **nicht** eingehalten. Bei einer Raumfläche von 74,26 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,79 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

× **ASR 3.6 wird nicht erfüllt! -> es ist jedoch eine Lüftungsanlage vorhanden.**

Betreuung 1 (EG)

Geometrie 9,30 m / 6,96 m / 2,84 m (L/T/H), $A_{\text{Betreuung 1}} = 64,78 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,10 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 64,78 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,80 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 6 (EG)

Geometrie 10,56 m / 6,80 m / 3,00 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 6}} = 71,81 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 71,81 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,54 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Sanitätsraum (EG)

Geometrie 4,56 m / 6,58 m / 3,00 m (L/T/H), $A_{\text{Sanitätsraum}} = 31,01 \text{ m}^2$

Fensterflächen 4 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 31,01 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,15 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 4 \times (1,00 \times 1,00) = 4,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 5 (EG)

Geometrie 9,33 m / 6,58 m / 3,01 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 5}} = 62,00 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,00 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,51 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 4 (EG)

Geometrie 9,38 m / 6,58 m / 3,02 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 4}} = 62,31 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,31 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,54 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 3 (EG)

Geometrie 9,33 m / 6,64 m / 3,04 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 3}} = 62,02 \text{ m}^2$

Fensterflächen 6 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,02 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,51 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 2 (EG)

Geometrie 9,36 m / 6,64 m / 3,03 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 2}} = 62,21 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,02 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,53 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 1 (EG)

Geometrie 9,47 m / 6,96 m / 3,075 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 1}} = 65,67 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 65,67 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,90 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Sekretariat (EG)

Geometrie 2,15 m / 5,26 m / 2,79 m (L/T/H), $A_{\text{Sekretariat}} = 11,70 \text{ m}^2$

Fensterflächen 2 x schmaler Flügel (B=0,90 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,00 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 11,70 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **1,23 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 2 \times (0,90 \times 1,00) = 1,80 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Besprechung (EG)

Geometrie 3,44 m / 5,26 m / 3,00 m (L/T/H), $A_{\text{Besprechung}} = 18,09 \text{ m}^2$

Fensterflächen 2 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 18,09 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **1,89 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 2 \times (1,00 \times 1,00) = 2,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Büro Schulleitung (EG)

Geometrie 4,56 m / 5,265 m / 2,79 m (L/T/H), $A_{\text{Büro Schulleitung}} = 24,07 \text{ m}^2$

Fensterflächen 4 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,00 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 24,07 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **2,53 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 4 \times (1,00 \times 1,00) = 4,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Lehrerzimmer (EG)

Geometrie 9,36 m / 6,96 m / 2,80 m (L/T/H), $A_{\text{Zimmer 17}} = 65,15 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,00 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 65,15 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,84 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Betreuung 2 (1.OG)

Geometrie 9,30 m / 8,16 m / 2,835 m (L/T/H), $A_{\text{Betreuung 2}} = 75,89 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,10 m wird **nicht** eingehalten. Bei einer Raumfläche von 75,89 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,96 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

× **ASR 3.6 wird nicht erfüllt!**

Büro Betreuung (1.OG)

Geometrie 4,59 m / 6,90 m / 2,84 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 19}} = 31,36 \text{ m}^2$

Fensterflächen 4 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,10 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 31,36 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,30 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 4 \times (1,00 \times 1,00) = 4,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Betreuung 3 (1.OG)

Geometrie 10,59 m / 6,90 m / 2,84m (L/T/H), $A_{\text{Betreuung 3}} = 74,33 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,00 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 74,33 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,80 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Betreuung 4 (1.OG)

Geometrie 9,30 m / 6,96 m / 2,84 m (L/T/H), $A_{\text{Betreuung 4}} = 64,78 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,10 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 64,78 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,80 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Computer-Raum (1.OG)

Geometrie 10,61 m / 6,83 m / 3,05 m (L/T/H), $A_{\text{Computer-Raum}} = 72,49 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 72,49 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,62 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Inklusionsraum 1 (1.OG)

Geometrie 4,47 m / 6,83 m / 3,00 m (L/T/H), $A_{\text{Inklusionsraum}} = 31,48 \text{ m}^2$

Fensterflächen 4 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 31,48 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,30 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 4 \times (1,00 \times 1,00) = 4,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 10 (1.OG)

Geometrie 9,48 m / 6,56 m / 3,07 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 10}} = 62,26 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,26 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,54 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Fachraum Englisch (1.OG)

Geometrie 9,38 m / 6,58 m / 3,08 m (L/T/H), $A_{\text{Fachraum Englisch}} = 62,35 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,35 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,55 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 9 (1.OG)

Geometrie 9,38 m / 6,64 m / 3,04 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 9}} = 62,28 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,28 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,53 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 8 (1.OG)

Geometrie 9,36 m / 6,64 m / 3,03 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 2}} = 62,29 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,29 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,54 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 7 (1.OG)

Geometrie 9,47 m / 6,96 m / 3,64 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 1}} = 65,98 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 9,10 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 65,98 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,93 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Musikraum (DG)

Geometrie 10,56 m / 6,84 m / 3,00 m (L/T/H), $A_{\text{Musikraum}} = 72,18 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 72,18 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,58 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Inklusionsraum (DG)

Geometrie 4,41 m / 6,84 m / 3,02 m (L/T/H), $A_{\text{Inklusionsraum}} = 31,17 \text{ m}^2$

Fensterflächen 4 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 31,17 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,27 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 4 \times (1,00 \times 1,00) = 4,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 12 (DG)

Geometrie 9,48 m / 6,57 m / 3,01 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 12}} = 62,25 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,25 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,53 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

Klassenraum 11 (DG)

Geometrie 9,38 m / 6,59 m / 3,01 m (L/T/H), $A_{\text{Klassenraum 11}} = 62,33 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x schmaler Flügel (B=1,00 m, H=1,00 m)

Einseitige Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 62,33 m², beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,54 m²**.

Berechnung:

$$A_{\text{Dreh, schmaler Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,00) = 8,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

2.3. Zusammenfassung der Berechnung

Bei der Prüfung der freien Lüftung in der Schule KGS Niederkrüchten, wurde mittels der ASR 3.6 eine ausreichende Lüftung der Räumlichkeiten über die vorhandenen Fenster geprüft. Aufgrund von fehlenden Fenstermaßen und Schnitten, wurden die Maße aus Bildern oder Plänen ermittelt. Bis auf den Speiseraum 2 und der Raum Betreuung 2 können alle unten aufgelisteten Räumlichkeiten über die Fenster belüftet werden. Für die Räumlichkeiten, die nicht ausreichend über die Fenster belüftet werden können, wird nachfolgend eine dezentrale Optimierungsvariante vorgeschlagen. Ebenfalls wird für die gesamte Schule eine zentrale Lüftungsanlage als zweite Variante dargestellt.

Etage	Raum	Erfüllung der Vorschriften
-1	Betreuung 7	✓
-1	Betreuung 5	✓
-1	Betreuung 6	✓
0	Speiseraum 1	→ RLT vorhanden
0	Speiseraum 2	→ RLT vorhanden
0	Betreuung 1	✓
0	Klassenraum 6	✓
0	Sanitätsraum	✓
0	Klassenraum 4	✓
0	Klassenraum 5	✓
0	Klassenraum 3	✓
0	Klassenraum 2	✓
0	Klassenraum 1	✓
0	Sekretariat	✓
0	Besprechung	✓
0	Büro Schulleitung	✓
0	Lehrerzimmer	✓
+1	Betreuung 2	✘
+1	Büro-Betreuung	✓
+1	Betreuung 3	✓
+1	Betreuung 4	✓
+1	Computer-Raum	✓
+1	Inklusionsraum 1	✓
+1	Fachraum Englisch	✓
DG	Musikraum	✓
DG	Inklusionsraum	✓
DG	Klassenraum 12	✓

3. Optimierungsvarianten

3.1. Dezentrale Lüftung Betreuung 2

Nachfolgend werden verschiedene Berechnungen für die Ermittlung des benötigten Zuluft-Volumenstroms durchgeführt. Dabei wurden 30 Schüler*innen berücksichtigt.

3.1.1. Ermittlung des Zuluft-Volumenstroms

Zuluft-Volumenstrom nach ASR 3.7

Zunächst wird die ASR3.6 mit einer max. CO₂-Grenze von 1000 ppm betrachtet. Als Berechnungsgrundlage wird eine Außenluftbelastung von 550 ppm (Tabelle B.9, Kat. I) und eine CO₂-Produktion von 20 l/h pro Person je Stunde (Tabelle B.10, Kat. I) nach der DIN EN 16798-1 herangezogen.

$$V_{ASR.3.6} = \frac{20 \frac{l}{h} * 10^{-3} * 30 \text{ Pers.}}{(1000 \text{ ppm} - 550 \text{ ppm}) * 10^{-6}} = \mathbf{1333,33 \text{ m}^3/h}$$

Zuluft-Volumenstrom nach DIN EN 16798-1

Als nächstes wird die DIN EN 16798-1 betrachtet, wobei ein Zuluftbedarf von 7 l/s je Person (Tabelle B.1, Kat. II) und 0,7 l/s* pro m² Raumfläche für ein schadstoffarmes Gebäude (Tabelle B.7, Kat. II) berücksichtigt wird.

$$V_{DIN EN 16798-1} = \left(\left(33 \text{ Pers.} * 7 \frac{l}{s} \right) + \left(75,89 \text{ m}^2 * 0,7 \frac{l}{s} \right) \right) * 3,6 = \mathbf{1022,84 \text{ m}^3/h}$$

Zuluft-Volumenstrom nach Luftwechselrate

Zum Schluss wird als Referenz die Luftwechselrate mittels des CO₂ – Modells des niedersächsischen Landesgesundheitsamt visualisiert und berechnet. Als Berechnungsparameter wurde auch hier wie zuvor ein CO₂-Ausstoß von 20 l/h je Person, mit einer Personenbelegung von 30 Schüler*innen bei einer vorbelasteten Außenluft mit 550 ppm berücksichtigt.

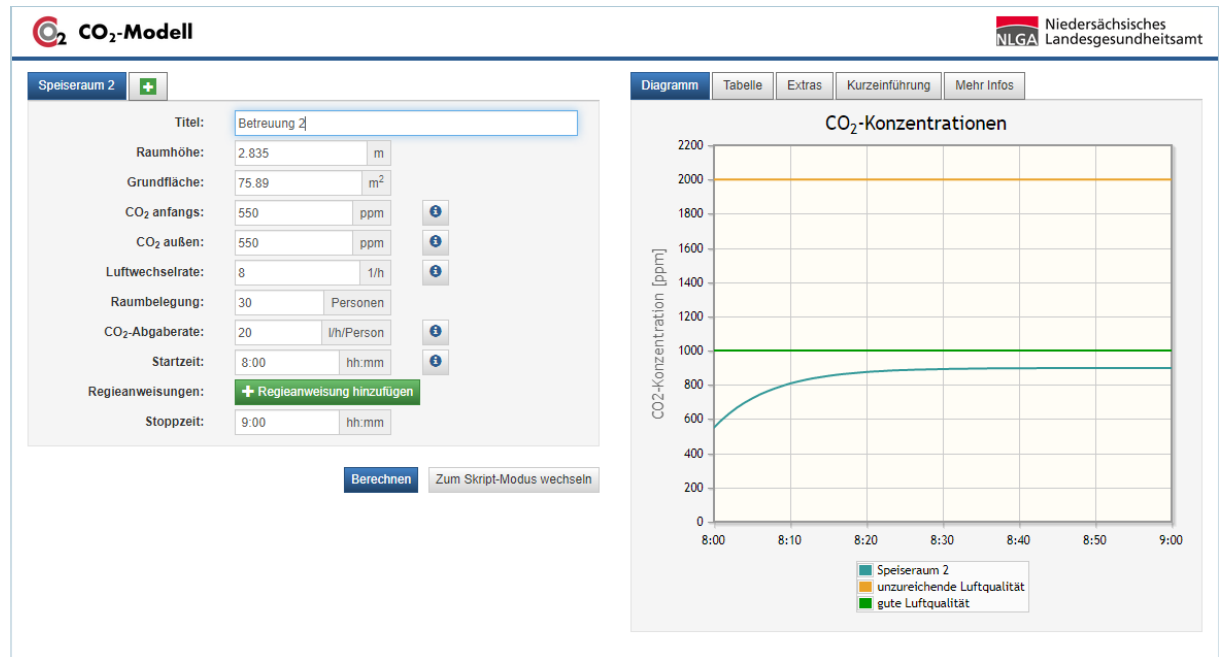


Abbildung 2 - CO₂ Modell Niedersächsisches Landesgesundheitsamt

$$V_{\text{Luftwechsel}} = 75,89\text{m}^2 * 2,80\text{m} * 8,0\text{ h}^{-1} = 1699,93\text{ m}^3/\text{h}$$

3.1.2. Ermittlung der Kosten und des Aufwands



Abbildung 1 -Abbildung aus den Produktunterlagen von Exhausto VEX308 vom 31.08.2017

Für die Ermittlung der zu erwartenden Kosten wurden dezentrale Lüftungsgeräte mit einem mind. Luftvolumenstrom von 150 m³/h und einem max. Luftvolumenstrom von 850 m³/h berücksichtigt. Für die Erfüllung des benötigten Zuluft-Volumenstroms im Raum Betreuung 2 werden zwei Geräte benötigt. Inbegriffen in jedem Gerät ist ein Heizregister, eine CO₂-Steuerung und Präsenzsteuerung, Brandschutzklappen und der Einbau des Gerätes. In der Summe belaufen sich die Kosten für die Kostengruppe 400 auf ca. 30.000,00 €. Über die BAFA können als Hinweis mit dem Förderprogramm „Bundesförderung Corona-Gerechte stationäre raumluftechnischen Anlagen“, 80% der Gesamtkosten über den Staat finanziert und 20% müssen durch den Antragssteller in Eigenleistung erbracht werden. Somit würden sich die Kosten des Antragstellers auf 6.000,00 € belaufen. Die Instandhaltung- und Wartungskosten schätzen wir auf ca. 800,00 € pro Jahr zzgl. der Energiekosten von ca. 400,00 € Strom und 175,00 € Wärme.

Darüber hinaus sind auch die Begleitmaßnahmen förderfähig, wie die Beratungs- und Planungsleistungen und auch die Baubegleitung und Bauleitung.

Der Aufwand für die Ausführung wird als sehr gering eingestuft und benötigt einen Zeitraum von ca. 6 Arbeitstagen zzgl. der Arbeiten aus der Kostengruppe 300.

3.2. Zentrale Lüftungsanlage für die gesamte Schule

Nachfolgend wird für die Berechnung der zentralen Lüftungsanlage der ermittelte 8-fache Luftwechsel für die Ermittlung des benötigten Zuluft-Volumenstroms für die gesamte Schule angesetzt.

3.2.1. Ermittlung des Zuluft-Volumenstroms

Zuluft-Volumenstrom nach Luftwechselrate

Die Räumlichkeiten, die belüftet werden müssen, weisen eine gesamte Raumfläche von ca. 1.882,79 m² (Summe aus den Grundflächen der Räume aus der Berechnung der freien Lüftung) auf. Bei einer lichten Raumhöhe von 3 m beträgt das Volumen der Räume 5.648,37 m³.

Bei der Berücksichtigung eines 8-fachen Luftwechsels beträgt der benötigte Zuluft-Volumenstrom der Lüftungsanlage 45.186,96 m³/h.

3.2.2. Ermittlung der Kosten und des Aufwands

Bei der Ermittlung der Kosten wurde eine raumluftechnische Anlage mit einem Heizregister und einem Volumenstrom von 45.186,96 m³/h mit folgenden Bauteilen berücksichtigt:

- Raumluftechnische Anlage mit Heizregister und Wärmerückgewinnung
- Luftverteilnetz (Kanäle, Rohrleitung, Formstücke und Luftauslässe)
- Sondereinbauteile wie Brandschutzklappen etc.
- Regelung

In der Summe belaufen sich die Kosten für die raumluftechnische Anlage auf ca. **860.000,00 €** zzgl. der Abnahme durch einen Sachverständigen und der KG300. Über die BAFA können als Hinweis mit dem Förderprogramm „Bundesförderung Corona-Gerechte stationäre raumluftechnischen Anlagen“, 80% der Gesamtkosten über den Staat finanziert und 20% müssen durch den Antragsteller in Eigenleistung erbracht werden. Somit würden sich die Kosten des Antragstellers auf 172.000,00 € belaufen. Die Instandhaltung- und Wartungskosten schätzen wir auf ca. 1.500,00 € bis 2.000,00 € pro Jahr zzgl. der Energiekosten von ca. 14.000,00 €/a Strom und 5.800,00 €/a Wärme.

Der Aufwand wird als hoch eingestuft und benötigt einen Zeitraum von ca. 35 Arbeitstagen zzgl. der Arbeiten aus der Kostengruppe 300.

4. Empfehlung

In der Schule KGS Niederkrüchten werden aktuell die Klassenräume und andere Aufenthaltsräume über die Fenster be-/ und entlüftet. Bei der Prüfung der freien Lüftung nach der ASR 3.6 wurde festgestellt, dass der Speiseraum und der Raum Betreuung 2 nicht über die Fensterflächen belüftet werden können. Grund dafür ist die, im Verhältnis zur lichten Raumhöhe, zu erhöhte Raumtiefe. Dadurch kann sich die, in der ASR 3.6 berücksichtigte Raumwalze, nicht vollständig ausbilden und somit die durch Strömung des Raumes nicht gewährleistet werden.

Infolgedessen wurde eine dezentrale Variante für die einzelnen Räume und eine zentrale Variante für die gesamte Schule berücksichtigt.

Die zentrale Lüftungsanlage für die gesamte Schule hat den Vorteil, dass die Luft in den Klassenräumen konstant und ohne aktiven Aufwand der Lehrer und der Schüler ausgetauscht wird. Des Weiteren würde durch eine Wärmerückgewinnung mit einem Wirkungsgrad von bis zu 80%, einen Großteil der Wärmeenergie an die Zuluft übertragen und somit die Energiekosten senken. Jedoch weist die zentrale Lüftungsanlage eine hohe Montagezeit und hohe Investitionskosten auf.

Ebenfalls wird auch bei der dezentralen Lüftungsanlage für die zwei zuvor genannten Räume durch eine Wärme- Rückgewinnung von bis zu 80% der Wärmeenergie der Abluft in die Zuluft übertragen. Der Vorteil der dezentralen Variante ist die kurze Montagezeit und die geringen Investitionskosten.

Aufgrund dessen, dass lediglich zwei Räume die ASR 3.6 nicht erfüllen und das eigenständige Lüften der Klassenräume das Bewusstsein der Schüler für eine gute Luftqualität fördert, empfehlen wir Ihnen die dezentrale Variante bei der Schule KGS Niederkrüchten zu berücksichtigen. Zur Verstärkung des Bewusstseins für die Güte der Raumluft können sogenannte CO₂-Ampeln installiert werden.

Für Rückfragen und Erläuterungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

i.A. Marcel Wenzel