

## Prüfung der ausreichenden Lüftungsmöglichkeiten



**Datum:** 06.09.2021

**Bauherr:** Gemeinde Niederkrüchten  
Laurentiusstraße 19  
41372 Niederkrüchten

**Bauvorhaben:** Realschule Niederkrüchten (1)  
Oberkrüchtener Weg  
41372 Niederkrüchten

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	3
<b>2. Prüfung der freien Lüftung</b> .....	4
2.1. Vorschriften und Vorgaben .....	4
2.2. Berechnung .....	5
2.3. Zusammenfassung der Berechnung .....	24
<b>3. Optimierungsvarianten</b> .....	25
3.1. Dezentrale Lüftung PC-Raum U-03-1 .....	25
<b>3.1.1. Ermittlung des Zuluft-Volumenstroms</b> .....	25
<b>3.1.2. Ermittlung der Kosten und des Aufwands</b> .....	27
3.2. Zentrale Lüftungsanlage für die gesamte Schule .....	27
<b>3.2.1. Ermittlung des Zuluft-Volumenstroms</b> .....	28
<b>3.2.2. Ermittlung der Kosten und des Aufwands</b> .....	28
<b>4. Empfehlung</b> .....	28

## 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 Realschule Niederkrüchten, welche aktuell ausschließlich über eine freie Fensterlüftung verfügt. Lediglich die WC-Anlagen, welche vom Pausenhof aus zugänglich sind, verfügen über eine Be- und Entlüftung. 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 0,35 m<sup>2</sup> 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 10m<sup>2</sup> Grundfläche, 1,05 m<sup>2</sup> 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).

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

### U-07 Werken (KG)

Geometrie 10,73 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-07 \text{ Werken}} = 64,52 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 64,52 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,77 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,70) = 13,60 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### U-06 Werken (KG)

Geometrie 12,00 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-06 \text{ Werken}} = 75,98 \text{ m}^2$

Fensterflächen 8x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 75,95 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,97 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,70) = 13,60 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **U-05 Technik (KG)**

Geometrie            7,20 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-05\ Technik} = 42,96\ m^2$

Fensterflächen    4x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 42,96 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **4,50 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, breiter\ Flügel} BxH = 4 \times (1,00 \times 1,70) = 6,80\ m^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **U-04 Medien (KG)**

Geometrie            3,36 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-04\ Medien} = 31,11\ m^2$

Fensterflächen    2x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 31,11 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,26 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, breiter\ Flügel} BxH = 2 \times (1,00 \times 1,70) = 3,40\ m^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **U-03-1 Bibliothek (KG)**

Geometrie            12,49 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-03 \text{ Bibliothek}} = 89,30 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 89,30 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **9,37 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **U-03-2 PC (KG)**

Geometrie            11,08 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-03-2 \text{ PC}} = 77,66 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Kontinuierliche Lüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Personenbelegung von 21 Personen beträgt die benötigte Öffnungsfläche mind. **7,00 m<sup>2</sup>**. Bei der Berechnung wird ein Kippmaß von 0,15m angenommen

#### Berechnung:

$$A_{Kipp, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 6 \times (0,15 \times (1,00 + 1,70)) = 1,53 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird nicht erfüllt!**

### **U-02 PC (KG)**

Geometrie                    12,96 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-02\ PC} = 83,71\ m^2$

Fensterflächen            8 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 83,71 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **8,79 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,70) = 13,60\ m^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **U-01-1 Socialarbeit (KG)**

Geometrie                    5,16 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-01-Socialarbeit} = 36,89\ m^2$

Fensterflächen            4 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 36,89 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,87 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 4 \times (1,00 \times 1,70) = 6,80\ m^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**



### **U-01-2 Hauswirtschaftsraum (KG)**

Geometrie                    17,16 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-02-Hausw.} = 147,38 \text{ m}^2$

Fensterflächen            10 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 147,38 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **15,47 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 10 \times (1,00 \times 1,70) = 17,00 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **U-014 Mehrzweck (KG)**

Geometrie                    8,16 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{U-14 \text{ Mehrzweck}} = 84,64 \text{ m}^2$

Fensterflächen            6 x schmaler Flügel (B=0,85 m, H=1,80 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 84,64 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **8,88 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ schmaler Flügel}} B \times H = 6 \times (0,85 \times 1,80) = 9,18 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-18 Konrektor (EG)**

Geometrie            4,68 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-18 \text{ Konrektor}} = 31,89 \text{ m}^2$

Fensterflächen    2 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 31,89 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,34 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 2 \times (1,00 \times 1,70) = 3,4 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-20 Sekreteriat (EG)**

Geometrie            3,48 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-20 \text{ Sekreteriat}} = 32,03 \text{ m}^2$

Fensterflächen    2 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 31,89 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,36 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 2 \times (1,00 \times 1,70) = 3,4 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-21 Rektor (EG)**

Geometrie            4,56 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-21 \text{ Rektor}} = 28,25 \text{ m}^2$

Fensterflächen    2 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 28,25 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **2,96 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 2 \times (1,00 \times 1,70) = 3,4 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-22 Lehrer (EG)**

Geometrie            4,56 m / 7,15 m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{E-22 \text{ Lehrer}} = 74,49 \text{ m}^2$

Fensterflächen    8 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 74,49 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,82 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 8 \times (1,00 \times 1,70) = 13,6 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-23 Konferenz (EG)**

Geometrie            4,56 m / 5,6 m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{E-23 \text{ Konferenz}} = 35,27 \text{ m}^2$

Fensterflächen    5 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 35,27 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,70 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 5 \times (1,00 \times 1,70) = 8,5 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-24 Besprecher (EG)**

Geometrie            4,56 m / 5,6 m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{E-24 \text{ Besprecher}} = 26,01 \text{ m}^2$

Fensterflächen    2 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 26,01 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **2,73 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 2 \times (1,00 \times 1,70) = 3,40 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-11 Chemie (EG)**

Geometrie            13,58 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-11 \text{ Chemie}} = 82,18 \text{ m}^2$

Fensterflächen    8 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 82,18 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **8,62 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 8 \times (1,00 \times 1,70) = 13,6 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-10 + E-09 (EG)**

Geometrie            9,22 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-10+E-09} = 57,91 \text{ m}^2$

Fensterflächen    8 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

Zwei Fenster sind mit einem Ventilator versehen und können somit nicht mehr geöffnet werden und werden in der Berechnung abgezogen.

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 82,18 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,08 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-08 Biologie (EG)**

Geometrie 10,99 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-08 \text{ Biologie}} = 68,31 \text{ m}^2$

Fensterflächen 6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 68,31 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **7,17 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-07 Physik (EG)**

Geometrie 9,40 m / 7,15 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-07 \text{ Physik}} = 64,14 \text{ m}^2$

Fensterflächen 6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 64,14 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,73 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-06 Physik Versuch (EG)**

Geometrie                    9,08 m / 4,76 m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-06 \text{ Physik Versuch}} = 33,12 \text{ m}^2$

Fensterflächen            4 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 33,12 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,5 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 4 \times (1,00 \times 1,70) = 6,8 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-05 Musik (EG)**

Geometrie                    11,08 m / 6,00m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-05 \text{ Musik}} = 65,53 \text{ m}^2$

Fensterflächen            6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 65,53 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,86 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-04 Klasse 12 (EG)**

Geometrie            9,36 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-04 \text{ Klasse } 12} = 65,53 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 65,53 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,86 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-03 Klasse 11 (EG)**

Geometrie            8,76 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-03 \text{ Klasse } 11} = 55,97 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 55,97 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **5,87 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} B \times H = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**



### **E-02 Klasse 10 (EG)**

Geometrie            8,76 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-02 \text{ Klasse } 10} = 55,97 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 55,97 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **5,87 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **E-01 Klasse 09 (EG)**

Geometrie            8,16 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{E-01 \text{ Klasse } 09} = 55,82 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 55,82 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **5,86 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-14 Kunst (1.OG)**

Geometrie            4,68 m / 7,15m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{O-14\text{ Kunst}} = 68,05\text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Querlüftung

Die max. Raumtiefe von 15,00 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 55,82 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **4,08 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel } B \times H} = 3 \times (1,00 \times 1,70) = 5,01\text{ m}^2$$

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

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-15 LMR Kunst (1.OG)**

Geometrie            3,20 m / 7,15m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{O-15\text{ LMR Kunst}} = 33,58\text{ m}^2$

Fensterflächen    2 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 33,58 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **3,52 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel } B \times H} = 2 \times (1,00 \times 1,70) = 3,40\text{ m}^2$$

Auf Grund dessen, dass dies ein Lager für Kunstobjekte und Materialien ist, ist hier kein dauerhafter verbleib der Schüler für eine Unterrichtsstunde anzunehmen. Somit sehen wir den Raum als ausreichend belüftet an.

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-01 Klasse 1 (1.OG)**

Geometrie            8,16 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{O-01 \text{ Klasse } 1} = 55,82 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 55,82 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **5,86 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel } B \times H} = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-02 Klasse 2 (1.OG)**

Geometrie            8,76 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{O-02 \text{ Klasse } 2} = 55,97 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 55,97 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **5,87 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel } B \times H} = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-03 Klasse 3 (1.OG)**

Geometrie            8,76 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{O-03 \text{ Klasse } 3} = 55,97 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 55,97 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **5,87 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-04 Klasse 4 (1.OG)**

Geometrie            9,36 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{O-04 \text{ Klasse } 4} = 56,44 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 56,44 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **5,93 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-05 Klasse 5 (1.OG)**

Geometrie            11,08 m / 7,15m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{O-05 \text{ Klasse } 5} = 65,53 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 65,53 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **6,88 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-06 Klasse 6 (1.OG)**

Geometrie            20,57 m / 7,15m / 2,90 m (L/T/H),  $A_{O-06 \text{ Klasse } 6} = 91,21 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,25 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 91,21 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. **9,58 m<sup>2</sup>**.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel}} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-07 Allgemein (1.OG)**

Geometrie            6,96 m / 7,15m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{O-07 \text{ Allgemein}} = 46,72 \text{ m}^2$

Fensterflächen    4 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 46,72 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. 4,90 m<sup>2</sup>.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel } B \times H} = 4 \times (1,00 \times 1,70) = 6,80 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-08 Klasse 8 (1.OG)**

Geometrie            9,36 m / 7,15m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{O-08 \text{ Klasse 8}} = 60,41 \text{ m}^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 60,41 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. 6,34 m<sup>2</sup>.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, \text{ breiter Flügel } B \times H} = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2 \text{ m}^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-09 Klasse 7 (1.OG)**

Geometrie            9,36 m / 7,15m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{O-09\ Klasse7} = 57,66\ m^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 57,66 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. 6,05 m<sup>2</sup>.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, breiter\ Flügel} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2m^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### **O-10 Klasse 6 (1.OG)**

Geometrie            8,16 m / 7,15m / 3,00 m (L/T/H),  $A_{O-10\ Klasse6} = 55,08\ m^2$

Fensterflächen    6 x breiter Flügel (B=1,00 m, H=1,70 m)

#### Stoßlüftung

Die max. Raumtiefe von 7,50 m wird eingehalten. Bei einer Raumfläche von 55,08 m<sup>2</sup>, beträgt die benötigte Fensterfläche mind. 5,80 m<sup>2</sup>.

#### Berechnung:

$$A_{Dreh, breiter\ Flügel} BxH = 6 \times (1,00 \times 1,70) = 10,2\ m^2$$

✓ **ASR 3.6 wird erfüllt!**

### 2.3. Zusammenfassung der Berechnung

Bei der Prüfung der freien Lüftung in der Realschule 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 der Computerraum U-03-1 können alle unten aufgelisteten Räumlichkeiten über die Fenster belüftet werden. Für den Computerraum der nicht ausreichend über die Fenster belüftet werden kann, 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	U-07 Werken (KG)	✓
-1	U-06 Werken (KG)	✓
-1	U-05 Technik (KG)	✓
-1	U-04 Medien (KG)	✓
-1	U-03-1 Bibliothek (KG)	✓
-1	U-03-2 PC (KG)	✘
-1	U-02 PC (KG)	✓
-1	U-01-1 Sozialarbeit (KG)	✓
-1	U-01-2 Hauswirtschaftsraum (KG)	✓
-1	U-014 Mehrzweck (KG)	✓
0	E-18 Konrektor (EG)	✓
0	E-20 Sekretariat (EG)	✓
0	E-21 Rektor (EG)	✓
0	E-22 Lehrer (EG)	✓
0	E-23 Konferenz (EG)	✓
0	E-24 Besprecher (EG)	✓
0	E-11 Chemie (EG)	✓
0	E-10 + E-09 (EG)	✓
0	E-08 Biologie (EG)	✓
0	E-07 Physik (EG)	✓
0	E-06 Physik Versuch (EG)	✓
0	E-05 Musik (EG)	✓
0	E-04 Klasse 12 (EG)	✓
0	E-03 Klasse 11 (EG)	✓
0	E-02 Klasse 10 (EG)	✓
0	E-01 Klasse 09 (EG)	✓
+1	O-14 Kunst (1.OG)	✓
+1	O-15 LMR Kunst (1.OG)	✓
+1	O-01 Klasse 1 (1.OG)	✓
+1	O-02 Klasse 2 (1.OG)	✓
+1	O-03 Klasse 3 (1.OG)	✓
+1	O-04 Klasse 4 (1.OG)	✓
+1	O-05 Klasse 5 (1.OG)	✓
+1	O-06 Klasse 6 (1.OG)	✓



+1	O-07 Allgemein (1.OG)	✓
+1	O-08 Klasse 8 (1.OG)	✓
+1	O-09 Klasse 7 (1.OG)	✓
+1	O-10 Klasse 6 (1.OG)	✓

### 3. Optimierungsvarianten

#### 3.1. Dezentrale Lüftung PC-Raum U-03-1

Nachfolgend werden verschiedene Berechnungen für die Ermittlung des benötigten Zuluft-Volumenstroms durchgeführt. Dabei wurden 20 Schüler\*innen und ein\*e Lehrer\*in berücksichtigt.

##### 3.1.1. Ermittlung des Zuluft-Volumenstroms

###### Zuluft-Volumenstrom nach ASR 3.7

Zunächst wird die ASR3.6 mit einer max. CO<sub>2</sub>-Grenze von 1000 ppm betrachtet. Als Berechnungsgrundlage wird eine Außenluftbelastung von 550 ppm (Tabelle B.9, Kat. I) und eine CO<sub>2</sub>-Produktion von 20 l/h pro Person je Stunde (Tabelle B.10, Kat. I) nach der DIN EN 16798-1 herangezogen.

$$V_{ASR.3.6} = \frac{20 \frac{l}{h} * 10^{-3} * 21 Pers.}{(1000 ppm - 550 ppm) * 10^{-6}} = 933,33 m^3/h$$

###### 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 m<sup>2</sup> Raumfläche für ein schadstoffarmes Gebäude (Tabelle B.7, Kat. II) berücksichtigt wird.

$$V_{DIN EN 16798-1} = \left( \left( 21 Pers. * 7 \frac{l}{s} \right) + \left( 77,66 m^2 * 0,7 \frac{l}{s} \right) \right) * 3,6 = 724,90 m^3/h$$

## Zuluft-Volumenstrom nach Luftwechselrate

Zum Schluss wird als Referenz die Luftwechselrate mittels des CO<sub>2</sub> – Modells des niedersächsischen Landesgesundheitsamt visualisiert und berechnet. Als Berechnungsparameter wurde auch hier wie zuvor ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 20 l/h je Person, mit einer Personenbelegung von 21 Schüler\*innen inkl. Lehrkräfte bei einer vorbelasteten Außenluft mit 550ppm berücksichtigt.

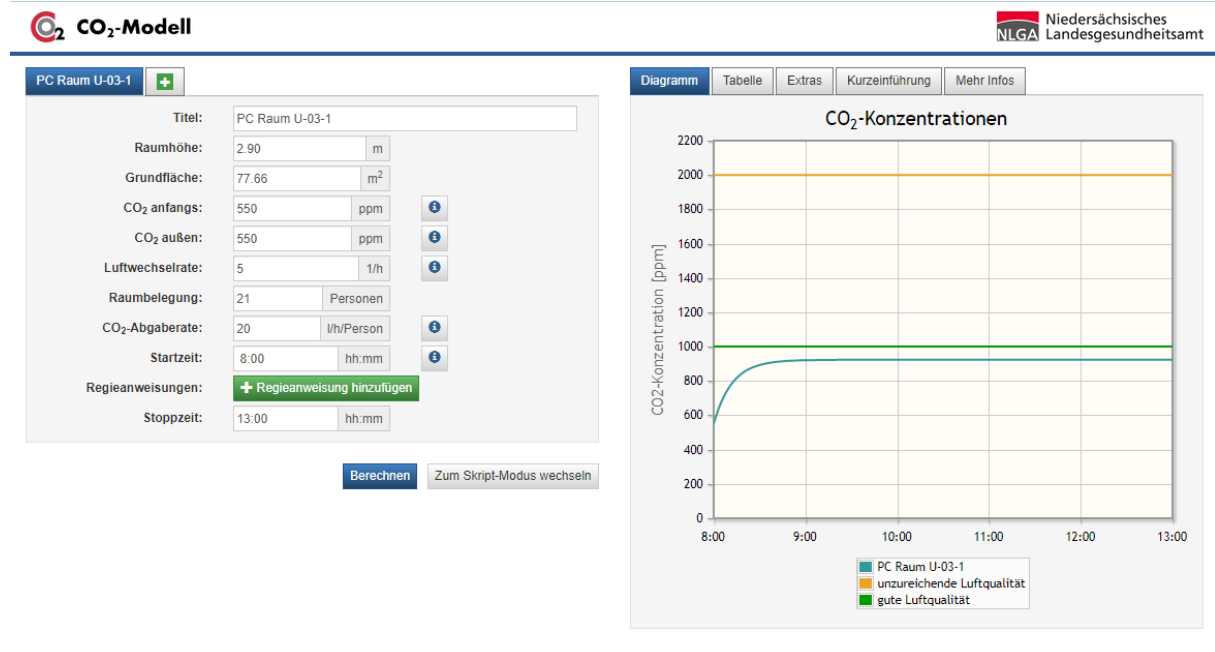


Abbildung 1 - CO<sub>2</sub> Modell Niedersächsisches Landesgesundheitsamt

$$V_{\text{Luftwechsel}} = 77,66\text{m}^2 * 2,90\text{m} * 5,0\text{ h}^{-1} = 1126,07\text{ m}^3/\text{h}$$

### 3.1.2. Ermittlung der Kosten und des Aufwands



Abbildung 2 -Abbildung aus den Produktunterlagen von Exhausto VEX308 vom 31.08.2017

Für die Ermittlung der zu erwartenden Kosten wurde ein dezentrales Lüftungsgerät mit einem mind. Luftvolumenstrom von 150 m<sup>3</sup>/h und einem max. Luftvolumenstrom von 850 m<sup>3</sup>/h berücksichtigt. Für die Erfüllung des benötigten Zuluft-Volumenstroms werden zwei Geräte benötigt. Inbegriffen in jedem Gerät ist ein Heizregister, eine CO<sub>2</sub>-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 €/a Strom und 175,00 €/a Wärme.

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

Der Aufwand wird als sehr gering eingestuft und benötigt einen Zeitraum von ca. 5 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. 2.191,91 m<sup>2</sup> (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 6.575,73 m<sup>3</sup>.

Bei der Berücksichtigung eines 8-fachen Luftwechsels beträgt der benötigte Zuluft-Volumenstrom der Lüftungsanlage 52.605,84 m<sup>3</sup>/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 52.605,84 m<sup>3</sup>/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. **740.000,00 €** 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 147.300,00 € belaufen. Die Instandhaltung- und Wartungskosten schätzen wir auf ca. 1.800,00 € bis 2.300,00 € pro Jahr zzgl. der Energiekosten von ca. 16.500,00 €/a Strom und 6.800,00 €/a Wärme.

Der Aufwand wird als hoch eingestuft und benötigt einen Zeitraum von ca. 40 Arbeitstagen zzgl. der Arbeiten aus der Kostengruppe 300.

## 4. Empfehlung

In der Realschule 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 PC-Raum im Untergeschoss nicht über die Fensterflächen belüftet werden kann. Grund dafür ist die zu niedrige zu öffnenden Fensterflächen. Dadurch gelangt zu wenig Frischluft in den Raum und die Durchströmung des Raumes kann nicht gewährleistet werden.

Infolgedessen wurde eine dezentrale Variante für den PC-Raum 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 den PC-Raum durch eine Wärmerückgewinnung 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 der PC-Raum die ASR 3.6 nicht erfüllt und das eigenständige Lüften der Klassenräume das Bewusstsein der Schüler für eine gute Luftqualität fördert, empfehlen wir Ihnen die dezentrale Variante bei der Realschule Niederkrüchten zu berücksichtigen. Zur Verstärkung des Bewusstseins für die Güte der Raumluft können sogenannte CO<sub>2</sub>-Ampeln installiert werden.

Für Rückfragen und Erläuterungen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

i.A. Marcel Wenzel