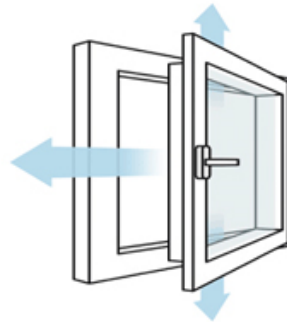


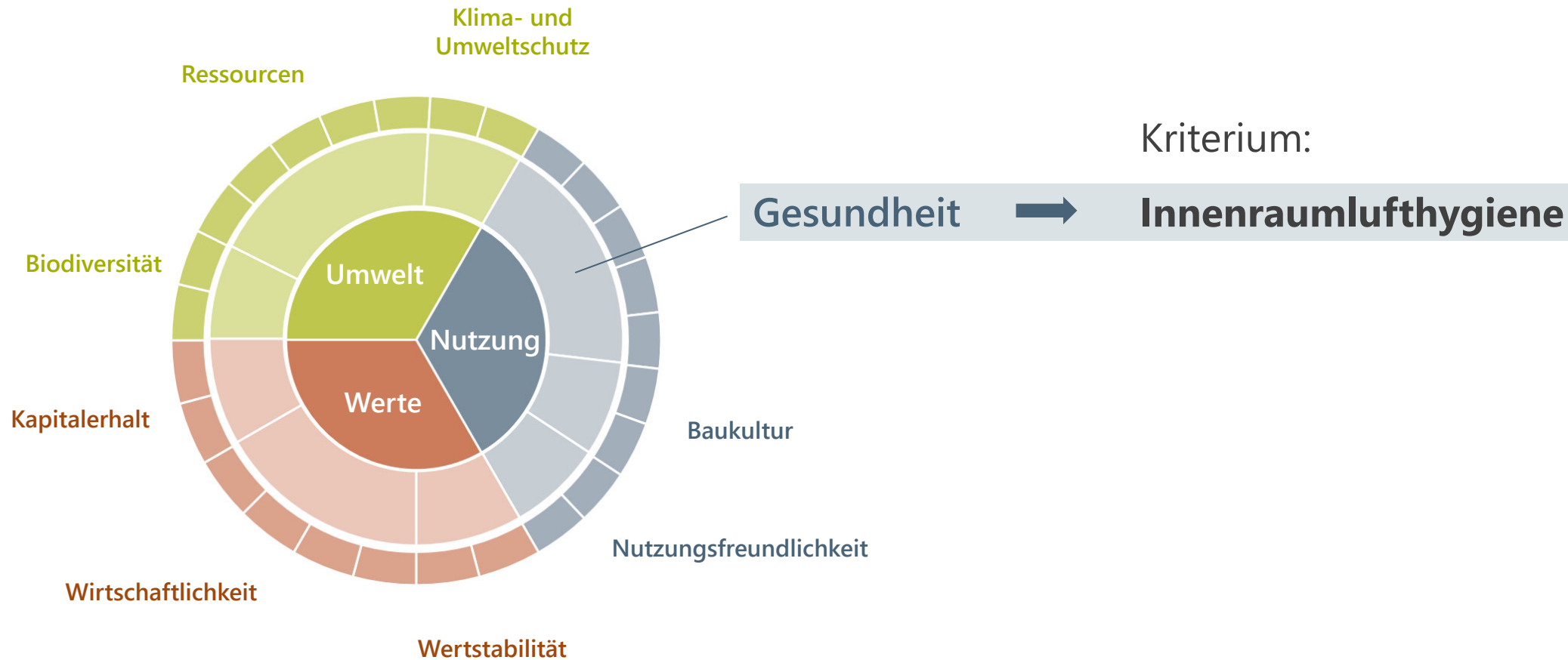
## Innenraumluft

# Berechnung der Außenluftvolumenströme bei Fensterlüftung



## Kontext:

# Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) 2.0



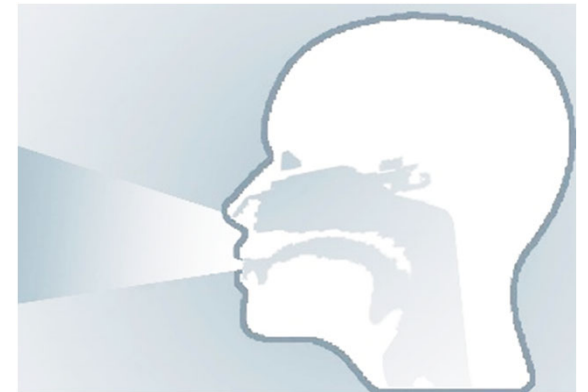
## Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) – Kriterium: Innenraumlufthygiene

1. Flüchtige organische Verbindungen und Formaldehyd

**2. Kohlendioxidgehalt**

3. Mikrobiologische Situation

4. Geruchliche Situation (*Bewertung zurückgestellt*)



## Kohlendioxidgehalt - Anforderung an die Innenraumluft

Bewertungsgrundlage gemäß Ausschuss für Innenraumrichtwerte (AIR)

### Leitwerte für Kohlendioxid in der Innenraumluft (2008):

Stufe	Konzentrationsbereich [ppm CO <sub>2</sub> ]	Hygienische Bewertung
<b>1</b>	<1000 ppm	Hygienisch unbedenklich
<b>2</b>	1000 - 2000 ppm	Hygienisch auffällig
<b>3</b>	> 2000 ppm	Hygienisch inakzeptabel

▶ **ASR A3.6**

Quelle: Umweltbundesamt

## Ausgangslage: Problematik für die Planung und Bewertung von Räumen mit Fensterlüftung

Fehlende Kalkulationshilfe für die Ermittlung:

- ▶ Außenluftvolumenstrom bei **Fensterlüftung**
- ▶ resultierende **CO<sub>2</sub>-Konzentration** im genutzten Raum

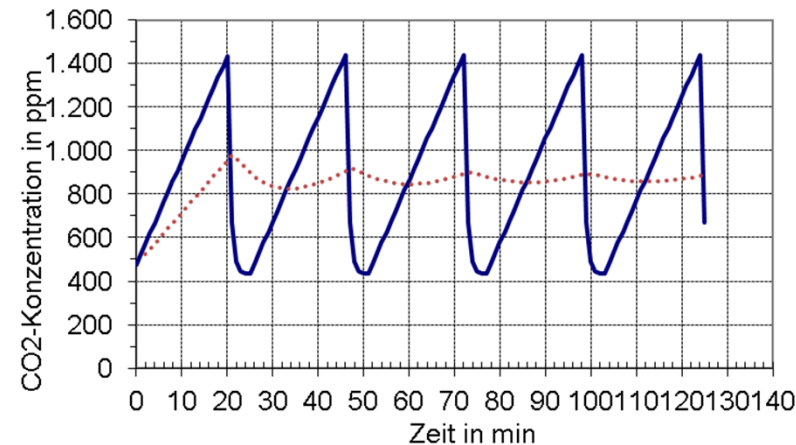


**Herausforderung:**  
Erstellung geeigneter nutzungsbezogener Lüftungskonzepte

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Planung und Überprüfung von Räumen mit Fensterlüftung



### Berechnung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationsentwicklung im Tagesverlauf



## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner

- ▶ Projektangaben
- ▶ Projektrandbedingungen

Klima  
Gebäude  
Räume  
Fenstertypen  
Varianten  
Fenster  
Lüftungskonzept



**Zusammenfassung  
der Ergebnisse**

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner

Dateneingabe fortsetzen Projekt speichern Kita\_01

### Anwendungsfall

### Projektangaben

#### Projektrandbedingungen

- ✓ Klimarandbedingungen
- ✓ Gebäude
- ✓ Räume  Spielzimmer EG
- ✓ Fenstertypen  Drehfenster ganz geöffnet  Oberlicht  Drehfenster gekippt
- ✓ Varianten  Fensterlüftung 4 KF  Fensterlüftung 4 DF 90° 4 OL kipp
- ✓ Fensterangaben im Raum
- ✓ Lüftungskonzept  Lüftungskonzept für Fensterlüftung 4 KF  Lüftungskonzept für Fensterlüftung 4 DF 90° 4 OL kipp

#### Zusammenfassung der Ergebnisse

Bitte Daten eingeben  Erfolgreich validiert  Bitte Eingabe übernehmen

### Projektangaben

**Projektbezeichnung\***  
  
Maximal 30 Zeichen, wird als Dateiname beim speichern benutzt.

**Gebäudebezeichnung**

**BNB Projektnummer und Bearbeiter/in\***

**Datum**

**Postleitzahl**

**Ort**

**Berechnungsmethode\***

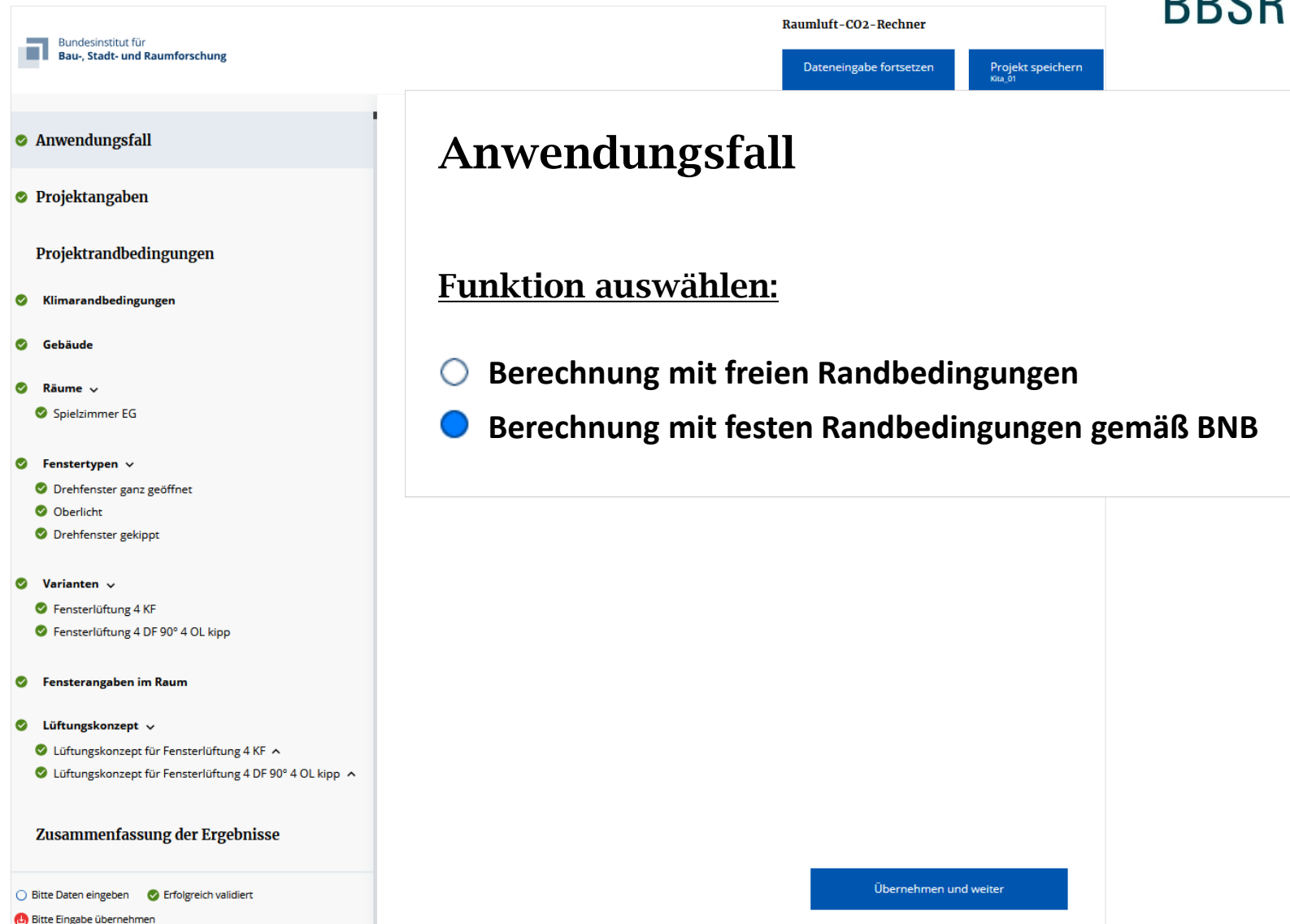
\* Pflichtfeld

↑ Gespeichertes Projekt fortsetzen

Übernehmen und weiter

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner

- Auswahl zwischen 2 verschiedenen Möglichkeiten der Anwendung



**Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung**

Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner

Dateneingabe fortsetzen Projekt speichern  
Kla\_01

### Anwendungsfall

Funktion auswählen:

- Berechnung mit freien Randbedingungen
- Berechnung mit festen Randbedingungen gemäß BNB

**Zusammenfassung der Ergebnisse**

Bitte Daten eingeben  Erfolgreich validiert   
Bitte Eingabe übernehmen

Übernehmen und weiter



## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner

### ► Berechnung mit freien Randbedingungen

Flexible Gestaltung des Projektes mit frei wählbaren Eingaben der Klimaparameter, Gebäudedaten und Lüftungskonzeption

### Außenluftvolumenstrom

- DIN EN 16798-7
- DIN/TS 4108-8

### ► Berechnung mit festen Randbedingungen gemäß **BNB**

Nutzung vorkonfigurierter Klima- und Gebäudeparameter sowie hinterlegter Tagesprofile verschiedener Raumnutzungsarten

- DIN/TS 4108-8

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner



## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner

### ► Berechnung mit festen Randbedingungen gemäß **BNB**

#### Klimarandbedingungen:

Außentemperatur	13 °C
CO <sub>2</sub> -Konzentration der Außenluft	420 ppm
Windgeschwindigkeit	3 m/s

#### Gebäude:

Nettovolumen	> 1500 m <sup>3</sup>
Luftdichtigkeit	2,0 m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> h)
Abschirmung	mittel

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – in BNB hinterlegte Tagesprofile

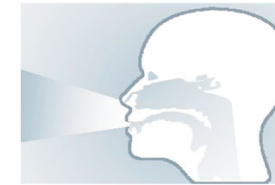
### ► Kategorien je nach **Raumnutzung** | **Altersstufe** | **Aktivitätsgrad**

A	Räume in Kindertagesstätten	Ruhe- und Spielräume
B	Unterrichtsräume Primarstufe	Klassenzimmer, Werk- / Seminarräume
C	Unterrichtsräume Sekundarstufen	Klassenzimmer, Werk- / Seminarräume
D	Unterrichtsräume Hochschulen / Unis	Hörsäle / Seminarräume, Werk- / Laborräume Musik- / Gesangsübungsräume
E	Arbeitsräume	Büro-, Seminar- und Besprechungsräume Labor-, Werkräume, Archive, Verkaufsräume Werk-/ Produktionsstätten, etc.
F	med. Untersuchungs-/ Behandlungs- und Therapieräume	Räume für Untersuchung, Versorgung, Physiotherapie / Reha

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – in BNB hinterlegte Tagesprofile

### ► Beispiel Tagesprofil B Unterrichtsräume Primarstufe

	Zeitraum	Dauer	Nutzung	Belegung	Fensteröffnung
1	08:00–08:45	0:45	1. Unterrichtsstunde	100 %	Keine
2	08:45–08:50	0:05	Pause, Lüften (5 min)	100 %	Offen, gemäß zentraler Eingabe
3	08:50–09:35	0:45	2. Unterrichtsstunde	100 %	Keine
4	09:35–09:50	0:15	Hofpause, Lüften (15 min)	50 %	Offen, gemäß zentraler Eingabe
5	09:50–10:35	0:45	3. Unterrichtsstunde	100 %	Keine
6	10:35–10:40	0:05	Pause, Lüften (5 min)	100 %	Offen, gemäß zentraler Eingabe
7	10:40–11:25	0:45	4. Unterrichtsstunde	100 %	Keine
8	11:25–11:40	0:15	Hofpause, Lüften (15 min)	50 %	Offen, gemäß zentraler Eingabe
9	11:40–12:25	0:45	5. Unterrichtsstunde	100 %	keine
10	12:25–12:30	0:05	Pause, Lüften (5 min)	100 %	Offen, gemäß zentraler Eingabe
11	12:30–13:15	0:45	6. Unterrichtsstunde	100 %	keine



#### Eingangswerte:

**Klassenzimmer** (vorwiegend sitzende Tätigkeiten)

Altersstufe: **Erwachsene** Atemluftemission (**19,9** l/h)

Altersstufe: **6-12 Jahre** Atemluftemission (**14,0** l/h)

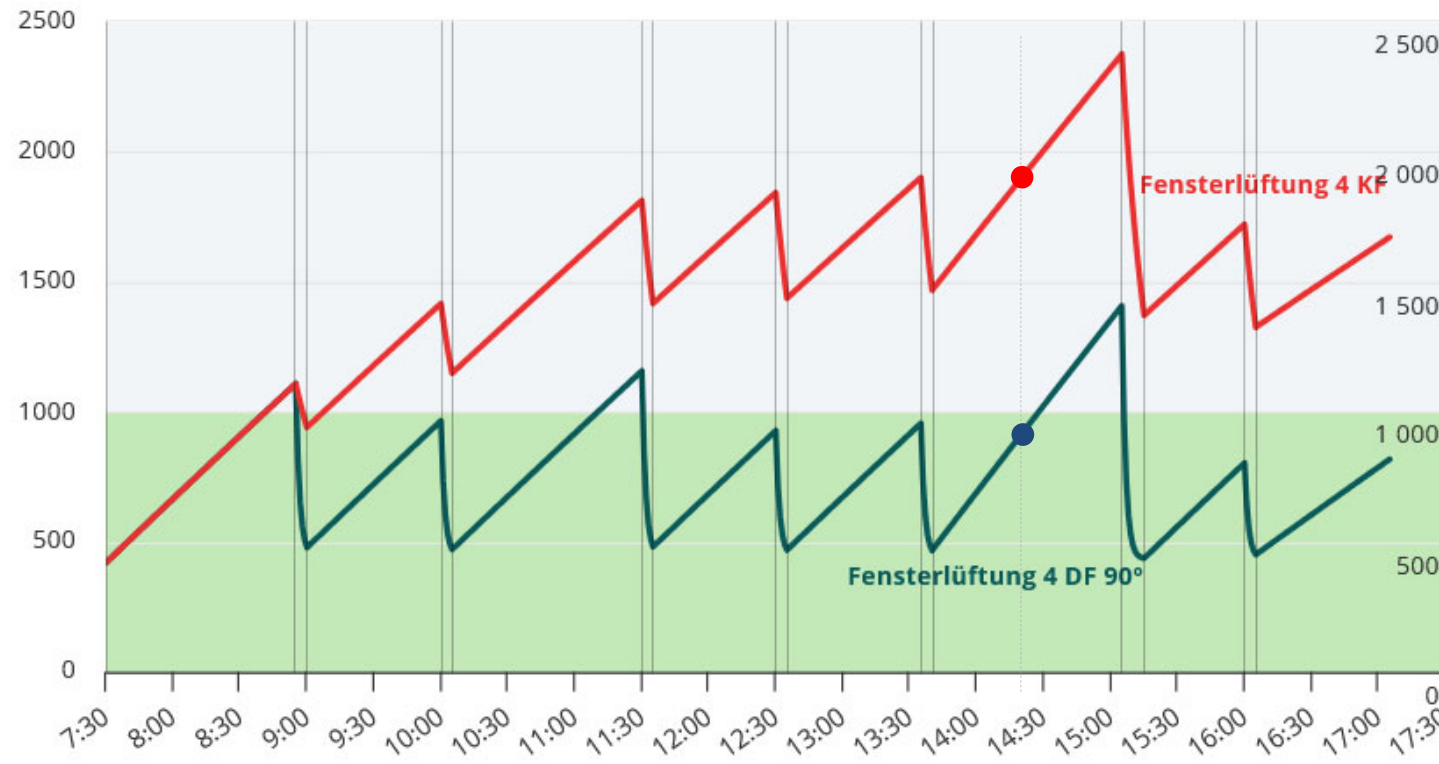
**Werk- oder Seminarräume** (körperliche Tätigkeiten)

Altersstufe: **Erwachsene** Atemluftemission (**23,2** l/h)

Altersstufe: **6-12 Jahre** Atemluftemission (**16,3** l/h)

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Variantenbetrachtung und Ergebnisse max. CO<sub>2</sub>-Konzentration

### ► Beispiel Kita mit verschiedenen Fensteröffnungen

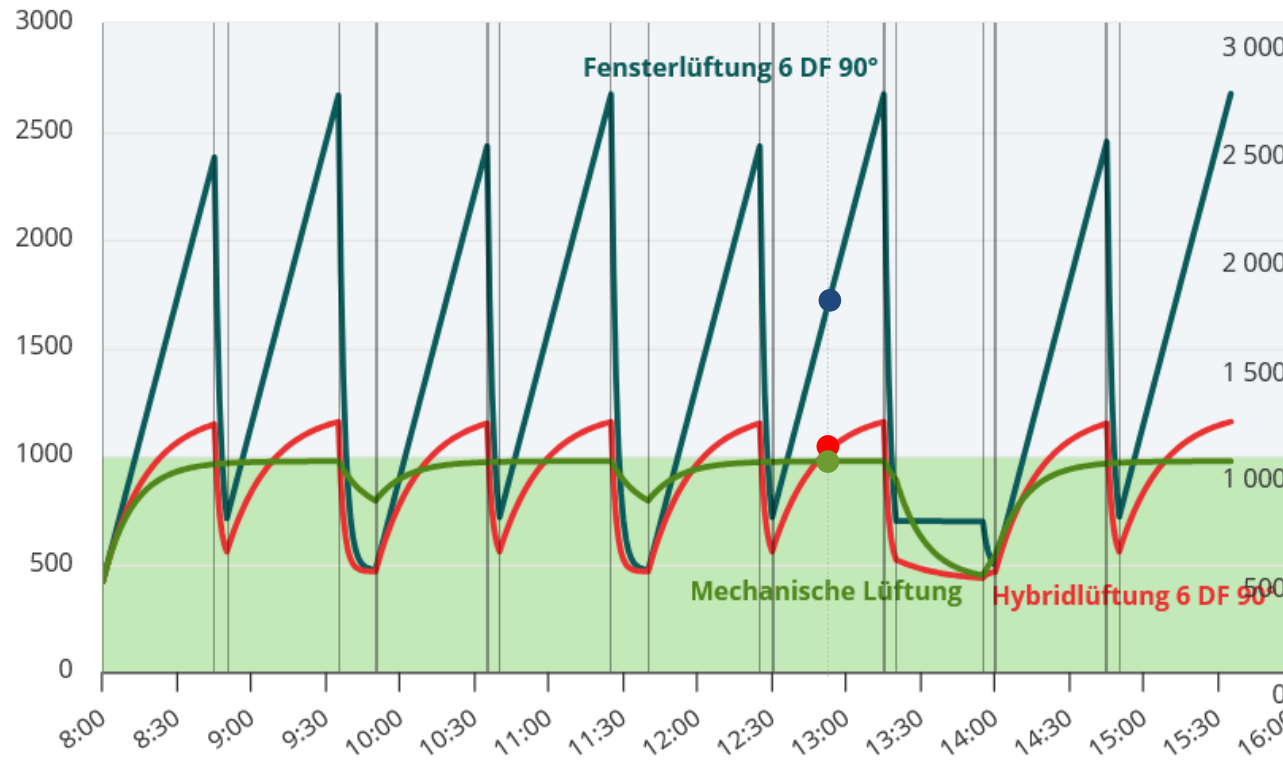


— Fensterlüftung 4 DF 90°  
 — Fensterlüftung 4 KF

Kita 5 Kinder 1 Erwachsener <b>946 ppm</b>	5,8 m <sup>2</sup> /Pers. 4 Drehfenster 1,2 x 1,5 m 90° geöffnet
Kita 5 Kinder 1 Erwachsener <b>1930 ppm</b>	5,8 m <sup>2</sup> /Pers. 4 Kippfenster 1,2 x 1,5 m 7,5° geöffnet

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Variantenbetrachtung und Ergebnisse max. CO<sub>2</sub>-Konzentration

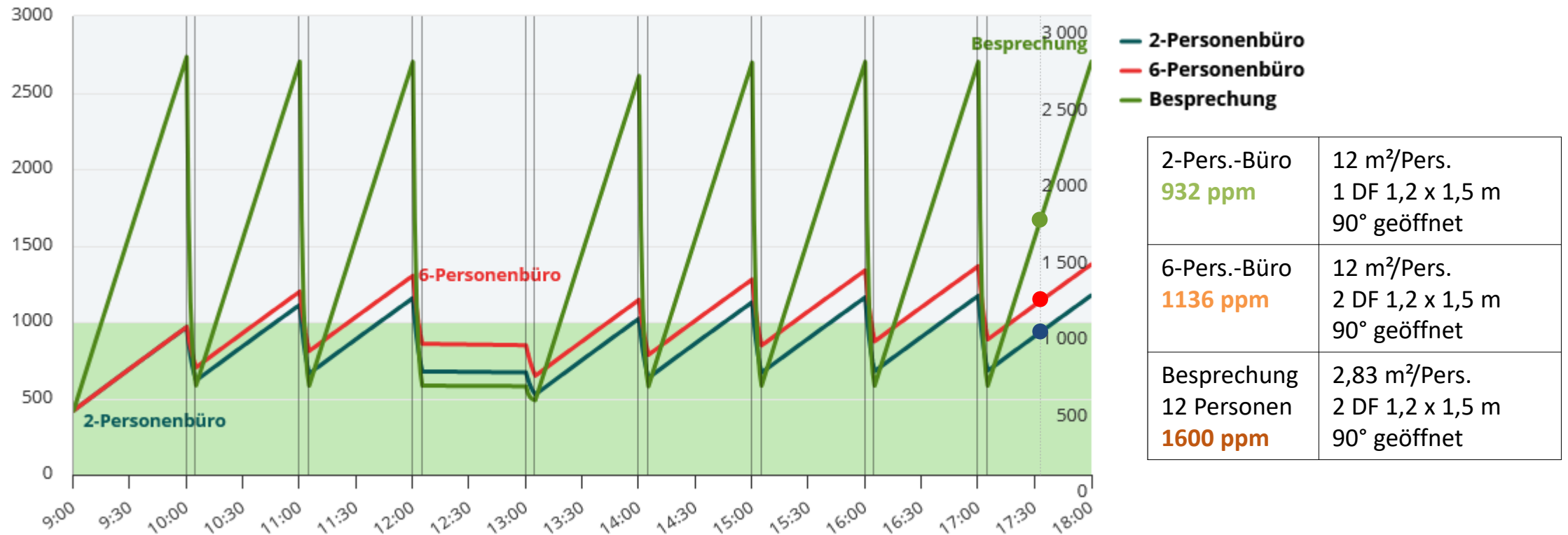
### ► Beispiel Klassenzimmer Sekundarschule: Fenster | hybrid | mechanische Lüftung



26 Schüler/innen 1 Lehrkraft <b>1720 ppm</b>	2,5 m <sup>2</sup> /Pers. 6 Drehfenster 1,2 x 1,5 m 90° geöffnet
26 Schüler/innen 1 Lehrkraft <b>977 ppm</b>	2,5 m <sup>2</sup> /Pers. 6 Drehfenster 1,2 x 1,5 m 90° geöffnet RLT 25 m <sup>3</sup> /h · Pers.
26 Schüler/innen 1 Lehrkraft <b>974 ppm</b>	RLT 37 m <sup>3</sup> /h · Pers.

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Variantenbetrachtung und Ergebnisse max. CO<sub>2</sub>-Konzentration

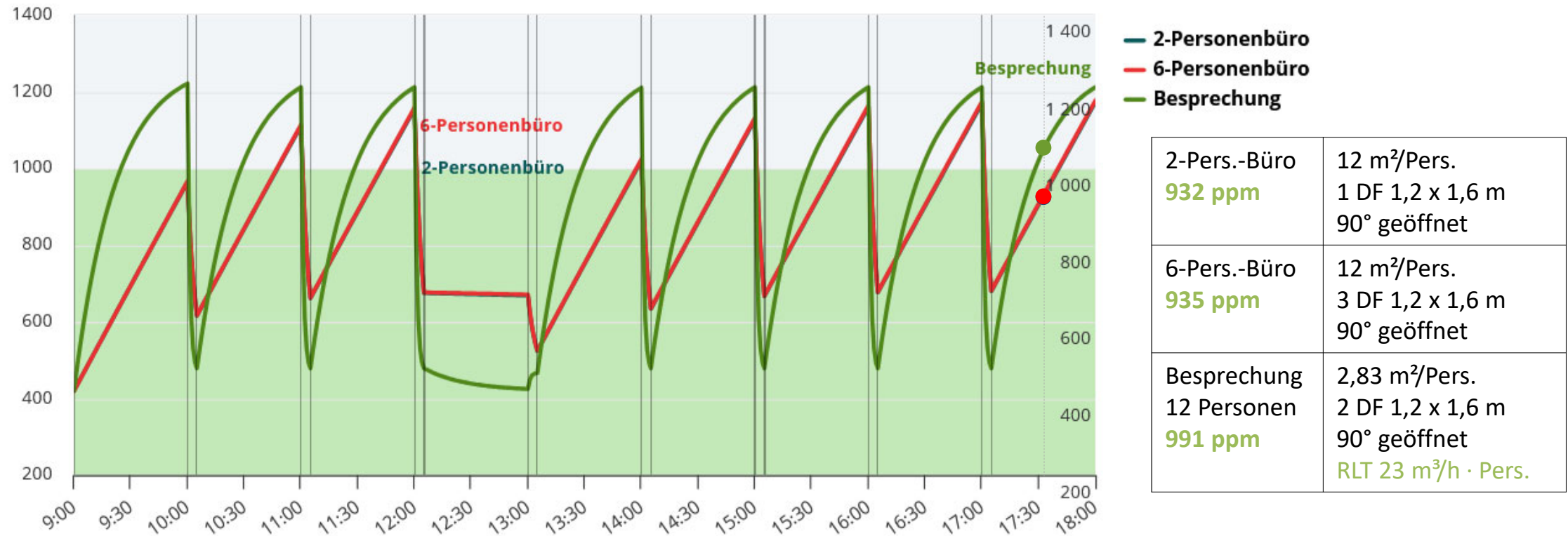
### ► Beispiel Büro- und Besprechungsräume mit Fensterlüftung





## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Variantenbetrachtung und Ergebnisse max. CO<sub>2</sub>-Konzentration

### ► Beispiel Büro- und Besprechungsräume mit Fenster- und Hybridlüftung



# Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Ergebnisreport



## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Vorteile bei Fensterlüftung + Hybridlüftung

- ▶ Berechnung des **Außenluftvolumenstroms** und der **CO<sub>2</sub>-Konzentration**
  - ▶ **Grafische Visualisierung** der CO<sub>2</sub>-Konzentrationsentwicklung
    - ▶ Gegenüberstellung verschiedener **Varianten**
      - ▶ Automatisierter **Ergebnisbericht**



**NEUBAUPLANUNG + BESTANDSUNTERSUCHUNGEN**



**ANNÄHERUNG**  
**an hygienische Unbedenklichkeit**  
**in Bezug auf CO<sub>2</sub> im Raum**

## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Aktueller Stand

▶ Fertigstellung bis voraussichtlich Ende April 2025

▶ **Evaluierung**

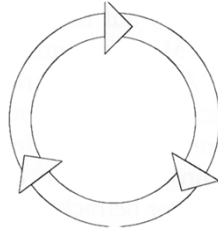


▶ **Veröffentlichung des Links unter**

[www.bnb-nachhaltigesbauen.de](http://www.bnb-nachhaltigesbauen.de)

[www.netzwerk-nachhaltige-unterrichtsgebaeude.de](http://www.netzwerk-nachhaltige-unterrichtsgebaeude.de)

**ANWENDUNG IM RAHMEN DER BNB-ZERTIFIZIERUNG VERPFLICHTEND**



[www.nachhaltigesbauen.de](http://www.nachhaltigesbauen.de)  
[www.bnb-nachhaltigesbauen.de](http://www.bnb-nachhaltigesbauen.de)

[Heidmarie.Schuetz@BBR.Bund.de](mailto:Heidmarie.Schuetz@BBR.Bund.de)  
(03018) 401 - 3404