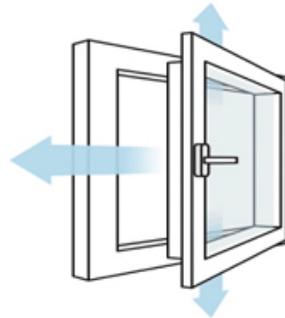
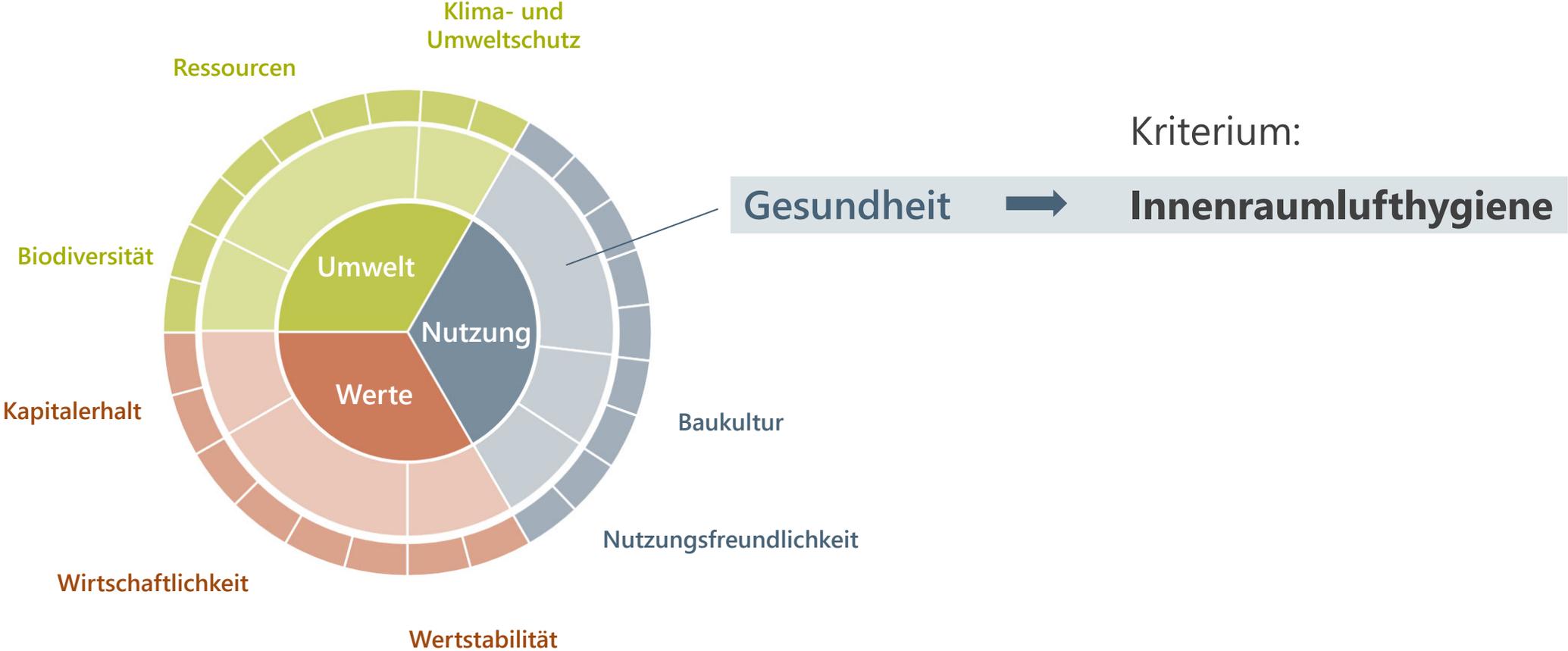


## Innenraumluf

# Berechnung der Außenluftvolumenströme bei Fensterlüftung



# Kontext: Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) 2.0



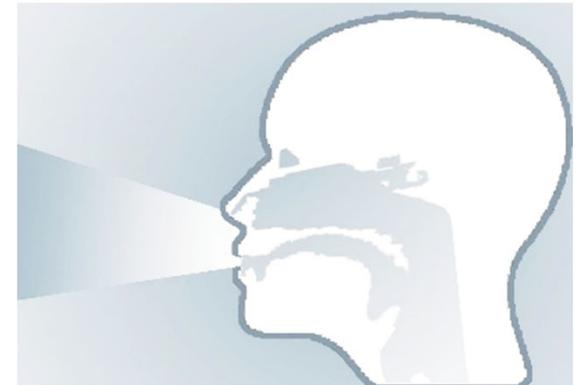
## Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) – Kriterium: Innenraumlufthygiene

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
1	<1000 ppm	Hygienisch unbedenklich
2	1000 - 2000 ppm	Hygienisch auffällig
3	> 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

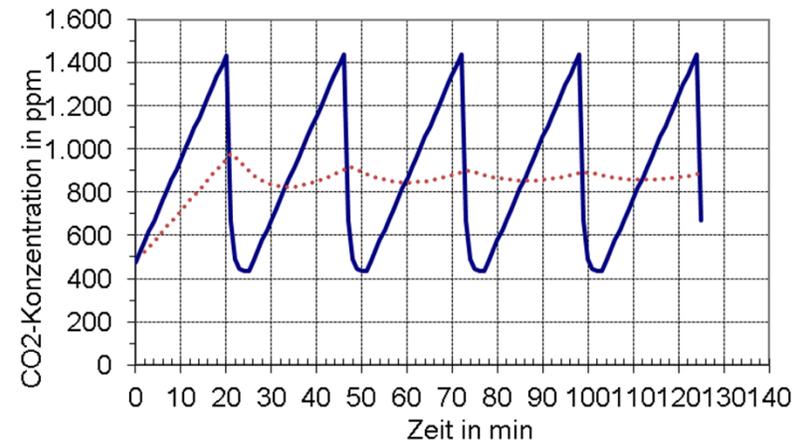


**Herausforderung:**  
Erstellung geeigneter nutzungsbezogener Lüftungskonzepte

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



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



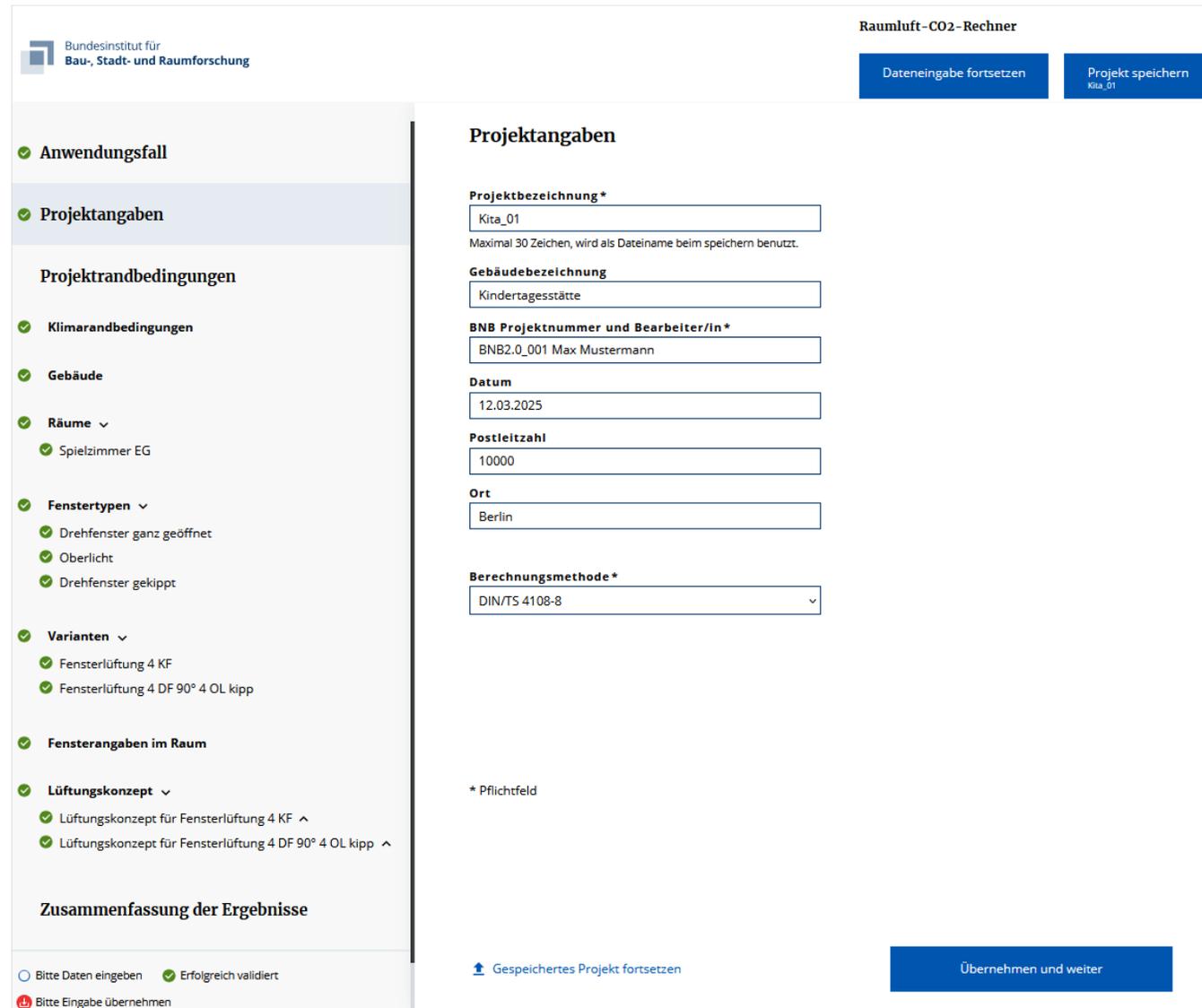
## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner

- ▶ Projektangaben
- ▶ Projektrandbedingungen

Klima  
Gebäude  
Räume  
Fenstertypen  
Varianten  
Fenster  
Lüftungskonzept



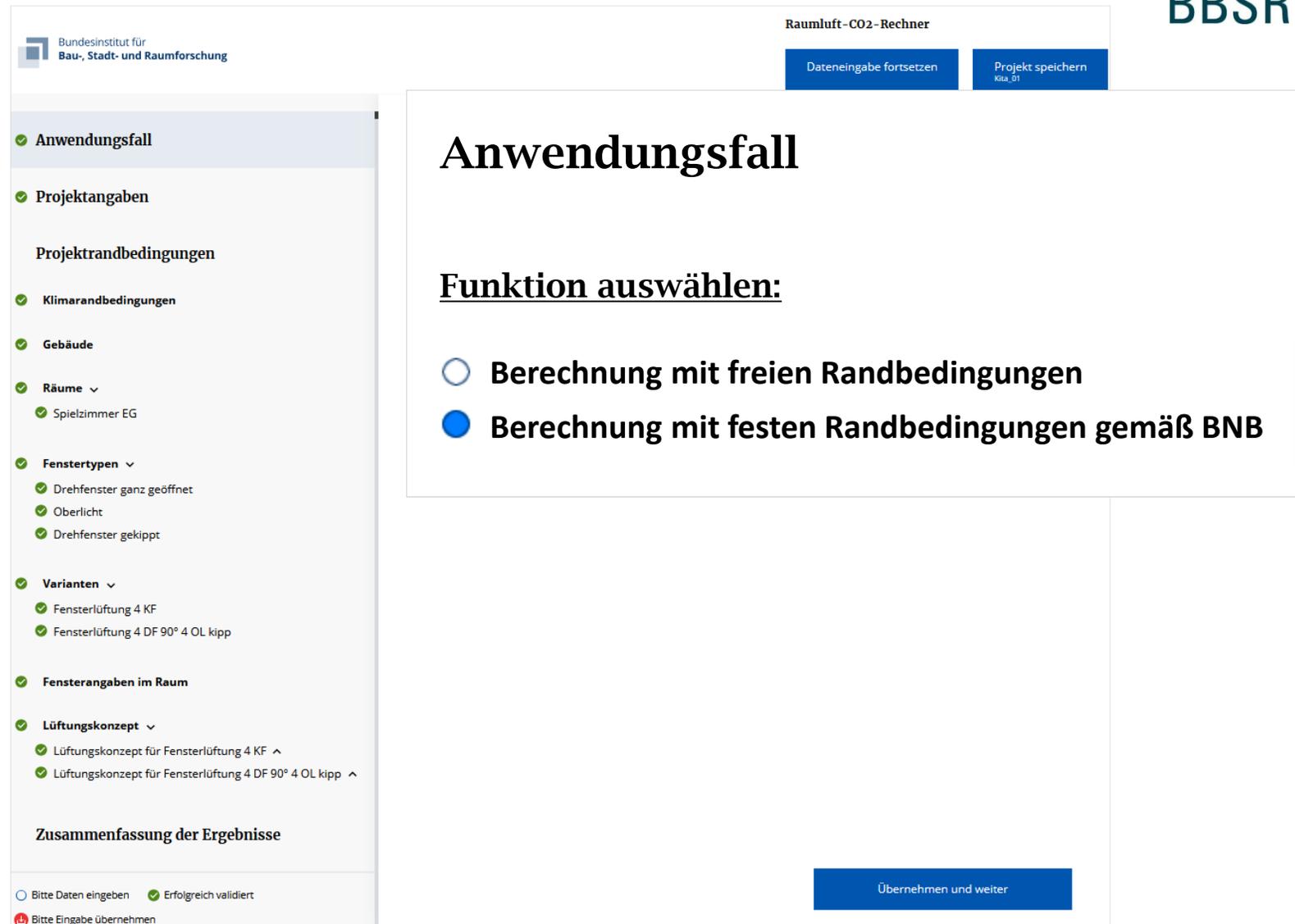
**Zusammenfassung  
der Ergebnisse**



The screenshot shows the 'Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner' interface. The top left features the logo of the 'Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung'. The top right has the title 'Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner' and two buttons: 'Dateneingabe fortsetzen' and 'Projekt speichern Kita\_01'. The main content is divided into two columns. The left column is a navigation menu with sections: 'Anwendungsfall', 'Projektangaben', 'Projektrandbedingungen', 'Klimarandbedingungen', 'Gebäude', 'Räume' (with a sub-item 'Spielzimmer EG'), 'Fenstertypen' (with sub-items 'Drehfenster ganz geöffnet', 'Oberlicht', 'Drehfenster gekippt'), 'Varianten' (with sub-items 'Fensterlüftung 4 KF', 'Fensterlüftung 4 DF 90° 4 OL kipp'), 'Fensterangaben im Raum', 'Lüftungskonzept' (with sub-items 'Lüftungskonzept für Fensterlüftung 4 KF', 'Lüftungskonzept für Fensterlüftung 4 DF 90° 4 OL kipp'), and 'Zusammenfassung der Ergebnisse'. The right column is the 'Projektangaben' form, containing fields for: 'Projektbezeichnung\*' (Kita\_01), 'Gebäudebezeichnung' (Kindertagesstätte), 'BNB Projektnummer und Bearbeiter/in\*' (BNB2.0\_001 Max Mustermann), 'Datum' (12.03.2025), 'Postleitzahl' (10000), 'Ort' (Berlin), and 'Berechnungsmethode\*' (DIN/TS 4108-8). A legend at the bottom left indicates 'Bitte Daten eingeben', 'Erfolgreich validiert', and 'Bitte Eingabe übernehmen'. A legend at the bottom right indicates 'Gespeichertes Projekt fortsetzen' and '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

### Anwendungsfall

Funktion auswählen:

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

Übernehmen und weiter

Bitte Daten eingeben Erfolgreich validiert

Bitte Eingabe übernehmen

## 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

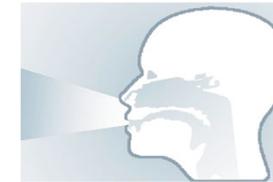
### ► Kategorien je nach **Raumnutzung** | **Altersstufe** | **Aktivitätsgrad**

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)

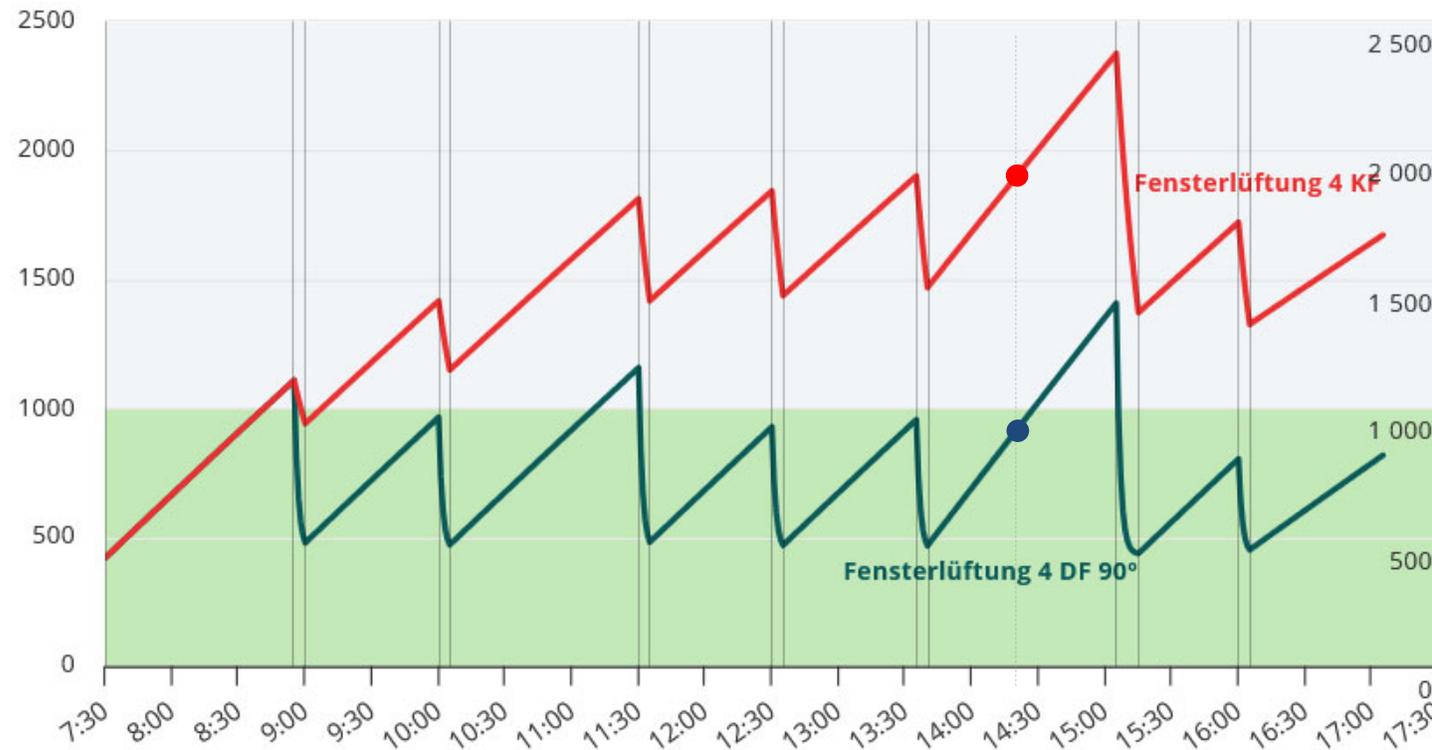
**Werk- oder Seminarräume** (körperliche Tätigkeiten)

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

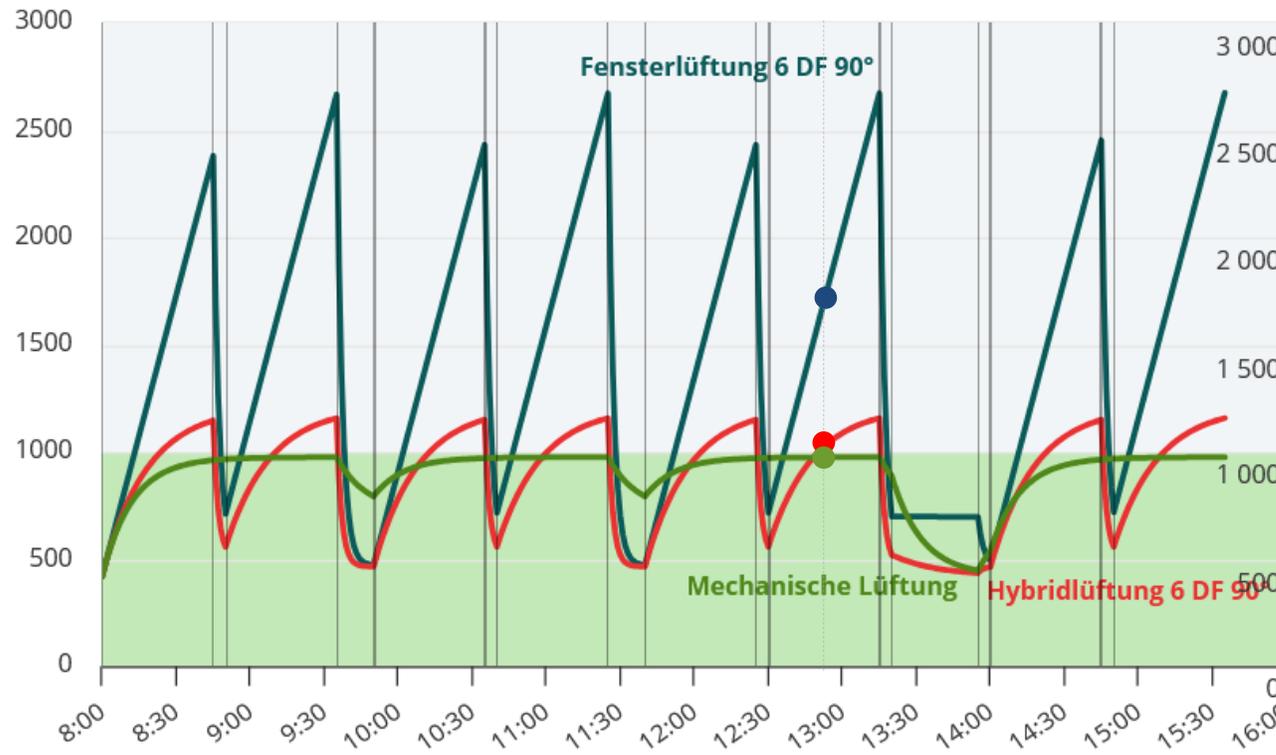


— Fensterlüftung 4 DF 90°  
 — Fensterlüftung 4 KF

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

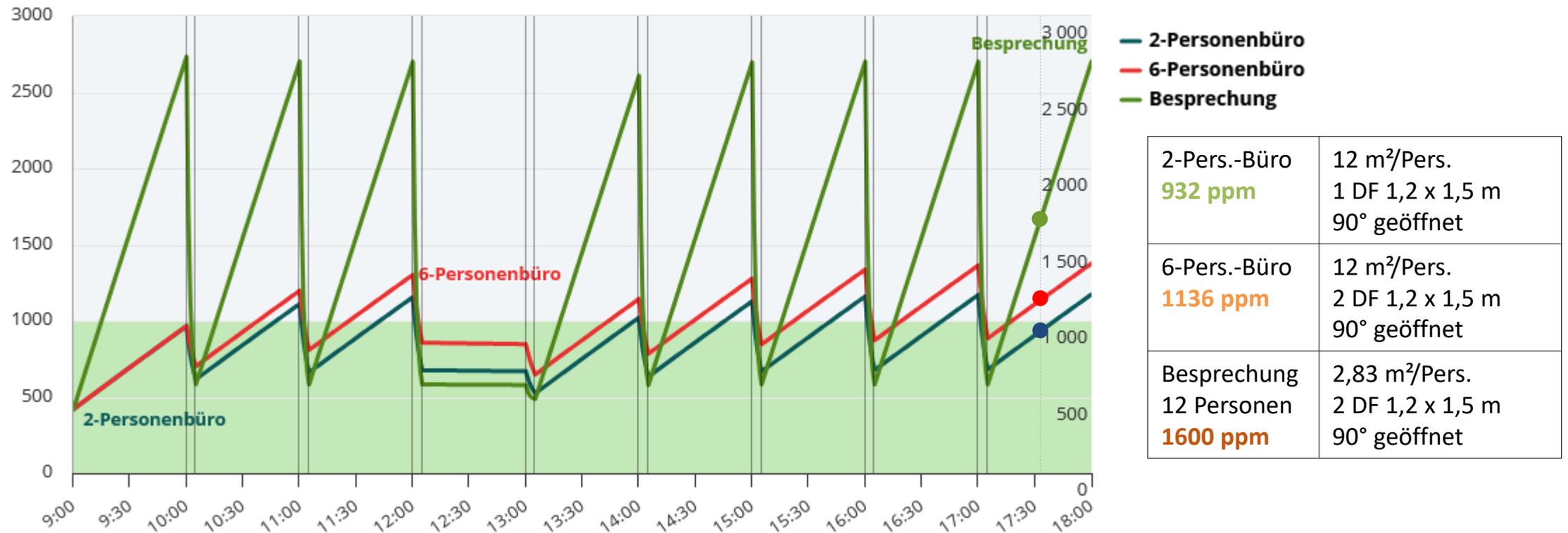


— Fensterlüftung 6 DF 90°  
— Hybridlüftung 6 DF 90°  
— Mechanische Lüftung

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.

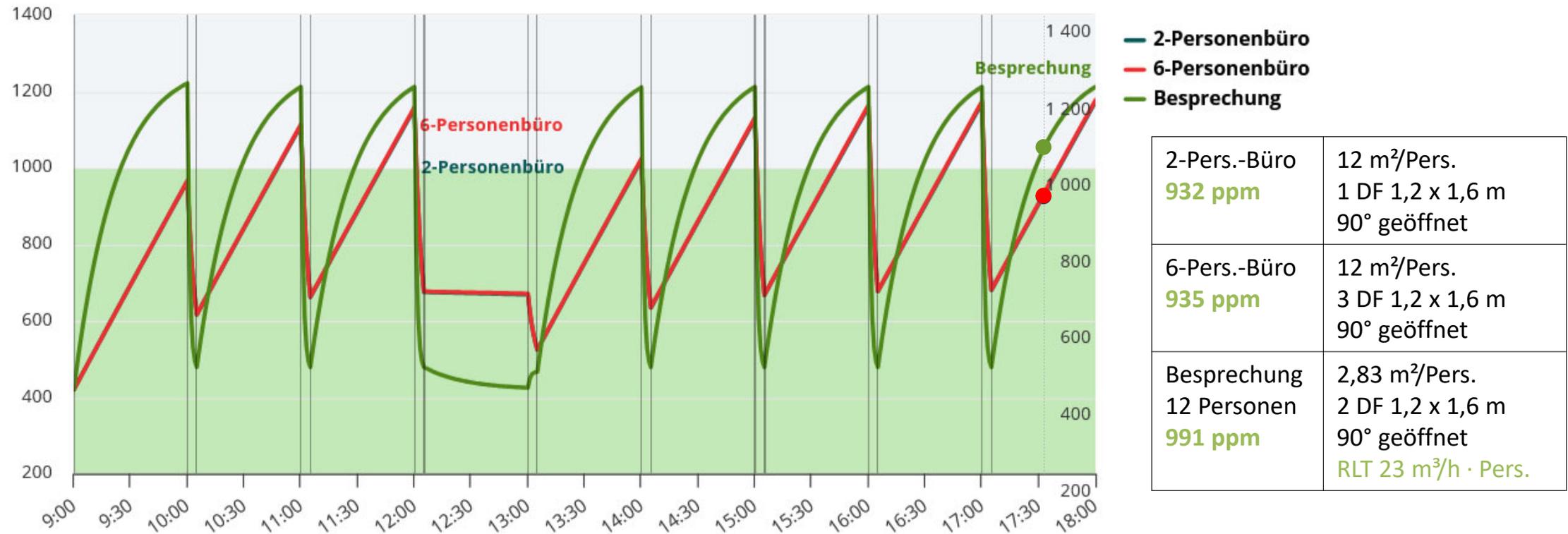
## Raumluft-CO<sub>2</sub>-Rechner – Variantenbetrachtung und Ergebnisse max. CO<sub>2</sub>-Konzentration

### ► 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**

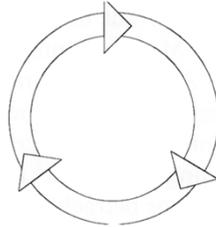


▶ **Veröffentlichung des Links unter**

[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