

Willkommen zum Schulkongress Thema: zukunftsorientierte Lüftungskonzepte Günter Grabbert

Download der Präsentationen
des Tages:

[www.exhausto.de/media\(2519,1031\)/schulkongress.pdf](http://www.exhausto.de/media(2519,1031)/schulkongress.pdf)



Zukunftsorientierte Lüftungskonzepte



Agenda

- Einführung zur Projektierungsanleitung
- DIN EN und VDI Richtlinien
- Komfortlüftung
- Prozesslüftung
- Informationsmaterial

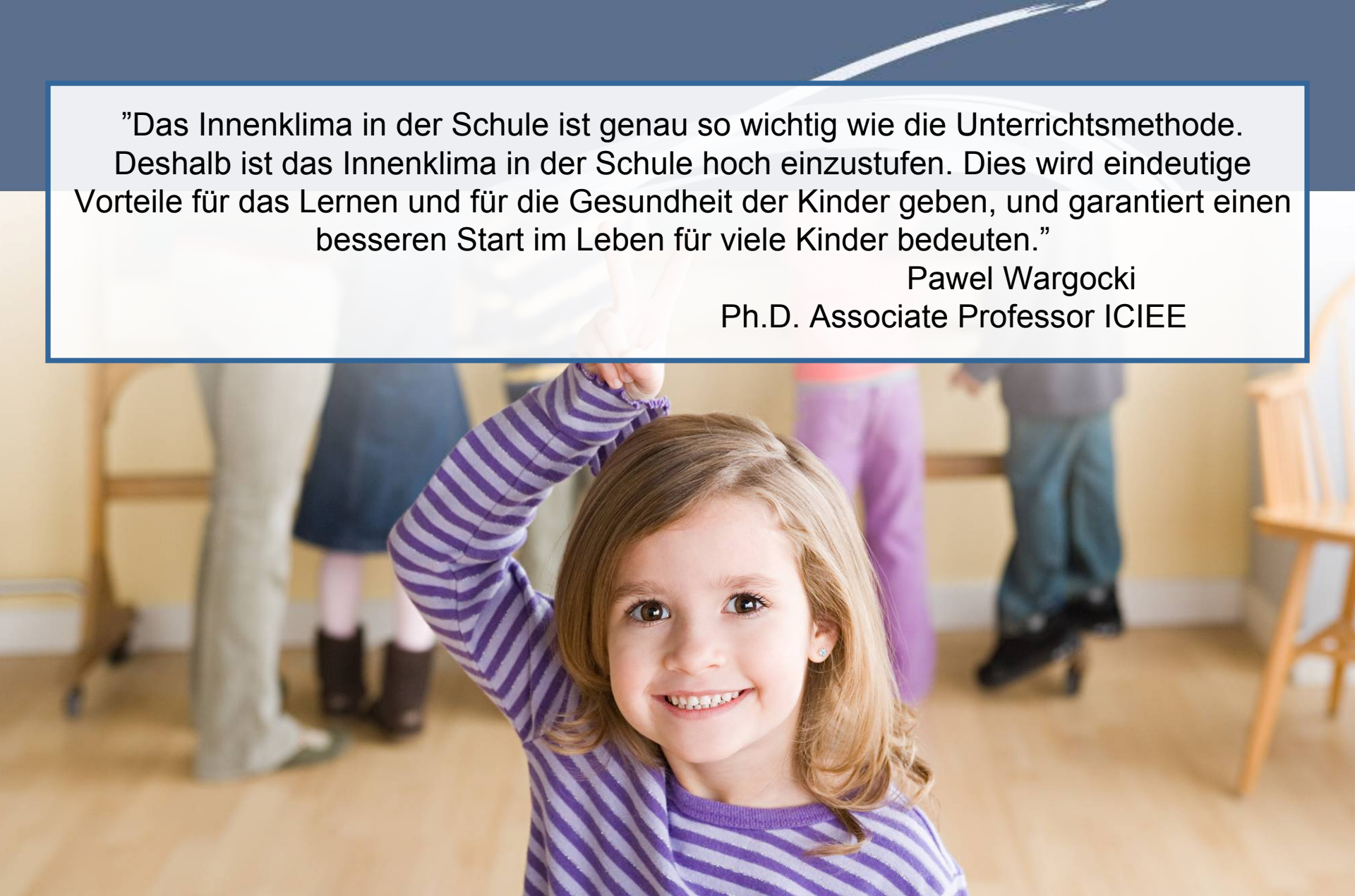
2 + 3

Learning



”Das Innenklima in der Schule ist genau so wichtig wie die Unterrichtsmethode. Deshalb ist das Innenklima in der Schule hoch einzustufen. Dies wird eindeutige Vorteile für das Lernen und für die Gesundheit der Kinder geben, und garantiert einen besseren Start im Leben für viele Kinder bedeuten.”

Pawel Wargocki
Ph.D. Associate Professor ICIEE



Einführung zur Projektierungsanleitung

- Forschungsergebnisse



Ein gutes Innenklima für tüchtigere Schüler

Die ICIEE-Forschung hat Folgendes ergeben:

- Das Innenklima in Schulen ist schlechter als in Büros
- Kinder werden in größerem Maße beeinflusst, weil sie sensibler sind
- Eine um 1 °C niedrigere Temperatur im Klassenzimmer erhöht die Leistung der Schüler um ca. 3% im Bereich 20 °C bis 25 °C
- Durch eine Reduzierung der Temperatur und eine Erhöhung der Lüftungsrate lässt sich die Leistungsfähigkeit der Schüler um 10-30% steigern

Ein gutes Innenklima ergibt ein besseres Lernumfeld

Forschung von der Universität Bremen hat Folgendes ergeben:

- Ein schlechtes Innenklima (zu hohe CO₂-Konzentration) gibt unaufmerksame und unruhige Schüler
- Unaufmerksame Schüler verursachen eine Änderung der Unterrichtsform vom Dialog zum Monolog
- Unruhige Schüler bewirken, dass der Lehrer den Schwerpunkt vom Unterrichten auf Disziplinierung verlagert
- Durch unruhige Schüler steigt der Schallpegel

Einführung zur Projektierungsanleitung

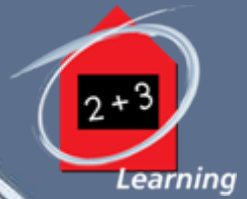
- Hintergründe



es gibt mehrere Gründe/Anlässe auf das Thema Innenraumklima einzugehen.

- Ganztagschulen
- Doppelstunden (90min. ohne Pause)
- Status des innenklimas bei Bestand
(Großteil der Schulgebäude 60/70er Jahre)
- Gefahren durch Schadstoffe (s. UBA Studien)
- kürzere Schulzeit (Turbo Abi)= mehr Stress
- Erfahrungen aus Skandinavien

Einführung zur Projektierungsanleitung - Elemente



- Gedruckte Anleitung
- 35 Seiten stark
- Hauptargumente
- Überblick über Regelungsverfahren
- Beispiele vom Inhalt, der im Internet zur Verfügung steht



Einführung zur Projektierungsanleitung - Elemente



- Living - Wohnungslüftung
- Working - Bürolüftung
- Learning - Schullüftung
 - Normen und Richtlinien
 - Berechnen Sie Ihr System
 - Komfortventilation
 - Prozessventilation
 - Beispiel von Energieeinsparung

Das Internet macht Vieles einfacher:

- Schnelle Aktualisierung
- Interaktiver Inhalt
- Suchmöglichkeiten
- Besserer Überblick und Navigierung
- Einfaches Ausdrucken

EXHAUSTO CO2 calculator - Windows Internet Explorer

http://select.exhausto.de/selector/learningroom/CO2.isp?lang=DE

Eier Bedger Yig Fagortzer Funktionen Hjalp

EXHAUSTO CO2 calculator

EXHAUSTO
FOR A BETTER FLOW

Learning Kalkulator-CO₂ Konzentration im Schulraum

Raumdaten

Länge: 8,0 [m]
Breite: 7,0 [m]
Höhe: 3,5 [m]

Anwendung:

Unterrichtsstunde: 45 [min] Pause: 15 [min]
Schülerzahl: 24
Aktivitätsebene: 1,2 [met]
CO₂ Emission: 20,4 [l/h-Person]

Kalkulationsdaten:

CO₂ Niveau, Außenluft: 380 [ppm]
Optionen definieren: EN15251 kat II, G2: 7 l/s pers & 0,7 l/s m²
Kalkulationsmethode: personenbezogen
 Vorgabe der Luftmenge
 max. CO₂

Luftmenge pro Person: 7,00 [l/s] 25,20 [m³/h]
Luftmenge pro Bereich: 0,70 [l/s m²] 2,52 [m³/h m²]
kalkulierte Luftmenge: 207 [l/s] 748 [m³/h]
kalkulierte CO₂ Werte: 1038 [ppm]

CO₂ [ppm]

1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200

1 2 3 4 5 Stunde [h]

Gebäude Klasse nach EN 15251
G1= sehr schadstoffarme Gebäude
G2= schadstoffarme Gebäude
G3= nicht schadstoffarme Gebäude

Animation Process - Windows Internet Explorer

http://www.exhausto.de/composite-2936.htm

Prozesslüftung für Fachräume

Bitte bewegen Sie die Maus auf einen für Sie interessanten Lüftungsbereich im unteren Bild und Sie erhalten dann, die dazu gehörigen Anlagenbeschreibungen angezeigt!

CAV2
Flurflächen

Flurflächen werden innerhalb der normalen Schulzeit benutzt, es wird jedoch eine Drucktaste (EON-TOUCH) für Übersteuerung des Wochenplans gewünscht. Der Lüftungsbedarf ist konstant, wenn die Anlage in Betrieb ist.

EXHAUSTO
FOR A BETTER FLOW



Agenda

- Einführung zur Projektierungsanleitung
- DIN EN und VDI Richtlinien
- Komfortlüftung
- Prozesslüftung
- Informationsmaterial

2 + 3

Learning



Berechnung der Belastung - Innenklimaklassen



EXHAUSTO empfiehlt die Einbeziehung der Norm prEN15251
– Criteria for the Indoor Environment including thermal, indoor air quality, light and noise

Innenklima Kategorien - DIN EN 15251 Tabelle B.1

Kategorien	Erwarteter Prozentsatz Unzufriedener %	Luftstrom je Person l/s
1	15	10
2	20	7
3	30	4
4	> 30	< 4

Beispiele für empfohlene CO₂-Konzentration - DIN EN 15251 Tabelle B.4

Kategorie	Entspr. CO ₂ Konzentration oberhalb der Aussenluftkonzentration ppm	Entspr. CO ₂ -Konzentration* ppm
1	350	700
2	500	850
3	800	1150
4	> 800	> 1150

* Die CO₂-Konzentration der Außenluft wird hier mit 350 ppm angenommen, und in dieser Tabelle in der absoluten CO₂-Raumkonzentration mit eingerechnet.

Berechnung der Belastung - Innenklimaklassen



Berechnung der Luftmengen

Ferner wurde in der DIN EN 15251 bei der Festlegung der Lüftungsraten auf:

- a) die obg. Innenklima Kategorien, also Qualitäten
- b) die Definition der mehr oder minder schadstoffbelasteten Gebäude/Räume
 - bei sehr schadstoffarmen Gebäuden
 - bei schadstoffarmen Gebäuden
 - bei nicht schadstoffarmen Gebäuden bezogen

DIN EN 15251 Tabelle B.3

Kategorie	Luftstrom je Person	Luftstrom für Verunreinigungen durch Gebäudeemissionen		
	l/s	sehr schadstoffarm l/s x m ²	schadstoffarm l/s x m ²	nicht schadstoffarm l/s x m ²
1	10	0,5	1,0	2,0
2	7	0,35	0,7	1,4
3	4	0,2	0,4	0,8

Beispiel

Gewünschte Innenklimakategorie 2
Schadstoffarmes Gebäude
28 Schüler und 2 Lehrer
Klassenraumgröße 56 m²

Luftmenge pro Klassenraum

Berechnung: 30 Personen x 7 l/s = 210 l/s

56 m² x 0,7 l/s = 39 l/s

Berechnete
Luftmenge pro. Klassenraum = 249 l/s ~ 897 m³/h

CO₂-Niveau ~ 1032 ppm*

Berechnung der Belastung - CO₂-Kalkulator



EXHAUSTO CO2 calculator - Windows Internet Explorer
 http://select.exhausto.dk/selector/LearningRoomCO2.jsp?lang=DE

EXHAUSTO FOR A BETTER FLOW

Learning Kalkulator-CO₂ Konzentration im Schulraum

Raumdaten

Länge: 8,0 [m]
 Breite: 7,0 [m]
 Höhe: 3,5 [m]

Anwendung:

Unterrichtsstunde: 45 [min]
 Pause: 15 [min]
 Schülerzahl: 24
 Aktivitätsebene: 1,2 [met]
 CO₂ Emission: 20,4 [l/(h·Person)]

Kalkulationsdaten:

CO₂ Niveau, Außenluft: 380 [ppm]
 Optionen definieren: EN15251 kat II, G2 : 7 l/s pers & 0.7 l/s m²
 Kalkulationsmethode: personenbezogen
 Vorgabe der Luftmenge
 max. CO₂

Luftmenge pro Person: 7,00 [l/s] 25,20 [m³/h]
 Luftmenge pro Bereich: 0,70 [l/(s m²)] 2,52 [m³/(h m²)]
 kalkulierte Luftmenge: 207 [l/s]
 746 [m³/h]
 kalkulierte CO₂ Werte: 1036 [ppm]

Gebäude Klasse nach EN 15251
 G1= sehr schadstoffarme Gebäude
 G2= schadstoffarme Gebäude
 G3= nicht schadstoffarme Gebäude

Berechnung der Belastung - CO₂-Kalkulator



Wie groß ist der Luftaustausch ohne Lüftung?

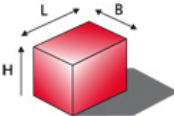
Vielleicht 0,5 h⁻¹ wie bei Wohnungen?

EXHAUSTO
FOR A BETTER FLOW

Learning Kalkulator-CO₂ Konzentration im Schulraum

Raumdaten

Länge: 8,0 [m]
Breite: 7,0 [m]
Höhe: 3,5 [m]



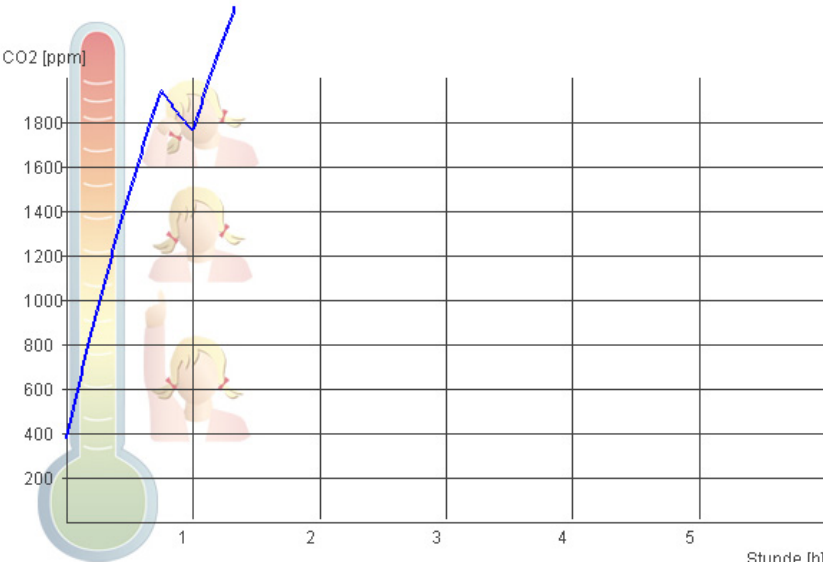
Anwendung:

Unterrichtsstunde: 45 [min]
Pause: 15 [min]
Schülerzahl: 24
Aktivitätsebene: 1,2 [met]
CO₂ Emission: 20,4 [l/(h·Person)]

Kalkulationsdaten:

CO₂ Niveau, Außenluft: 380 [ppm]
Optionen definieren: Eigen Design
Kalkulationsmethode:
 personenbezogen
 Vorgabe der Luftmenge
 max. CO₂

Luftmenge: 27 [l/s] 98 [m³/h]
kalkulierte CO₂ Werte: 5417 [ppm]



Gebäude Klasse nach EN 15251
G1= sehr schadstoffarme Gebäude
G2= schadstoffarme Gebäude
G3= nicht schadstoffarme Gebäude

Agenda

- Einführung zur Projektierungsanleitung
- DIN EN und VDI Richtlinien
- Komfortlüftung
- Prozesslüftung
- Informationsmaterial

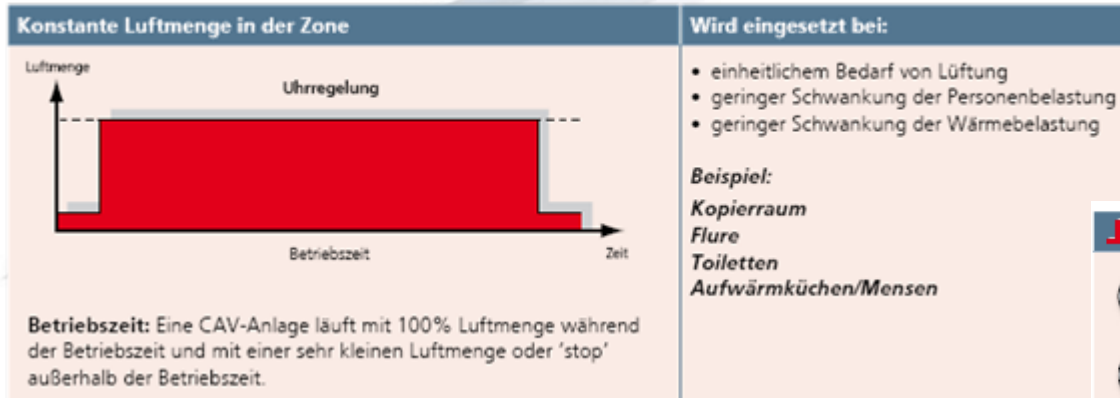
2 + 3

Learning







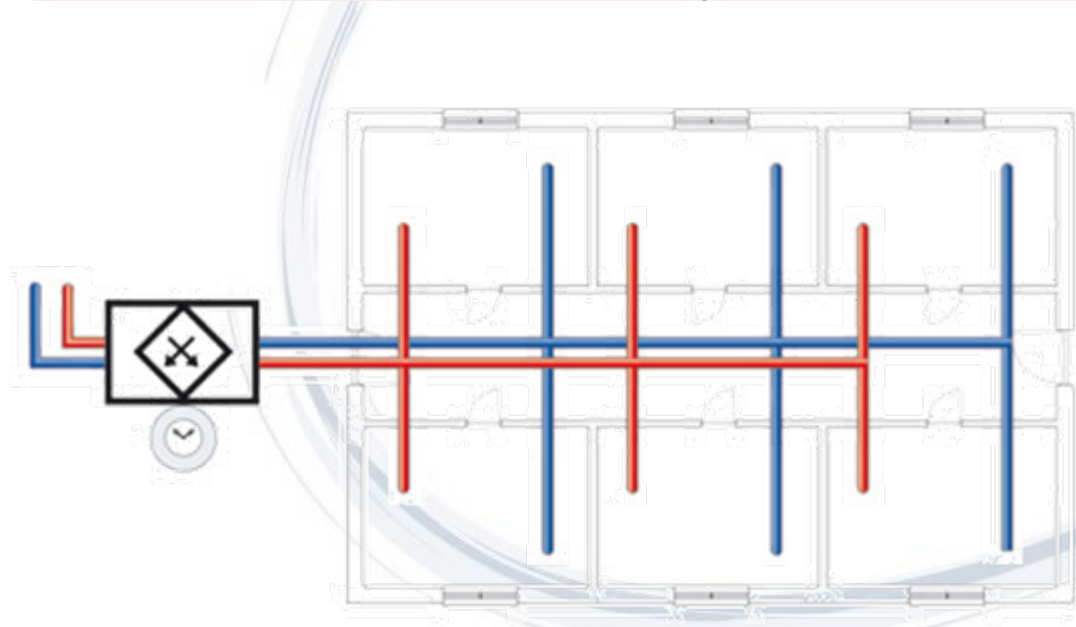
Komfortlüftung - Regelungsverfahren

CAV-Prinzip (Constant Air Volume)



CAV-Prinzip - Funktion der Steuerung

-  **Wochenplan:** Umschalten zwischen Stop, Economy, Standby und Comfort beim täglichen Betrieb
-  **Übersteuerung des Wochenplans:** Außerhalb der normalen Arbeitszeit lässt sich der Wochenplan manuell auf Komfortniveau übersteuern.
-  **Übersteuerung des Wochenplans:** Außerhalb der normalen Arbeitszeit lässt sich der Wochenplan automatisch auf Komfortniveau übersteuern.
-  Gilt auch VEX300



Komfortlüftung - Regelungsverfahren

VAV-Prinzip (Variable Air Volume)

Regelung der Luftmenge in zwei Stufen in Zonen



Betriebszeit: Verschiedene Untersuchungen der Betriebszeit haben gezeigt, dass die Räume typisch nur ca. 60% der Zeit benutzt werden.

Wird eingesetzt bei:

- zeitweise benutzten Räumen
- einheitlicher Personenbelastung während der Nutzung
- einheitlicher Wärmebelastung während der Nutzung

Beispiel:

Klassenraum (Ost)

Einpersonnbüro ohne Sonneneinstrahlung

VAV-Prinzip - Funktion der Steuerung



Wochenplan:

Umschalten zwischen Stop, Economy, Standby und Comfort beim täglichen Betrieb



Übersteuerung des Wochenplans:

Außerhalb der normalen Arbeitszeit lässt sich der Wochenplan manuell auf Komfortniveau übersteuern.



Übersteuerung des Wochenplans:

Außerhalb der normalen Arbeitszeit lässt sich der Wochenplan automatisch auf Komfortniveau übersteuern.



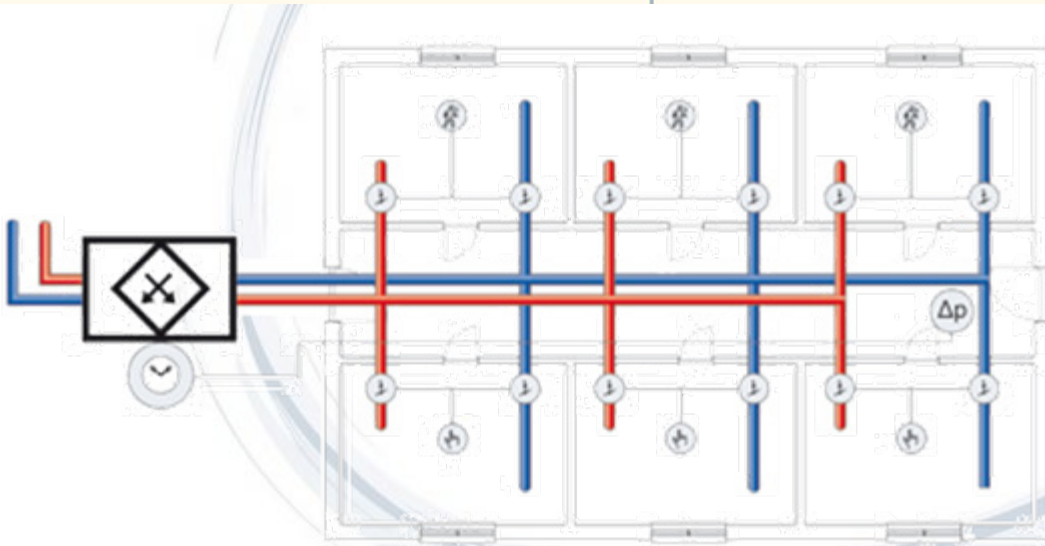
Konstantdruckregelung:

Das VAV-System funktioniert bei konstantem Druck im Hauptkanal.



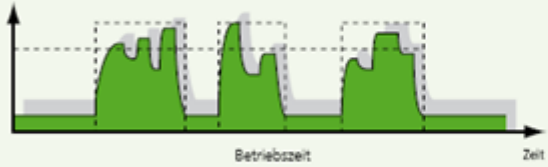
VAV-Steuerung der Zonenklappe:

Die einzelnen Räume haben eine Zonenklappe, die in 2 Stufen gesteuert werden kann.



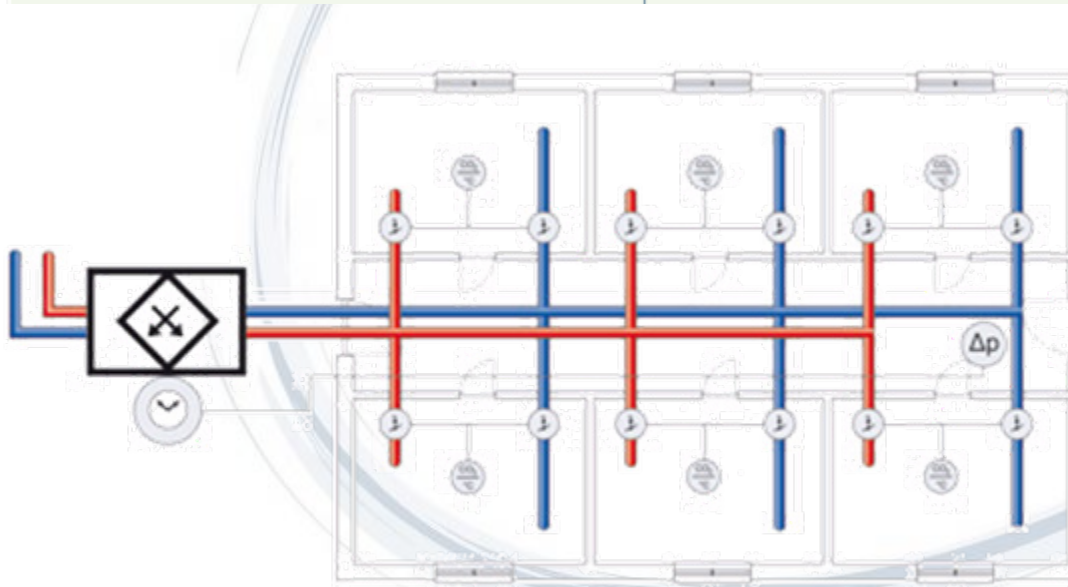
Komfortlüftung - Regelungsverfahren

DCV-Prinzip (Demand Controlled Ventilation)

Regelung der Luftmenge in zwei Stufen in Zonen	Wird eingesetzt bei:
<p>Luftmenge</p> <p>Belastungsregelung mittels CO₂-Temperatursensor</p>  <p>Betriebszeit</p> <p>Zeit</p> <p>Betriebszeit: Die Untersuchungen haben auch gezeigt, dass während dieser 60% der Zeit, in denen die Räume benutzt werden, die tatsächliche Belastung nur ca. 75% der projektierten Belastung beträgt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • großer Schwankung der Personenbelastung • großer Schwankung der Wärmebelastung <p>Beispiel: Lehrerzimmer Klassenraum EDV-Räume Aufenthaltsräume Turnhalle Dusch- und Umkleieräume Sitzungsräume und Büroräume mit Südlage</p>

DCV-Prinzip - Funktion der Steuerung

-  **Wochenplan:** Umschalten zwischen Stop, Economy, Standby und Comfort beim täglichen Betrieb
-  **Übersteuerung des Wochenplans:** Außerhalb der normalen Arbeitszeit lässt sich der Wochenplan auf Komfortniveau übersteuern.
-  **Übersteuerung des Wochenplans:** Außerhalb der normalen Arbeitszeit lässt sich der Wochenplan auf Komfortniveau übersteuern.
-  **Konstantdruckregelung:** Das DCV-System funktioniert bei konstantem Druck im Hauptkanal.
-  **DCV-Steuerung der Zonenklappe:** Die einzelnen Räume haben eine Zonenklappe, die vom CO₂-Temperatursensor gesteuert werden kann. Die Klappe muss modulierend sein.

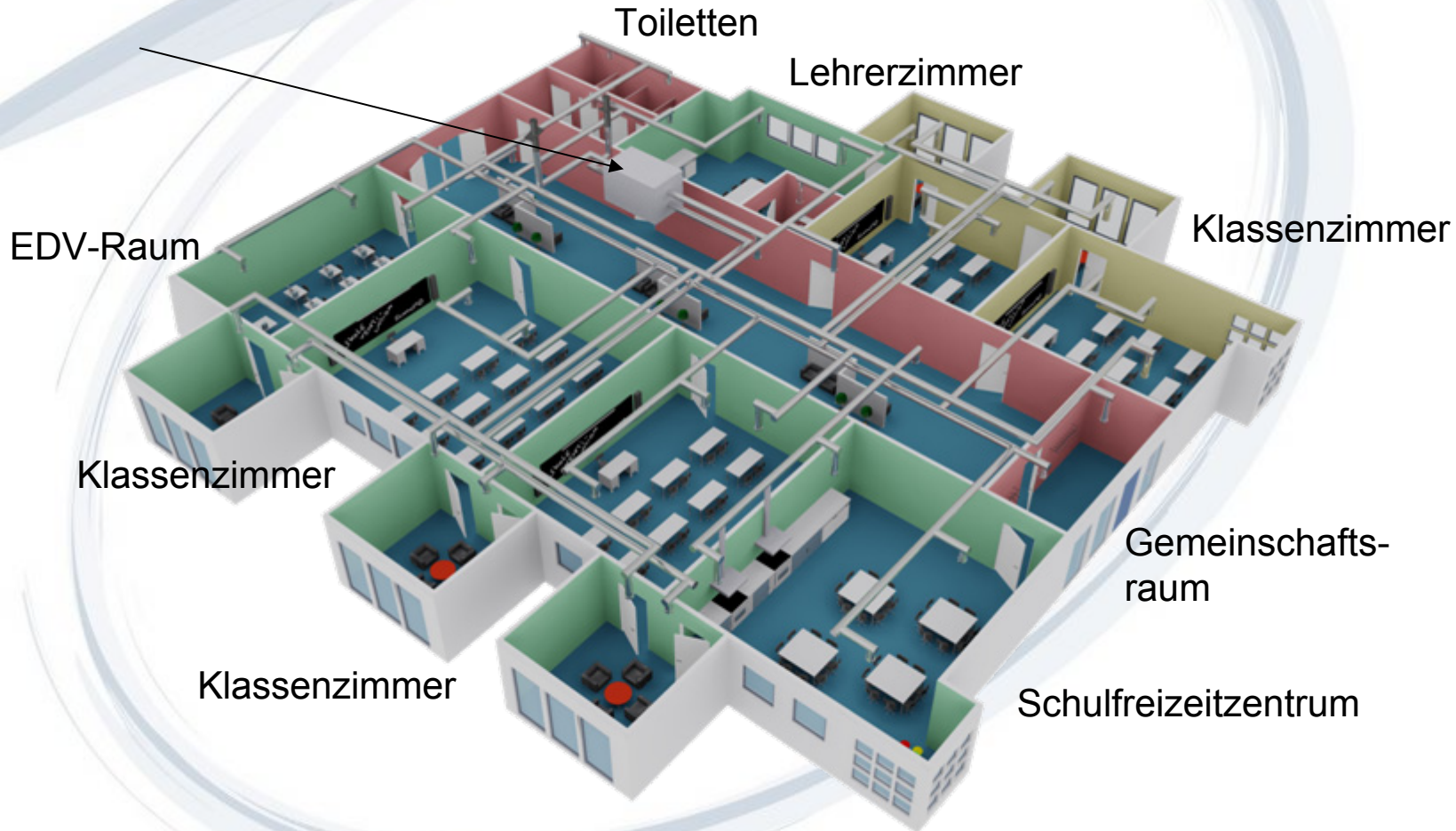


Komfortlüftung

- Übersicht über Räume und Produkte

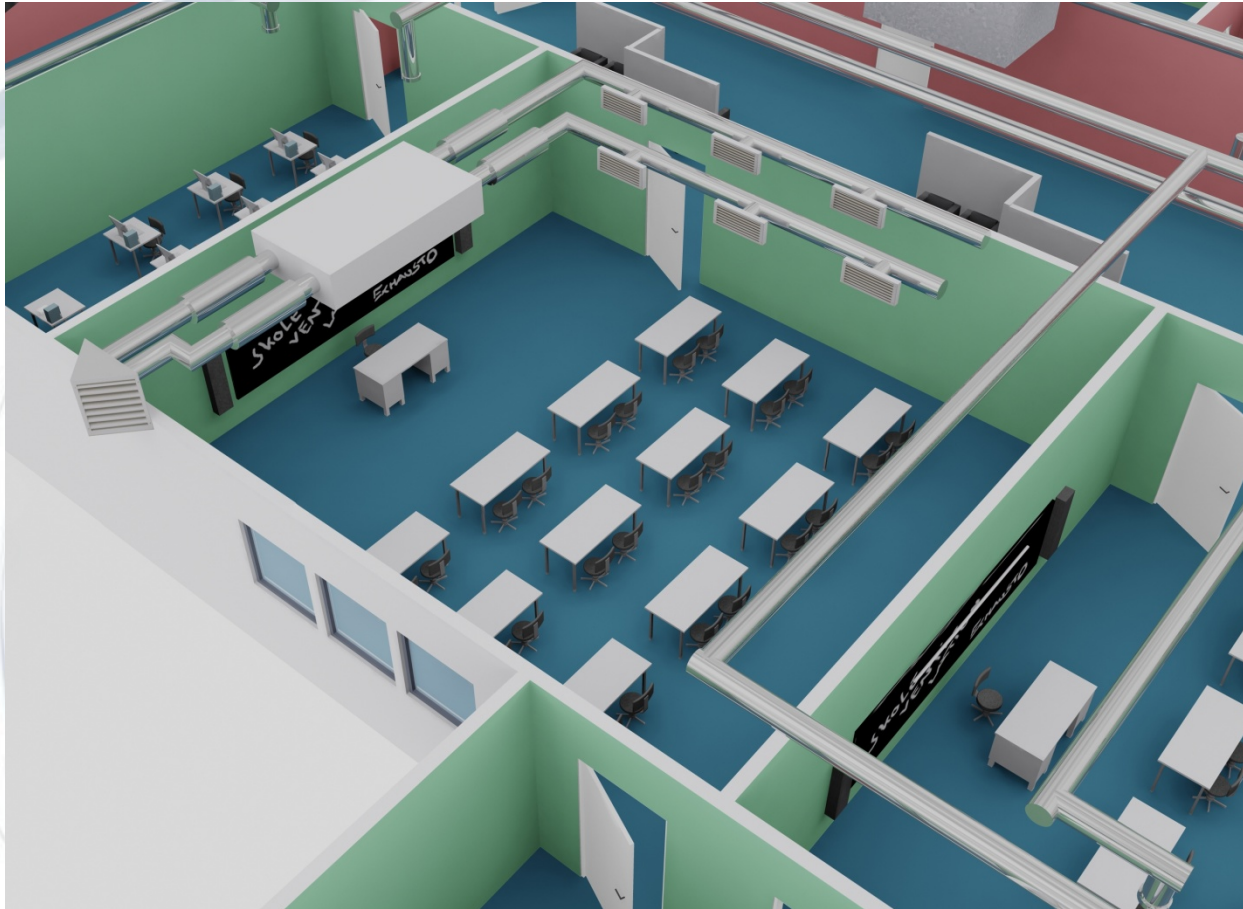
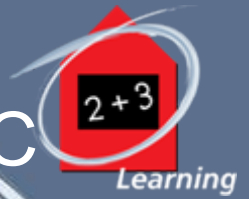


VEX200 Lüftungsgerät



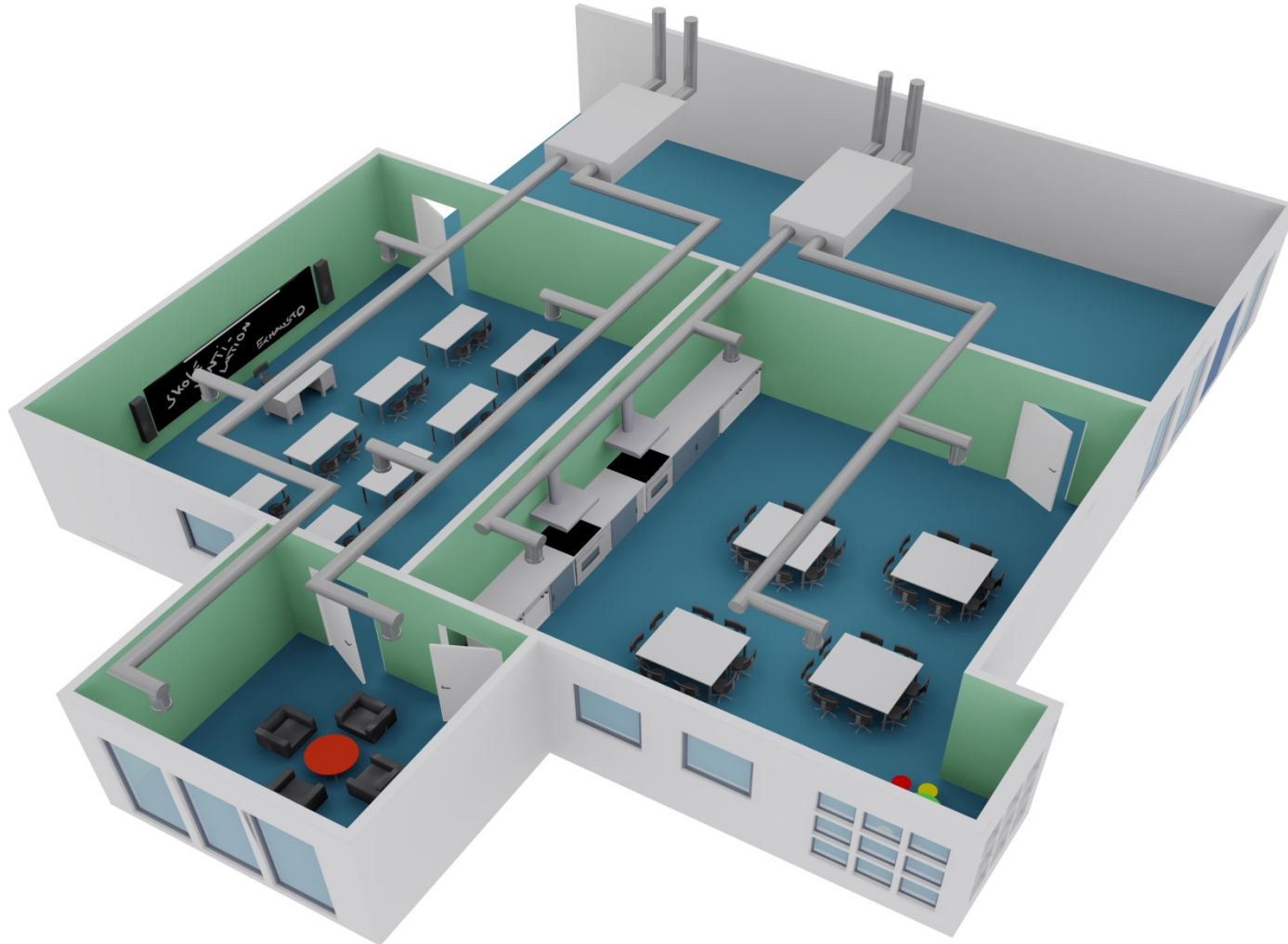
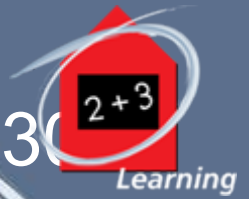
Komfortlüftung

- dezentrale Klassenraumlüftung VEX320/330C



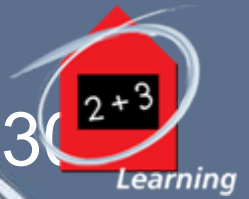
Komfortlüftung

- semi-zentrale Klassenraumlüftung VEX320/330



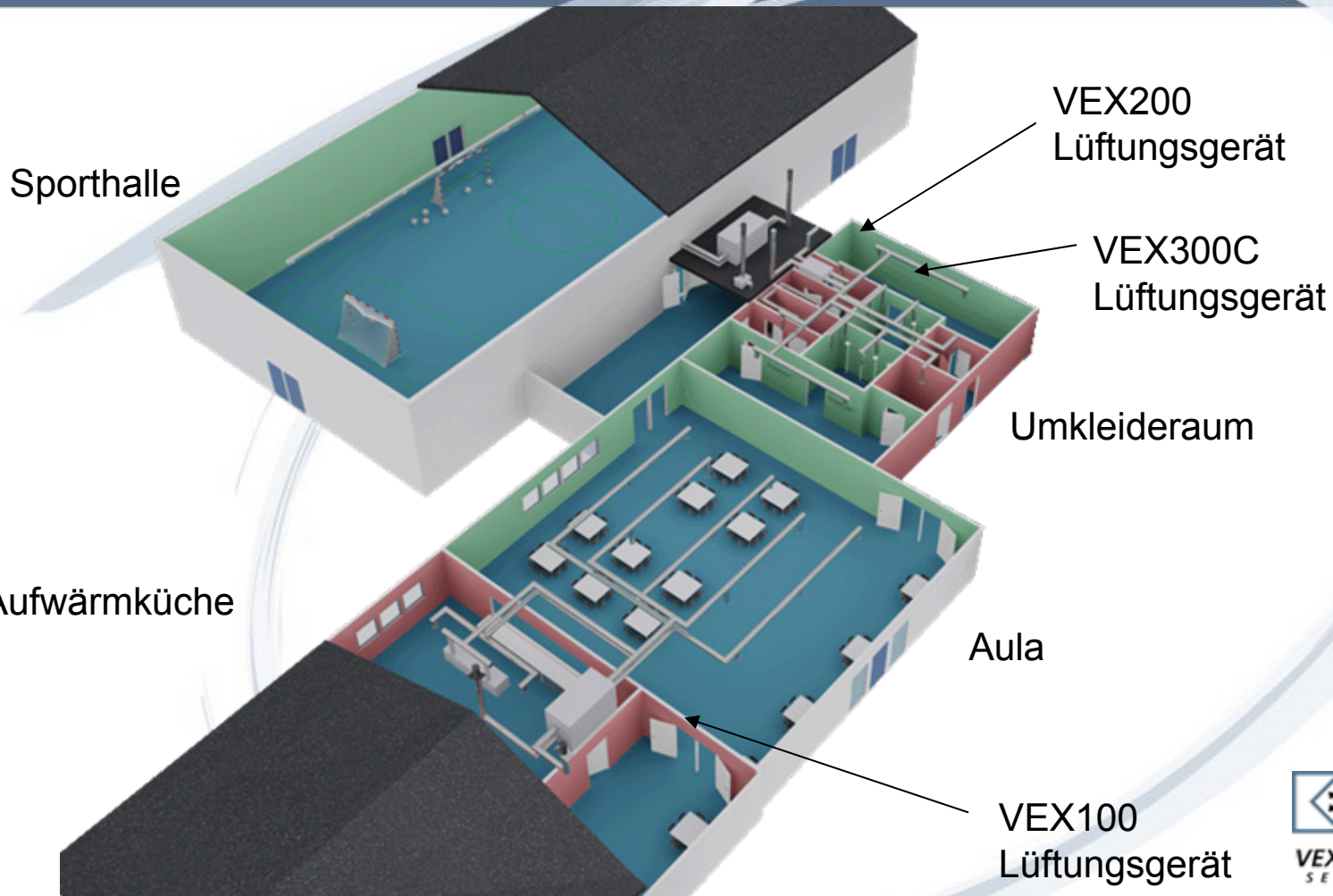
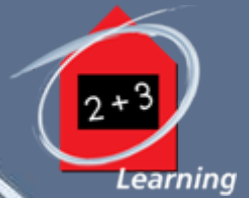
Komfortlüftung

- semi-zentrale Klassenraumlüftung VEX320/330



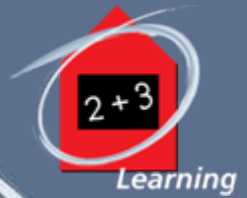
Komfortlüftung

- Übersicht über Räume und Produkte



Komfortlüftung

- und was kostet das...?



Ca. Kosten der Komfortlüftung:*

* Je Klassenraum ca. 80m²

Investition Zentrale Anlage

75-90,-€/m²

Gebäudeteil wird über eine Zentrale be-entlüftet

Zzgl. Wartung

2,-€/m²

Zzgl. Heiz- und Stromkosten

8,-€/m²

Investition Semizentrale Anlage

80-120,-€/m²

Geschossweise Be-entlüftung

Zzgl. Wartung

2,50€/m²

Zzgl. Heiz- und Stromkosten

6,50€/m²

Investition Dezentrale Anlage 90-150,-€/m²

Raumweise Be-entlüftung

Zzgl. Wartung

9,-€/m²

Zzgl. Heiz- und Stromkosten

6,-€/m²

Komfortlüftung

- und was kostet das...?



Ca. Kosten der Komfortlüftung:

- Neben den aus dem Konjunkturpaket II heraus verfügbaren Subventionen gibt es jetzt Gelder , die im Rahmen der Klimaschutzinitiative des BMU bei energetischen Sanierungen, oder Nachrüstungen von Lüftungsanlagen beantragt werden können (s. www.fz-juelich.de Merkblatt Stromtechnologie)
- Bedingung ist u.a. der Nachweis der Effizienz gem. RLT Richtlinie, gefördert werden Anlagen mit Energieeffizienzklasse A+

Agenda

- Einführung zur Projektierungsanleitung
- DIN EN und VDI Richtlinien
- Komfortlüftung
- Prozesslüftung
- Informationsmaterial

2 + 3

Learning

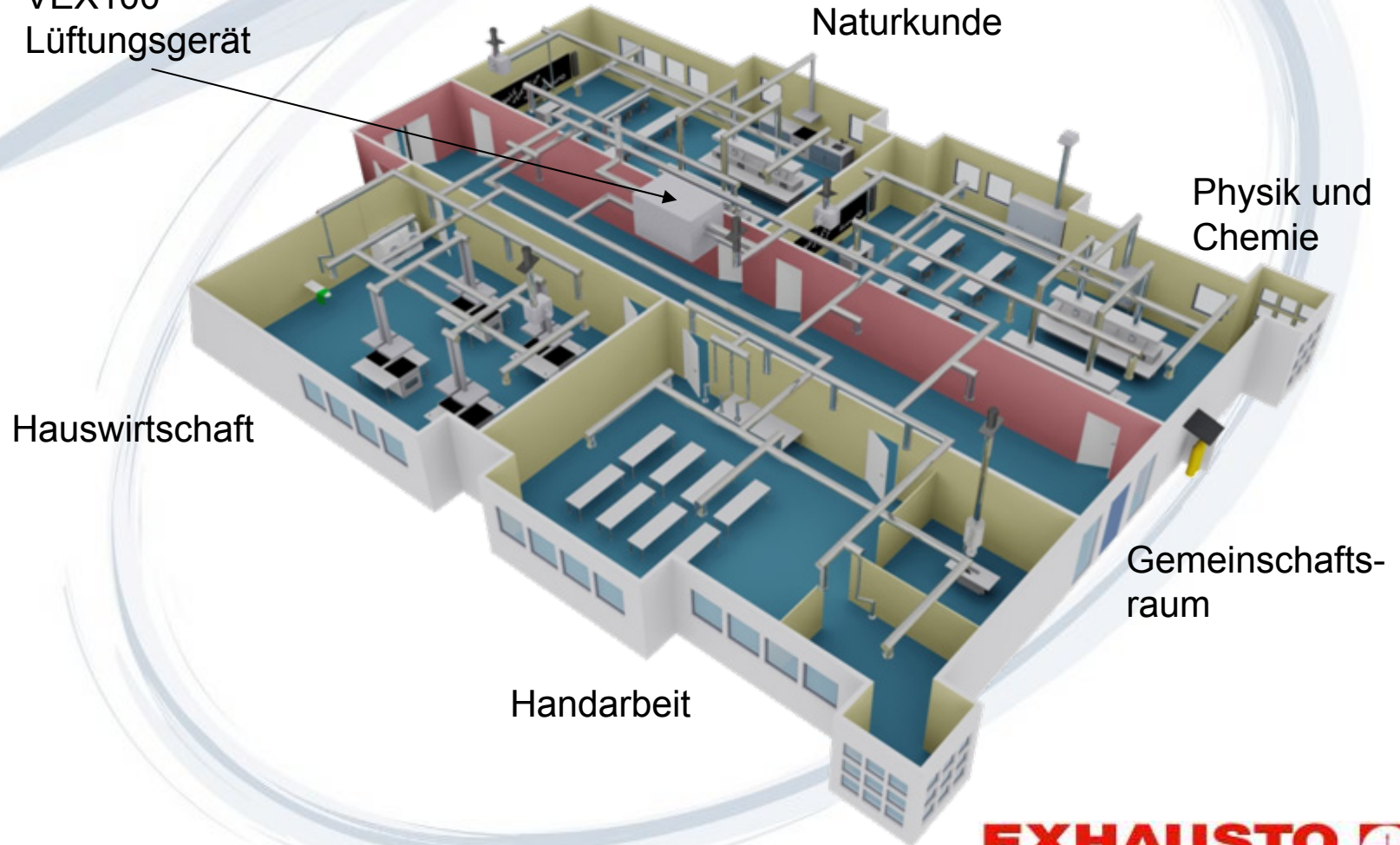


Prozesslüftung

- Übersicht über Produkte



VEX100
Lüftungsgerät



Agenda

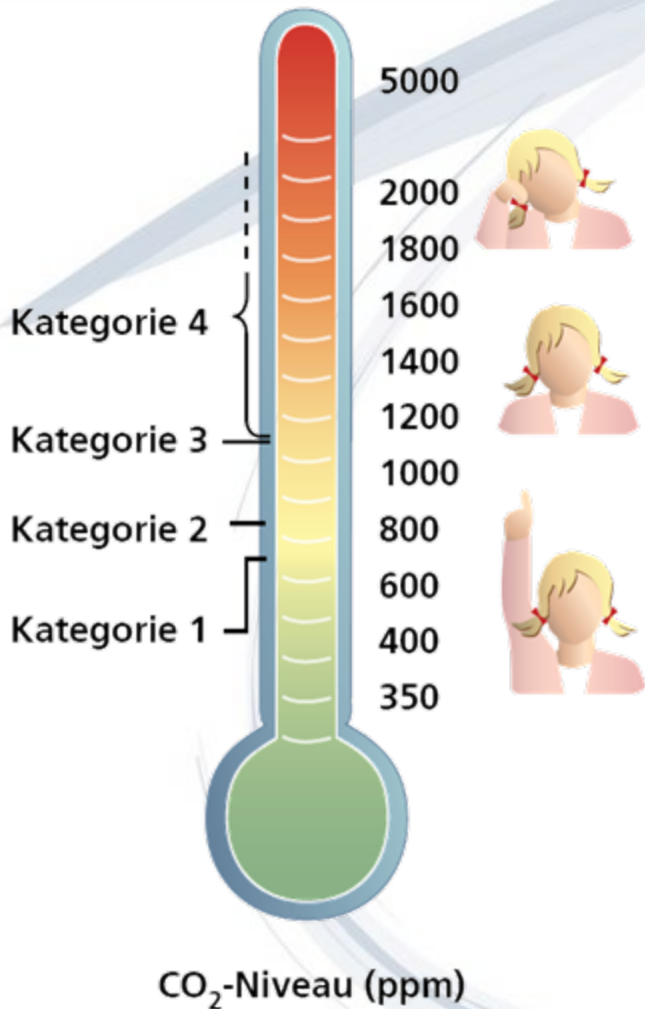
- Einführung zur Projektierungsanleitung
- DIN EN und VDI Richtlinien
- Komfortlüftung
- Prozesslüftung
- Informationsmaterial

2 + 3

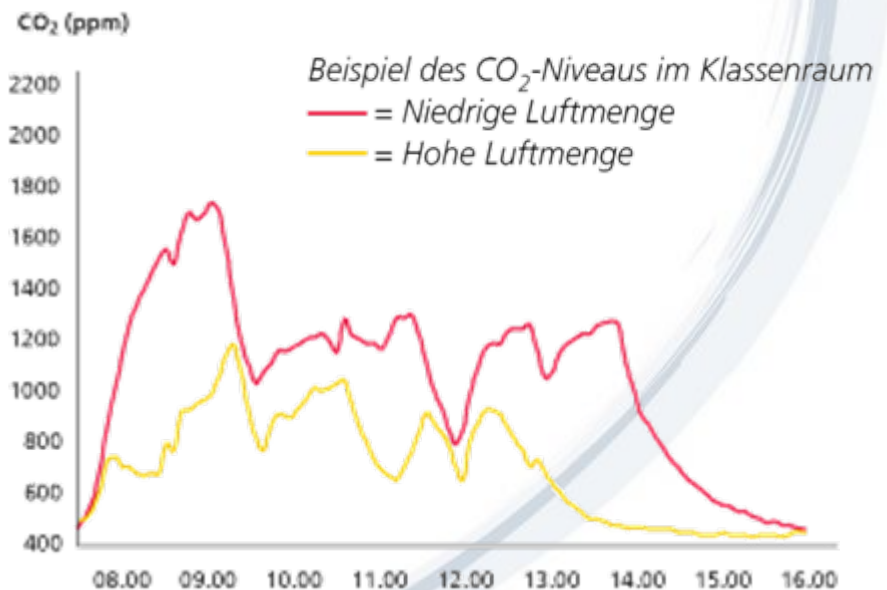
Learning



Prozesslüftung - Learn-o-Meter



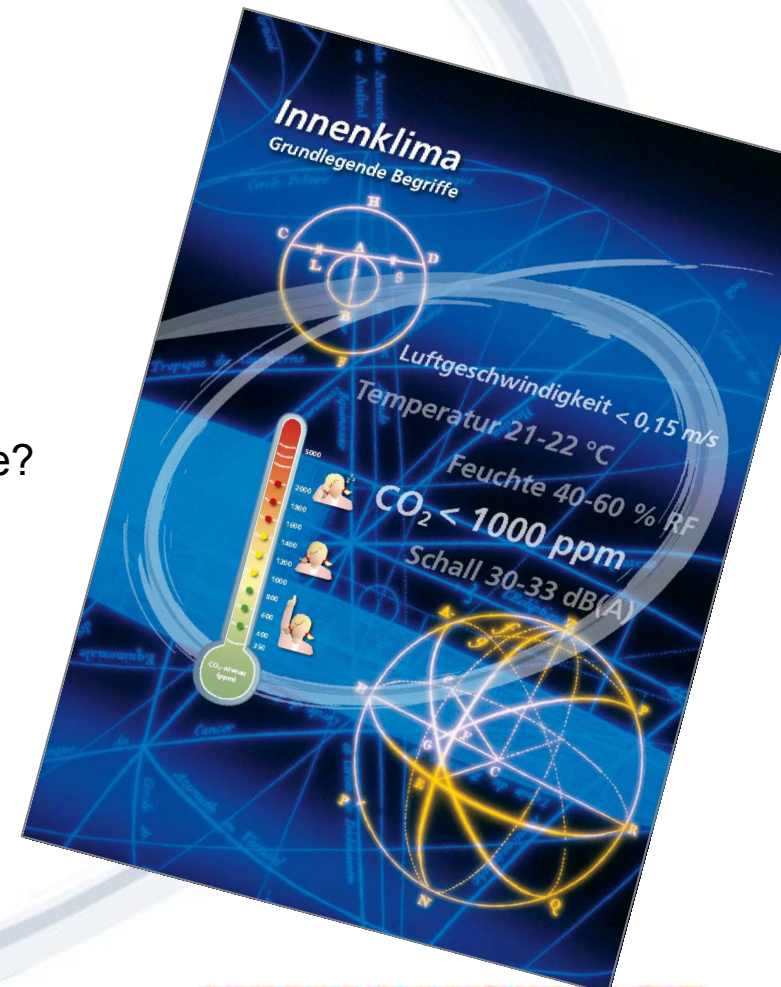
- Pädagogische Abbildung des Innenklimas
- Möglichkeit für Logging von Daten
- "Heranziehen" der Schüler zu einem guten Verhalten




Prozesslüftung

- Unterrichtsmaterial

- 8seitige Broschüre/Heft
- Zielgruppe: Schüler der 7.-10. Klasse in Physik oder Naturkunde
- Inhalt:
 - Was ist ein Innenklima
 - Erläuterung der Begriffe Temperatur, Zug, Licht, Schall, Feuchte und Reinheit/Verschmutzung
 - Aufgabe: Wie ist das Innenklima in deiner Klasse?





2 + 3

Learning

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit
Günter Grabbert

Fragen?

