Hochschule Augsburg
University of Applied Sciences

Randbedingungen für die Lüftung in Schulen - Der FGK Statusreport 22

Prof. Dr.-Ing. Runa T. Hellwig

Hochschule Augsburg
Fakultät Architektur und Bauwesen
E2D - Energie Effizienz Design – Bauklimatik

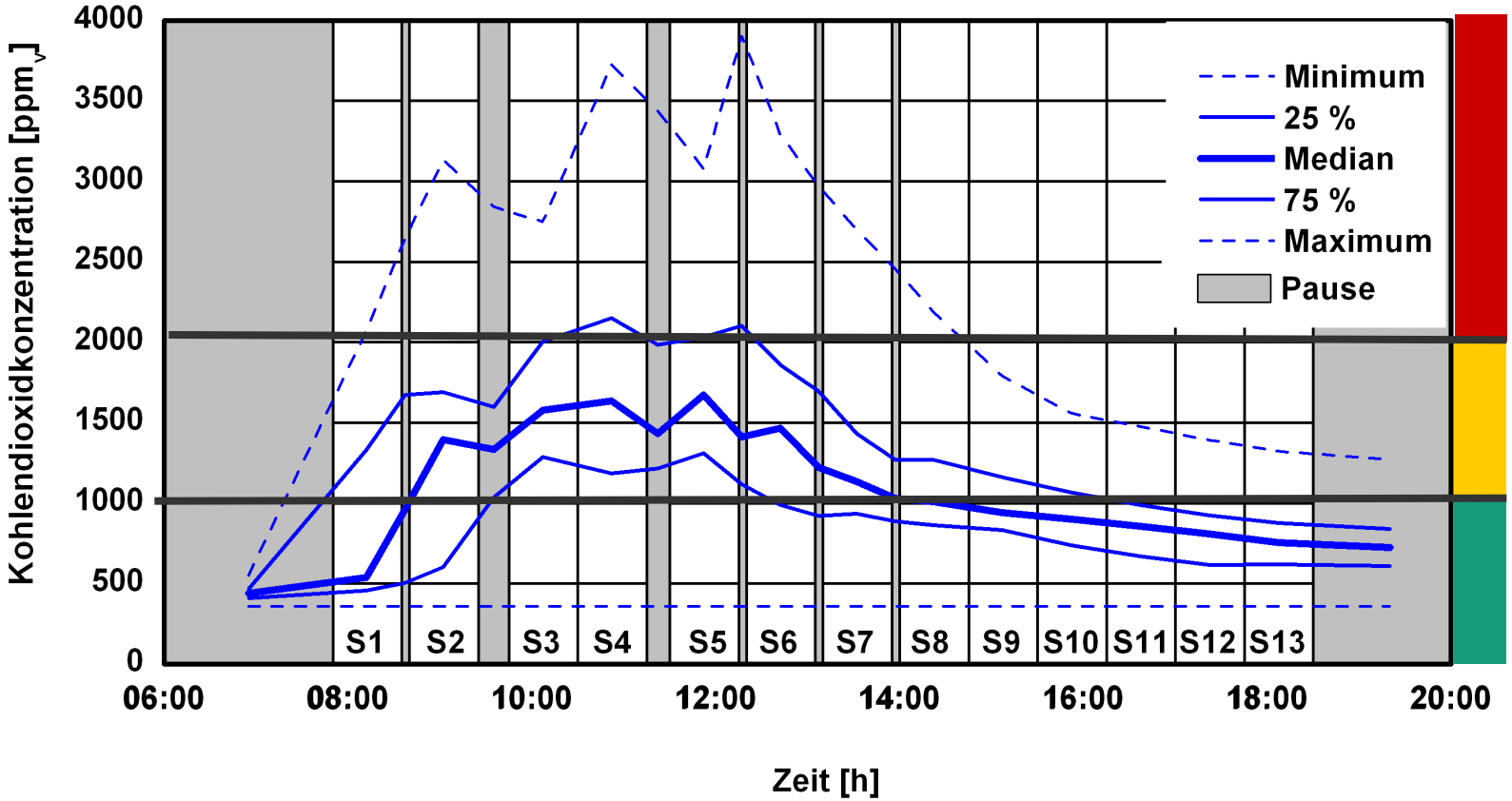
FGK-Fachkongress – Lüftung in Schulen – 27.03.2012

Fachverband Gebäude-Klima e.V

Forschungs-Informations-Austausch

E2D

CO_2-Konzentration, Tagesverlauf



belegte Schulstunden in einem Raum, Monate Januar und Februar

UBA-Leitfaden – Leitwert für Kohlendioxid

Kohlendioxid als Indikatormesswert für die Raumluftqualität in von vielen Menschen genutzten Räumen

CO_2-Konzentration [ppm]	**Hygienische Bewertung**		**Empfehlungen**
< 1000	Hygienisch unbedenklich		Keine weiteren Maßnahmen
1000 - 2000	Hygienisch auffällig		Lüftungsmaßnahme (Außenluftvolumenstrom erhöhen) Lüftungsverhalten überprüfen und verbessern
> 2000	Hygienisch inakzeptabel		Belüftbarkeit des Raumes prüfen ggf. weitergehende Maßnahmen prüfen

Raumluftqualität nach DIN EN 13779

Kategorie	Beschreibung	Erhöhung der CO_2-Konzentration gegenüber Außenluft in ppm
IDA 1	Hohe Raumluftqualität	$\leq$ 400
IDA 2	Mittlere Raumluftqualität	400 - 600
IDA 3	Mäßige Raumluftqualität	600 - 1000
IDA 4	Niedrige Raumluftqualität	> 1000

Kategorien für das Raumklima nach DIN EN 15251

zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik

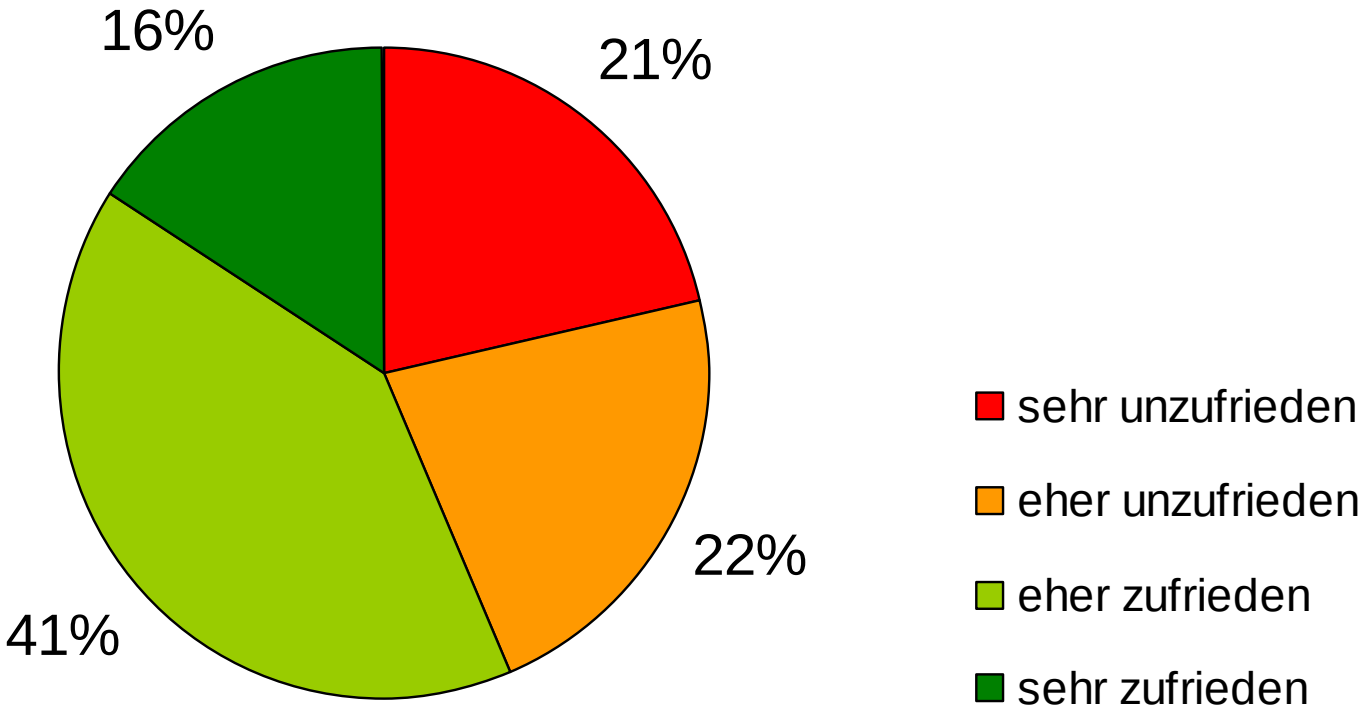
Kategorie	Beschreibung
I	Hohes Maß an Erwartungen; empfohlen für Räume, in denen sich sehr empfindliche und anfällige Personen mit besonderen Bedürfnissen aufhalten; z.B. Personen mit Behinderungen, kranke Personen, sehr kleine Kinder und ältere Personen
II	Normales Maß an Erwartungen; empfohlen für neue und renovierte Gebäude
III	Annehmbares moderates Maß an Erwartungen; kann bei bestehenden Gebäuden angewendet werden
IV	Werte außerhalb der oben genannten Kategorien. Diese Kategorie sollte nur für einen begrenzten Teil des Jahres angewendet werden.

Luftvolumenstrom nach DIN EN 15251

- Personenzahl
- Gebäudeemission (sehr schadstoffarm, schadstoffarm, nicht schadstoffarm)

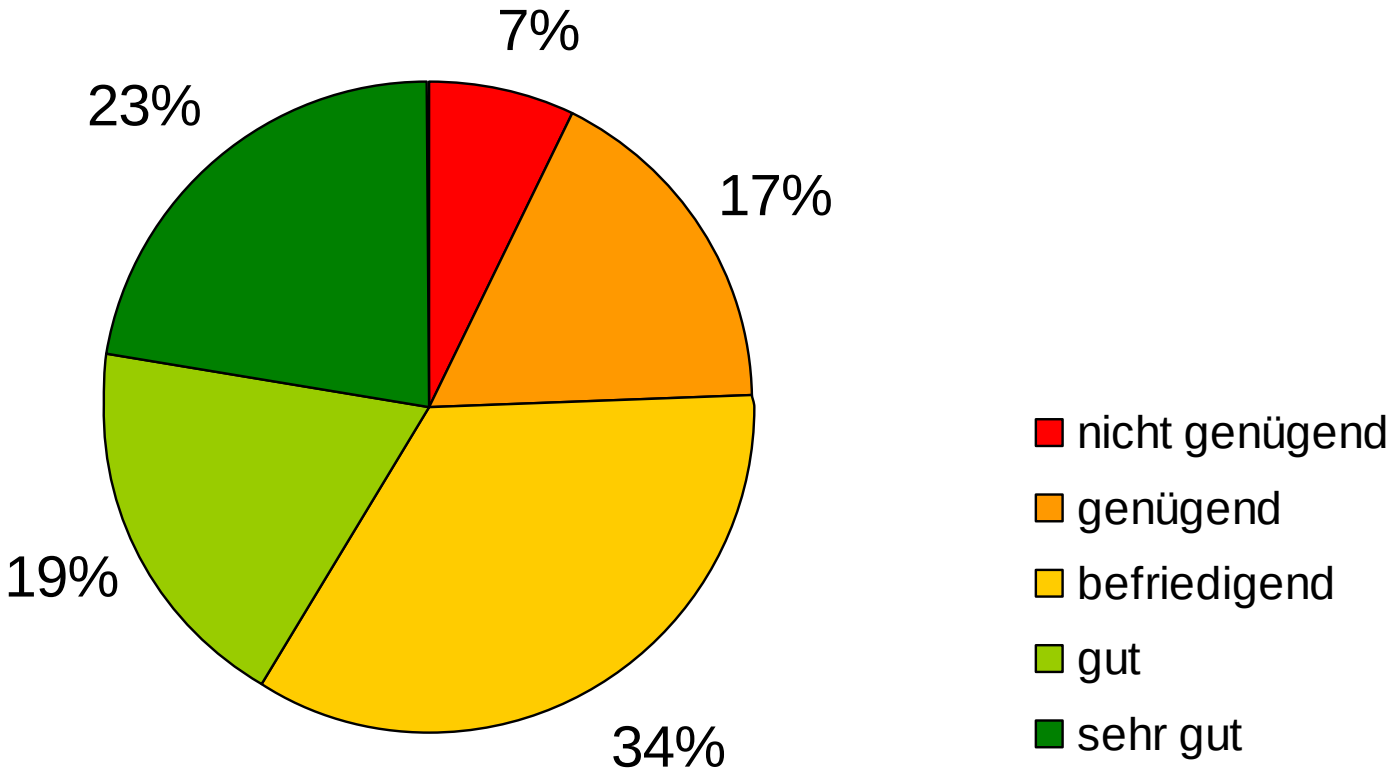
Kategorie	Personen-bezogen in m³/ (h Schüler)	Grundflächenbezogen, schadstoffarmes Gebäude in m³/ (h m²)	Gesamtwert bei 2 m²/Pers in m³/h
(1)	(2)	(3)	= (2) + 2 m² * (3)
I	36	3,6	43
II	25	2,5	30
III	14	1,4	17

Zufriedenheit von Lehrern mit Lüftungsanlagen bzw. –geräten - Österreich



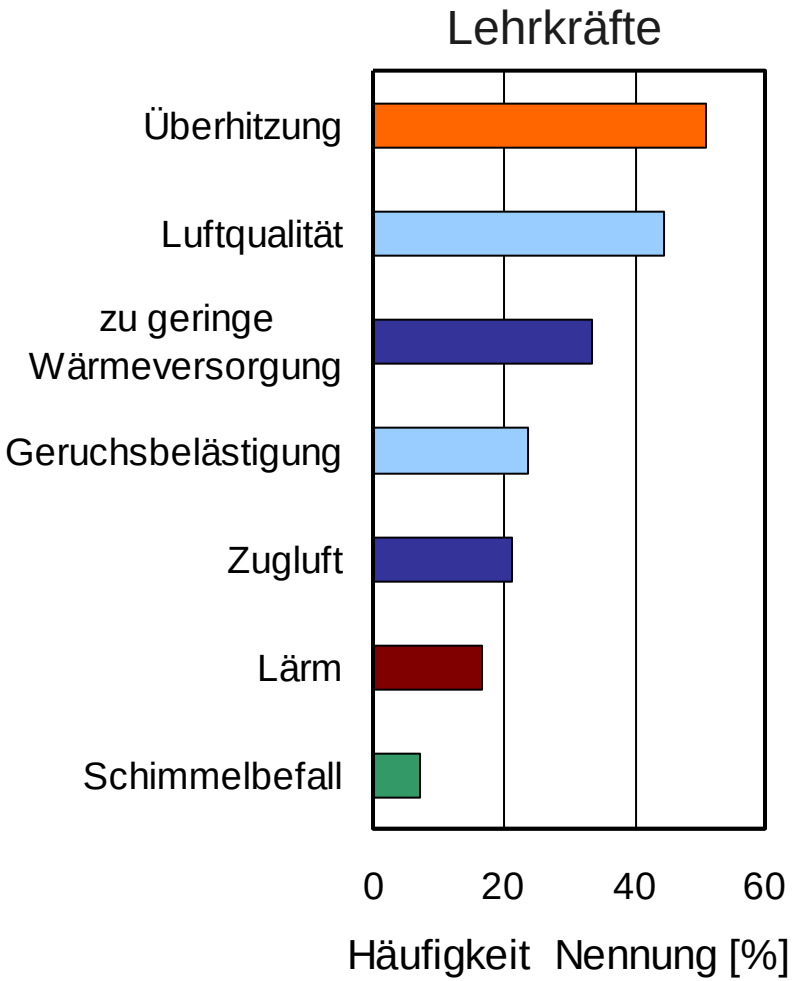
Greml et al. 2008: Evaluierung von mechanischen Klassenzimmerlüftungen.

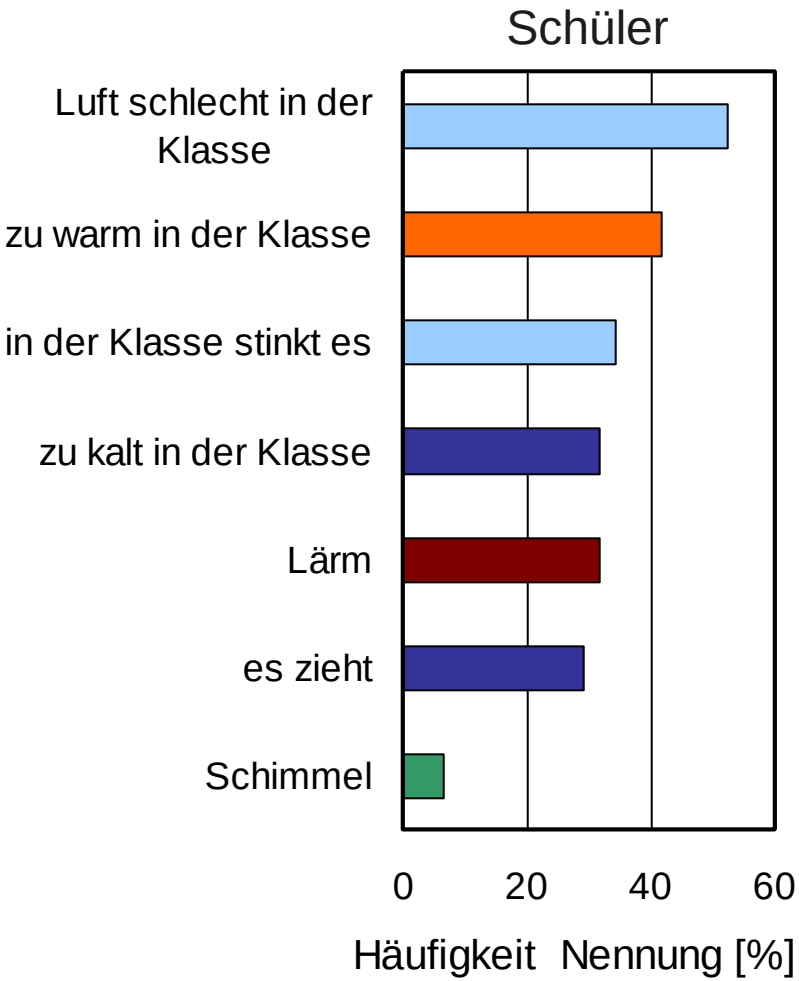
Zufriedenheit von Schülern mit Lüftungsanlagen bzw. –geräten - Österreich



Greml et al. 2008: Evaluierung von mechanischen Klassenzimmerlüftungen.

Berichtete Probleme - Österreich





Greml et al. 2008: Evaluierung von mechanischen Klassenzimmerlüftungen.

Evaluierung in Österreich

Kritikpunkte an bisher installierten Lüftungsanlagen:

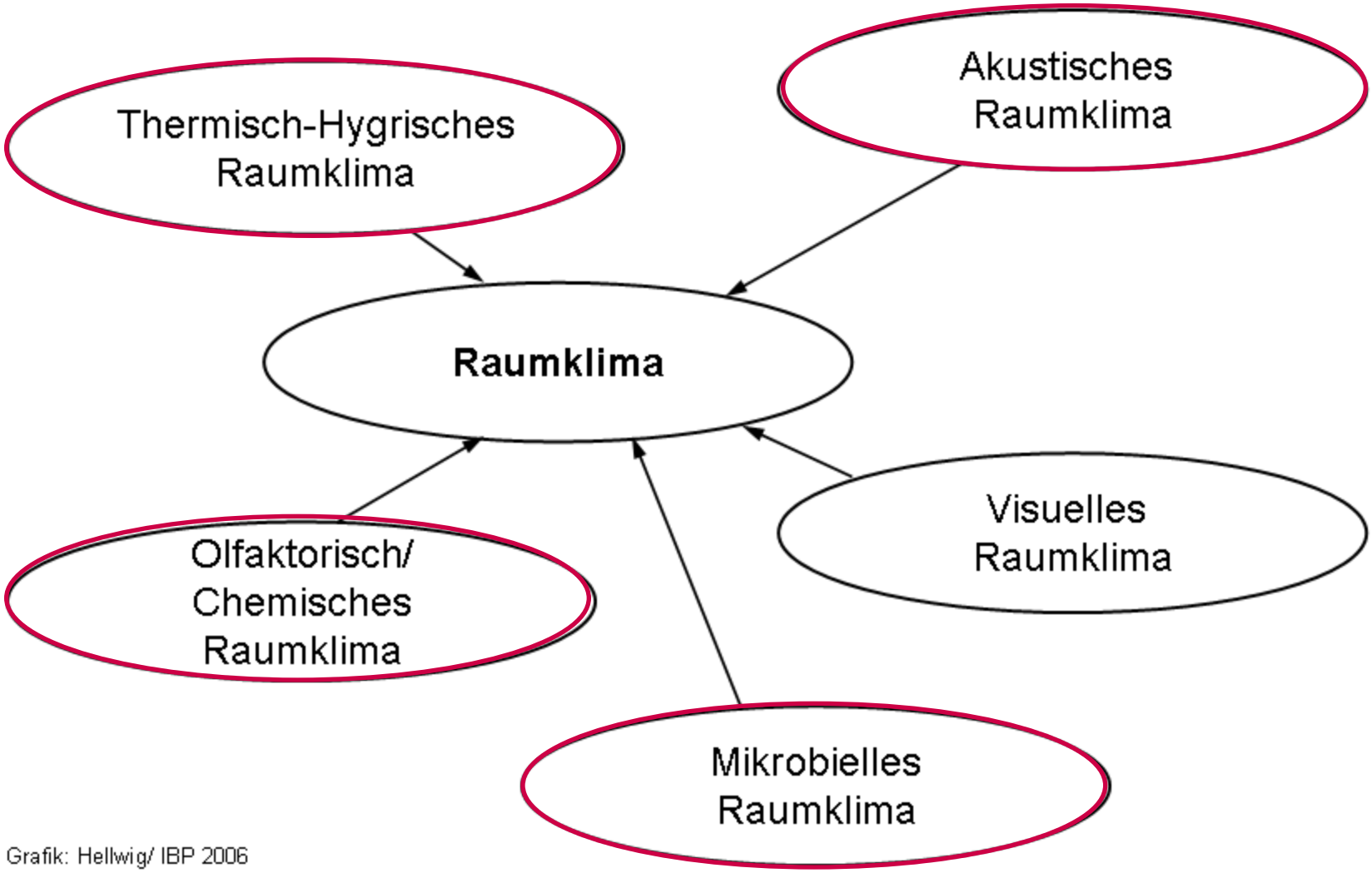
- ungenügende Luftmengen
- zu hohe Schallpegel, zu warm/kalt
- nicht angepasstes Gesamtkonzept
- ungeeignete Steuerung und Regelung
- keine ausreichende Betreuung der Anlage vor Ort (Hausmeister fühlt sich nicht zuständig)
- Ungenügende Aufklärung der Nutzer

→ Notwendigkeit einer intensiven Kommunikationsstrategie mit den Lehrkräften und Schülern zur Vermeidung von Missverständnissen und falschen Erwartungen

→ Fehlende Information und Kommunikation verursachen Akzeptanzprobleme und führen, insbesondere bei Störungen der Anlage in der Einführungsphase, zu falschen Reaktionen und unzufriedenen Nutzern

Greml et al. 2008: Evaluierung von mechanischen Klassenzimmerlüftungen.

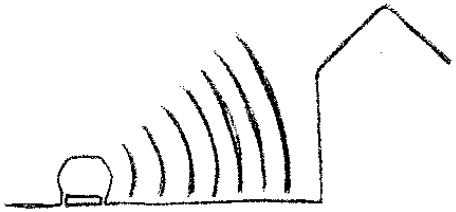
Einfluss Lüftungstechnik auf Raumklima



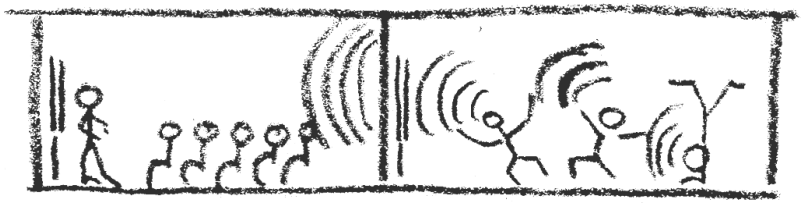
Grafik: Hellwig/ IBP 2006

Akustik

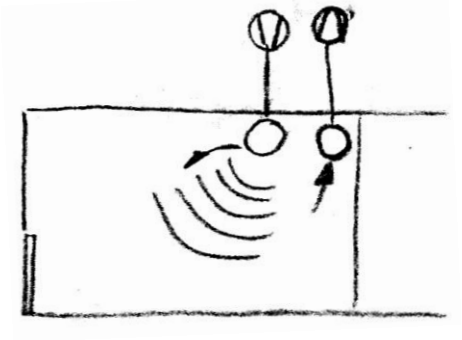
- Störgeräusche von außen



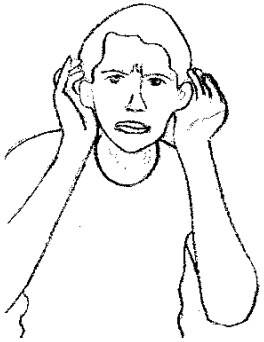
- Störgeräusche aus Nachbarräumen



- Störgeräusche aus Haustechnischen Anlagen



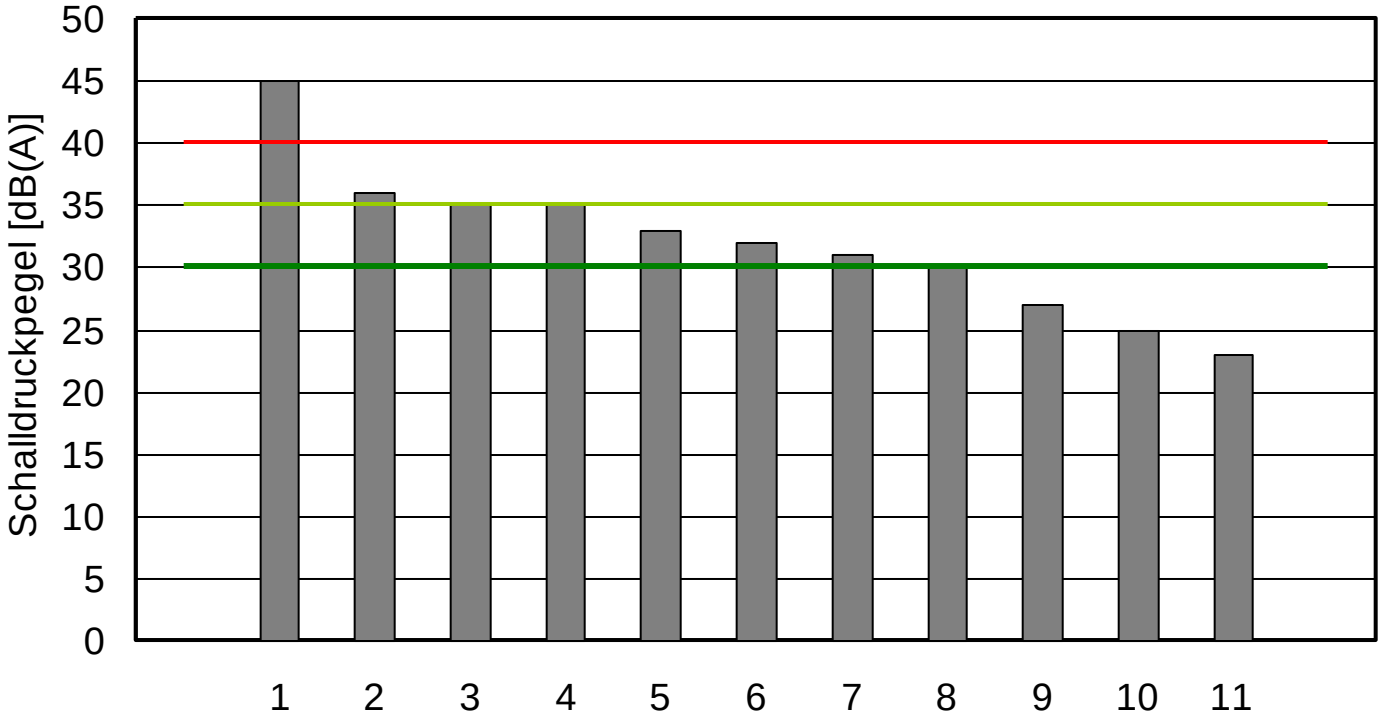
- Sprachverständlichkeit



Akustik – Studie Österreich

Schalldruckpegel von 11 Lüftungsanlagen/ -geräten:

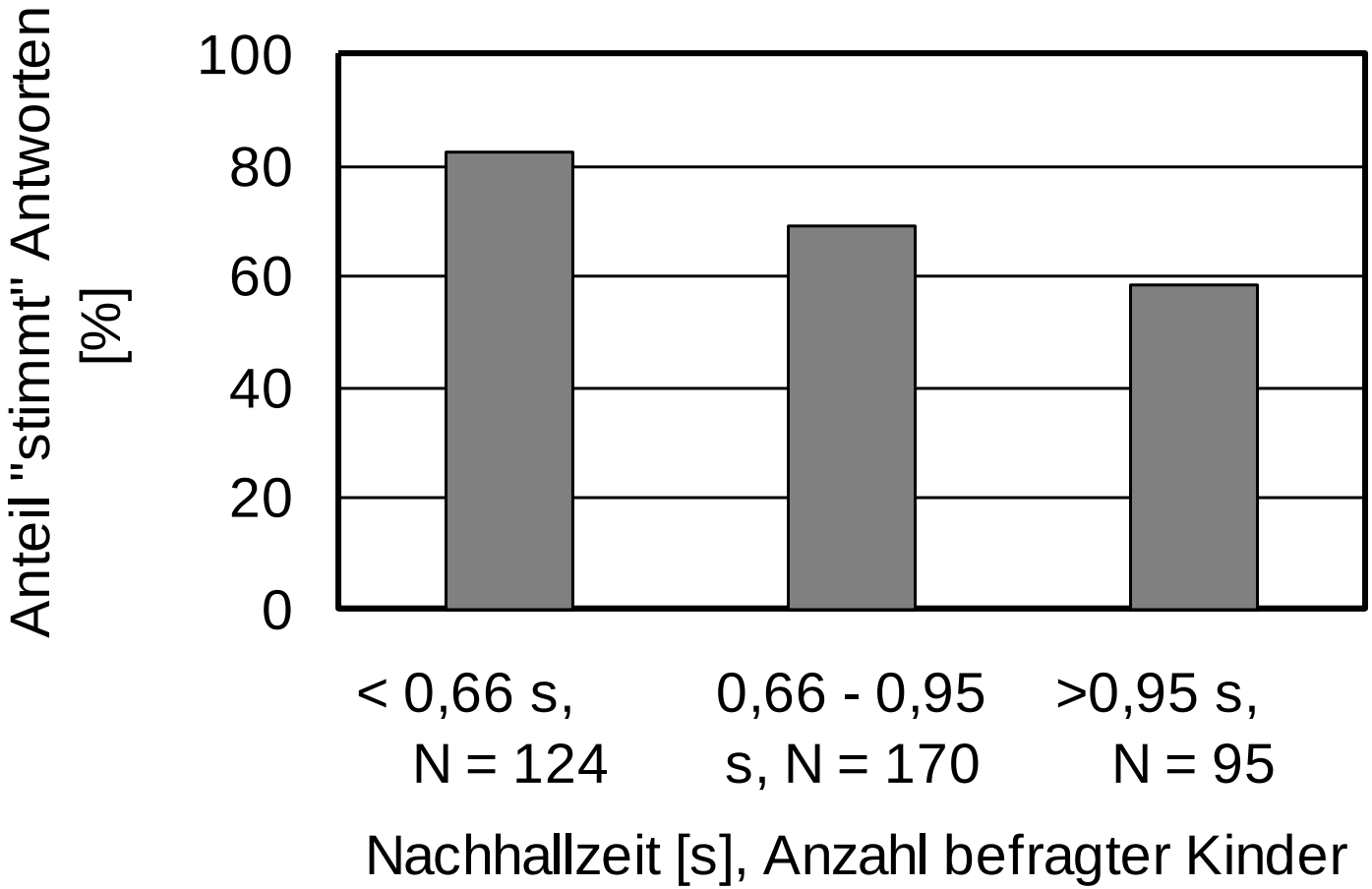
bei vor Ort eingestellten Luftwechseln zwischen 4 und 26 m³/(h Pers),
häufigster Wert 17 m³/(h Pers)



Greml et al. 2008: Evaluierung von mechanischen Klassenzimmerlüftungen.

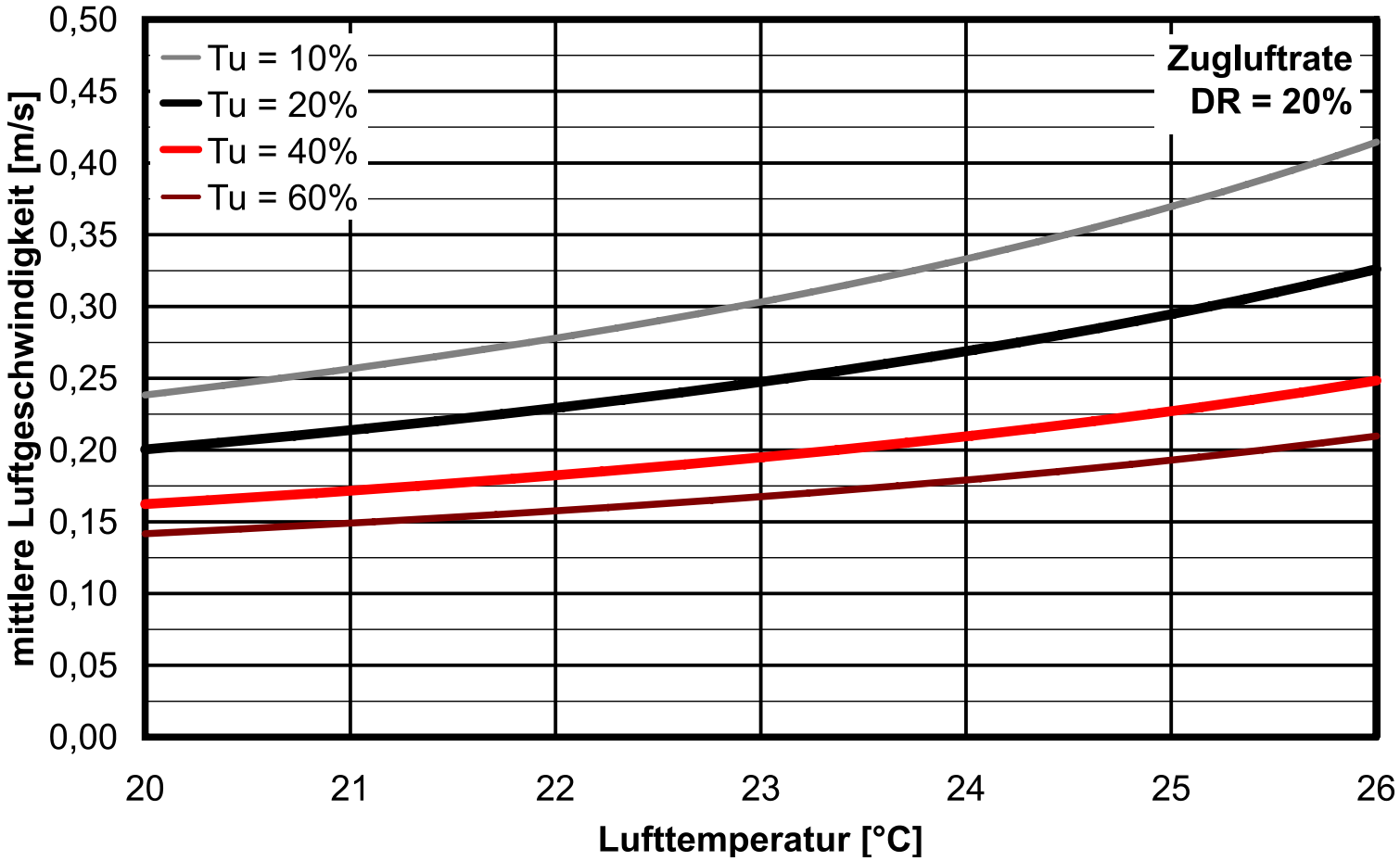
Akustik

„In der Stillarbeit ist es wirklich still.“



Klatte in Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.): Lärmminderung in Schulen, 2007

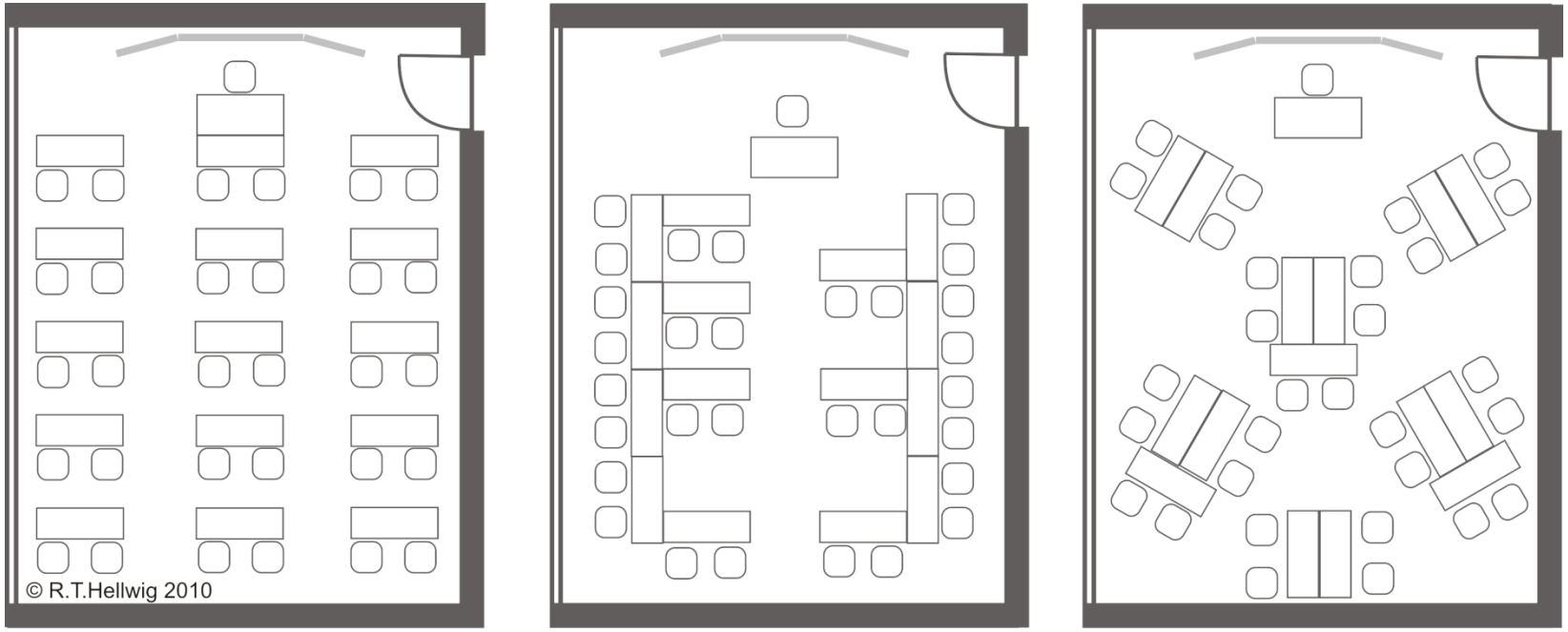
Zugluftempfinden, Kat B, DIN EN ISO 7730



→ FGK Statusreport 17: Bewertung des Innenraumklimas

Sitzordnungen

Aufenthaltszone = komplette Grundfläche



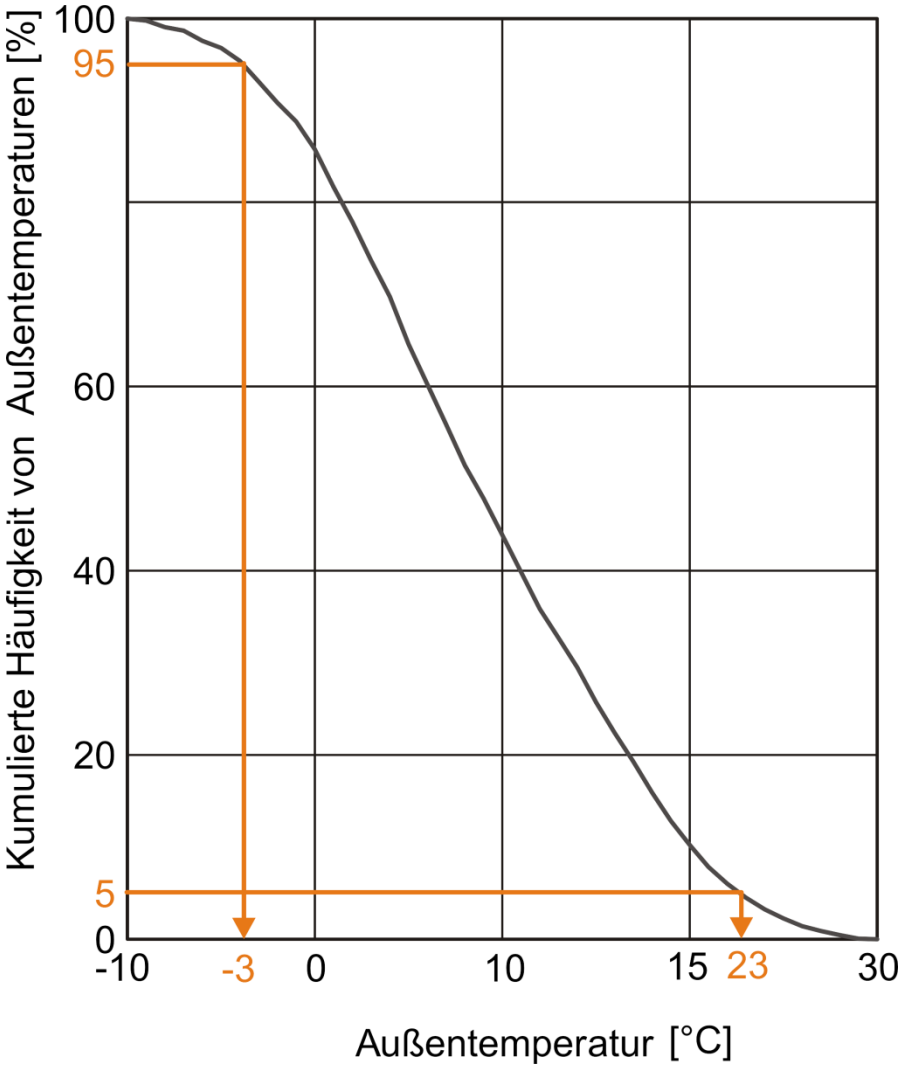
a) b) c)

Außenklima – 190 Schultage, Belegung 8:00 – 13:00

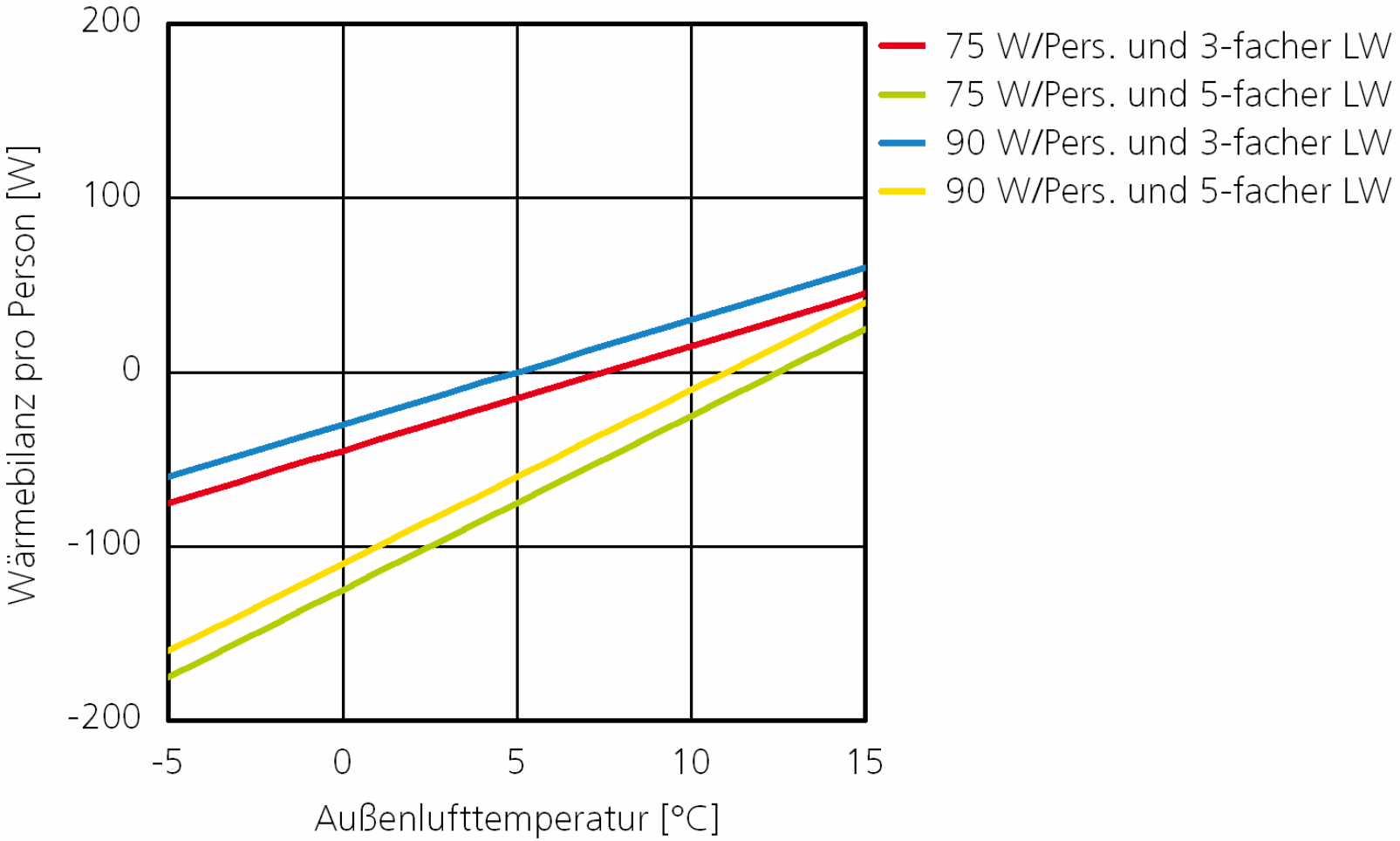
Analyse der Außentemperatur während der Schulzeit,

TRY Würzburg:

90% der Außentemperaturwerte liegen zwischen -3 und 23°C.



Lüftungswärmebedarf



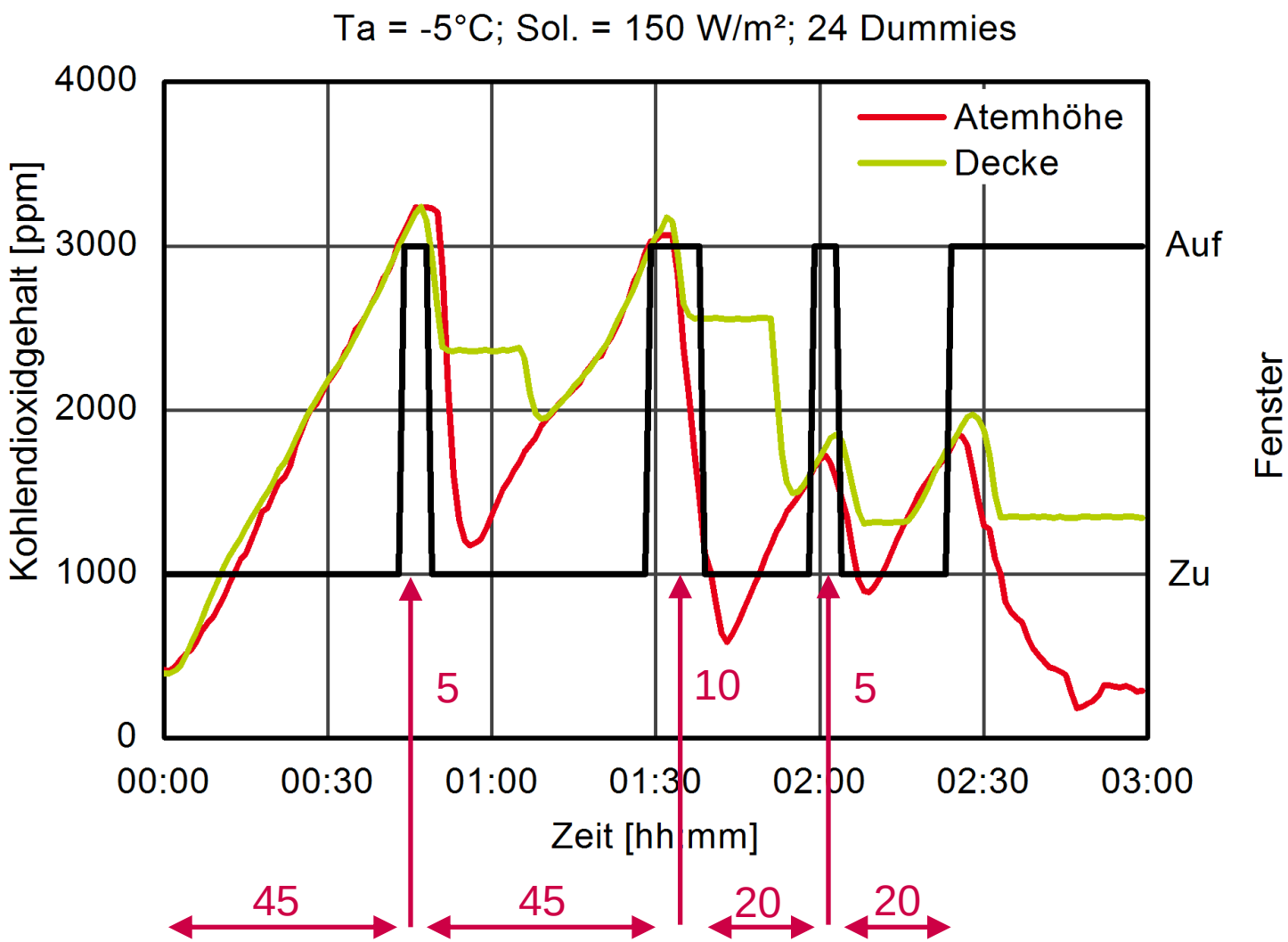
Fraunhofer IBP

Steiger; Hellwig (2011): Hybride Lüftungssysteme für Schulen. Abschlussbericht.

Welche Möglichkeiten zur Lüftung gibt es?

Fensteröffnung	Lüftungsplan
	Lüftungsampel
	Motorische Fensteröffnung
Abluftsysteme	Geregelte Abluftsysteme
Dezentrale raumweise Lüftungssysteme	Einzelgeräte / Brüstungsgeräte
	Fassadenlüftungsgeräte
	Wandgeräte
	Deckengeräte
	Standgeräte
(Semi)Zentrale Lüftungssysteme	Ein Lüftungsgerät für mehrere Räume
Hybride Lüftungssysteme	Lüftungssysteme können bei passenden Außenklimabedingungen mit einer Fensterlüftung kombiniert werden

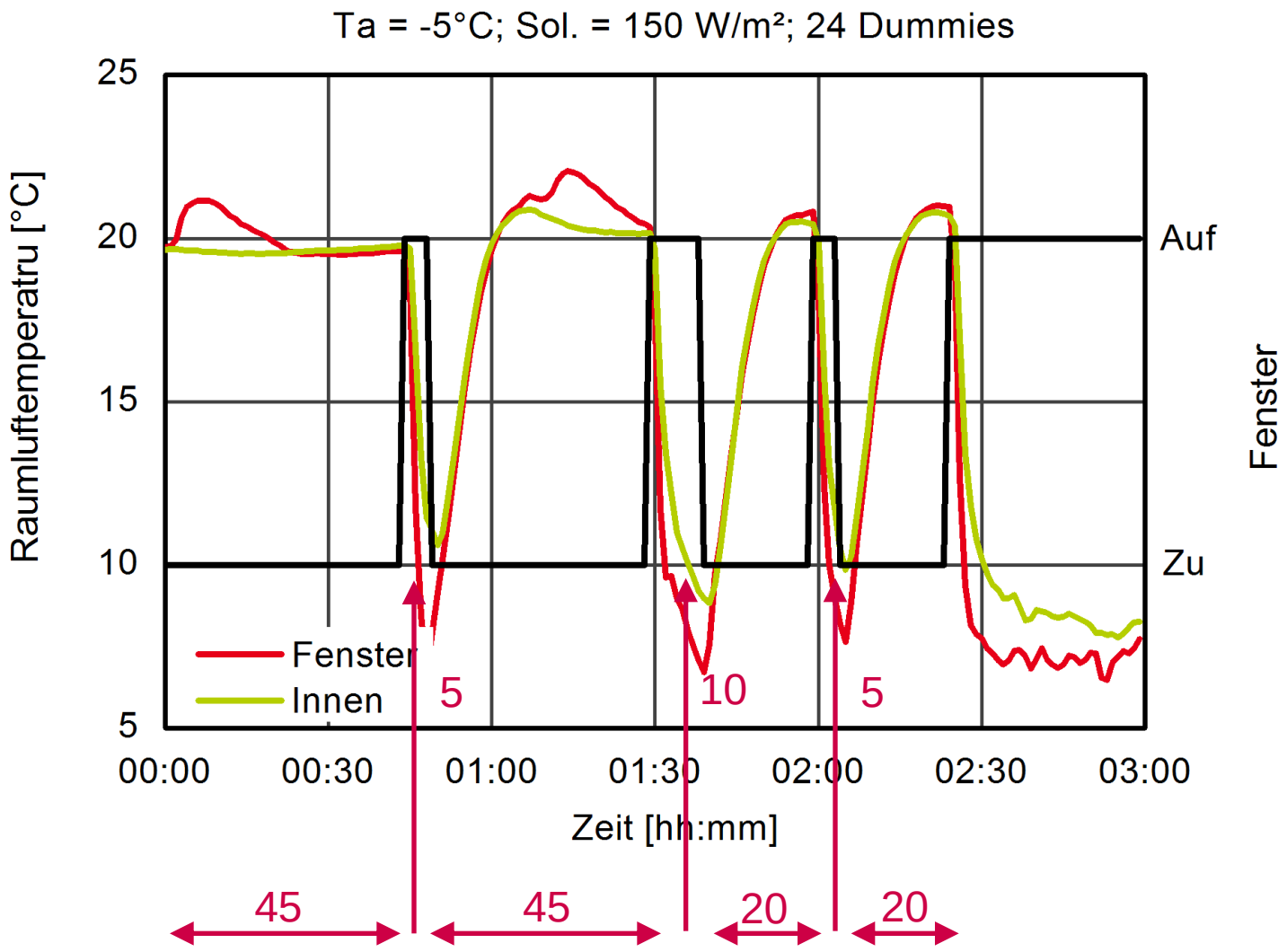
Stoßlüftung



Fraunhofer IBP

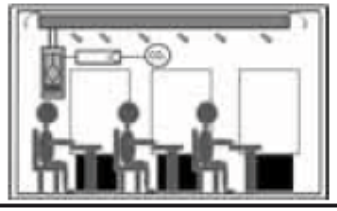
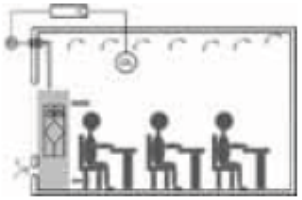
Steiger; Hellwig (2011): Hybride Lüftungssysteme für Schulen. Abschlussbericht.

Stoßlüftung



Fraunhofer IBP

Steiger; Hellwig (2011): Hybride Lüftungssysteme für Schulen. Abschlussbericht.

Systeme Beispiel für einen Schulraum mit 60 cm² Grundfläche und für 30 Schüler	**Dezentrale, raumweise Lüftungssteme**			
	Ein Lüftungsgerät pro Raum			Ein Lüftun Räume
Konzept, Gerätetyp	Wandgeräte	Deckengeräte	Standgeräte	Lüftungsge (Dachzent
Schema				
Beschreibung	Ein Lüftungsgerät als Wand gerät belüftet den Raum über ein kurzes Luftleitungs-system. Die Zuluftversorgung ist besonders gleichmä-ßig und zugfrei möglich. Vergleichbar mit einem zentralen Lüftungssystem	Diese Geräte sind vergleich-bar den Wandgeräten. Die Luftaufbereitung, Schall-dämpfung und Luftverteilung kann in einem Deckenabsatz untergebracht werden oder in Sichtmontage ausgeführt werden	Luftaufbereitung und Vertei-lung sind in einem kompakten Standgerät untergebracht	Ein Lüftun mehrere K zentral au Luftleitung
Außenluftvolumenstrom pro Fenster oder pro Gerät Gerätezahl pro Raum	500–900 m³/h 1 Gerät pro Raum	500–900 m³/h 1 Gerät pro Raum	600–1.000.m³/h 1 Gerät pro Raum	1.200–12. 1 Gerät fü
Brandschutz	selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außenluft	selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außen-luft	selbsttätig schließende Klappe(n) für Fort- u. Außen-luft	Brandschu tung; Tech schächte

→ FGK Statusreport 22: Lüftung von Schulen

Eigenschaften von Lüftungssystemen

Allgemeines

- Beschreibung
- Außenluftvolumenstrom je Lüftungseinrichtung, Anzahl benötigte Lüftungseinrichtungen je Raum
- Kurzbeschreibung Brandschutzanforderungen

Hygiene, Komfort

- erreichbare mittlere CO_2-Konzentration
- Feinstaub (Außenbelastung)
- Raumtemperaturbegrenzung nach oben
- Zugluftbegrenzung
- Schallschutz Außenlärm
- Schalldruckpegelbegrenzung < 35 dB(A)
- Feuchtebegrenzung nach oben

Eigenschaften von Lüftungssystemen

Technische Eigenschaften

- Luftverteilsystem je Raum
- Luftverteilsystem im Gebäude
- Wärmerückgewinnung
- Vereisungsschutz Wärmerückgewinnung
- Luftfilter F7
- Nacherhitzer

Funktionalitäten

- automatische Kontrolle
- Nutzereingriff
- freie Kühlung während der Nutzung
- freie Kühlung nachts
- Auskühlschutz Raum

Eigenschaften von Lüftungssystemen

Energiebedarf und Betriebskosten

- Strombedarf Ventilatoren
- Lüftungswärmeverluste
- Energiekosten
- Wartungskosten

Bautechnische Auswirkungen

- zusätzliche Fensteröffnung je Raum
- Raumflächenbedarf für Lüftungseinrichtung
- Flexibilität bei Nutzungsänderung

Welche Möglichkeiten zur Lüftung gibt es?

Fensteröffnung	Lüftungsplan
	Lüftungsampel
	Motorische Fensteröffnung
Abluftsysteme	Geregelte Abluftsysteme
Dezentrale raumweise Lüftungssysteme	Einzelgeräte / Brüstungsgeräte
	Fassadenlüftungsgeräte
	Wandgeräte
	Deckengeräte
	Standgeräte
(Semi)Zentrale Lüftungssysteme	Ein Lüftungsgerät für mehrere Räume
Hybride Lüftungssysteme	Lüftungssysteme können bei passenden Außenklimabedingungen mit einer Fensterlüftung kombiniert werden

Verbundprojekt Hybride Lüftung

Das Verbundvorhaben:

Heizenergieeinsparung, thermische Behaglichkeit und gute Luftqualität in Schulgebäuden durch hybride Lüftungstechnik

wird gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/ Projektträger Jülich unter den Aktenzeichen:

Fraunhofer IBP

Die Fassade für das Testgebäude am Fraunhofer IBP wurde von der Firma Schüco International KG zur Verfügung gestellt.

AZ: 0327387A

RWTH AACHEN UNIVERSITY

E.ON Energy Research Center

EBC | Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate

AZ: 0327387D

WILDEBOER®

BAUTEILE FÜR LÜFTUNG + KLIMA

AZ: 0327387C

TU berlin

AZ: 0327387B

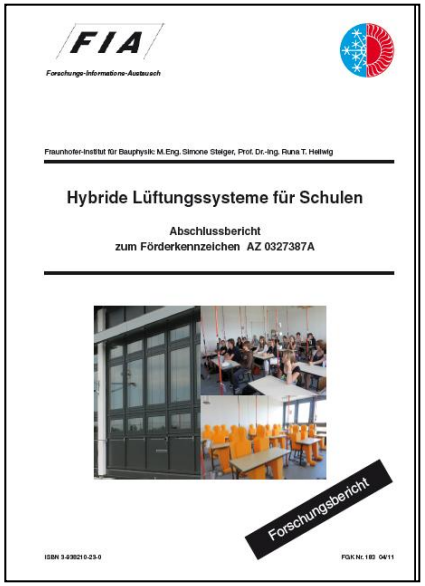
PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden des Umweltbundesamtes, 2008
http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/innenraumhygiene/irk.htm

Fachverband Gebäude-Klima e.V.: STATUS-REPORT 22 - Lüftung von Schulen
http://www.fgk.de/Home/Literatur/FGK_STATUS-REPORT/fgk_status-report.php

Steiger, S.; Hellwig, R.T. (2011): Hybride Lüftungssysteme für Schulen. Abschlussbericht. Fachverband Gebäude-Klima e.V. (Hrsg.) im Rahmen des FIA Forschungs-Informations-Austausch, Bietigheim-Bissingen, April 2011.
http://www.schriften.fgk.de/Startseite_FGK_Downloads_/Schriften_des_FGK/schriften_des_fgk.php