

Lüftung in Schulen und Mietwohnungsgebäuden

25. WaBoLu-Innenraumtage

Altlasten, Lüftung, VOC, Gerüche, Radon, Partikel, Metalle, BIM

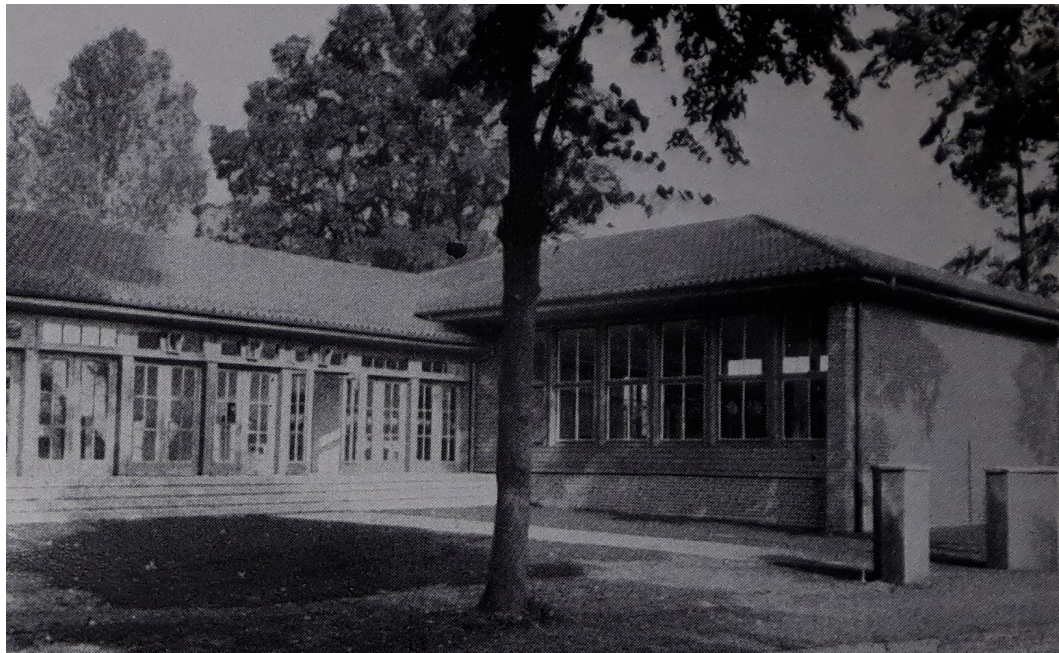
Berlin, 7. – 9. Mai 2018



VfW – Bundesverband für
Wohnungslüftung e.V.

Schullüftung

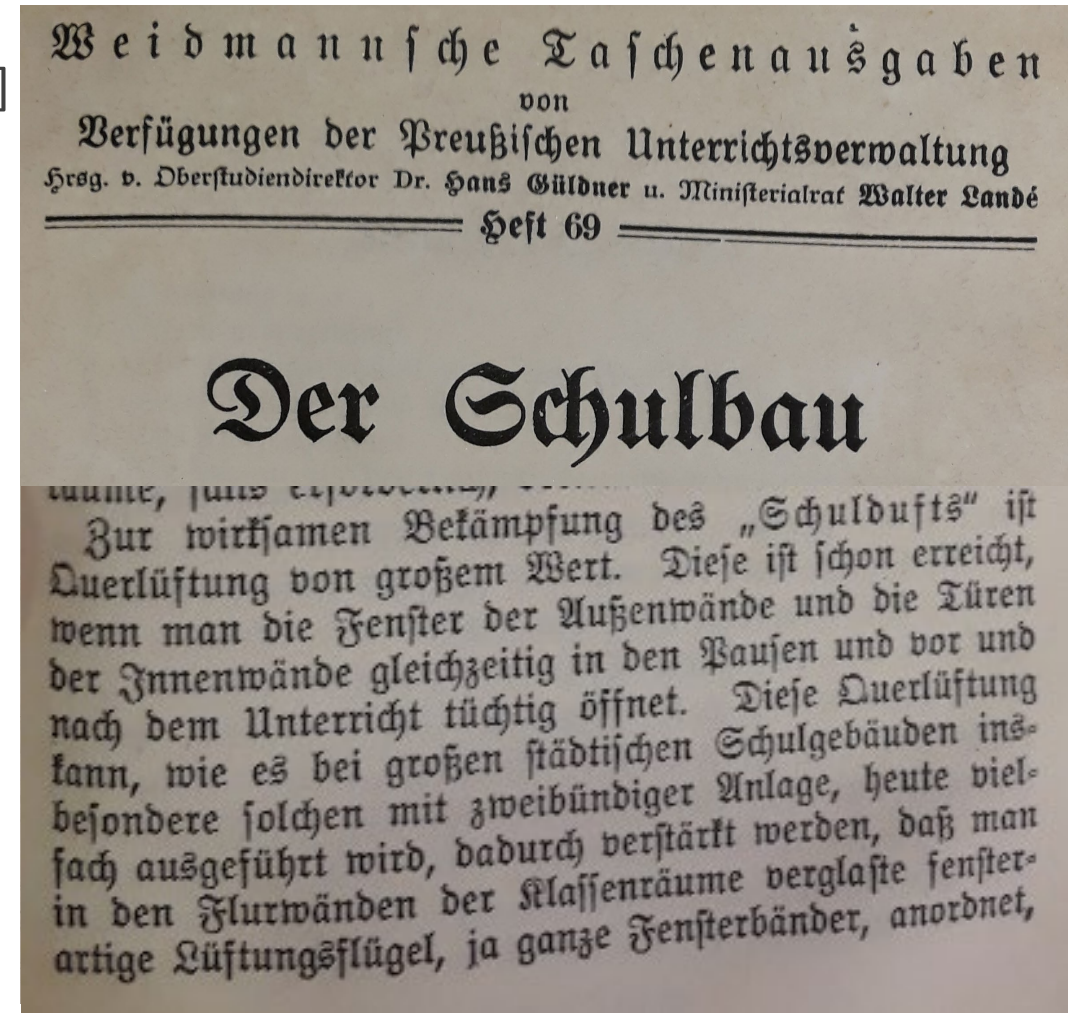
Einklassige Landschule in Timmersloh vor 1950, bei Bremen – 2018 Kindergarten [2]



Schullüftung gestern

Der Schulbau - Normen Richtlinien und Ratschläge 1930 [1]

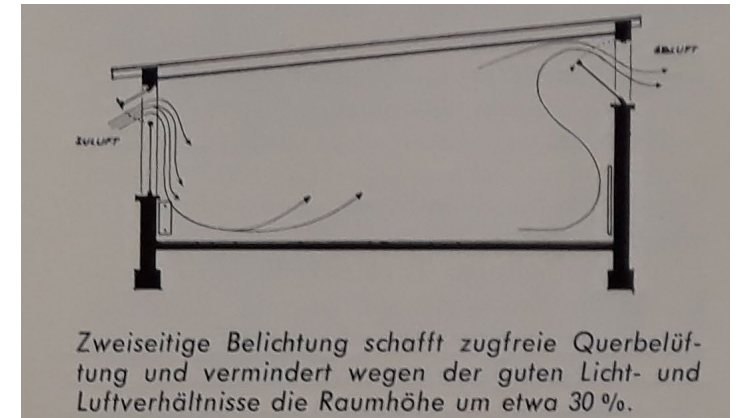
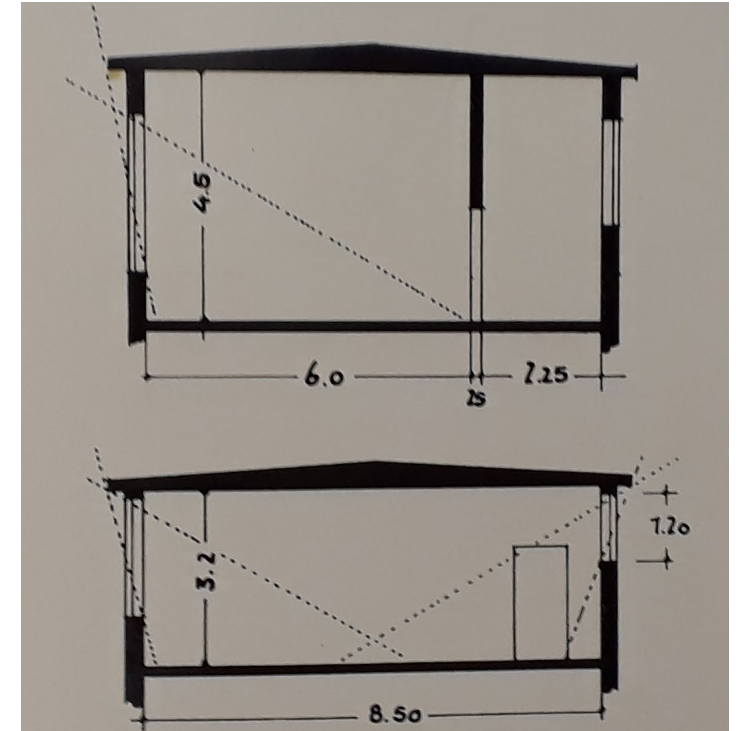
Zur wirksamen Bekämpfung des „**Schuldufts**“ ist **Querlüftung** von großem Wert. Diese ist schon erreicht, wenn man die Fenster der Außenwände und die Türen der Innenwände gleichzeitig in den Pausen **und vor und nach dem Unterrichts tüchtig öffnet**. Diese Querlüftung kann, wie es beim großen städtischen Schulgebäuden insbesondere solchen mit zweibündiger Anlage, heute vielfach ausgeführt wird, dadurch verstärkt werden, dass man **in den Flurwänden der Klassenräume verglaste fensterartige Lüftungsflügel**, ja ganze Fensterbänder, anordnet, die bei zweibündigen Anlagen auch noch die Belichtung des Mittelflures verbessern. Wichtig für die **Entfernung schlechter Luft im Klassenhaus** sind auch die **Treppenhausfenster**, denn gerade die **Treppenhäuser wirken durch ihre Höhe stark absaugend**. Alle Fenster und Lüftungsflügel müssen bequem zu bedienen sein, sonst werden sie nicht benutzt. Das gilt auch besonders von Turnhallen-fenstern.



Schullüftung gestern

Schulbau Konferenz Jungenheim 1951 [2]

- Raumhöhen von mindestens 4,5 m bei einem dreimaligen Luftwechsel mit 5 cbm Frischluft je Kind
- Zweiseitig belüftete Klassenräume ermöglichen zugfreie Querlüftung !
- Belichtung und Lüftung sind miteinander gekoppelt !



Schullüftung

Einklassige Landschule in Timmersloh vor 1950, bei Bremen – 2018 Kindergarten [2]



Notwendigkeit der Lüftung bei energetischen Sanierungen in Schulen

Forschungsprojekt: Lüftung von Sondernutzungsräumen in Schulen [6]

- Abdichtung der Fassade bedeutet reduzierter natürlicher Luftwechsel
- Dichte Raumbelegung in Unterrichtsräumen und Lehrerzimmern -> Folge dessen Anstieg der CO₂-Konzentration
- Hohe Werte vor allem im Winter (seltene Fensterlüftung)
- 1.000 – 2.000 ppm - >Hygienisch auffällig; > 2.000 ppm inakzeptabel, bis 5.000 ppm gemessen
- ab 1.500 ppm deutliche Zunahme von Kopfschmerzen
- Nachlassende Konzentration der Schüler
- Nebeneffekt Nachttemperierung

Lüftungskonzepte für die Schullüftung

Im Rahmen des Forschungsprojektes untersuchte Systeme und Regelstrategien [6]

	Rein manuelle Fensterlüftung mit Lüftungsplan oder Unterstützung durch CO ₂ -Ampel
	Motorisch unterstützte Fensterlüftung
	Geregeltes Abluftsystem mit motorisch zu öffnenden Fenstern
	Geregelte maschinelle Lüftung mit Wärmerückgewinnung Decken-/Wandgerät
	Geregelte maschinelle Lüftung mit Wärmerückgewinnung Standgerät
	Hybride Lüftung (Kombination aus motorischer Fensterlüftung und maschineller Lüftung)

Keine Regelstrategie notwendig

Regelstrategie maximale Rücksicht auf Nutzer

Erhöhung der Lüfterleistung bei Erhöhung der CO₂ Konzentration

Fensterlüftung mit Lüftungsplan / durch CO2-Ampel

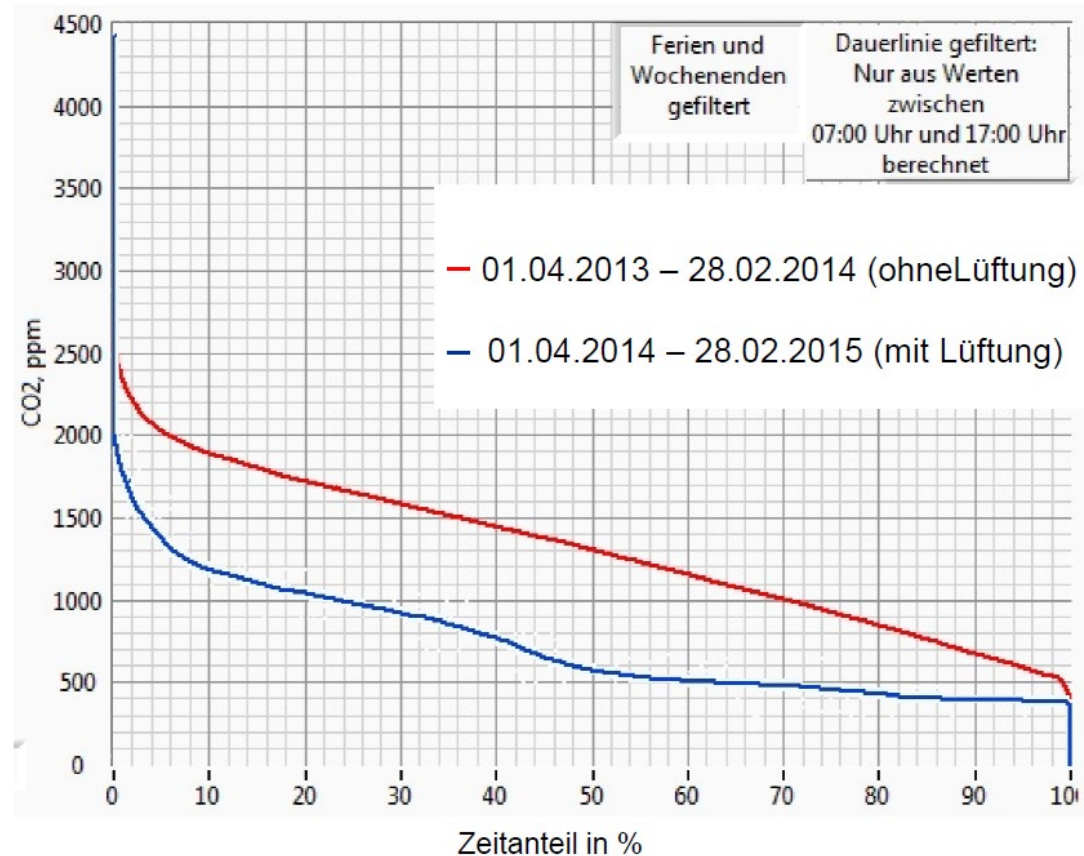
Nutzerzufriedenheit in Verwaltungsräumen (Rektorat / Sekretariat) [6]

- Befragung zu CO2-Ampeln brachte hohe Zufriedenheit, da Nutzer sich nicht bevormundet fühlen und hoher Grad der Einflußnahme besteht.
- Empfehlung seitens der Nutzer: Ampeln mehr im Blickfeld der Nutzer anbringen, z.B. neben Uhr, gegenüber Schreibtisch usw.
- Nur geringe Verbesserung der CO2-Situation. Ausgangswerte waren aber auch relativ niedrig



Abluftanlage mit motorisch betriebenen Fenstern

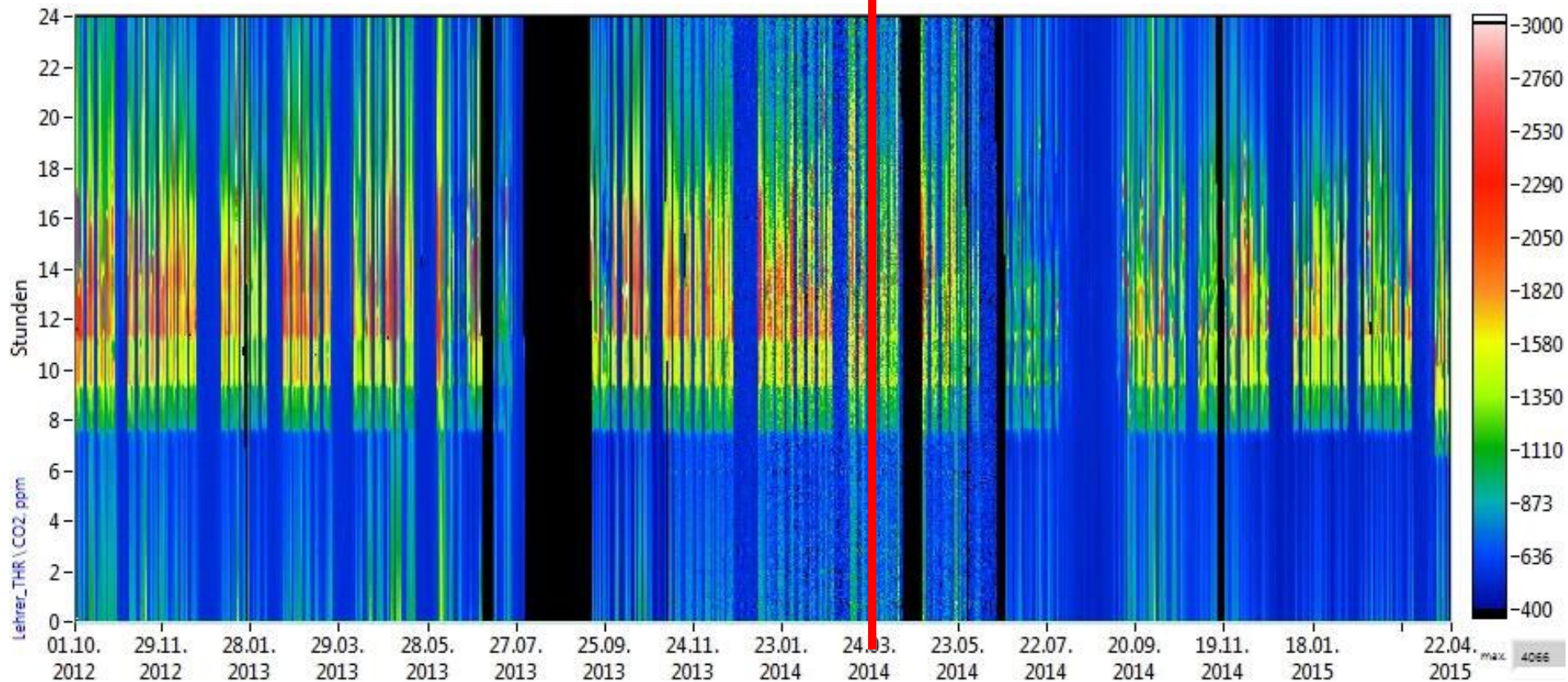
Dauerlinien Lehrerzimmer mit verbesserter automatisierter Lüftung [6]



Abluftanlage mit motorisch betriebenen Fenstern

Carpet – Plot: Lehrerzimmer

Inbetriebnahme Lüftungssystem



Abluftanlage mit motorisch betriebenen Fenstern

Nutzerzufriedenheit im Lehrerzimmer [6]

- leichte Verbesserung der Luftqualität registriert, geringe Störungen
- Luftqualität und Behaglichkeit werden von den meisten als eher besser eingeschätzt.
- 10 von 13 Personen sind eher zufrieden mit der Anlage
- Lüftung wird anscheinend kaum wahrgenommen

Fazit:

- Relativ neutrale Bewertung vermutlich aufgrund nutzerfreundlicher Regelung, dadurch aber auch geringere Verbesserung der Luftqualität.
- Die Lüftungsanlage kann bei Zug oder Lärm manuell temporär deaktiviert werden.



Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Computerraum – Lüftungsgerät im Nebenraum [6]



Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung

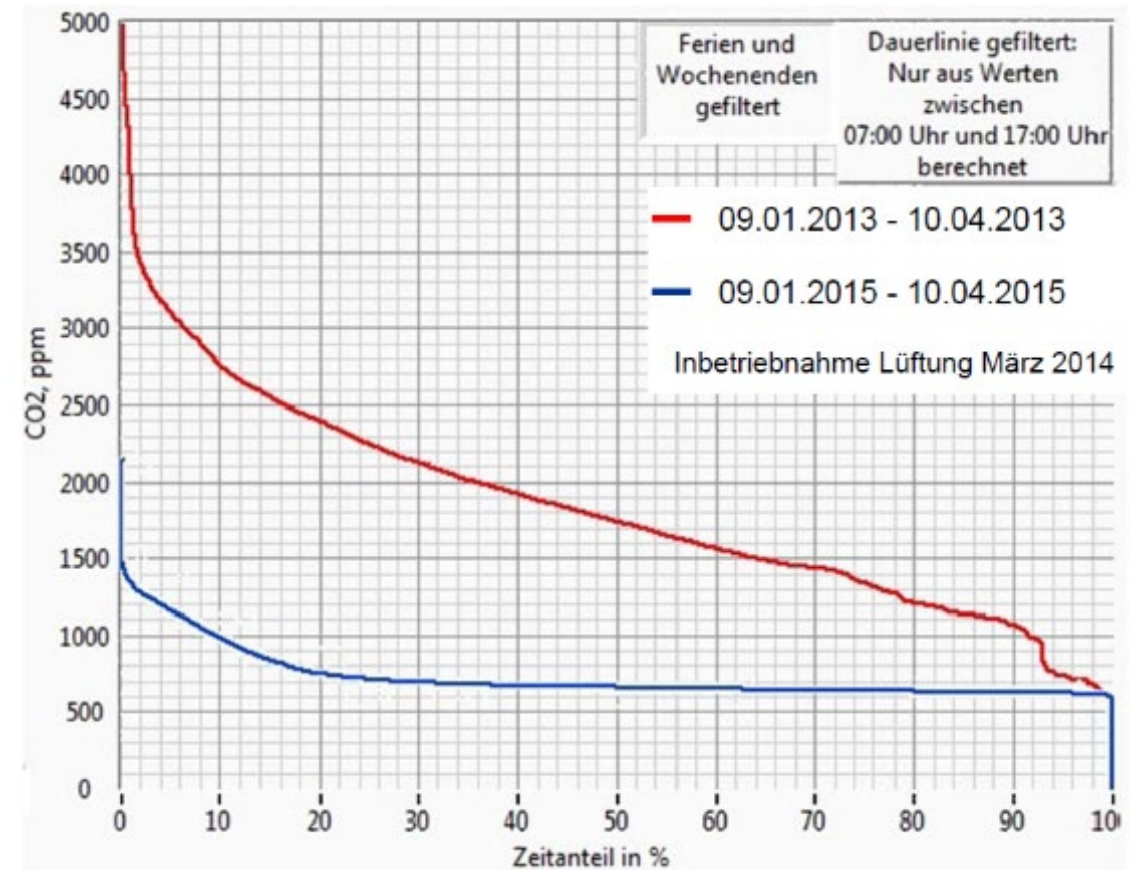
Computerraum – Ventile und Steuerung [6]



Mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung

Dauerlinien Computerraum **mit** / **ohne** Lüftung [6]

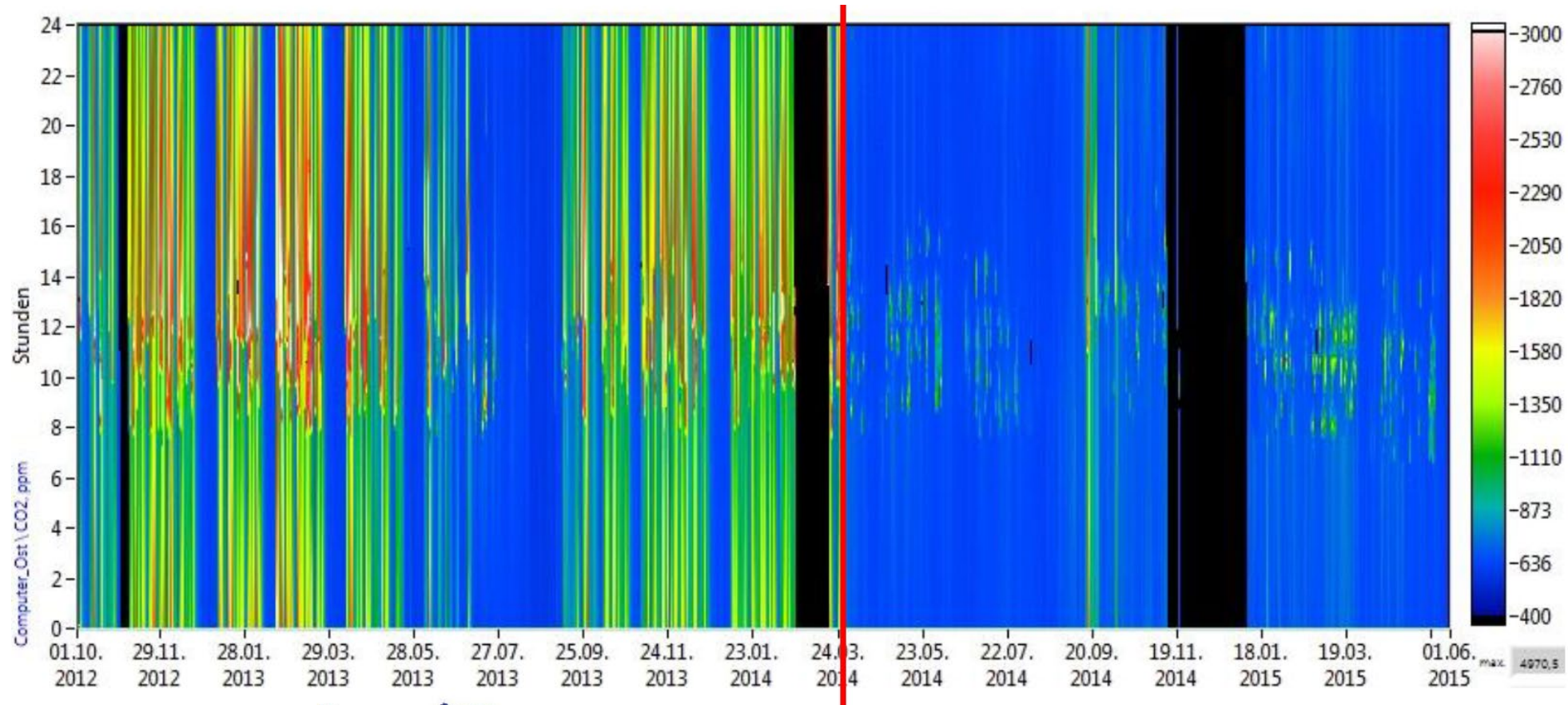
- Ohne Lüftung wurden während 35 % der Messzeit CO₂-Konzentrationen über 2.000 ppm erfasst, wurden mit Lüftung nur noch äußerst selten solch hohe Werte gemessen.
- Durch diese Lüftungsmaßnahme konnte also eine deutliche Verbesserung der Luftqualität erreicht werden. Neben CO₂ werden selbstverständlich auch andere Schadstoffe aus dem Raum gelüftet, sodass auch hier eine Verbesserung der Situation gegeben ist.



Schulen - Computerraum

Carpet-Plot [6]

Inbetriebnahme Lüftung



Schullüftungen Erfahrungen

Hinweise zur Aufstellung / Planung [6]

- Möglichst außerhalb des Unterrichtsraums oder in abgehängter Decke
- Zuglufterscheinungen ab 0,18 m/s und/oder niedriger Zulufttemperatur
- Quellauslass oder Textilschlauch für niedrige Luftgeschwindigkeit
- Geräte mit Wärmerückgewinnung reduzieren Zuglufterscheinungen
- Hoher Platzbedarf bei Geräten mit WRG. Eingesetzte Geräte mit ca. 1000 m³/h haben Volumen von 800 l plus evtl. Verteilungsverrohrung.
- Abluftgeräte benötigen kaum Platz, da in Decke oder Wand montiert und keine Wärmerückgewinnung
- Platzbedarf für CO₂-Amplen ist vernachlässigbar, Installation im Blickfeld der Nutzer



Schullüftungen Erfahrungen

Hinweise zur Regelung [6]

- Aufschaltung auf GLT oder dezentraler Regler oder Kombi
- Stufenlose oder mehrstufige Regelung der Lüfterleistung anhand der CO₂-Konzentration im Raum
- Schaltpunkte entsprechend Empfehlung Leitfaden für die Innenraumhygiene in Schulgebäuden,“ Berlin, 2008
- Lüfterbetrieb auf Unterrichtszeiten plus Nachlaufzeit begrenzen
Eingriffsmöglichkeit für den Lehrer **mit Autoreset** (Taster zum temporären Deaktivieren der Lüftung)
- Information der Lehrer / Nutzer sehr wichtig
- Nutzerfreundliche Regelung durch Präsenzmelder (Vermeidung Zugluft und Geräusche)



Schullüftung Hinweise

Auslegung Luftwechsel Beispiel Computerraum [6]

- Randbedingungen: **Volumen 230 m³, bei 30 Personen (ca. 74 m², bei 3,2 m Raumhöhe)**
- DIN EN 15251 : 1119 m³/h (Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik)
- Passivhaus 600 m³/h (20 m³/Person)
- Nachlüftung bei doppeltem Luftwechsel: 460 m³/h
- DIN EN 13779: 1200 m³/h (Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme) – Zielwert von 1000 ppm CO₂, d.h. ca. 36 m³/h pro Schüler [IDA 2]
- **Heute nach DIN EN 16798**

Schullüftung

Auslegung nach DIN EN 16798 [5]

DIN EN 16798 -1 und TR 16798 – 2: Luftvolumenstrom

Beispiel Schule:

Gesamtluftvolumenstrom für ein emissionsarmes Gebäude


25 Schüler Fläche 50m²

q_{tot} ($q_p + q_B$ Schüler und Gebäudeanteil)							
Categories	q_B	Non adapted			Adapted		
	m ³ /h	q_p	q_{tot}	l/s per person	q_p	q_{tot}	l/s per person
		m ³ /h	m ³ /h		m ³ /h	m ³ /h	
I	180	900	1080	12	315	495	5,5
II	126	630	756	8,4	225	351	3,9*
III	72	360	432	4,8	135	207	2,3*
IV	54	225	279	3,1*	90	144	1,6*


Mindestanforderung 4 l/s wird nicht erfüllt


Schullüftung






Auslegung Luftwechsel Tools [6]

 **CO₂-Modell**

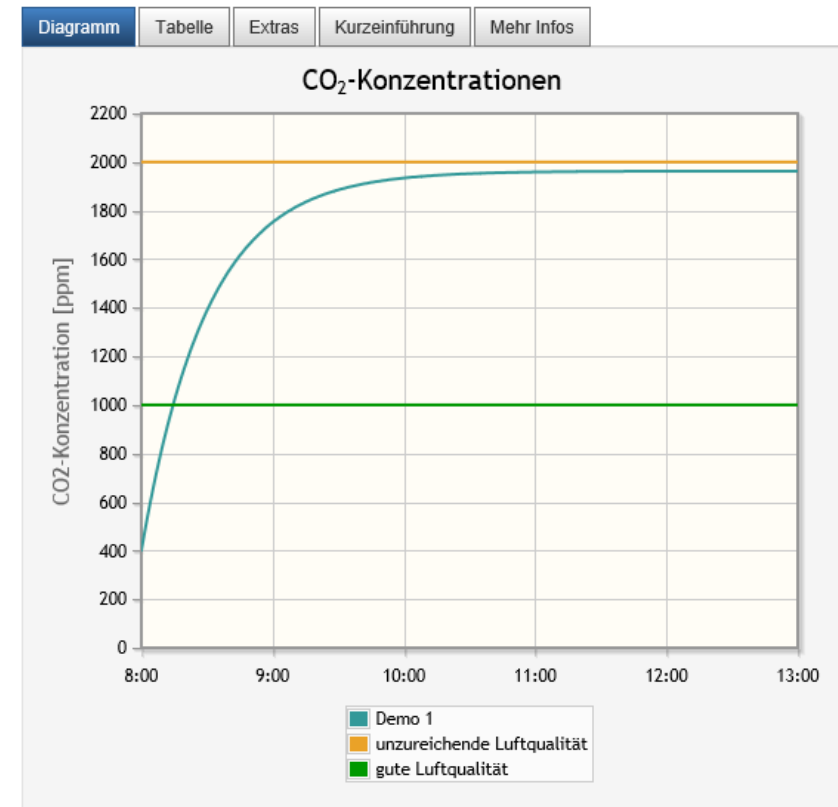
 **Niedersächsisches
Landesgesundheitsamt**

Demo 1 

Titel:	Demo 1	
Raumhöhe:	3.2	m
Grundfläche:	50	m ²
CO ₂ anfangs:	400	ppm
CO ₂ außen:	400	ppm
Luftwechselrate:	2	1/h
Raumbelegung:	25	Personen
CO ₂ -Abgaberate:	20	l/h/Person
Startzeit:	8:00	hh:mm
Regieanweisungen:	 Regieanweisung hinzufügen	
Stoppzeit:	13:00	hh:mm

Berechnen **Zum Skript-Modus wechseln**



<http://www.co2-modell.nlga.niedersachsen.de/index.php>

Schullüftung Hinweise

Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden Teil I: Bildungseinrichtungen (1-2) [4]

- Die Konzentration von Kohlendioxid (CO₂) in der Innenraumluft von Unterrichtsräumen darf im Mittel einer Unterrichtseinheit eine **Konzentration von 1000 ppm nicht überschreiten.**
- Eine Lüftung über Fenster allein reicht zum Erreichen einer guten Innenraumluftqualität während des Unterrichts in Schulgebäuden nicht aus. Eine **Konzeption bestehend aus Grundlüftung über mechanische Lüftungsanlagen und Zusatzlüftungsmöglichkeit über Fenster in den Pausen (hybride Lüftung) wird vom AK Lüftung dringend empfohlen.**

Schullüftung Hinweise

Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden Teil I: Bildungseinrichtungen (3-4) [4]

- Für jedes Unterrichtsgebäude (Schulen, Kitas, Universitäten) ist ein **Lüftungskonzept** zu erstellen, das sowohl Aspekte für die Planung und Ausführung von Neubauten und Sanierungsarbeiten im Bestand als auch für den täglichen Betrieb umfasst. Lüftungskonzepte sind raumweise – unabhängig von der Lüftungsart (mechanische Lüftung oder über Fenster) – für den Sommer- und den Winterbetrieb getrennt zu erstellen.
- Lüftung muss **funktional, bedarfsgerecht und wirtschaftlich** (Investition und Betrieb) sein. Die Planung hierzu ist zwischen den beteiligten Fachplanern und -ingenieuren, Bauherrn und Nutzern abzustimmen.

Schullüftung Hinweise

Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden Teil I: Bildungseinrichtungen (5-6) [4]

- Die Lüftungssysteme sollen über **Wärme- und Feuchterückgewinnung** verfügen und bedarfsgerecht regelbar sein. Neben der CO₂-Konzentration stellt die **relative Feuchte der Luft ein weiteres Kriterium für gute bzw. angemessene Innenraumluftqualität** dar. Sie soll vorzugsweise im Bereich zwischen 30 bis 60 Prozent liegen
- Eine sorgfältige **Inbetriebnahme ist Voraussetzung für den Betrieb**. Den Nutzern ist eine **Einweisung in das jeweilige Lüftungskonzept** mit klar verständlichen schriftlichen Handlungsempfehlungen zu übergeben.

Schullüftung Hinweise

Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden Teil I: Bildungseinrichtungen (7-8) [4]

- In Schulbestandsbauten, die nicht sogleich mit einer Lüftungstechnik versehen werden können, ist auch während einer Unterrichtseinheit eine Lüftung über die Fenster unbedingt erforderlich. **Die Verwendung eines CO2-Sensors (Lüftungsampel) kann Hilfestellung geben, um eine Verbesserung der Fensterlüftung zu erreichen.**
- In der Betriebsphase sind vorhandene technische Anlagen regelmäßig zu **überprüfen und zu reinigen, um ihre ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit zu gewährleisten.** Dazu gehört auch der Nachweis auf die Einhaltung des o. g. CO2-Leitwertes unter realen Nutzungsbedingungen.

Quellenangaben

- [1] Der Schulbau - Weidmannsche Taschenausgaben von Verfügungen der Preußischen Unterrichtsverwaltung; Hane, Moritz; Berlin 1931
- [2] Schulbau Konferenz Jugenheim 1951 - Vorträge und Ergebnisse; Berger, Wilhelm; Jugenheim 1952
- [3] Schulbau von heute für Morgen; Berger, Wilhelm; 1960
- [4] Anforderungen an Lüftungskonzeptionen in Gebäuden Teil I: Bildungseinrichtungen; UBA, 2017
- [5] FgK e.V. – Fachverband Gebäude Klima diverse Druckschriften
- [6] Lüftung von Sondernutzungsräumen in Schulen; Klaus Huber, Elmar Bollin, Forschungsgruppe net – Nachhaltige Energietechnik, INES - Institut für Energiesystemtechnik der Hochschule Offenburg

Für Fragen stehe ich gerne zur Verfügung

carsten.dittmar@systemair.de

