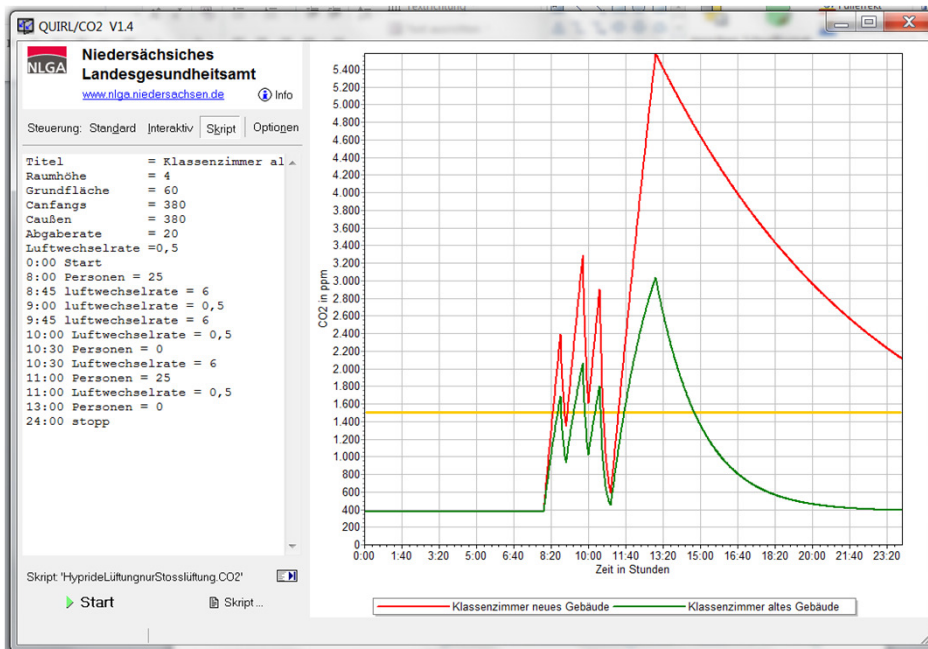


Low-Tech oder High-Tech? Die Lüftungstechnik für die Sanierung der Uhlandschule (Hauptbau + Pavillion)

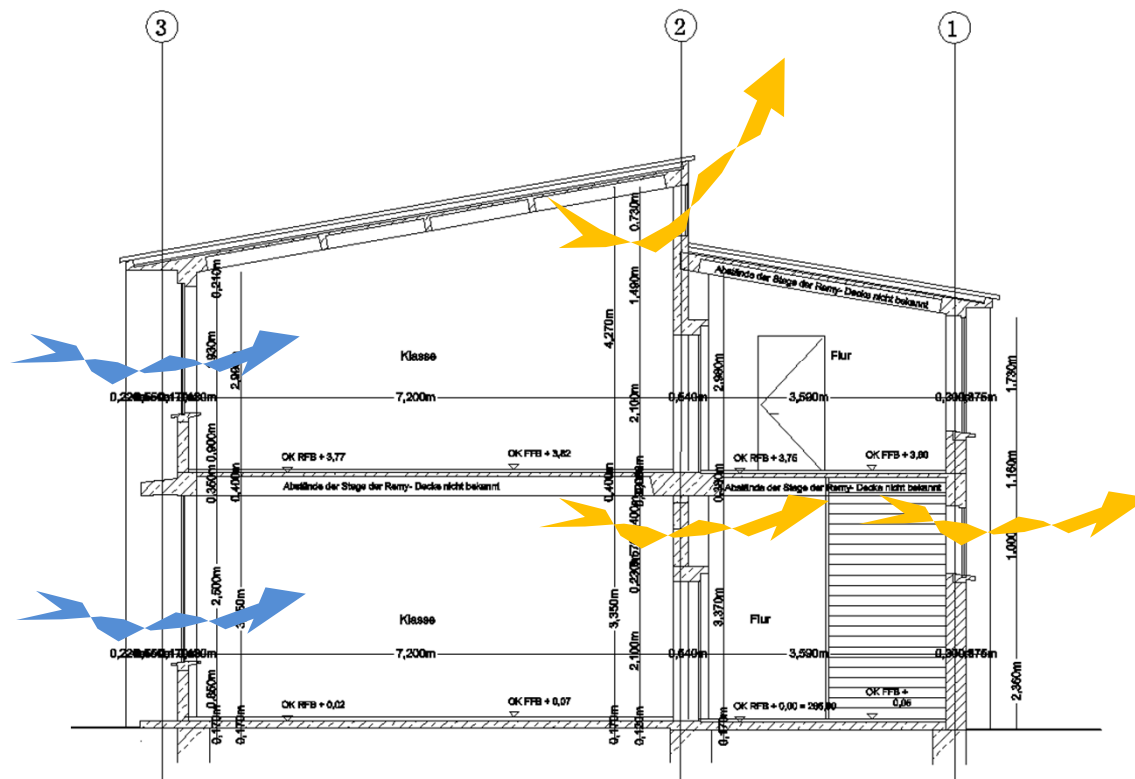
Fabien Vincent, Wilhelm Stahl
Stahl + Weiß, Büro für SonnenEnergie
Basler Straße 55, 79100 Freiburg



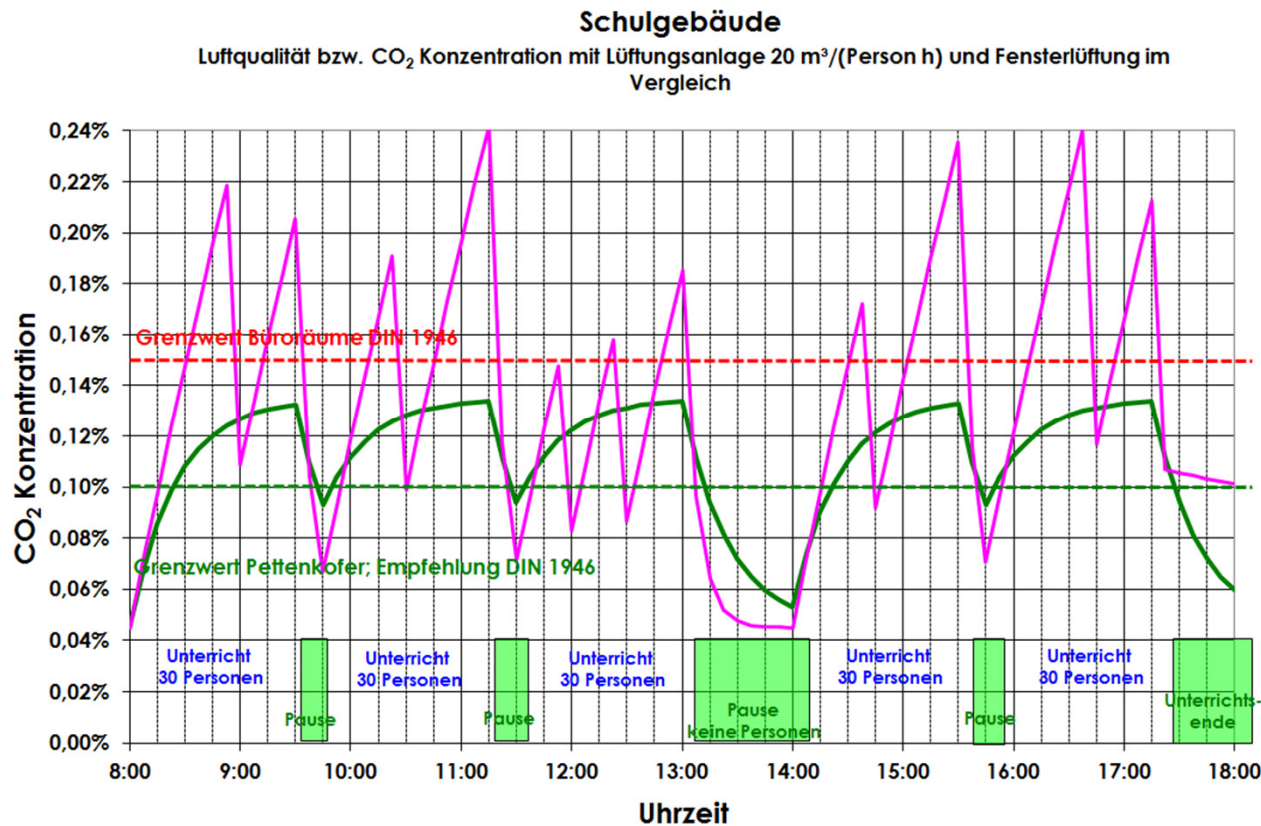
CO₂-Konzentration in Klassenzimmer mit Stosslüftung während der Unterrichtspausen
grün: gebaut um die Jahrhundertwende Raumhöhe 4 m, Fugenluftwechsel 0,5/h
rot: gebaut nach 1950 Raumhöhe 3 m, Fugenluftwechsel 0,1/h

Zur Verbesserung der Luftqualität wurden in vielen nach 1950 gebauten Schulen Möglichkeiten zur Querlüftung realisiert:

z.B. Uhlandschule, Otto-Raupp-Schule Denzlingen, Waldorf-Schule Freiburg,



Mechanische Lüftung
Kombination mit Fensterlüftung?
Justus von Liebig – Schule Waldshut, erste Passivhauschule in Deutschland
Öffenbare Fenster, Stoßlüftung vom Nutzer gefordert!



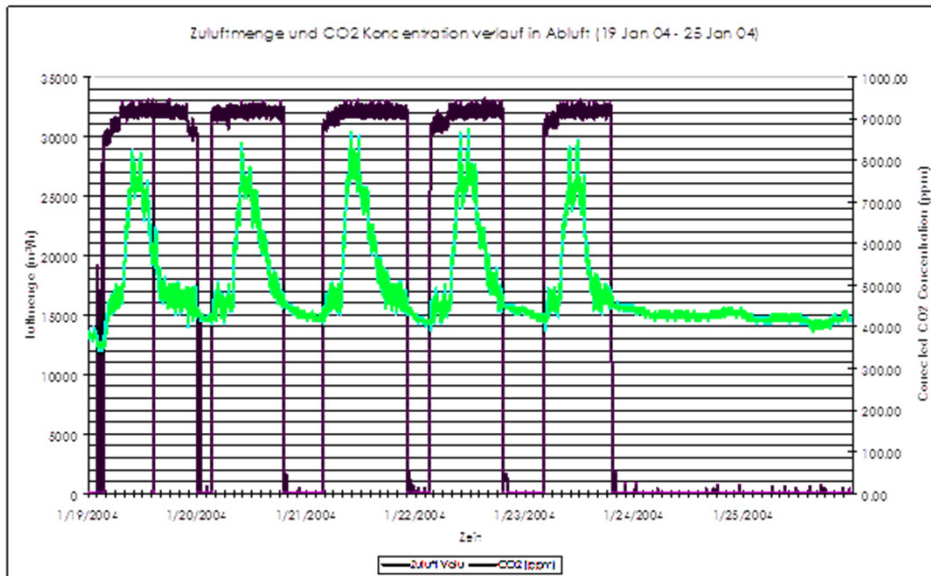
Energiebilanz
03.02.2011 12:52 Uhr

Ausstemperatur	-1.4 °C
Heizleistung	97.3 kW
Wärmerückgewinnung	146.9 kW
Umweltentlastung	330.6 tCO ₂
Ertrag PV-Anlage	100000 kWh
Leistung PV-Anlage	4.5 kW

Die aktuellen Werte des Gebäudeleitsystems werden auf einem Display in der Eingangshalle angezeigt und über eine Schnittstelle zum Webserver stündlich auch im Internet aktualisiert.

www.energiesparschule.de/de/home/

Dimensionierung der mechanische Lüftung mit 20 m³/(Person h) als positiver Kompromiss zwischen Größe (Kosten!) der Lüftungsanlage und Raumluftqualität, vielleicht nicht DIN konform aber funktioniert gut und zufriedene Nutzer.



Justus von Liebig –Schule Waldshut:
 Zentrale Lüftungsanlage mit
 maximal 35.000 m³/h. Zuluft in die
 Klassenzimmer, schallgeschützte
 Überströmung in die Flure, von dort
 über Schächte zurück zum
 Lüftungsgerät.

schwarz: Luftmenge m³/h
 grün: CO₂-Konzentration in der Abluft

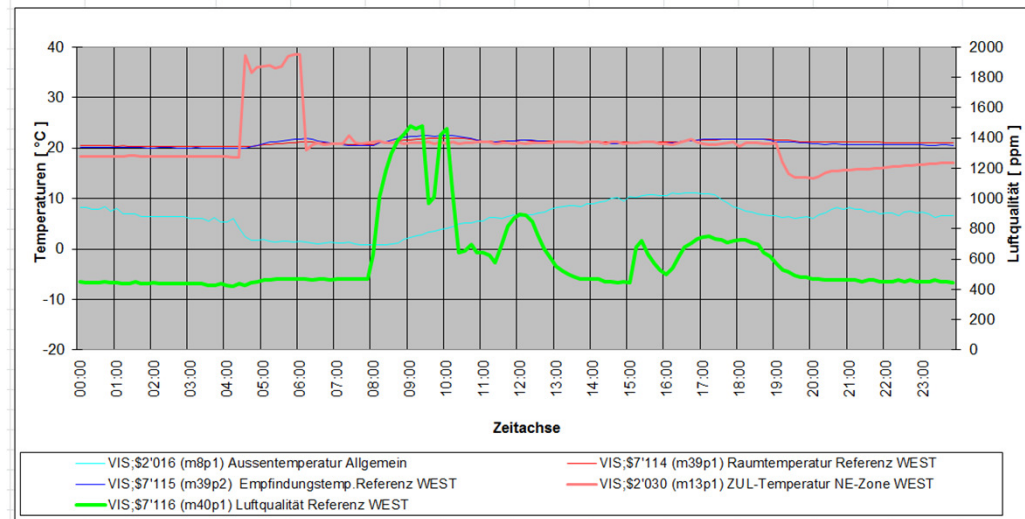
grün: CO₂-Konzentration im Klassenzimmer

In den Klassenzimmern werden maximale
 CO₂-Konzentrationen von 1500 ppm
 erreicht.
 Der maximale Wert der CO₂-Konzentration
 in der Abluft liegt bei 800 ppm, da nicht
 immer alle Klassen voll belegt sind und über
 die Luftmengen der Verkehrsflächen die
 CO₂-Konzentration sich reduziert.

Referenzraum Unterricht R 1.21

Datum : 17. Okt. 03

Auswertung



Hybride Lüftung - A Mechanisch mit Wärmerückgewinnung
B einseitige Fensterlüftung
C Querlüftung
D Nachtlüftung

A Mechanisch mit Wärmerückgewinnung : zentral oder dezentral für die Uhlandschule?

Entscheidung bei diesem Projekt relativ einfach:

- architektonische Entwurf und die Wärmedämmung der Stützen führt zu geeigneten Flächen für die Frischluftansaugung und die Fortluft
- im Bereich über der Tafel das Lüftungsgerät innenarchitektonisch gut plaziert werden kann
- die Zuluft in den Raum an der Klassenzimmerdecke entlangströmen kann
- das Kanalnetz einer zentralen Lüftungsanlage mit den gesamten Problemen bei einer Sanierung entfällt
- die Einzelraumregelung wesentlich einfacher erfolgen kann
- der Ventilatorenergieverbrauch geringer ist
- beim Öffnen der Fenster z.B. über Fensterkontakte das Lüftungsgerät einfach ausgeschaltet werden kann.



Hybride Lüftung - A Mechanisch dezentral mit Wärmerückgewinnung

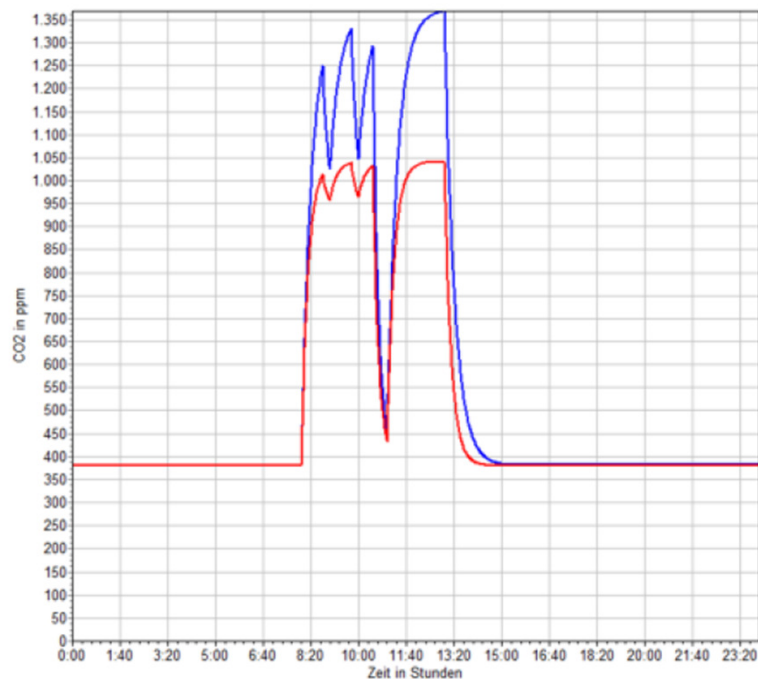
B einseitige Fensterlüftung

C Querlüftung

D Nachtlüftung

A Mechanisch dezentral mit Wärmerückgewinnung

LTG Fassaden-Lüftungsgeräte Univent® Typ FVS

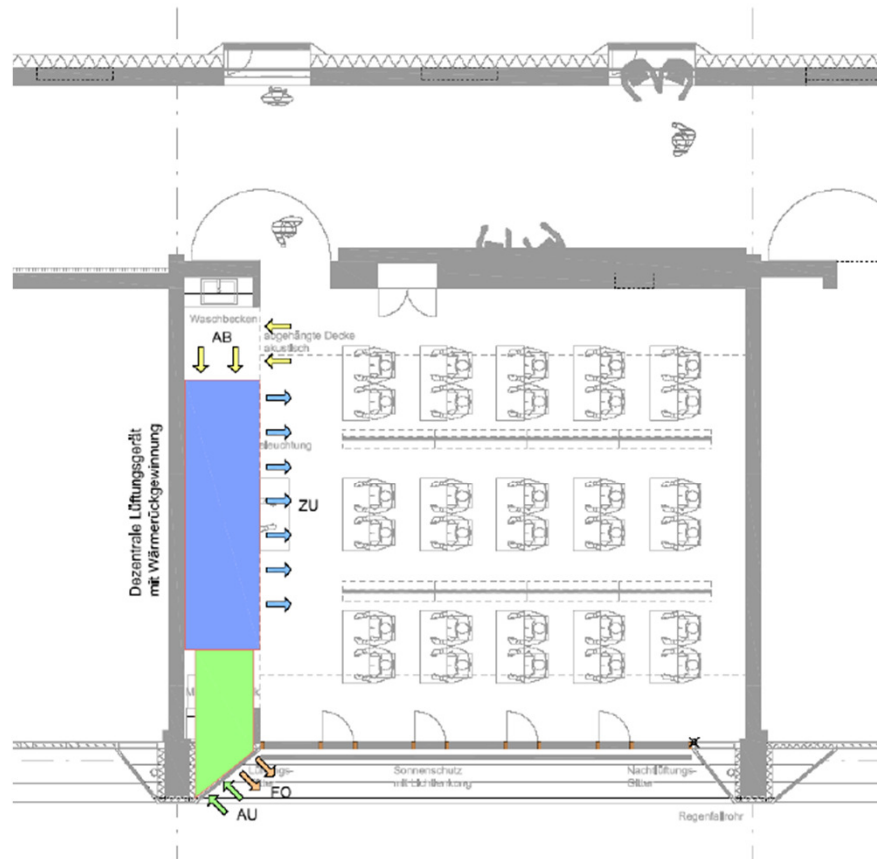


Technische Daten

Betriebsart	50 %	100 %	100 %	
Bypass	Zu	Zu	Offen	Zu
V [m³/h]	400	600	680	730
L_{WA,1} [dB(A)]	33	39	39	42
L_{WA,2} [dB(A)]	38	44	47	47
L_{WA,3} [dB(A)]	51	61	61	66
L_{WA,3} [dB(A)] mit 500 mm Kulissen- schalldämpfer	45	55	55	60
P_{el} [W]	50	130	130	235

Nach DIN 30 m³/(Person h) mit 25 Personen 750 m³/h ergibt CO₂-Konzentration 1000 ppm! Geplanter Betrieb auf kleiner Stufe mit 500 m³/h entsprechend 20 m³/(Person h) ergibt CO₂-Konzentration 1500 ppm. Vorteile niedrige Geräuschemissionen, niedriger Ventilatorenergieverbrauch! Nachteile des großen Geräts Investitionskosten, Platzbedarf!

A Mechanisch dezentral mit Wärmerückgewinnung Frischluft und Fortluft



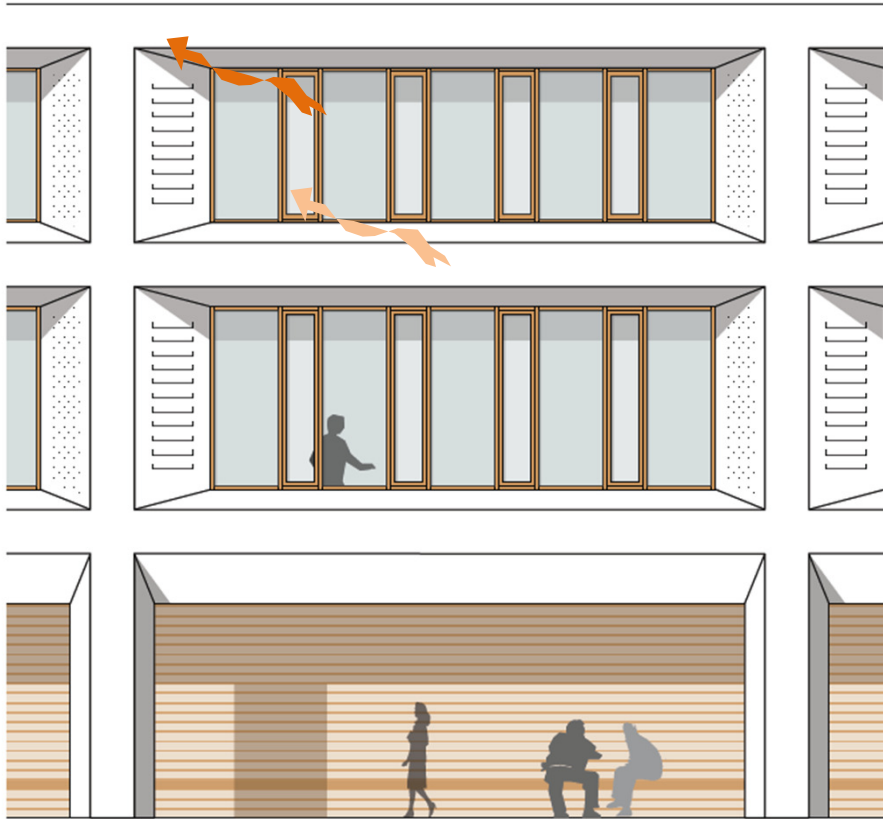
**Ingenieurgruppe Freiburg
GmbH**

Ansicht Ausschnitt Entwurf



B einseitige Fensterlüftung

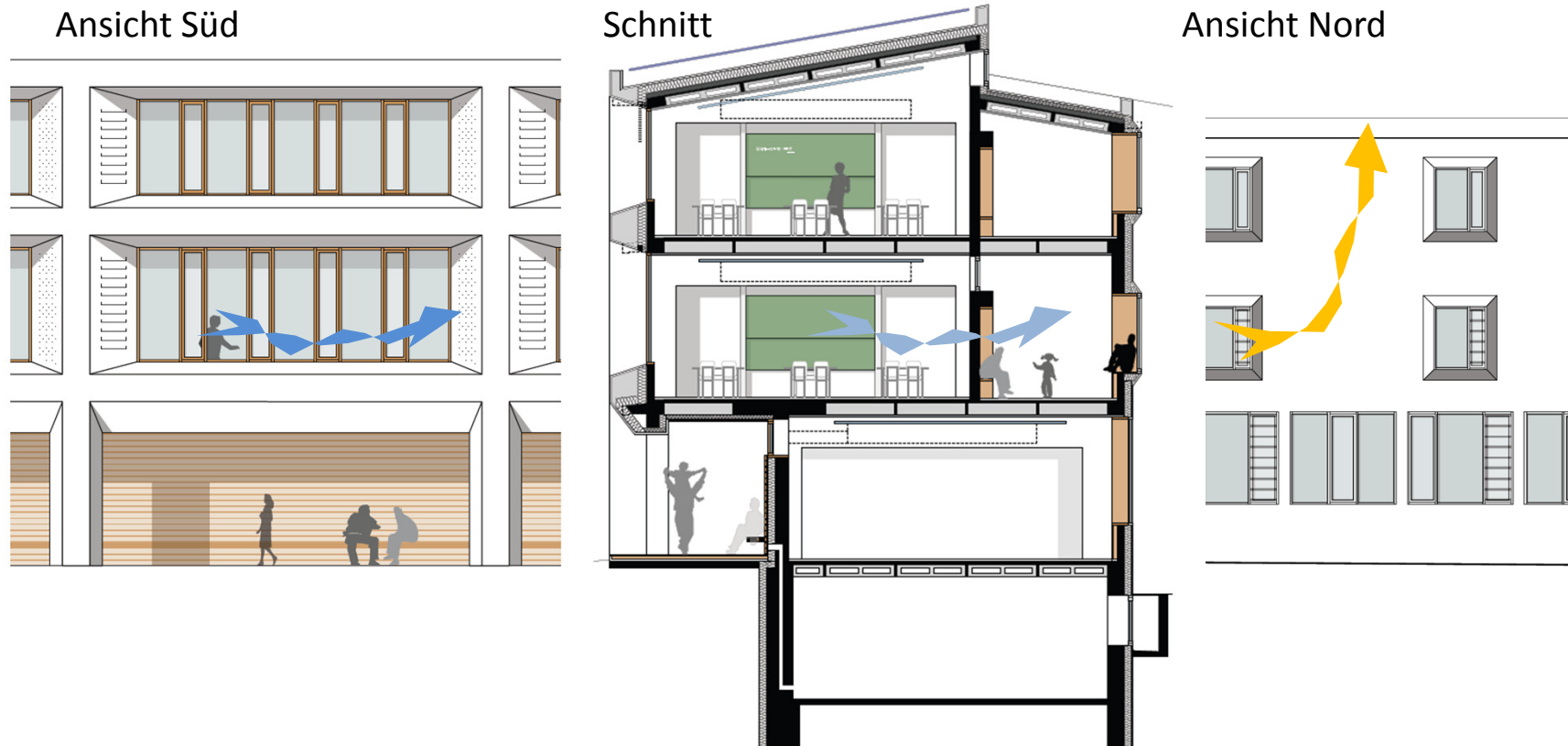
Ansicht Ausschnitt Entwurf



Schulbaurichtlinie Baden-Württemberg fordert
 $0,3 \text{ m}^2$ öffentbare Fensterfläche pro Schüler, also
für 25 Schüler $7,5 \text{ m}^2$!

- C Querlüftung
- D Nachtlüftung

Dimensionierung der Lüftungsöffnungen für Luftwechsel 3/h mit freier Strömungsflächen $0,125 \text{ m}^2$ auf dem gesamten Luftweg



Alle Lüftungsöffnungen sind einbruch- und mit Wetterschutzgitter regensicher (kein Regenwächter erforderlich). Die Nachtlüftung kann zur sommerlichen Verbesserung des Raumklimas beitragen. Allerdings werden die Effekte gering sein, weil die thermische Gebäudemasse gering ist. Zu Forschungszwecken soll in einem Klassenzimmer mit PCM die thermisch aktive Gebäudemasse vergrößert werden.

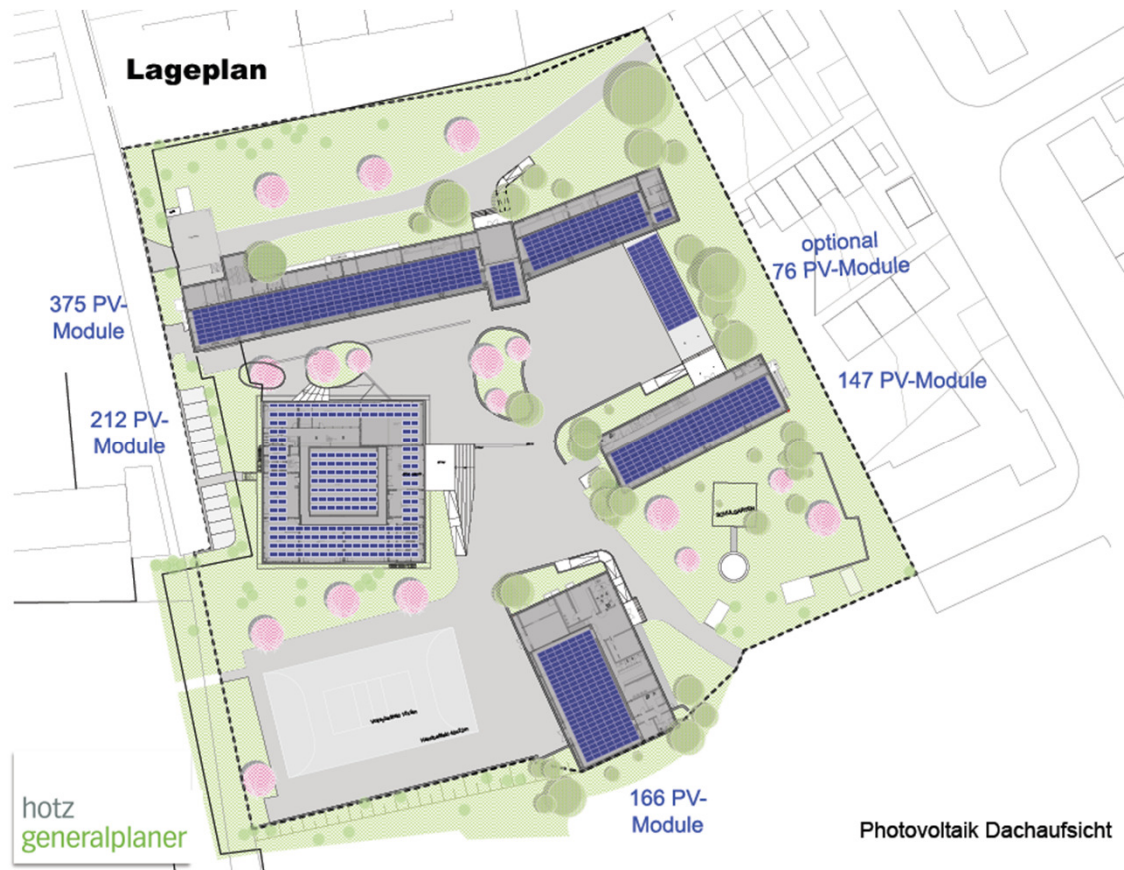
Vorläufiger Betriebsenergieverbrauch (gebäude- und nutzerspezifisch)

Detailliertere Berechnung Primärenergieverbrauch Uhlandschule						Stand
Kommentare und Annahmen kursiv!						03.06.11
Hauptbau + Pavillion + Turnhalle + Hausmeisterwohnung						
NGF 4200 m ²						
Ergebnisse DIN 18599 Beratermodus angepasste Wetterdaten, WRG, Nutzerprofile, Luftvolumenströme						
			EE	NGF	PEF	PE
			Elektrizität	kWh/		Primärenergie
				(m ² NGF a)		MWh/a
Heizung			45200	11	2,6	118
Warmwasser			12300	3	2,6	32
Beleuchtung			12600	3	2,6	33
Belüftung			25500	6	2,6	66
Kühlung			0	0	2,6	0
Leistungszahlen der Wärmepumpen Turnhalle + Pavillion 3,6, Hausmeisterwohnung 2,5, Hauptgebäude 3,4!						
Hausmeisterwohnung zu schlecht!!!!						
Kontrolle spez. Ventilatorenergieverbrauch						
			0,4	Wh/m ³		
Sonstige nicht von der DIN 18599 erfasste elektrische Verbraucher						
Derzeitiger Kenntnisstand! Annahmen sind im Planungsteam zu verifizieren!						
	Anzahl	Leistung	Betriebs-			
		W	stunden	kWh/a		
			h/a			
Computer	15	150	800	1800		
Kühlschrank	3			600		
Kaffeemaschine	3	100	800	240		
Lehrküche Herd	1	2000	400	800		
Spülmaschine	2			300		
Brennofen	1	9000	200	1800		
Hausmeisterwohnung				3000		
Summe				8540	2	2,6
						22
Neubau						
NGF 1750 m ²						
Vorläufige Werte DIN 18599 Nachweis (nicht Beratermodus)						
			EE Wärme	NGF	Annahme	
			kWh/a	kWh/	WP LZ	PEF
				(m ² NGF a)		
Heizung			224000	53	3	2,6
						194
Warmwasser			12300	3	3	2,6
						11
Diese berechneten Werte stehen in Widerspruch zu den Verbrauchswerten Mittel 2005 - 2010						
witterungsbereinigt EE Erdgas Heizung 146000 kWh/a und WW 14000 kWh/a!						
			EE			
			Elektrizität			
Beleuchtung			9000	2		2,6
						23
Belüftung			0	0		2,6
						0
Kühlung			0	0		2,6
						0
Sonstige nicht von der DIN 18599 erfasste elektrische Verbraucher						
	Anzahl	Leistung	Betriebs-			
		W	stunden	kWh/a		
			h/a			
Computer	15	150	800	1800		
Kühlschrank	0			0		
Kaffeemaschine	2	100	800	160		
Summe				1960		2,6
						5
Summe						504
	EE	PEF	PE			
PV Fläche	kWh/(m ² a)		kWh/(m ² a)			m ²
	140	2,6	364			1385
Stahl + Weiß, Büro für SonnenEnergie, Basler Straße 55, 79100 Freiburg T. 0761 38909-30 www.stahl-weiss.de						

Hauptbau + Pavillion + Turnhalle + Hausmeisterwohnung	kWh/ (m ² NGF a)	MWh/a
Heizung	11	
Warmwasser	3	
Beleuchtung	3	
Belüftung	6	
Kühlung	0	
Sonstige nicht von der DIN 18599 erfasste elektrische Verbraucher	2	
Neubau		
Heizung	53	
Warmwasser	3	
Sonstige nicht von der DIN 18599 erfasste elektrische Verbraucher	1	
Summe Primärenergie		504



Photovoltaikflächen und Plusenergiebilanz



Starke Leistung – hohe Stabilität.
Bosch Solar Module c-Si M 60

976 Module x 230 W_p = 224 kW_p
→ 554 MWh_{PE}/a

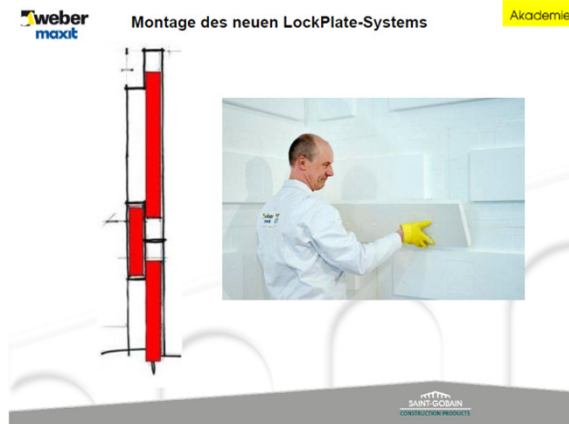
Low-Tech oder High-Tech für die Lüftung?

Low-Tech plus High-Tech für die Lüftung!

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Merci beaucoup de votre attention !



Innovation



Dicke und Gewicht

Nominale Dicke: 42,4 mm
Gewicht: 45,4 kg/m²

Lichttechnische Daten

Transmission: 73 %
Reflektion außen: 15 %
Reflektion innen: 15 %

Energie-Faktoren EN 410

Transmission: 51 %
Reflektionsgrad außen: 26 %
Reflektionsgrad innen: 22 %
Absorption A1: 13 %
Absorption A2: 2 %
Absorption A3: 8 %
Gesamtenergiedurchlassgrad g: 0,59
Shading coefficient: 0,68

Wärmedurchgangskoeffizient - 0° bezogen auf vertikale Position

Ug : 0,5 W/(m²/K)



Vakuumdämmung, Superglas, hocheffiziente PV-Module, hocheffiziente mechanische Lüftung mit Lüftungswärmerückgewinnung, natürliche Belichtung mit Raffstoren mit Tageslichtlenkung im Oberlichtbereich, Kunstlicht mit tageslichtabhängiger Steuerung und Präsenzmelder für jede Schulbank, LED Leuchtmittel

