

SCHULBAU MIT ZUKUNFT

Gefördert durch das



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



© S. Cornils / IBUS Architekten

PLUSENERGIE - GRUNDSCHULE HOHEN NEUENDORF

Prof. Ingo Lütkemeyer, IBUS - Architekten und Ingenieure

IBUS
ARCHITEKTEN



Bauherr	Stadt Hohen Neuendorf
Gesamtkoordination Architektur, Bauleitung Tageslichtkonzept, Thermische Bauphysik	IBUS Architekten und Ingenieure, Berlin, Bremen Prof. Ingo Lütkemeyer , Gustav Hillmann, Hans-Martin Schmid, Jan Geisen, Alexander Braunsdorf, Johannes Schumann, Bernd Rutkowski, Petra Boettcher, Nicole Röhlig, Margarethe Korolkow, Ernst Panse, Nora Exner
Technische Gebäudeausrüstung, Energiekonzept, Thermische Simulation, Tageslichtsimulation	BLS Energieplan GmbH, Berlin; Jens Krause, Marko Brandes, Markus Mallé, Katrin Neumann
Tragwerksplanung	STB Döhren Sabottke Triebold und Partner, Potsdam´ Diethelm Marche
Begleitforschung, Koordination	sol-id-ar planungswerkstatt berlin; Dr. Günter Löhnert, Andreas Dalkowski
Ökobilanz, Lebenszyklusanalyse	Ascona GbR, Holger König
Raumakustik	Dr. Detlef Hennings
Monitoring	HTW – Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin; Prof. Dr. Friedrich Sick , Sebastian Dietz
Projektförderung	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie– EnOB- Programm, Eneff-Schule



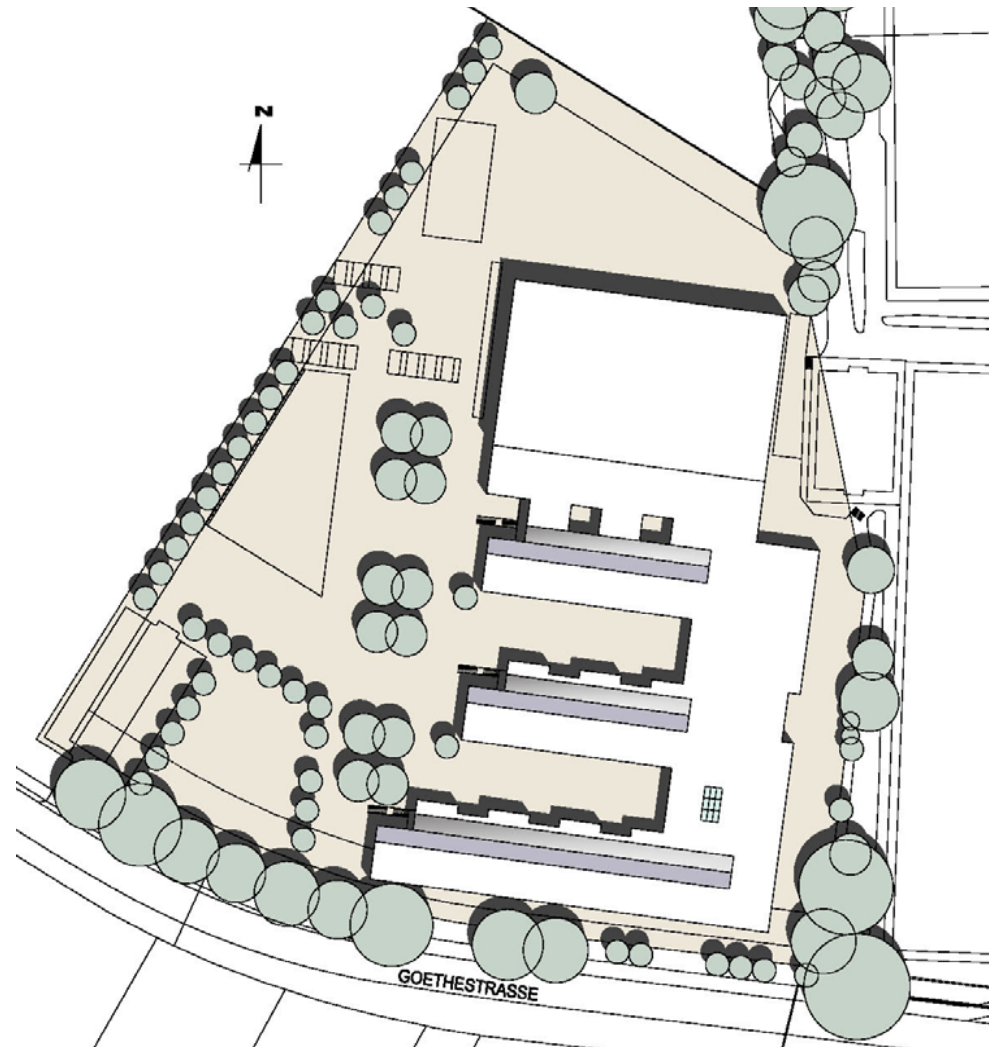
Ausgangssituation / Aufgabenstellung

- Hohen Neuendorf liegt im „Speckgürtel“ Berlins
- Steigende Einwohnerzahlen, junge Familien
- Neubaubedarf für eine 3- zügige Grundschule und eine Sporthalle mit folgendem Raumprogramm:
 - 18 Klassenräume
 - 6 Fachräume
 - Verwaltungs- und Lehrerbereich
 - Aula / Mensa mit Küche
 - 3- fach Sporthalle
- Ein Gebäudeflügel wird zur Zeit vom Hort genutzt
- Mit der Vergabe der Planungsleistungen wurden die Anforderungen für ein nachhaltiges Konzept formuliert. Architektur und Gebäudetechnik wurden zusammen ausgeschrieben
- Höchste Priorität wurde vom AG auf die Minimierung der Betriebskosten gesetzt

Lage



Lageplan



- 1 allgemeiner Unterricht
- 2 Flexraum
- 3 Gruppenraum
- 4 Fachraum
- 5 Verwaltung / Lehrer
- 6 Garderobe / Umkleide
- 7 Sammlung
- 8 Lehrmittel
- 9 Bibliothek
- 10 Küchenbereich
- 11 Aula
- 12 Geräteraum
- 13 Sporthalle
- 14 Hort
- 15 Lehrerzimmer
- 16 Technik



- 1 allgemeiner Unterricht
- 2 Flexraum
- 3 Gruppenraum
- 4 Fachraum
- 5 Verwaltung / Lehrer
- 6 Garderobe / Umkleide
- 7 Sammlung
- 8 Lehrmittel
- 9 Bibliothek
- 10 Küchenbereich
- 11 Aula
- 12 Geräteraum
- 13 Sporthalle
- 14 Hort
- 15 Lehrerzimmer
- 16 Technik



Kennwerte

Nettogrundfläche (in thermischer Hülle / beheizbare Fläche)	6.563	m ² NGF
Bruttogrundfläche	7.414	m ² BGF
Bruttovolumen V	38.184	m ³
Hüllfläche A	15.021	m ²
A/V-Verhältnis	0,39	m ² /m ³



© T. Kwiatosz / IBUS Architekten



© T. Kwiatosz / IBUS Architekten



ECKPFEILER DES PLUSENERGIEKONZEPTE



- Integriertes architektonisch- technisches Konzept
- Passivhausstandard der Gebäudehülle
- Optimierte Tageslichtbeleuchtung, hohe Tageslichtautonomie
- Hybrides Lüftungskonzept, Nachtlüftung
- Nutzung thermischer Massen, alternatives raumakustisches Konzept
- Regenerative Energieerzeugung mit Pellet BHKW und Pellet- Kessel und Photovoltaikanlage

Integriertes architektonisch- technisches Konzept



Architektonisches Konzept integriert

- Funktionale / pädagogische Bedingungen
- Technische Notwendigkeiten
- Energetische Anforderungen

Optimierte bauliche Bedingungen

- Minimierter Energiebedarf
- Sommerlicher Wärmeschutz

„Schlankes“ Technikkonzept

- Einfach und leicht regelbar
- Reduzierte Wartungskosten

Optimierter Innenraumkomfort

- Räumliche Qualität
- Luftqualität
- Thermische Behaglichkeit
- Visueller Konmfort

Wärmedämmung der Gebäudehülle - PASSIVHAUSSTANDARD

Bauteil	U-Wert [W/m²K]	Beschreibung
Außenwand Typ1	0,15	Bewehrter Stahlbeton mit Vormauerziegeln, Wärmedämmung aus Mineralwolle WLG 032
Außenwand Typ2	0,13	Beton-Hohlblocksteine mit Vormauerziegeln, Wärmedämmung aus Mineralwolle WLG 032
Fenster	< 0,8	Holz-Alu-Konstruktion
Dach	0,11	Stahlbeton mit Dämmung aus Polystyrolschaum-Partikel (350mm) und Gründachbepflanzung
Boden	0,10	Stahlbeton mit Perimeterdämmung aus expandierten Polystyrol-Hartschaumplatten (EPS)



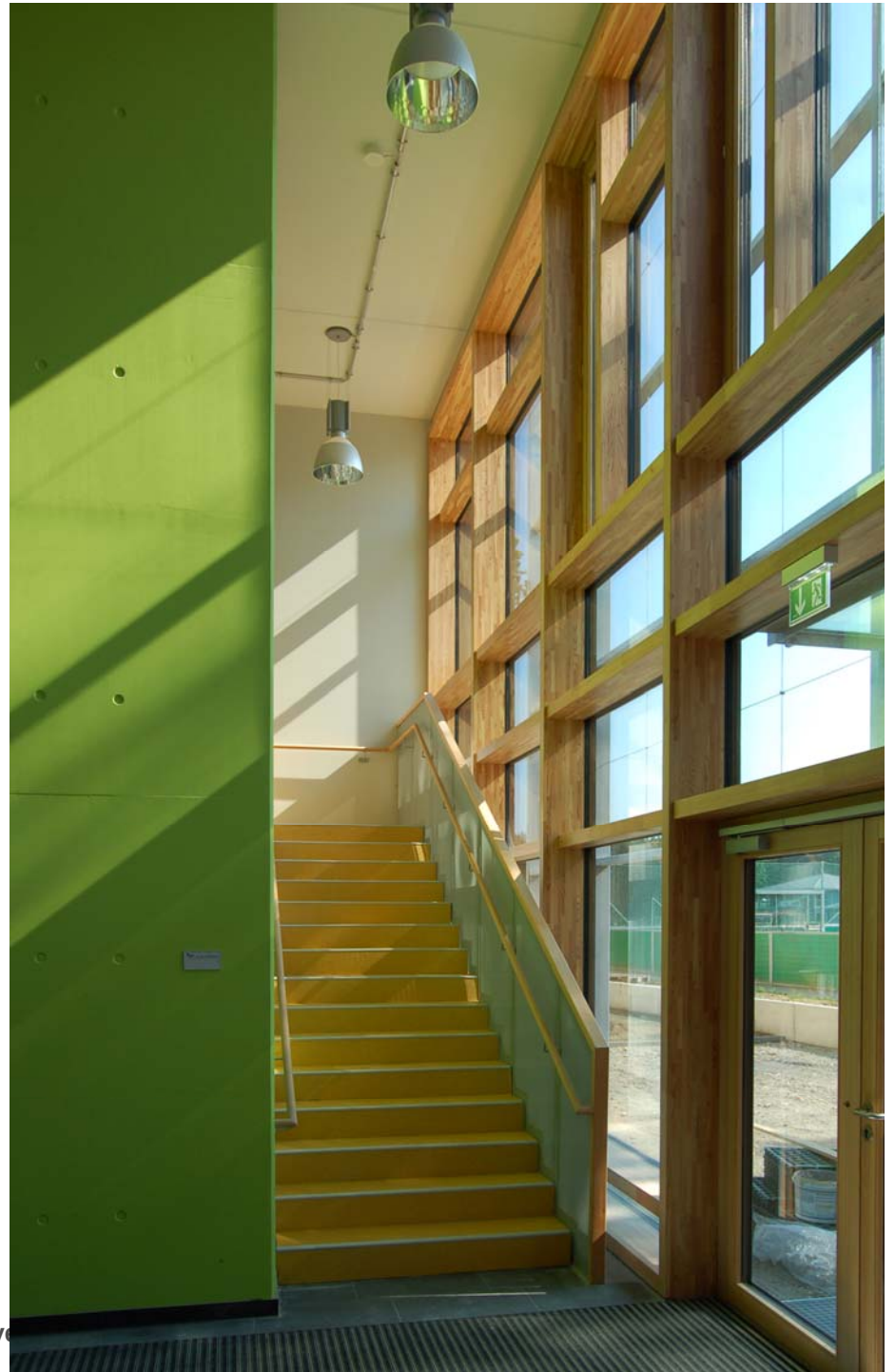
Architektur, Tageslicht, Raum – „öffentliche“ Bereiche

EG

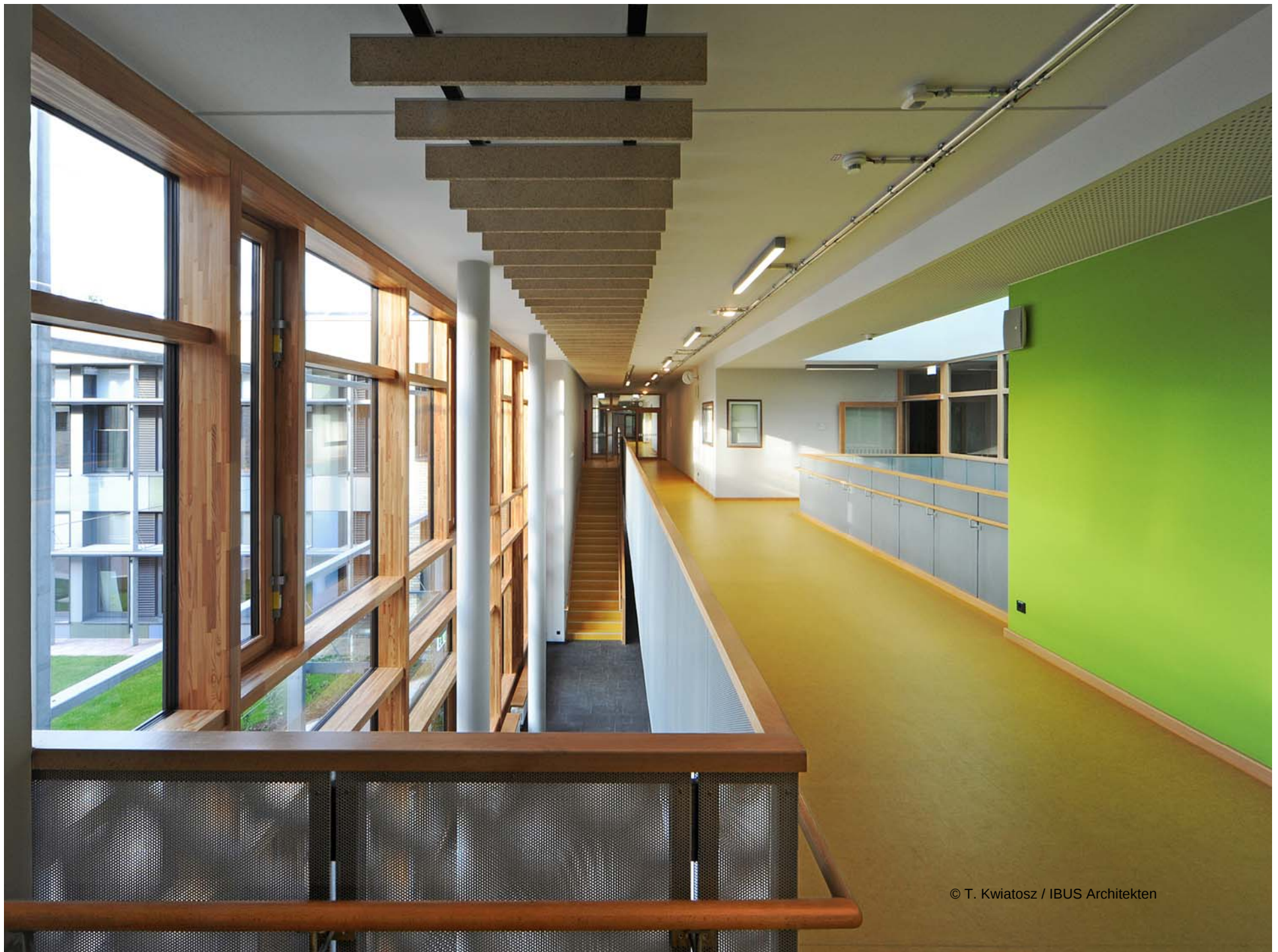


Tageslicht für die „öffentlichen“ Bereiche - Schulstraße

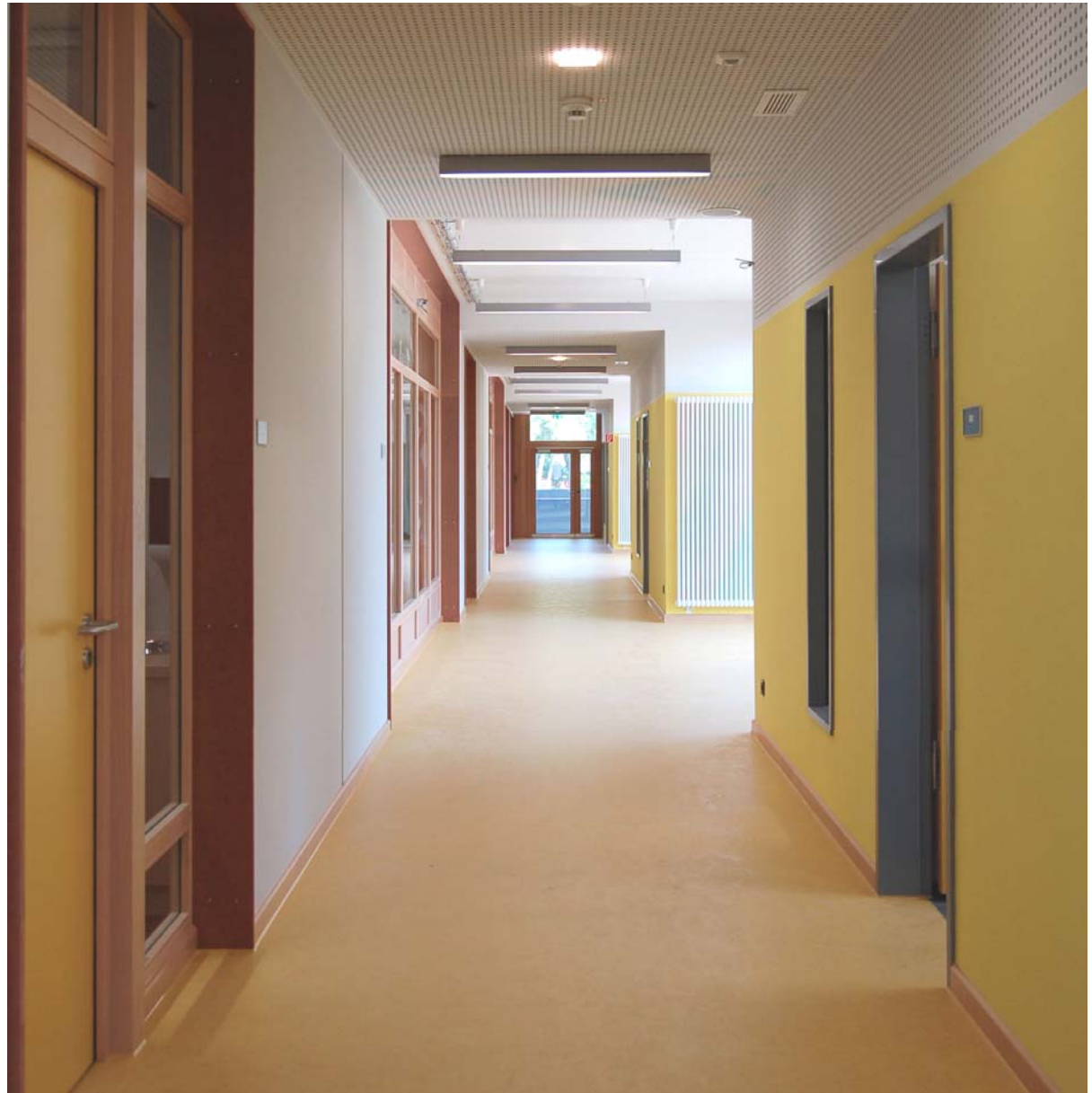








Klassenflur – Tageslicht und Transparenz



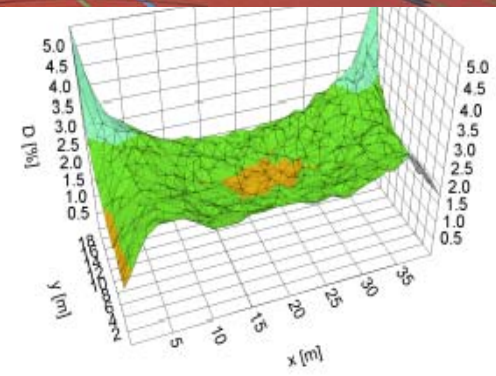
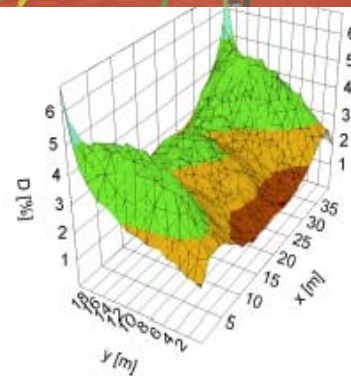


Sporthalle



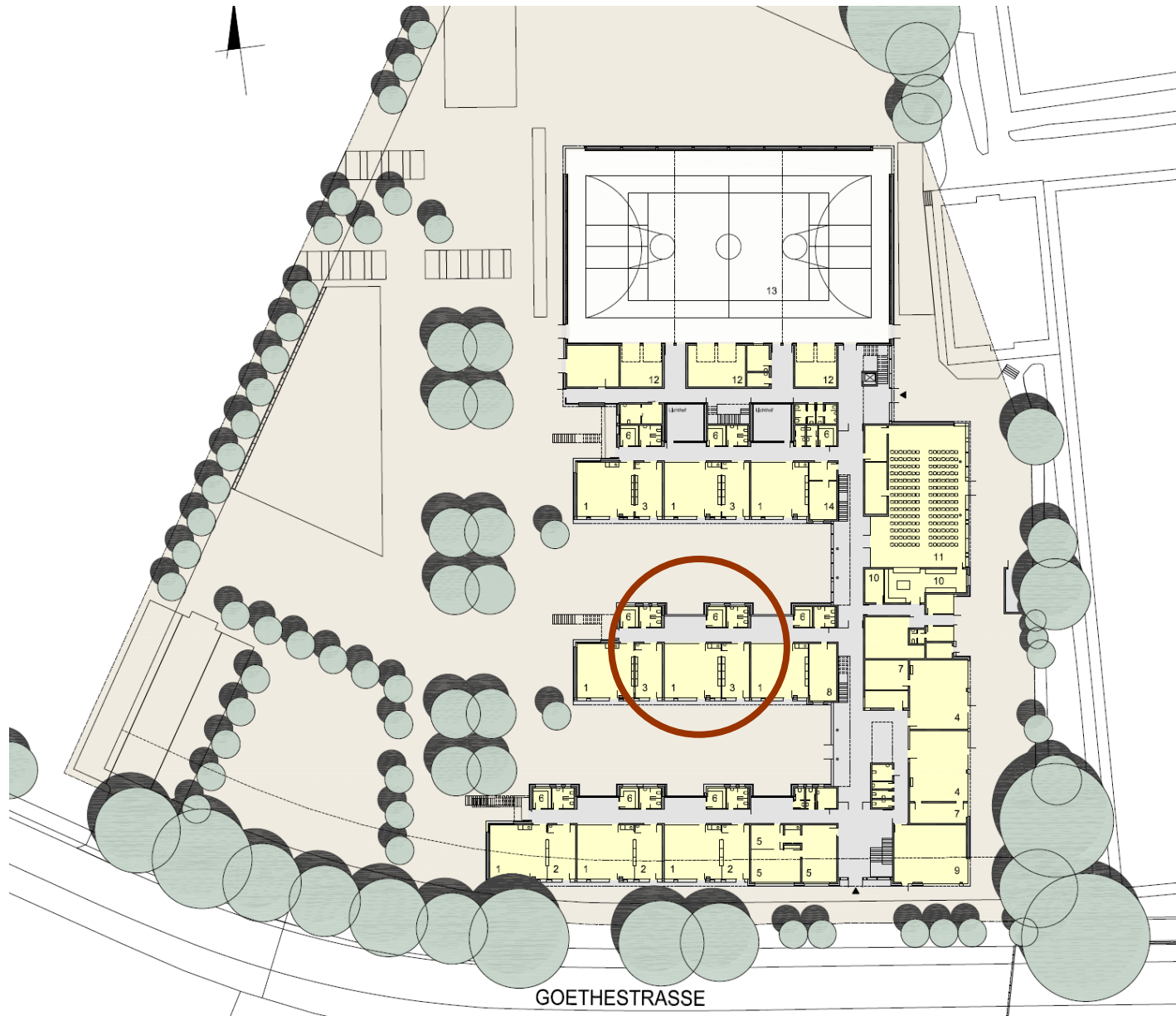
© T. Kwiatosz / IBUS Architekten

Optimierung der Tageslichtbeleuchtung

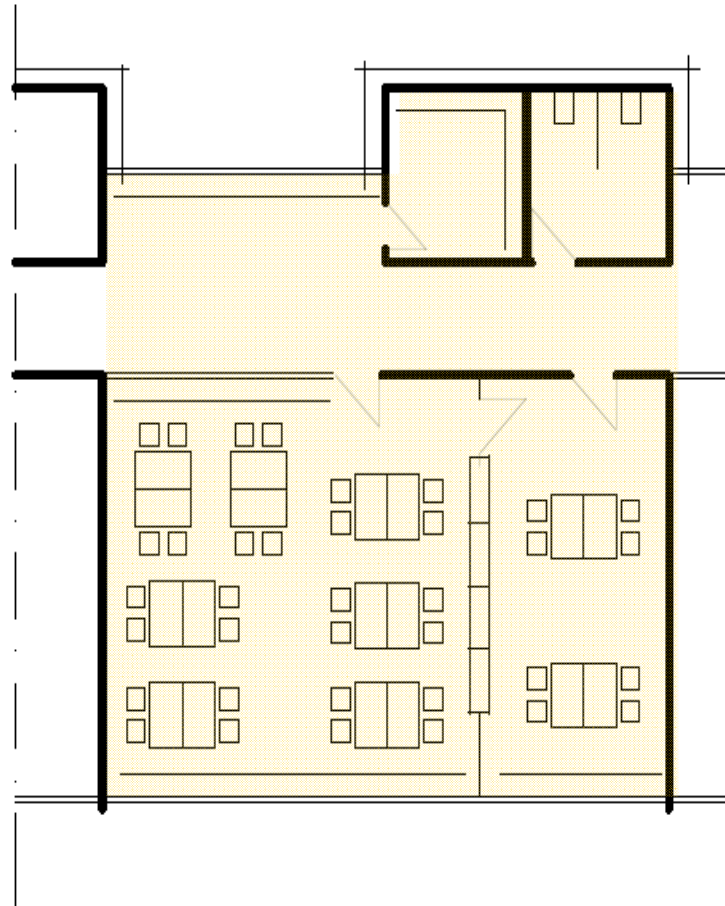


Integriertes Konzept für einen „Heimatbereich“

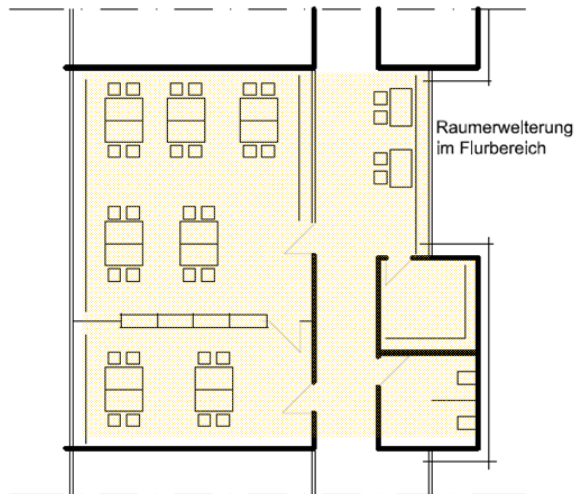
EG



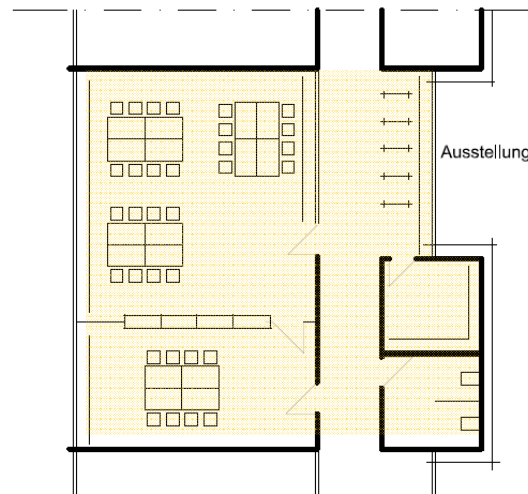
Heimatbereich einer Klasse



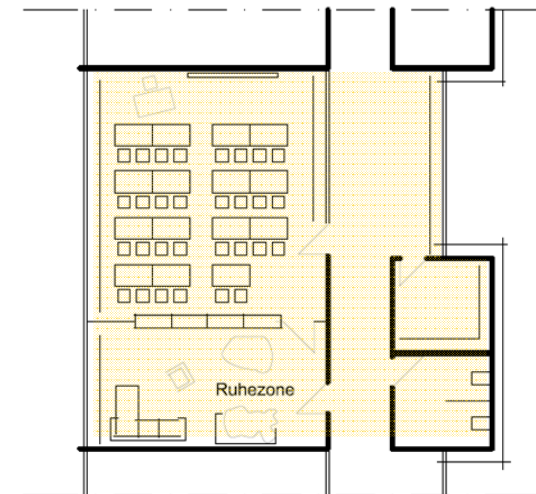
Heimatbereich - Nutzungsvarianten



Kleingruppenunterricht mit Differenzierung



Projektgruppenunterricht



Frontalunterricht und Entspannung

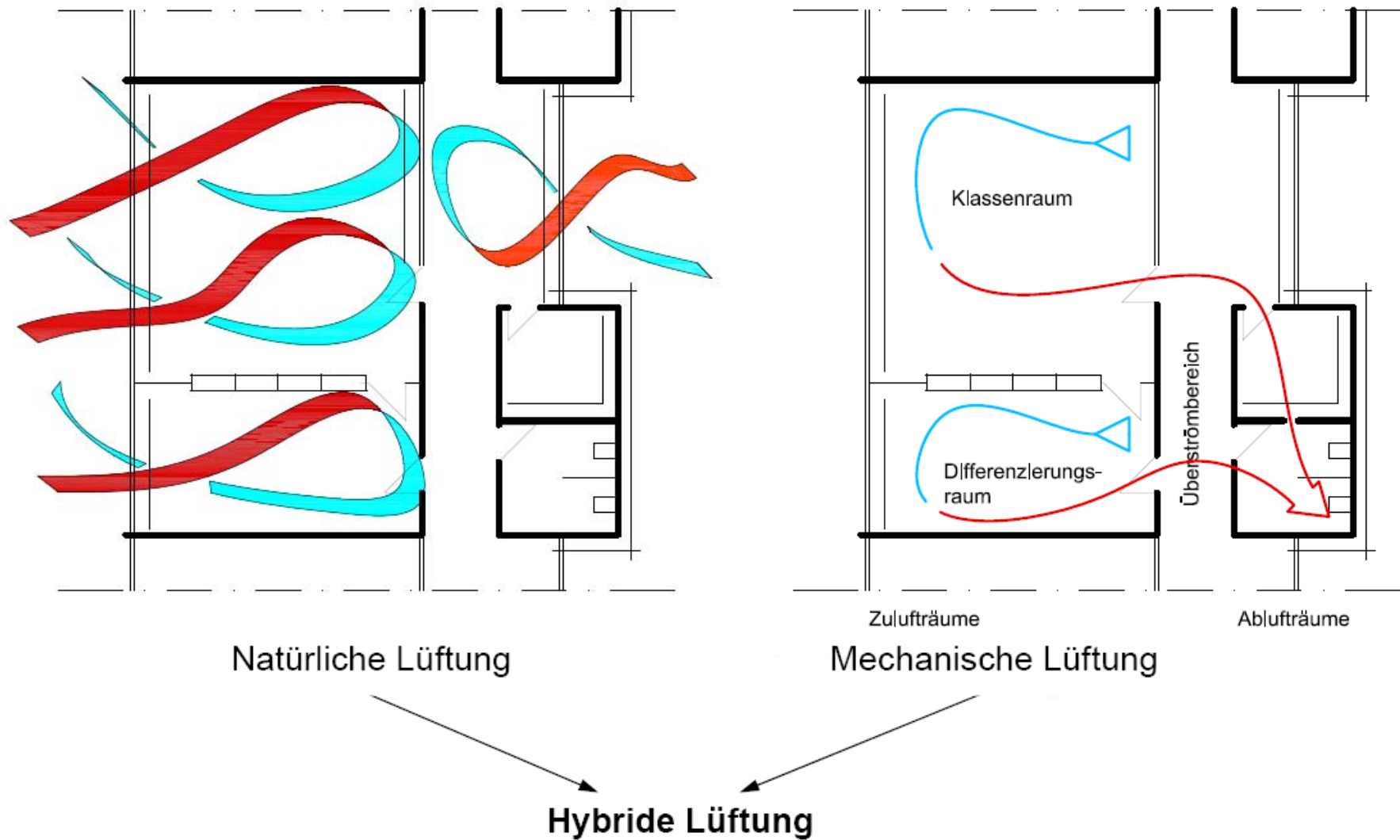




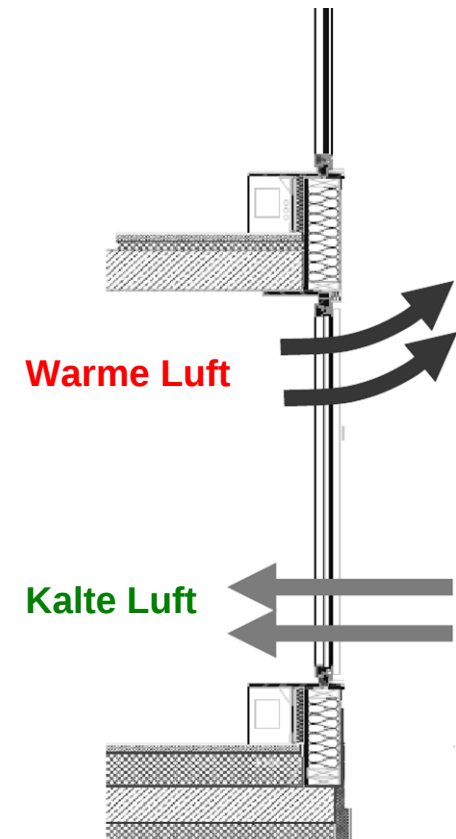
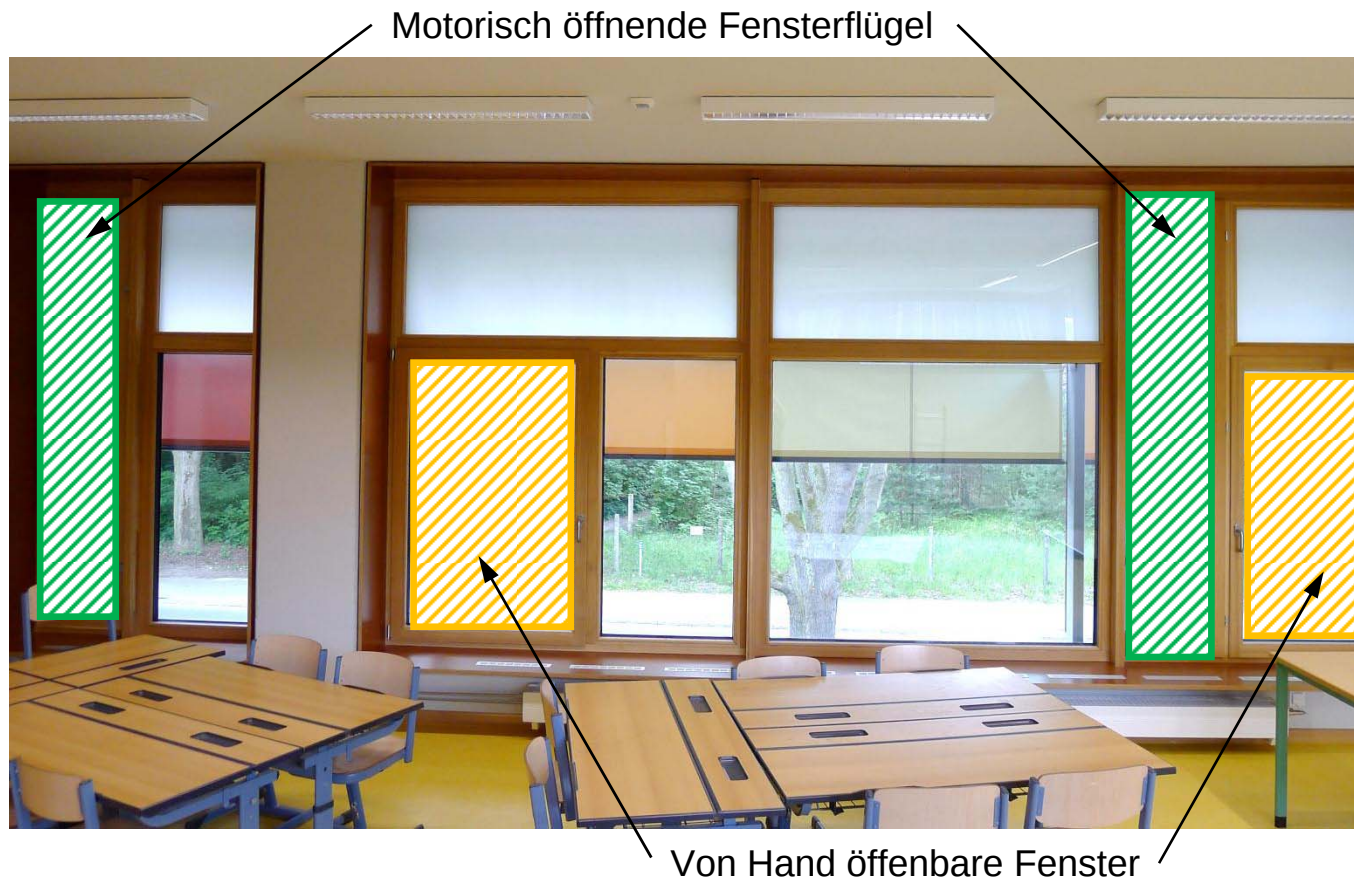
Klassenraum



Heimatbereich - Lüftungskonzept

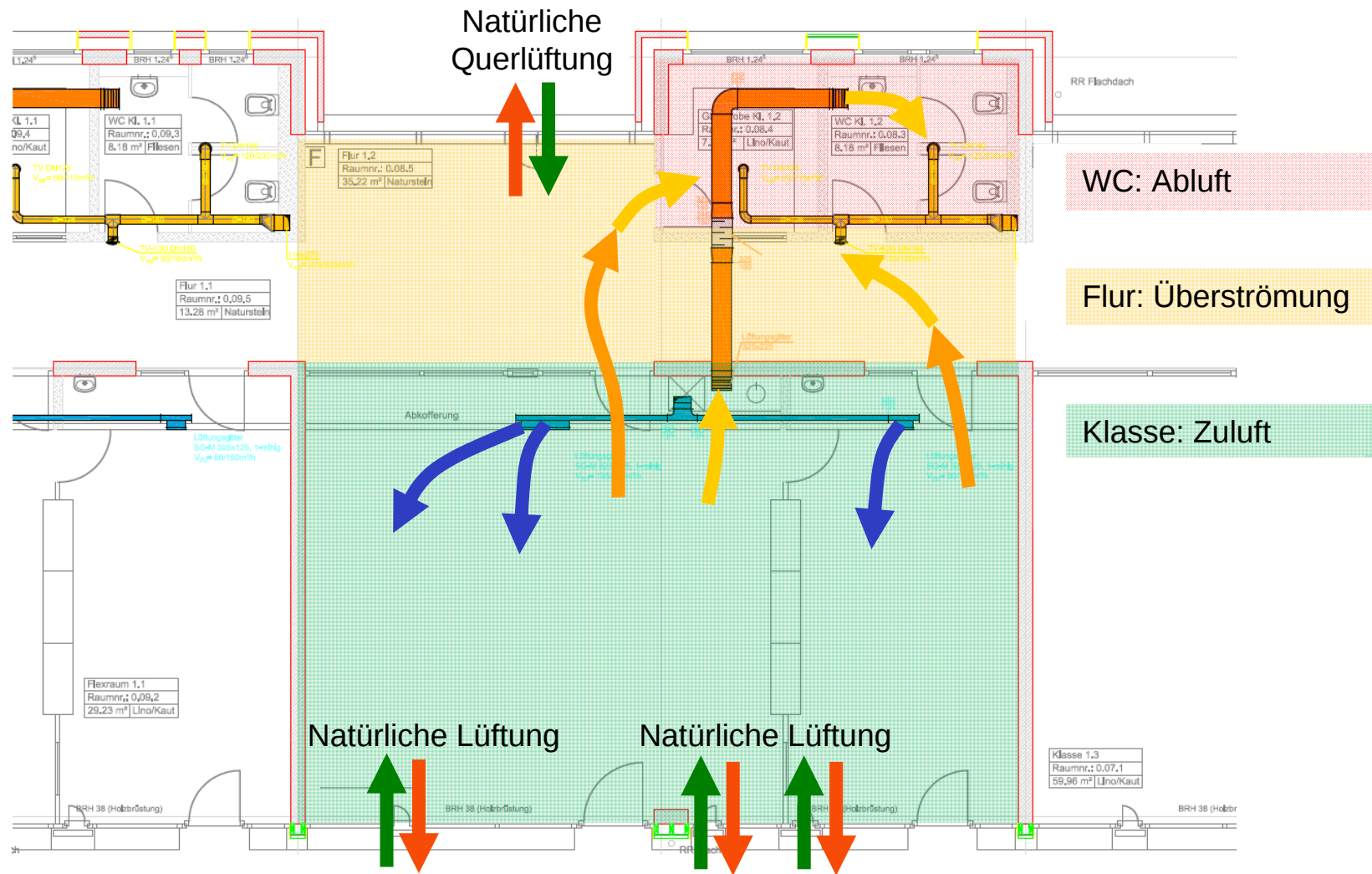


Heimatbereich – natürliche Lüftung



- Raumhoch
- Sturzfrei
- 8 – 10-facher Luftwechsel im Winter
- 6 – 8-facher Luftwechsel in der Übergangszeit

Heimatbereich – hybrides Lüftungskonzept



Hybride Lüftung

Funktionsprinzip

- Mechanische Grundlüftung:
- Natürliche Stoßlüftung über motorische Fensterflügel:

6,25 m³/(h Pers)
6- bis 10-facher LW

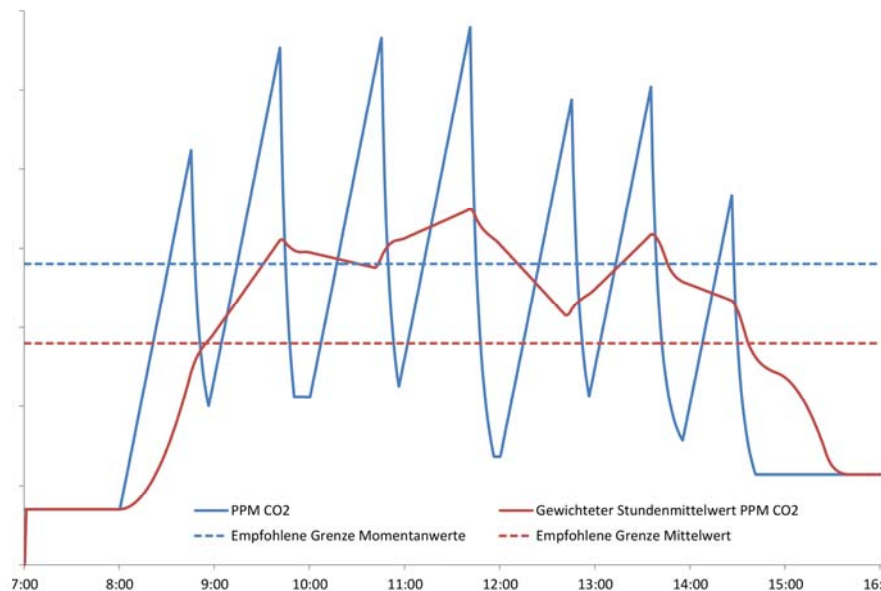
Optional bei ungünstigen Witterungsbedingungen

- Mechanische Lüftung Stufe 2:

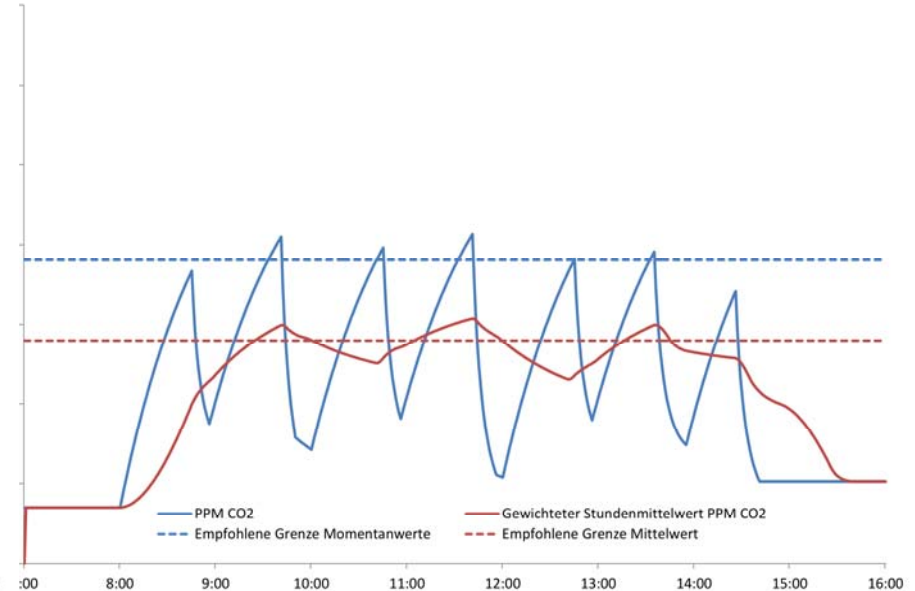
12,5 m³/(h Pers)

CO₂- Konzentration in einem Klassenraum (berechnet)

nur Stosslüftung in den Pausen



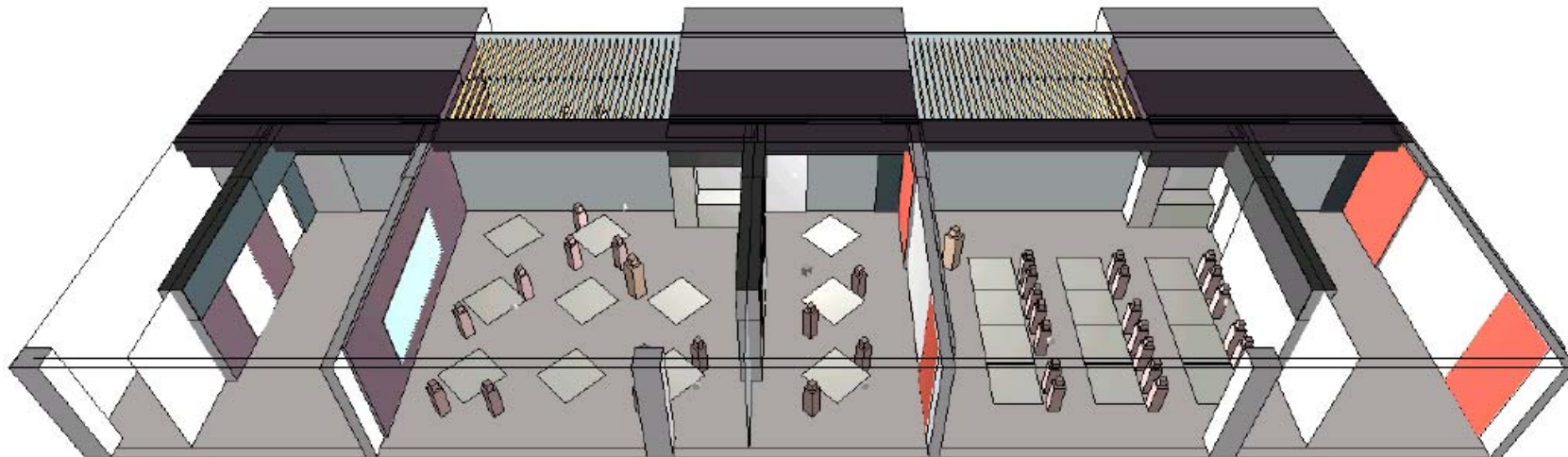
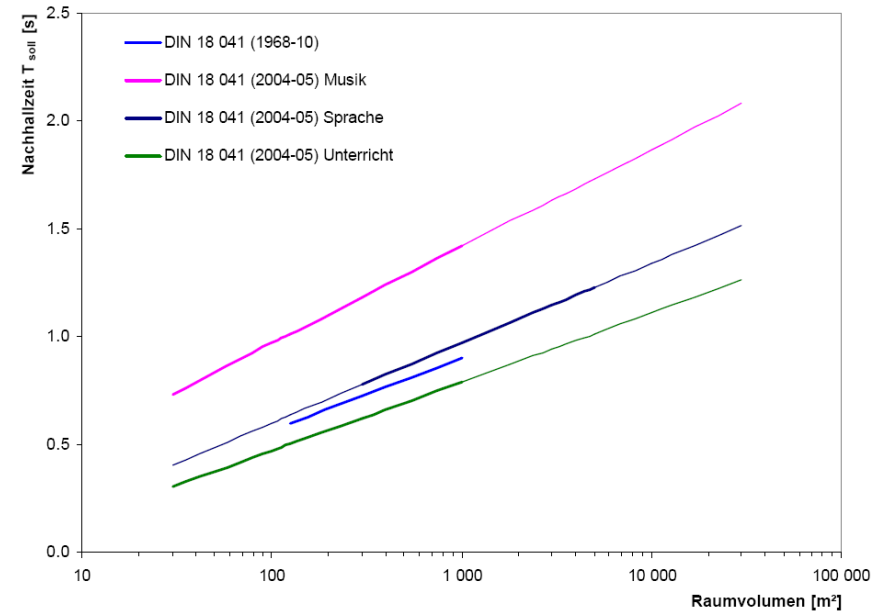
Stosslüftung in den Pausen
und mechanische Grundlüftung



Heimatbereich – Klassenraum – Akustik vs. Speichermasse



DIN - Empfehlung: Nachhallzeiten für verschiedene Nutzungsarten



Akustik vs. Speichermasse

DIN - Anforderung an einen Beispielraum

$$T_{\text{soll}} = 0.573 \text{ s}$$

- nach Sabine'scher Näherungs-Formel
in umgekehrter Form

$$T = 0.163 V / A$$

$$A = 0.163 V / T$$

nötige äquivalente (100%-)Absorberfläche

$$A = 60 \text{ m}^2$$

- hier Absorberfläche in Größenordnung der Raumgrundfläche

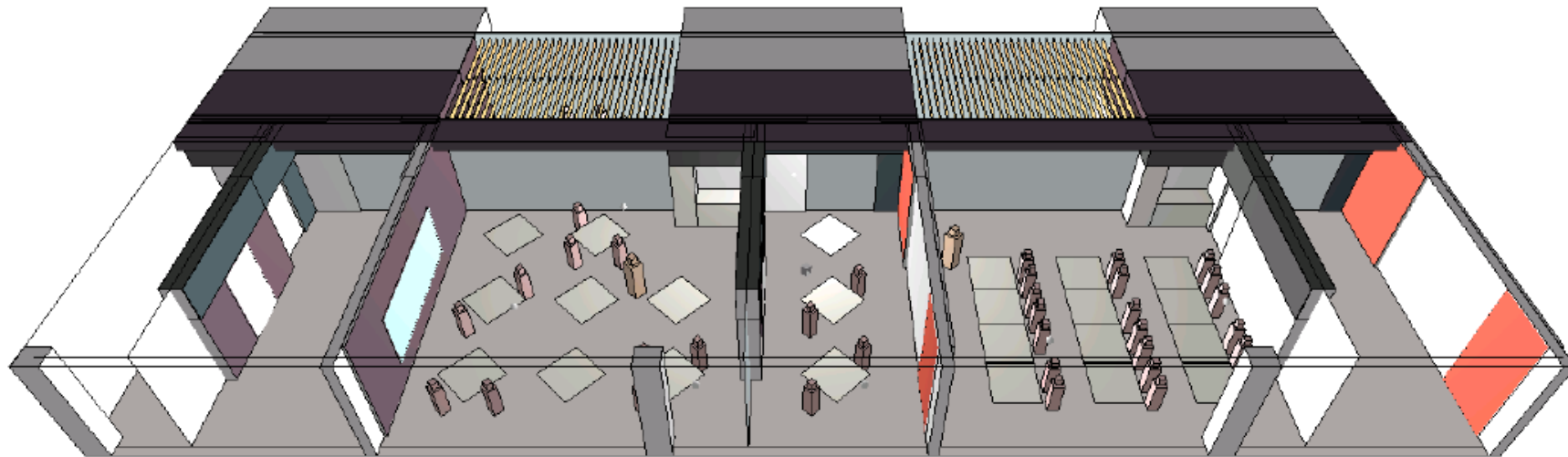
- deshalb 'funktioniert' die herkömmliche 'Akustikdecke' in vielen Fällen.

Aber mit thermischer Deckennutzung nicht verträglich.

- neue Lösungswege, die thermische Nutzung nicht beeinträchtigen

Akustik vs. Speichermasse

Klassentrakt - verfügbare Flächen für Schallabsorption



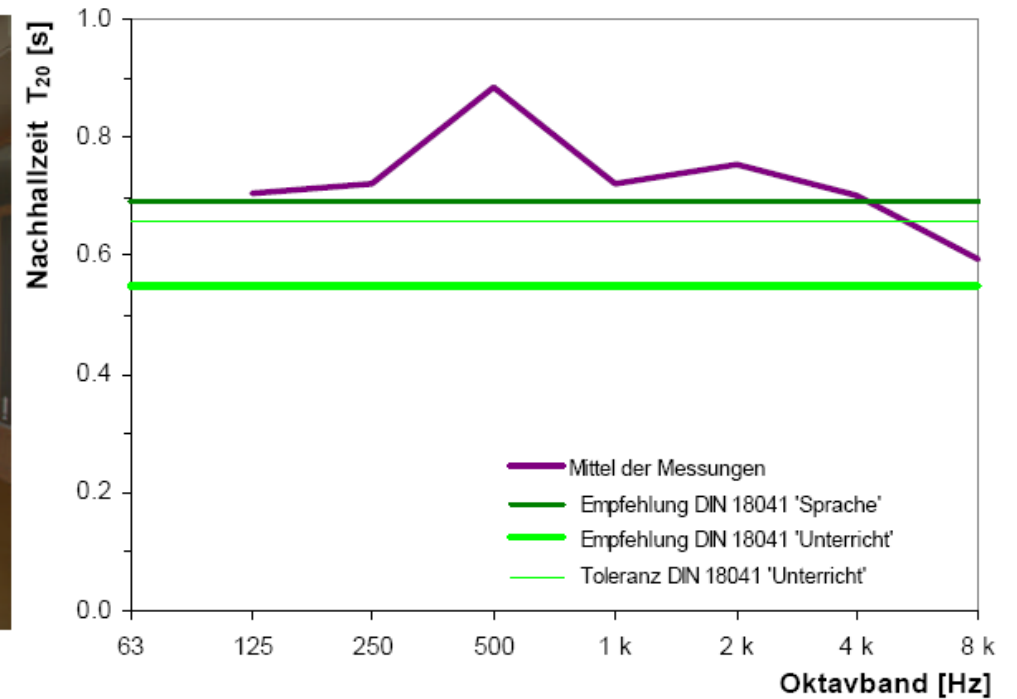
Äquivalente Absorberflächen	bei	tiefer	mittl.	hoher Freq.
- Breitband-Absorber max. 25 m ² an Stirnwänden		12 m ²	22 m ²	22 m ²
- Verglasung ca. 25 - 30 m ²		3-6 m ²	<2 m ²	<1 m ²
- Personen, je nach Besetzung		1-3 m ²	3-8 m ²	4-10 m ²
- diverse kleine Absorber (Mobilar, Ausstattung ...)		?	?	?
Summe, ungünstig / günstig gerechnet		14/21m²	24/31m²	26/32 m²
erforderlich für DIN-Empfehlung		>38 m² (optimal 46 m²)		

Heimatbereich – Klassenraum – Akustik vs. Speichermasse



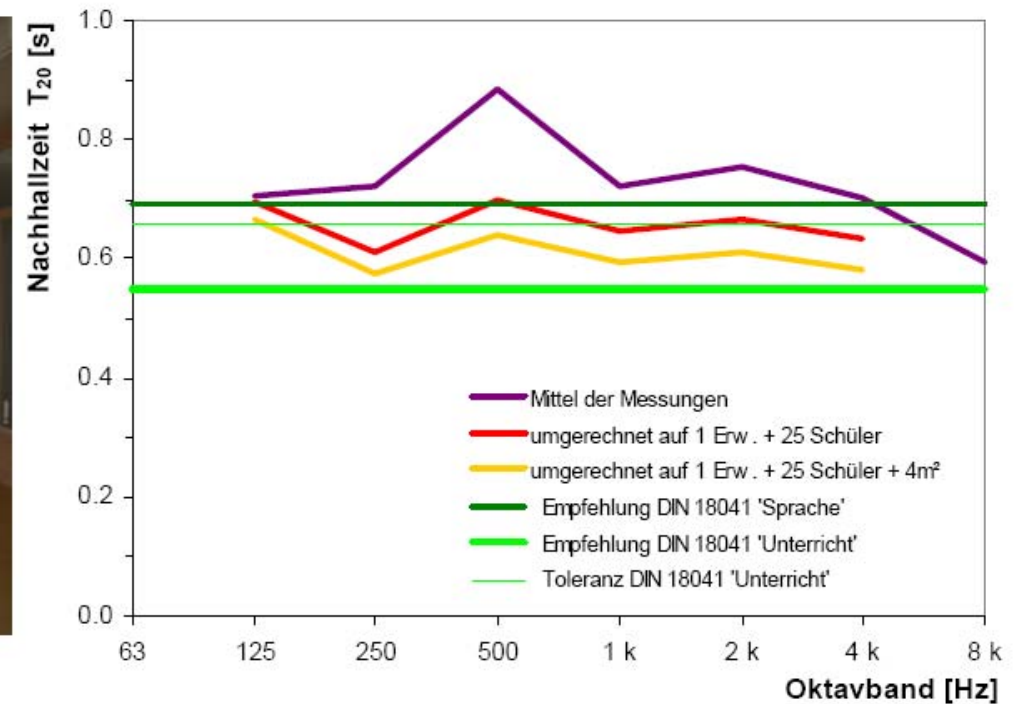
Alternatives raumakustisches Konzept

Messung mit probeweisem Schallabsorber Aufbau (am 15.4.2011)

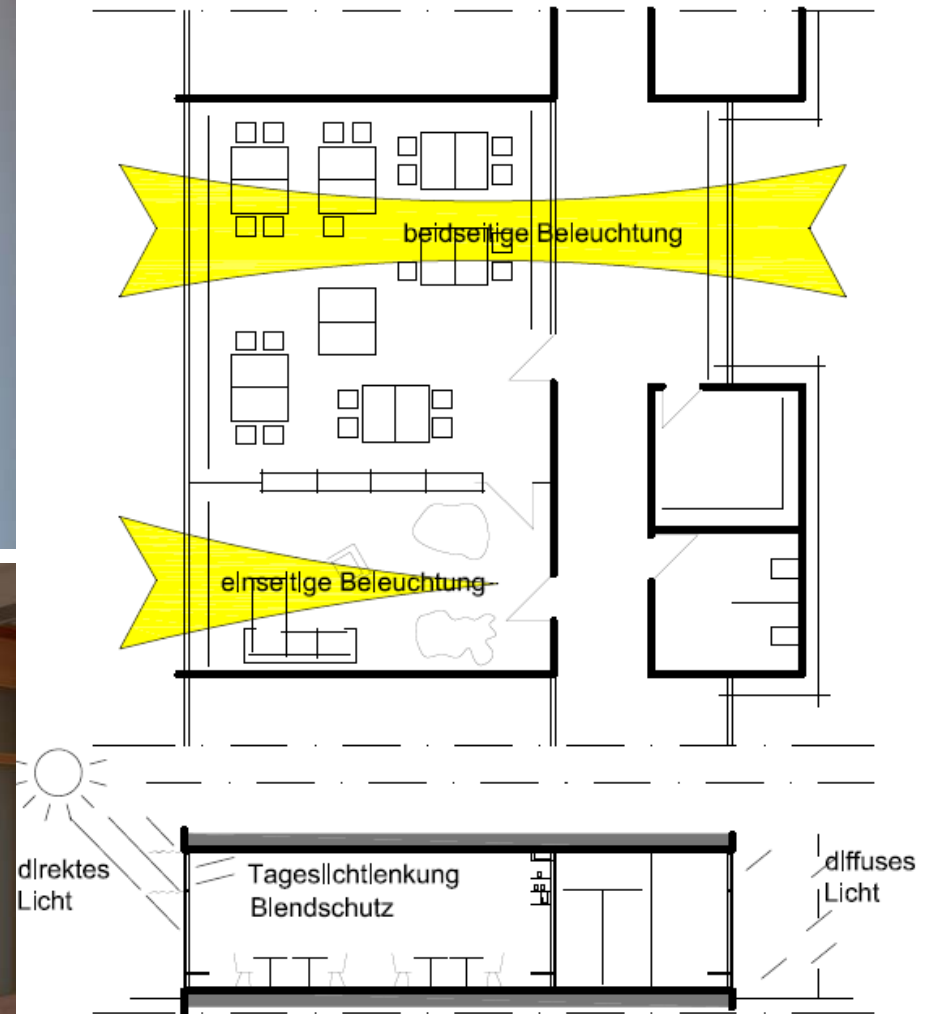


Alternatives raumakustisches Konzept

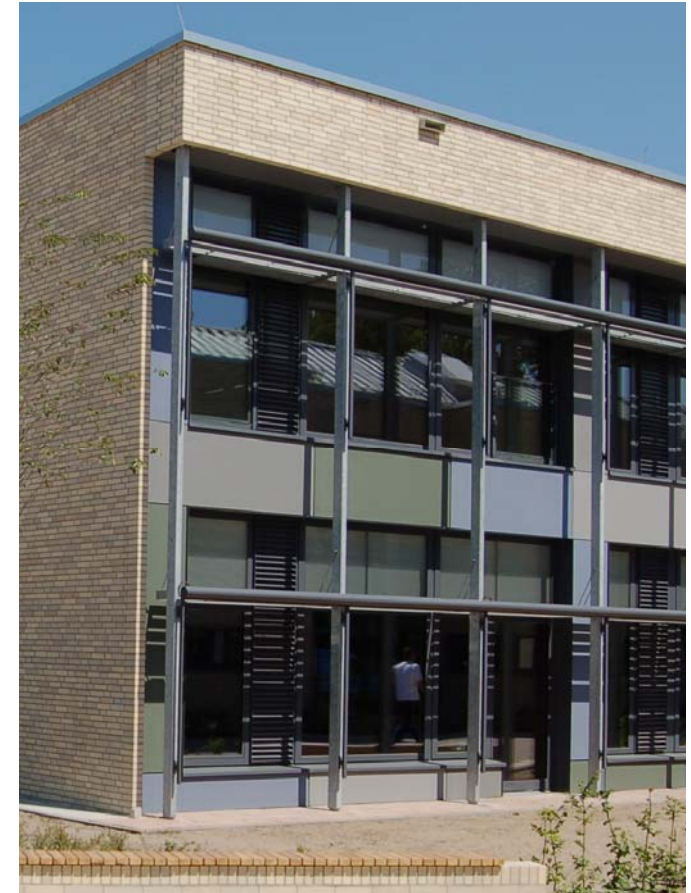
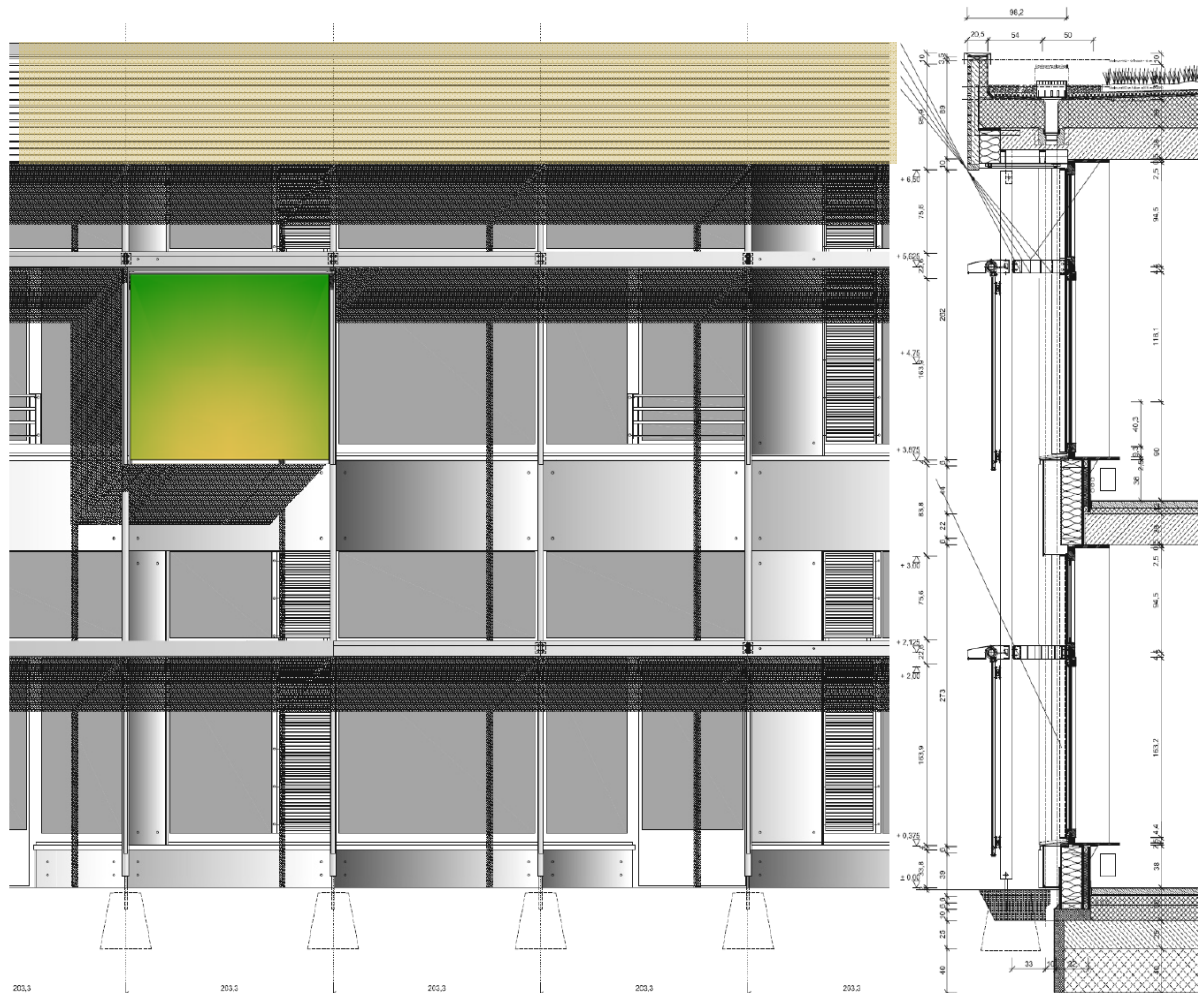
Messung mit probeweisem Schallabsorber Aufbau (am 15.4.2011)



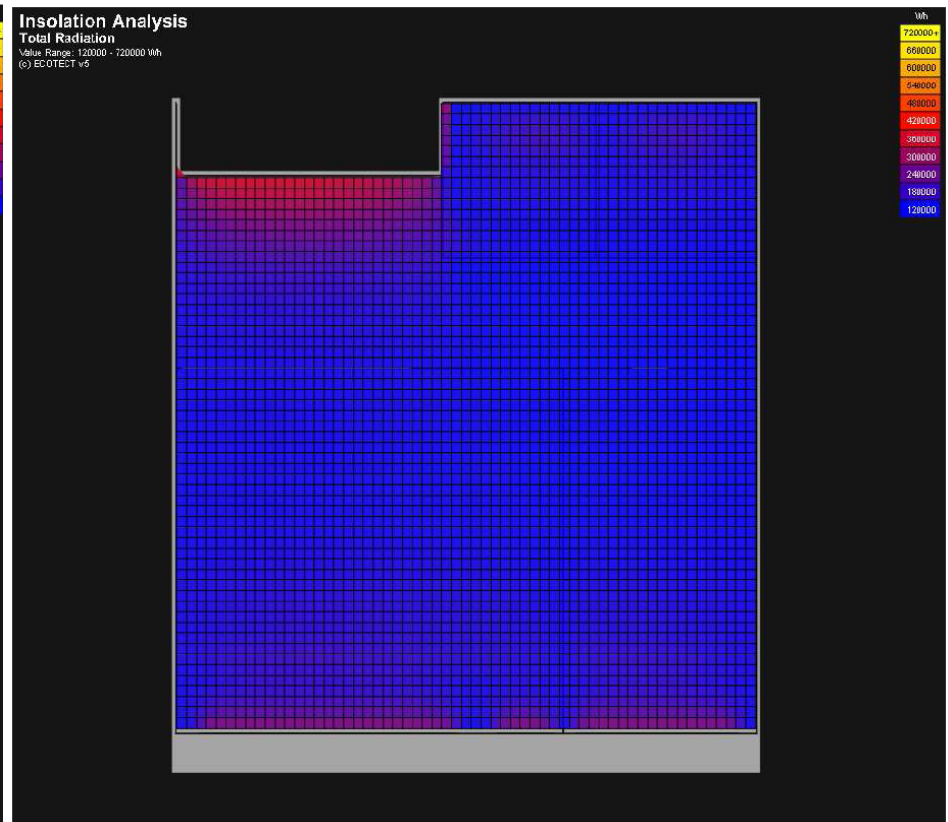
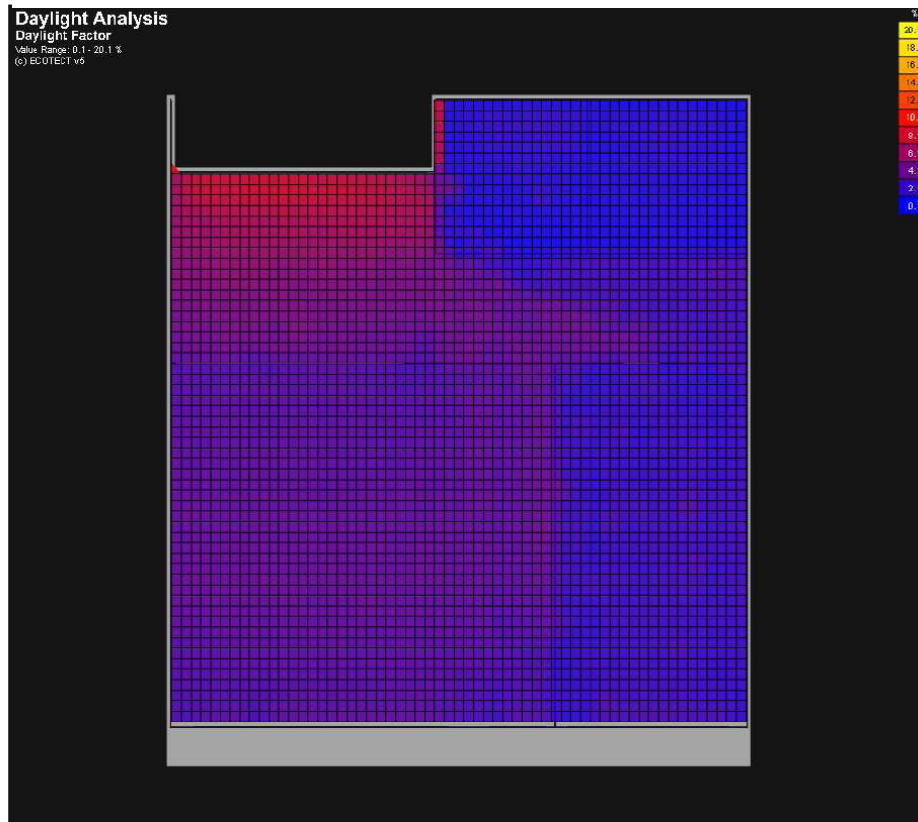
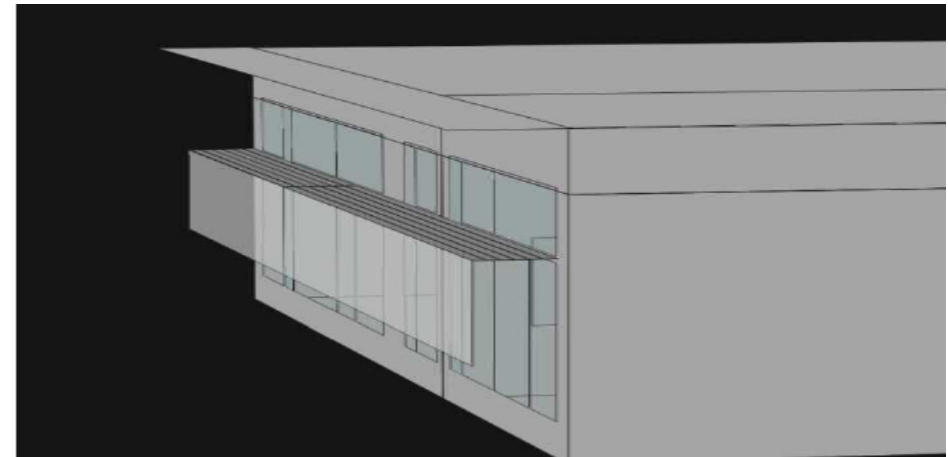
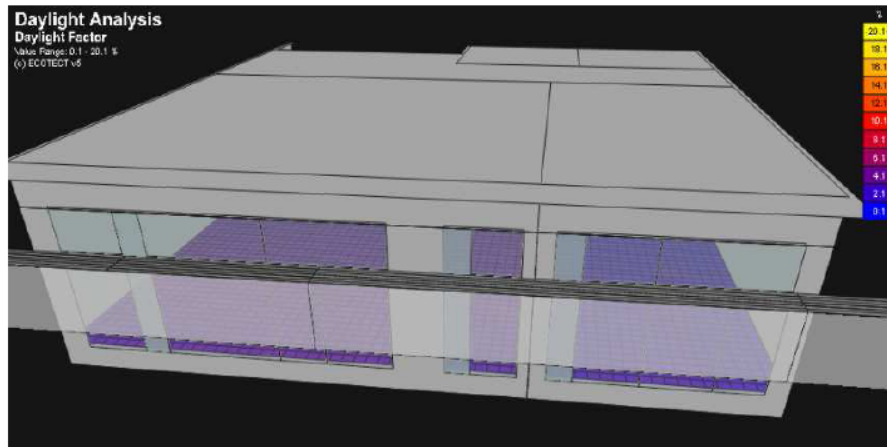
Heimatbereich - Tageslichtkonzept



- Fassadenkonzept Klassenräume Südseite



Tageslichtquotient / sommerlicher Wärmeeintrag



Fassadendetails Südfassade

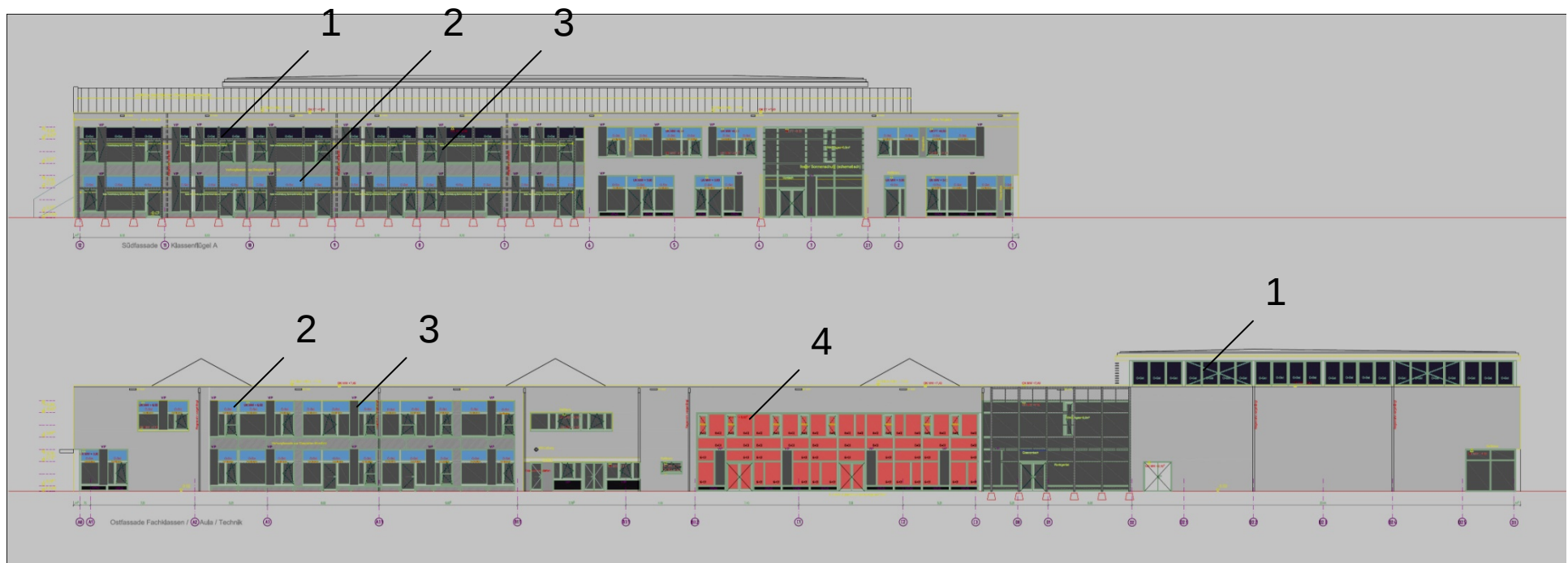






INNOVATIVE MATERIALIEN

1. Nanogel : Lichtstreuung, Blendschutz
2. Integrierter Sonnenschutz, Lichtlenkung
3. VIP : Vakuumisulationspaneele
4. Elektrochrome Verglasung : Sonnenschutz



Lichtlenkende Lamellen

- Lichtlenkung und Sonnenschutz durch Lamellen im Scheibenzwischenraum des Oberlichts

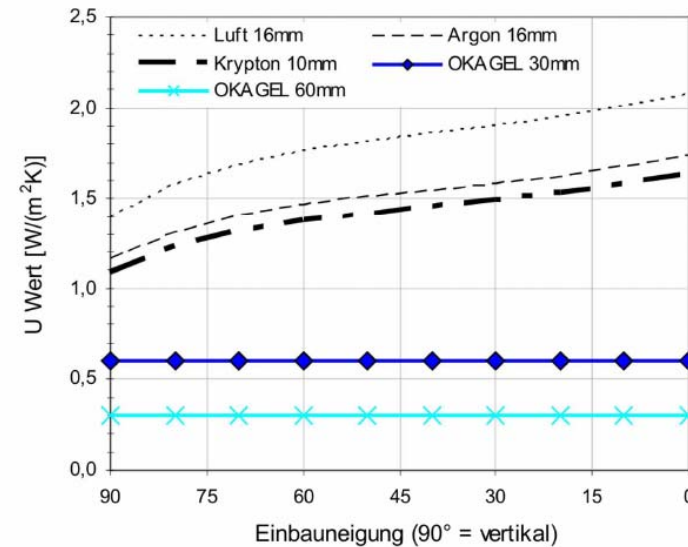
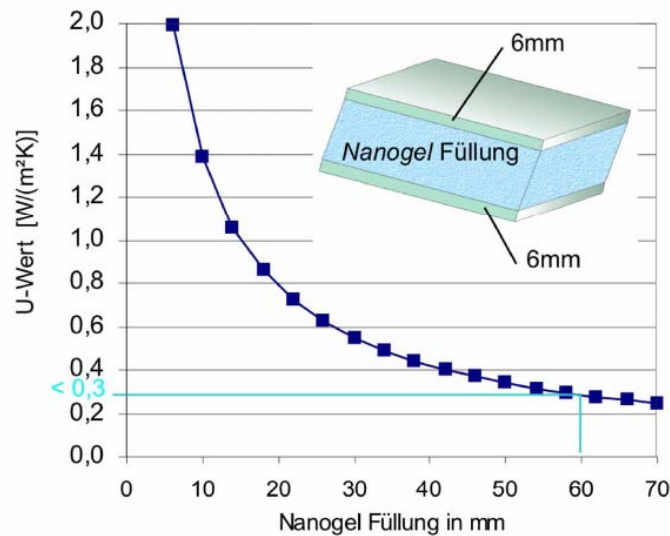


Nanogelverglasung

Bauphysikalische Daten

U_g	0,3-0,6 W/(m ² K)	Wärmedurchgangskoeffizient nach DIN EN 673, DIN EN 674
g	40-55%	Gesamtenergiedurchlassgrad nach DIN EN 410
T_v	25-60%	Lichttransmissionsgrad nach DIN EN 410

Die angegebenen Werte sind circa-Werte. Sie wurden durch Messungen anerkannter Prüfinstitute und daraus abgeleitete Berechnungen ermittelt.



U-Wert OKAGEL in Abhängigkeit der Schichtdicke und Einbaulage.

Sonnen- und Blendschutz

- Sonnenschutz und Blendschutz durch lichtstreuende Verglasung



VAKUUM ISOLATIONSPANEELE

■ Wärmedämmung

Wärmedurchgangskoeffizient

$U_p = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ bis $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ *

bei Aufbau

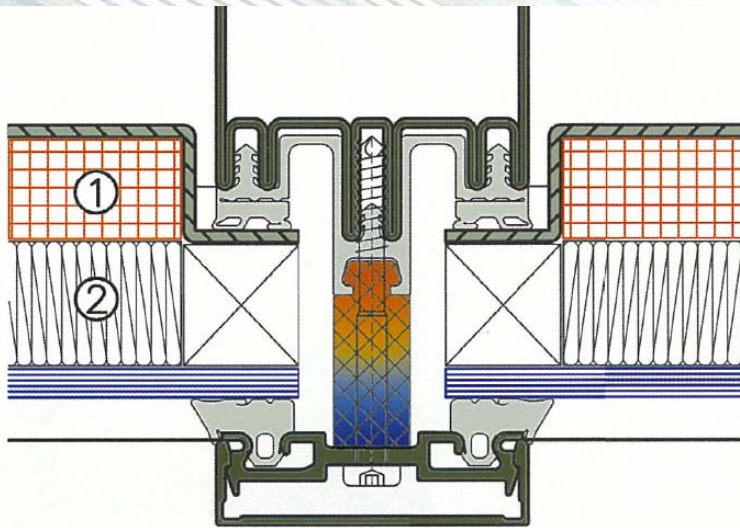
20 bis 40 mm Vakuumisulationsplatte

40 bis 60 mm Mineralfaser

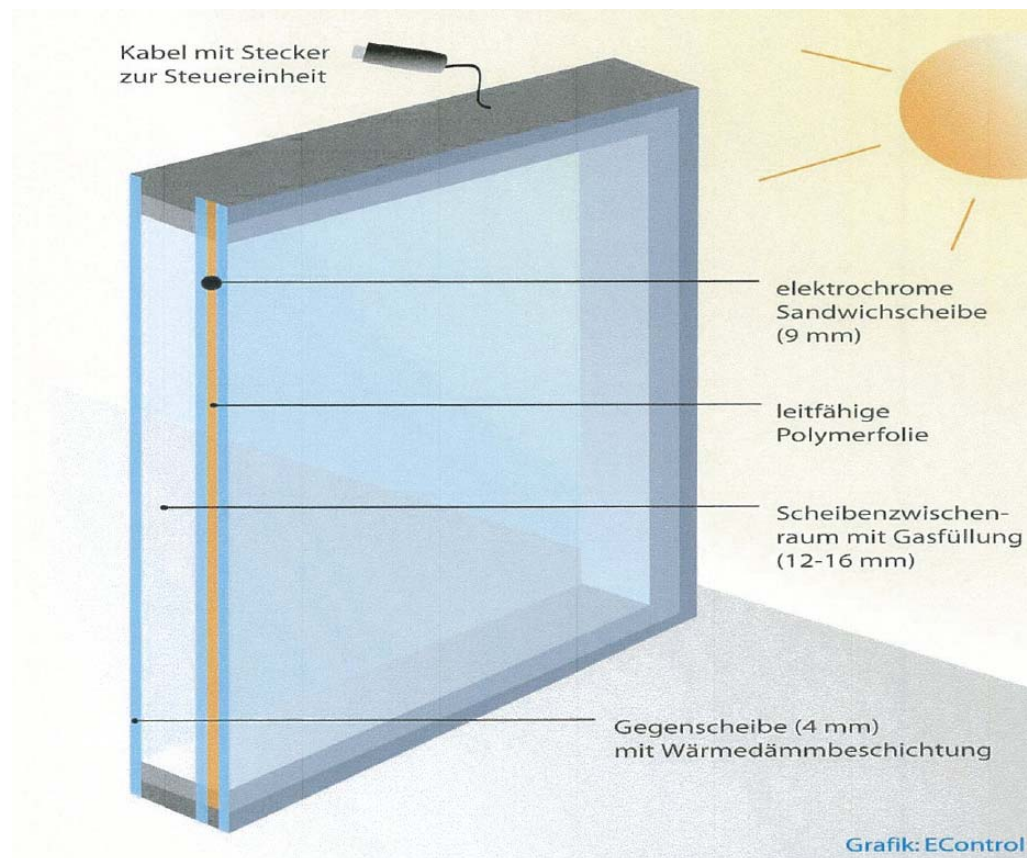
* bei herkömmlichen Paneelaufbau wären
Dicken von 150 mm bis 350 mm erforderlich

■ Schalldämmung

je nach Aufbau bis 50 dB

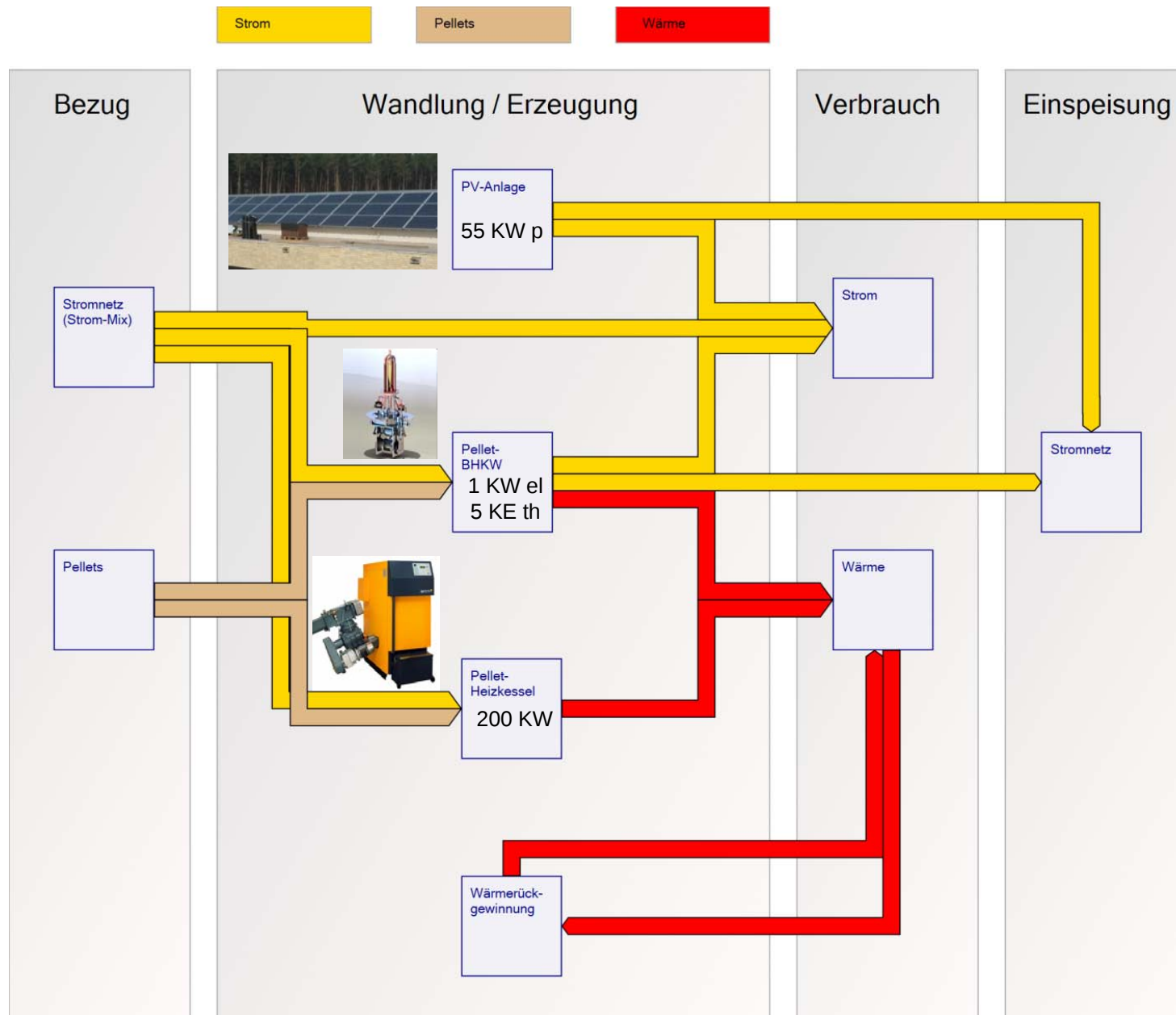


Elektrochrome Verglasung



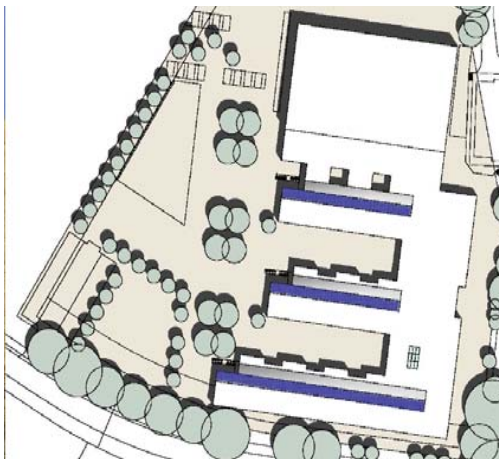


Energieversorgungskonzept – Regenerative Energieerzeugung



Primärenergiebilanz

Integrierte PV-Anlage: 55 kW_{peak}



Primärenergiebedarf: 23 kwh/m²a

Primärenergieproduktion: 24 kwh/m²a

PE- Bilanz: < 0 kwh/m²a



Wirtschaftlichkeit - Investitionskosten



Bauwerkskosten € / m2 BGF

KG 300 + 400 (DIN 276)



BKI 2008 - Schule

BKI 2008- Sporthalle

Grundschule Hohen Neuendorf

Gesamtkosten (200-700): 12.3 Mio €

Gesamtkosten € / m2 BGF

KG 200 - 700 (DIN 276)



BKI 2008 - Schule

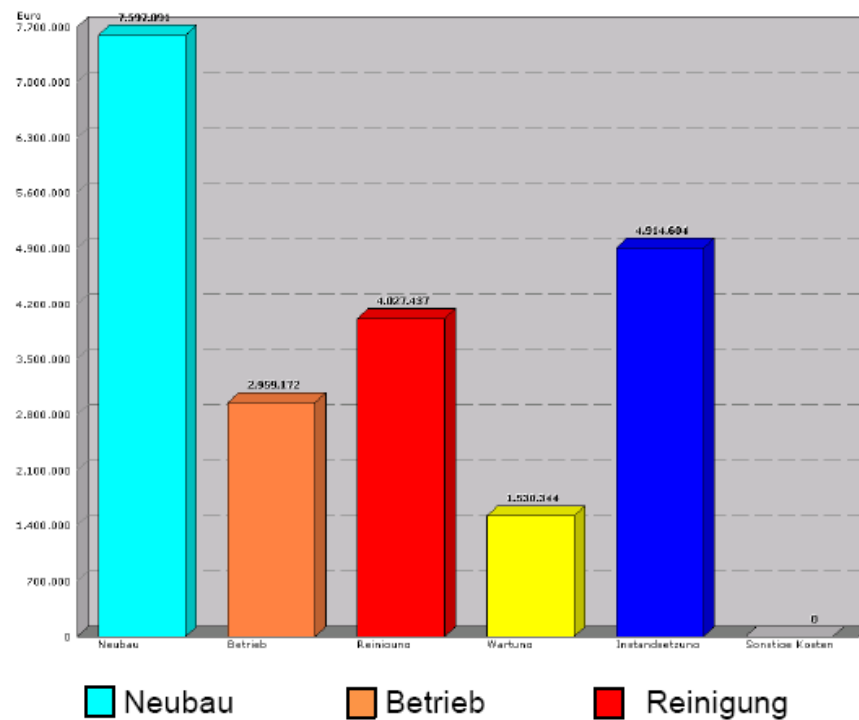
BKI 2008- Sporthalle

Grundschule Hohen Neuendorf

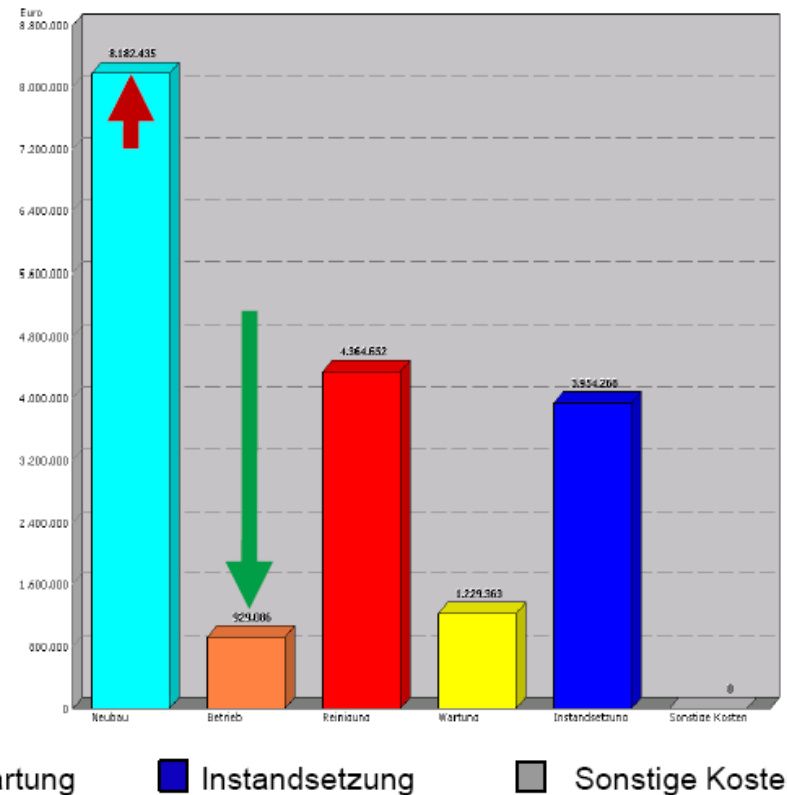
LEBENSZYKLUSKOSTEN

Referenzgebäude

Lebenszykluskosten (netto) (mit Energiepreissteigerung 4%) Betrachtungszeitraum 50 a



Plusenergieschule Hohen Neuendorf

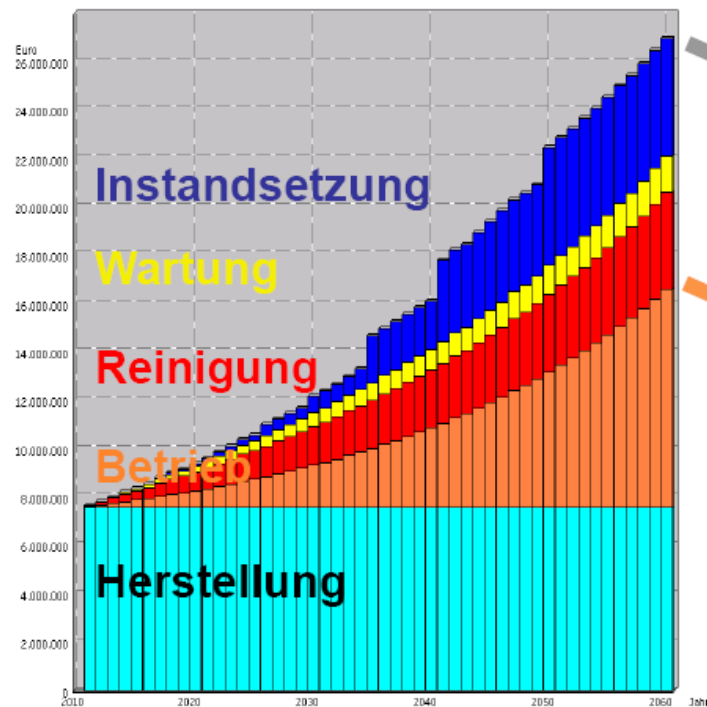


Mehrkosten Gebäude ca. 500.000 € Einsparung Ver- und Entsorgung ca. 2,0 Mio. €

Lebenszykluskosten in Euro für einen Zeitraum von 50 Jahren – berechnet mit LEGEP

LEBENSZYKLUSKOSTEN

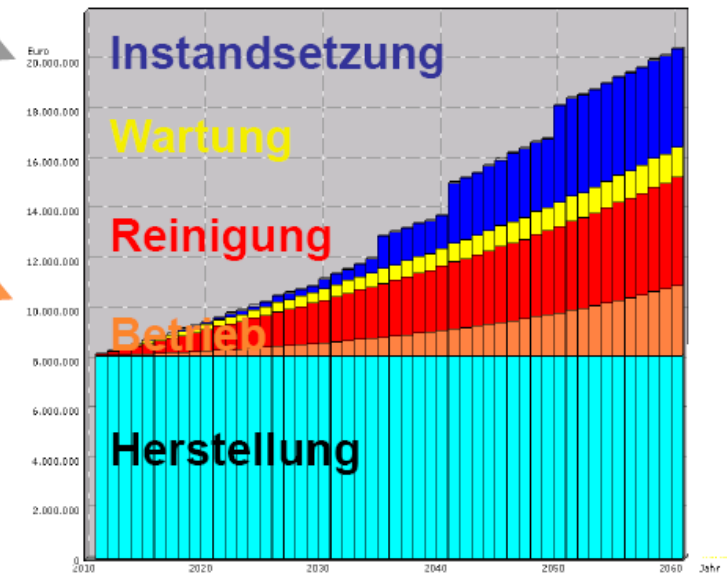
Referenzgebäude



Gesamt
ca. 25%

Betrieb
ca. 70%

Plusenergieschule Hohen Neuendorf



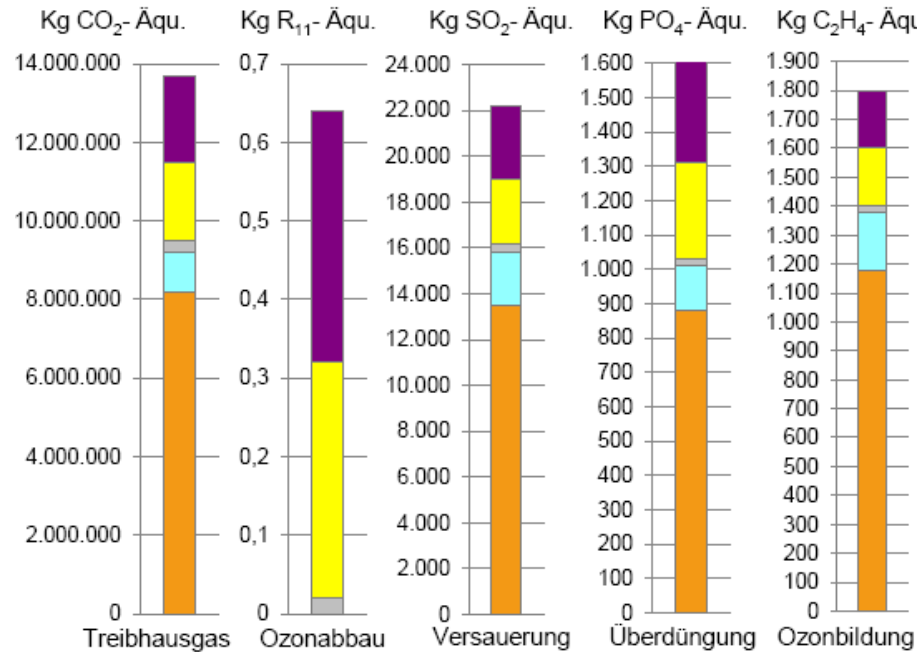
Lebenszykluskosten in Euro, kumuliert über einen Zeitraum von 50 Jahren
Energiepreissteigerungsrate 4% pro Jahr

Umweltbilanz



Umweltbilanz – 50 Jahre (nur Betrieb)

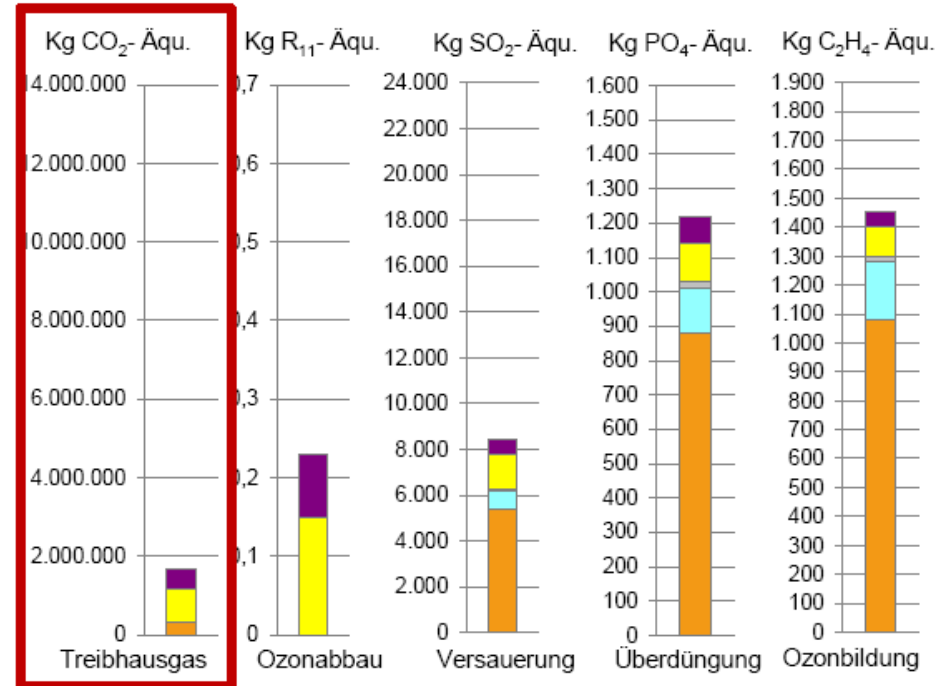
Standard-Variante



Öl-Heizung, normale Beleuchtung,
mechanische Be- und Entlüftung

ca. 87%
Treibhausgas-
einsparung im Betrieb

EnOB-Variante



Holzpellet - Heizung, TL-abhängige Präsenz-
steuerung, erhöhte natürliche (hybride) Lüftung

Lüftung Strom
 Beleuchtung Strom
 Heizung Strom
 Betrieb Heizung

Vielen Dank !

www.enob.info
www.IBUS-Architekten.de

