

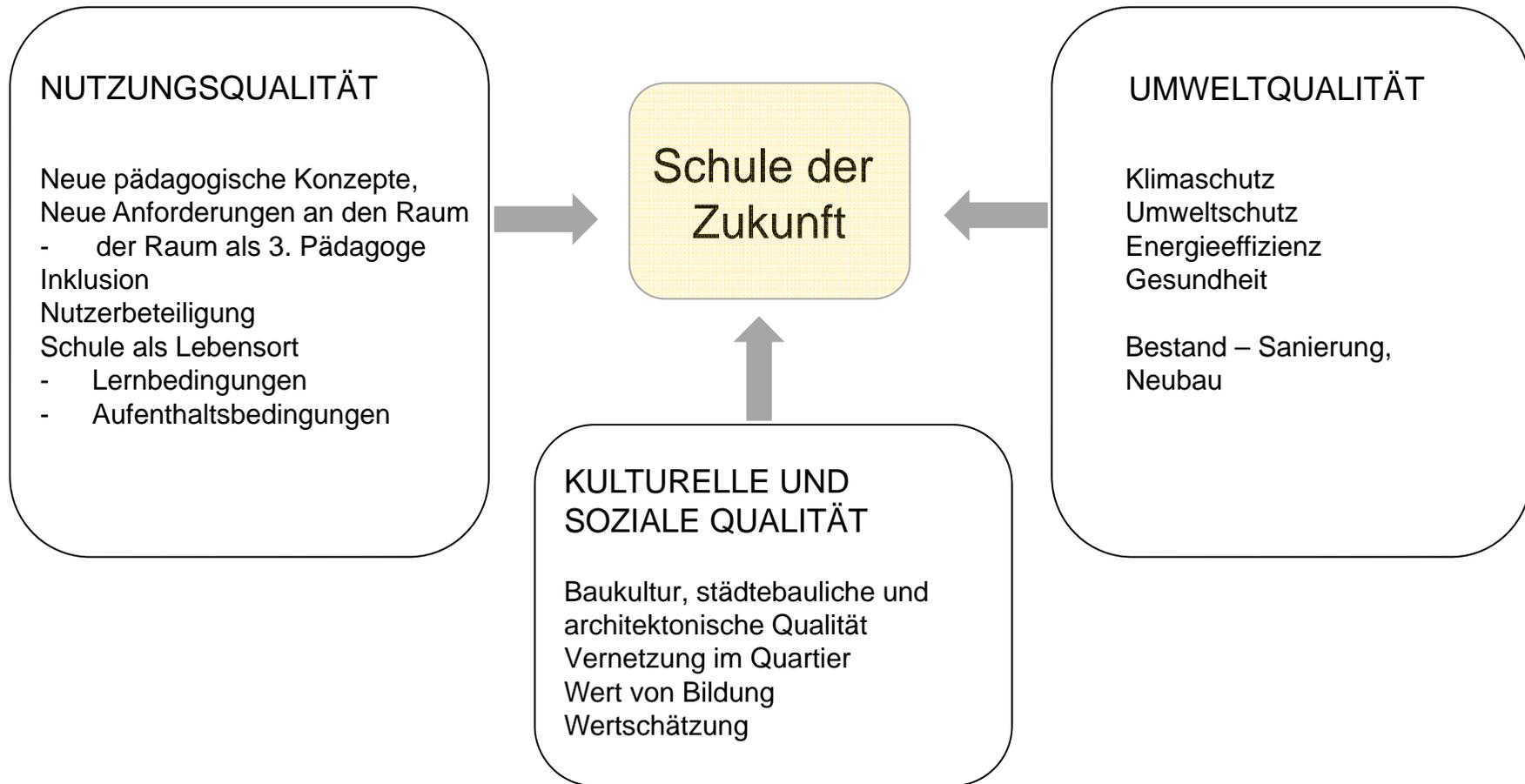
PLUSENERGIE – GRUNDSCHULE NIEDERHEIDE, HOHEN NEUENDORF



PROF. INGO LÜTKEMEYER, ARCHITEKT BDA

IBUS
ARCHITEKTEN

SCHULEN DER ZUKUNFT – NACHHALTIG, ENERGIEEFFIZIENT, LEISTUNGSFÖRDERND



Vorreiterrolle (Vorbildfunktion) der öffentlichen Hand

- In der Organisation der Prozesse
- Qualitätsstandards für öffentliche, „hoheitliche“ Aufgaben
- In der Umsetzung (z.B. EU-Gebäuderichtlinie)

GRUNDSCHULE NIEDERHEIDE, HOHEN NEUENDORF

Ausgangssituation / Aufgabenstellung:

Hohen Neuendorf liegt im „Speckgürtel“ Berlins
Steigende Einwohnerzahlen, Zuzug junger Familien

Neubaubedarf für Grundschule und Sporthalle

- 24 Klassen- und Fachräume, Verwaltungs- und Lehrerbereich
- Aula / Mensa mit Küche, 3- fach Sporthalle

Vorstädtisch geprägte Umgebung,
Angrenzend: Sportplatzanlagen und Forstflächen

Projektziele:

- Minimale Lebenszykluskosten
- Flexibel und Multifunktional
- Neues pädagogisches Konzept
- Gesund und Komfortabel
- Hohe energetische Qualität
 - ▶ Plusenergiekonzept EnOB



Quelle: www.bing.com © Microsoft Corporation



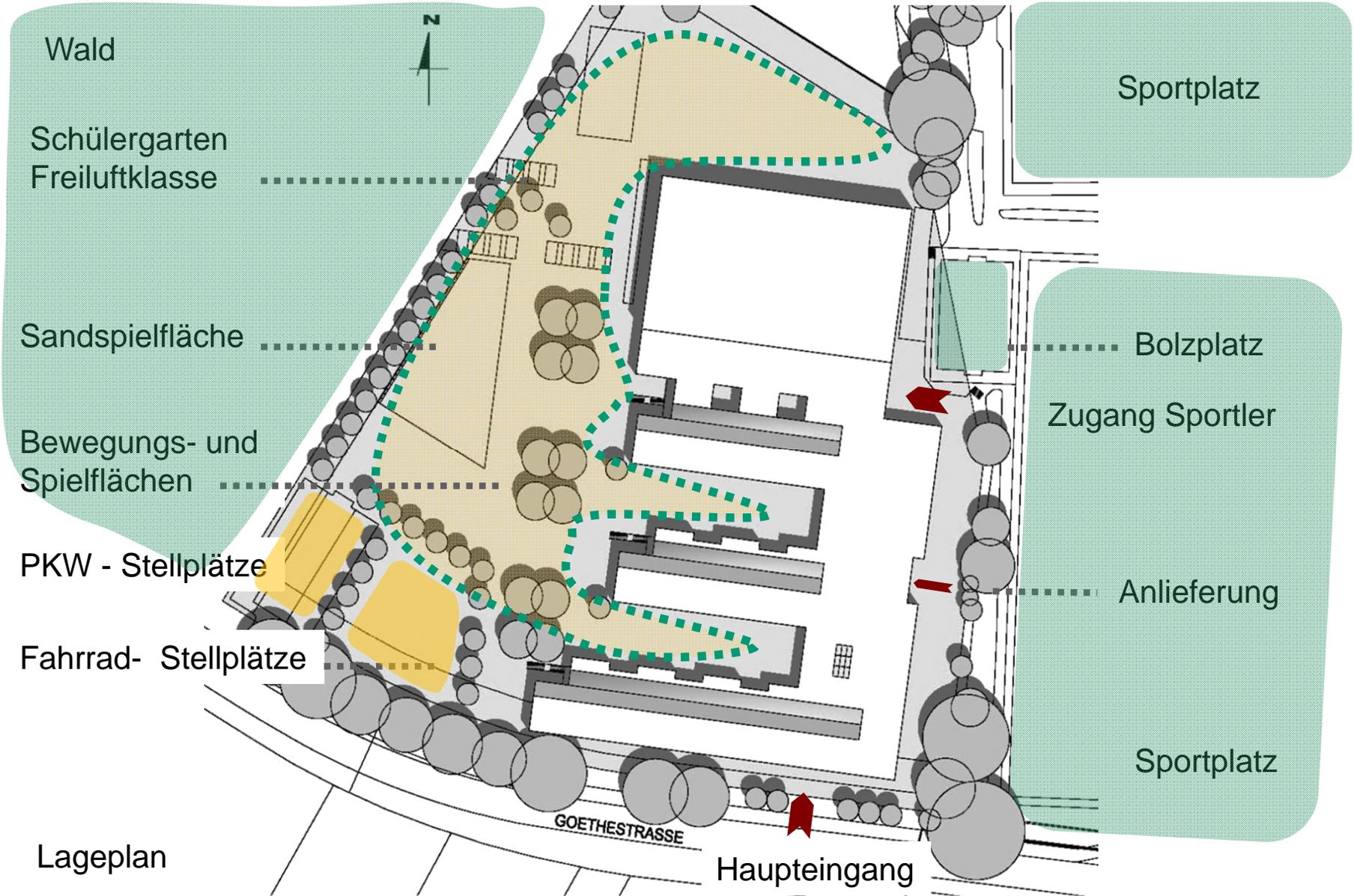
INTEGRALE PLANUNG UND INTERDISZIPLINARITÄT



- ▶ BauherrStadt Hohen Neuendorf
- ▶ NutzerSchulleitung Grundschule
- ▶ ArchitekturIBUS Architekten und Ingenieure
- ▶ Energiekonzept und TGABLS Energieplan
- ▶ TragwerksplanungSTB Döhren Sabottke Triebold und Partner
- ▶ Begleitforschung, Koordination..... sol-id-ar planungswerkstatt
- ▶ Ökobilanz, LebenszyklusanalyseAscona GbR
- ▶ RaumakustikD. Hennings, Köln
- ▶ Monitoring ..HTW – Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin



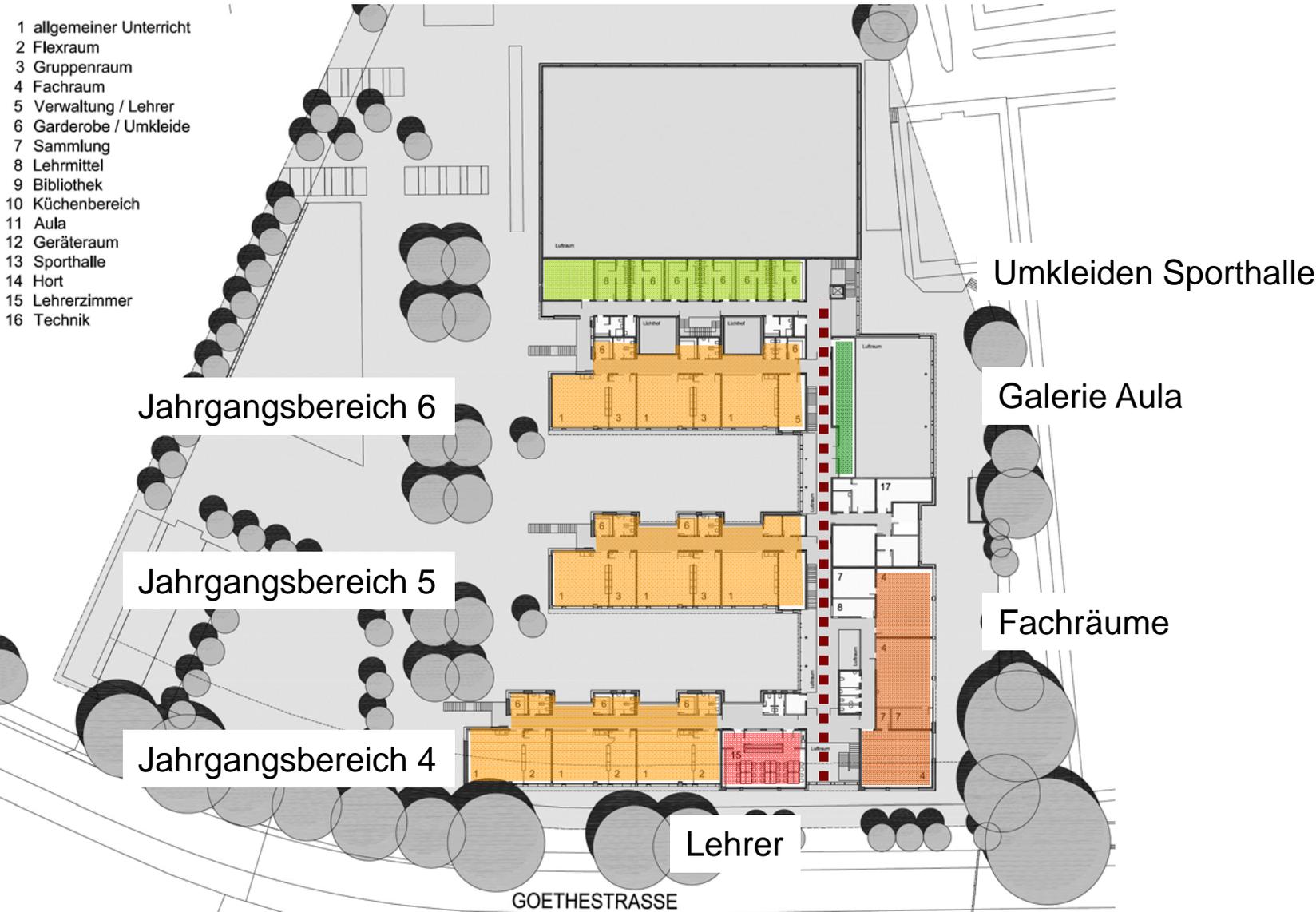
STÄDTEBAULICHES KONZEPT



RÄUMLICHE STRUKTUR DER PLUSENERGIESCHULE



RÄUMLICHE STRUKTUR DER PLUSENERGIESCHULE



OBERGESCHOSS

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



ECKPFEILER DES PLUSENERGIEKONZEPTES



- 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 GESAMTKONZEPT



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

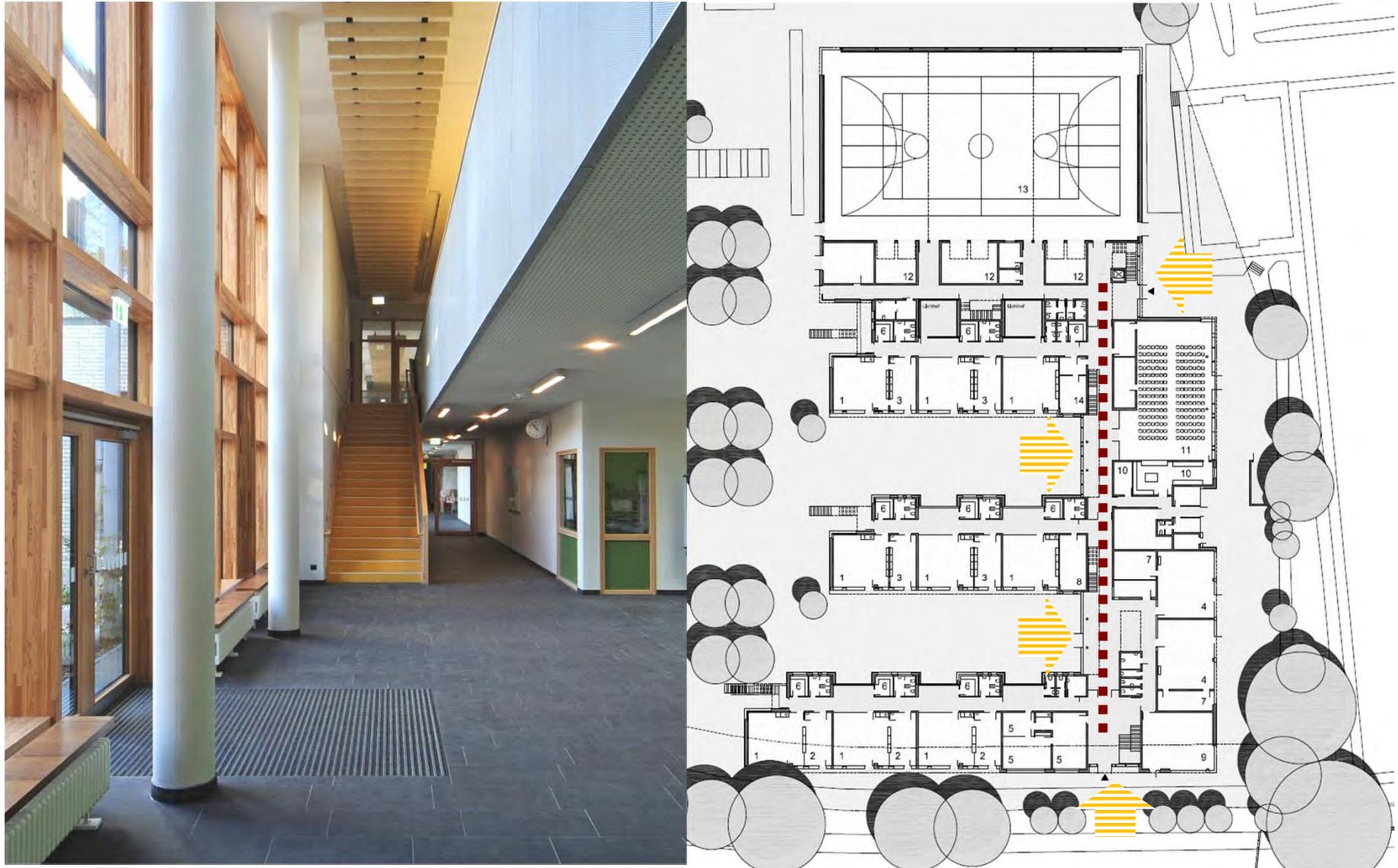
- Räumliche Qualität
- Luftqualität
- Thermische Behaglichkeit
- Visueller Komfort

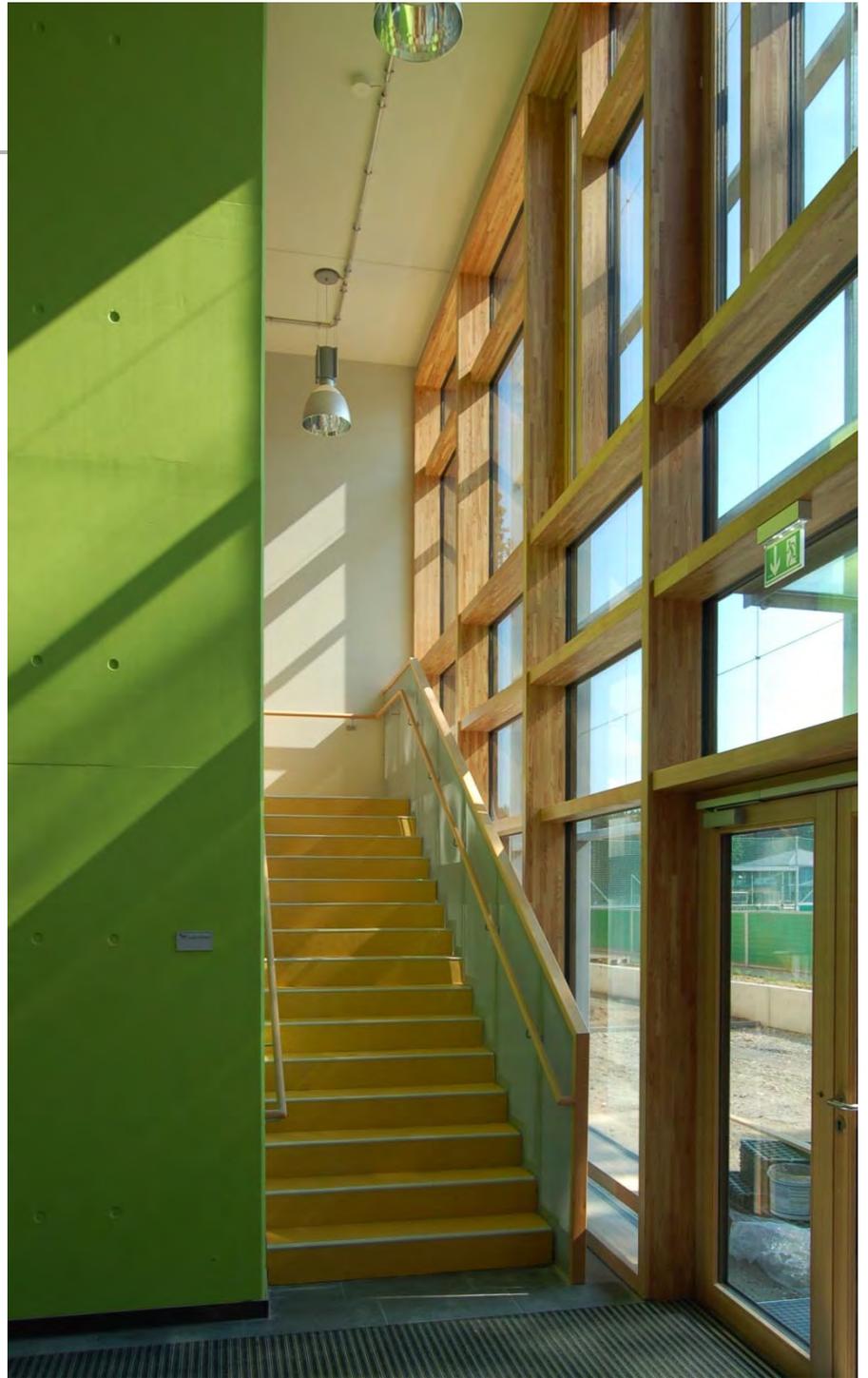
WÄRMEDÄMMUNG DER GEBÄUDEHÜLLE - PASSIVHAUSSTANDARD

Bauteil	U-Wert
Außenwand Typ 1 STB, Miwo WLS 032 Klinker	0,15 W/(m ² K)
Außenwand Typ 2 KLB, Miwo WLS 032 Klinker	0,13 W/(m ² K)
Fenster 3- fach-Verglasung, Holz/Alu	0,8 W/(m ² K)
Dach Flachdach, extensiv begrünt	0,11 W/(m ² K)
Sohle	0,10 W/(m ² K)



TAGESLICHT FÜR DIE „ÖFFENTLICHEN“ BEREICHE - SCHULSTRASSE

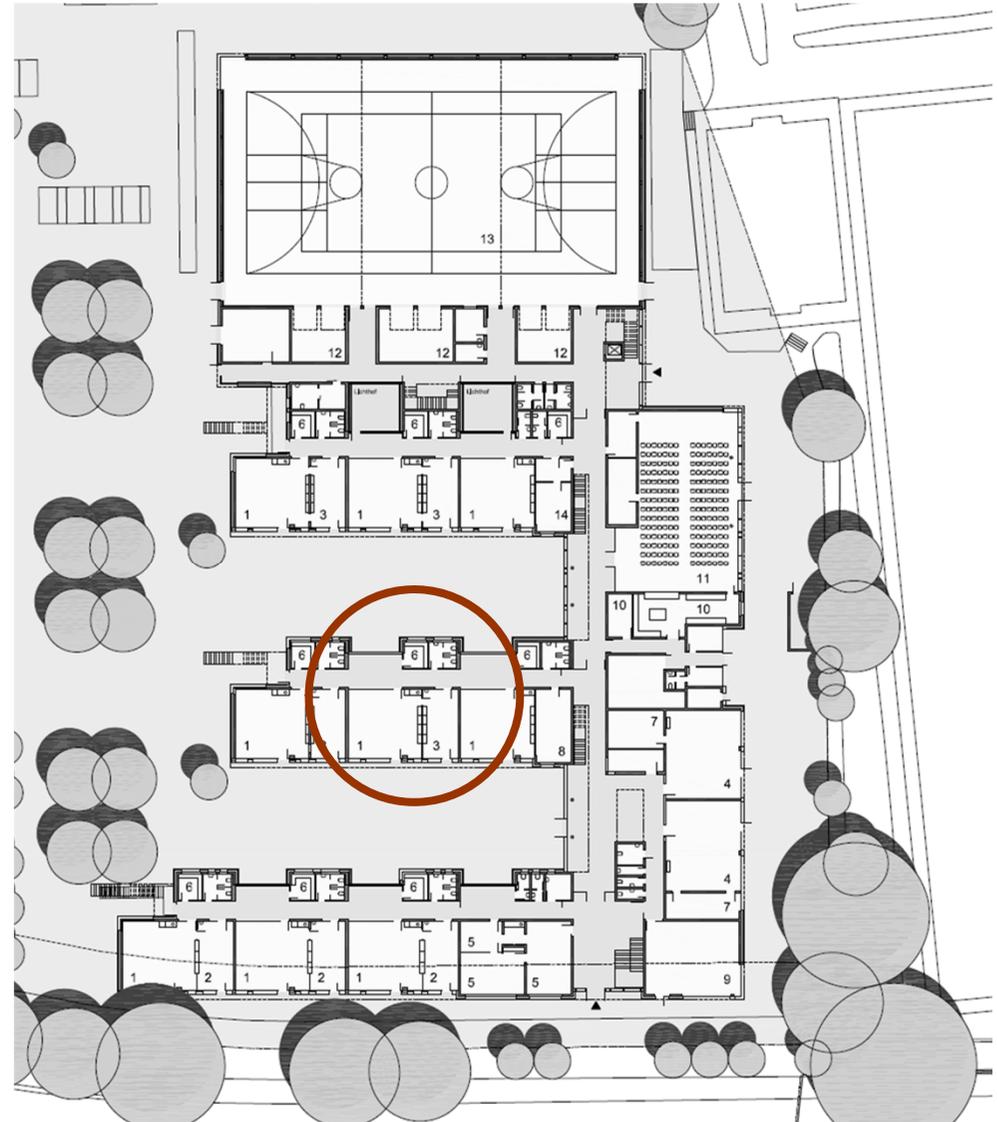




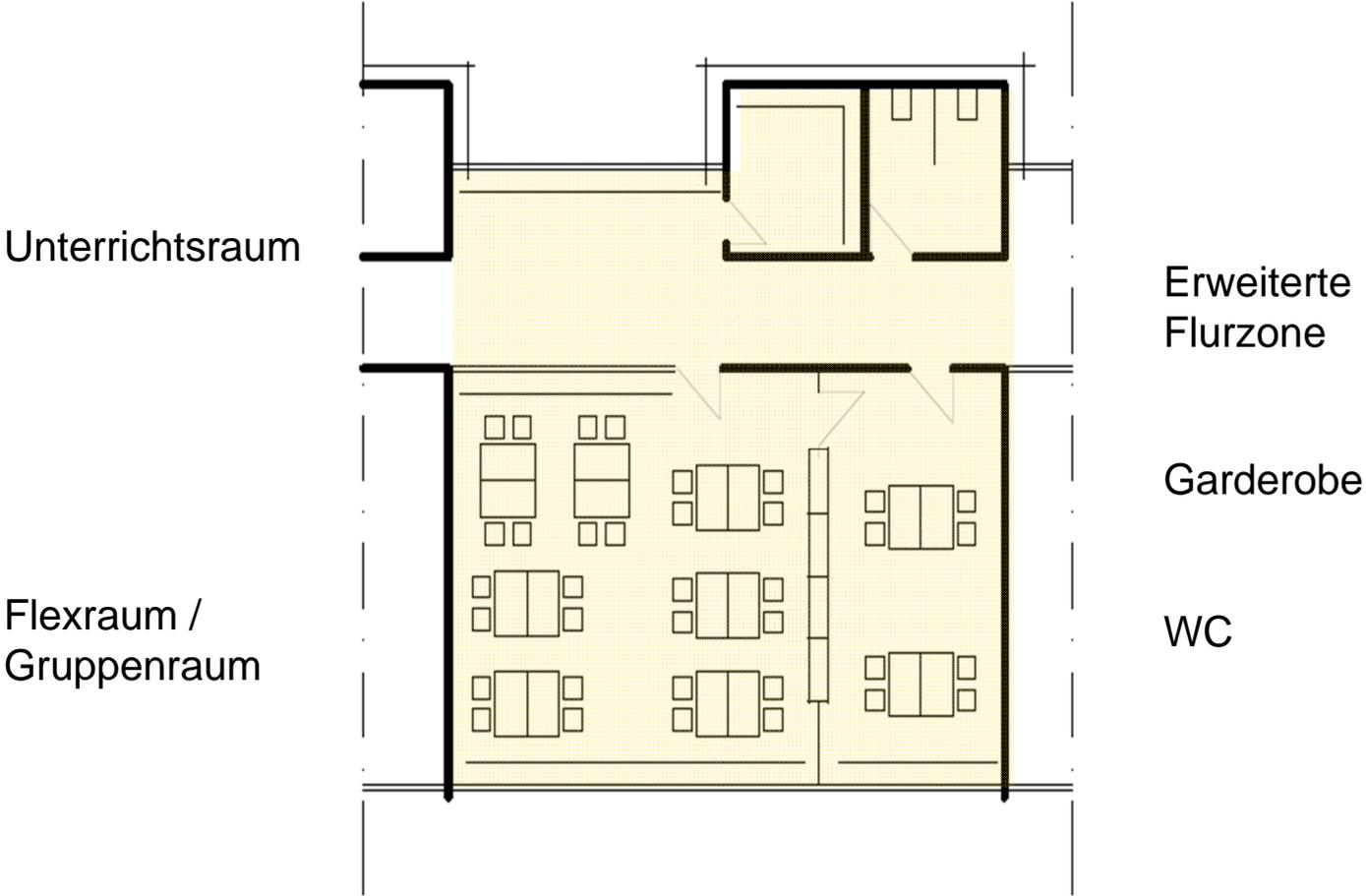




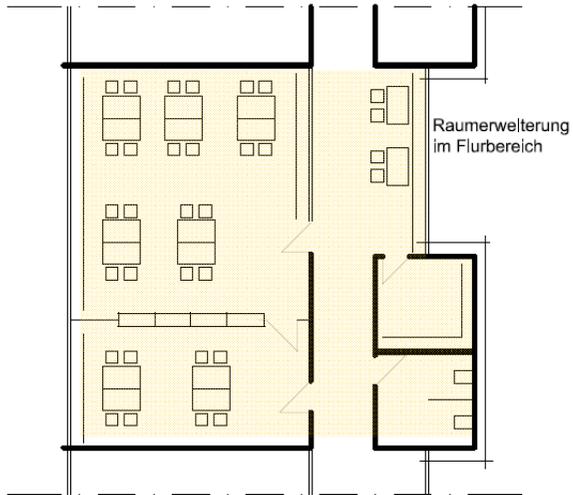
JAHRGANGSFLUR UND „HEIMATBEREICH“



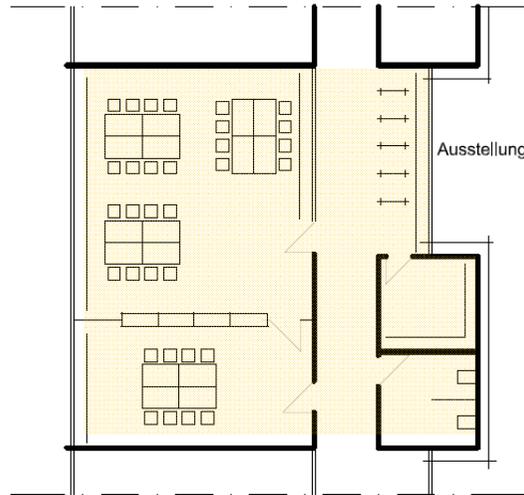
HEIMATBEREICH EINER KLASSE



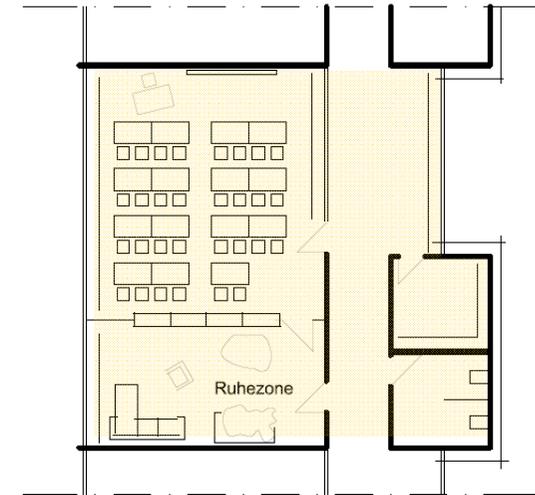
HEIMATBEREICH – PÄDAGOGISCHES KONZEPT, NUTZUNGSVARIANTEN



Kleingruppenunterricht mit Differenzierung



Projektgruppenunterricht



Frontalunterricht und Entspannung



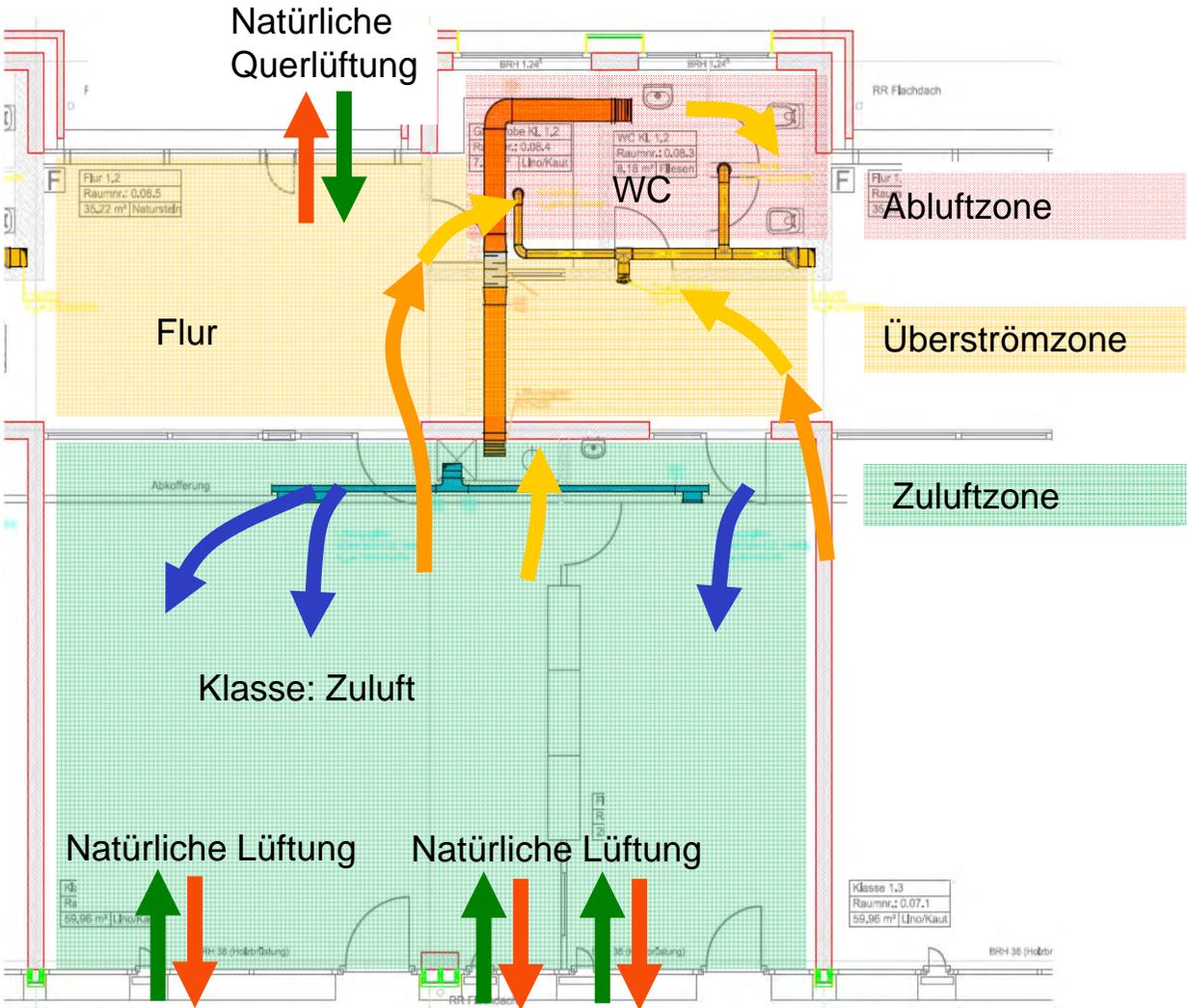
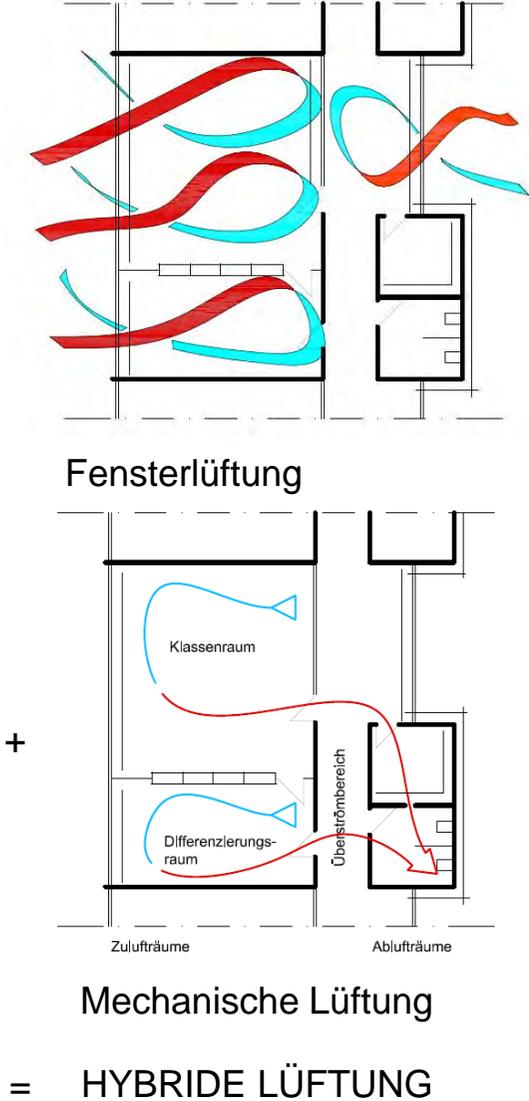
ERSCHLIESSUNGSRaum HEIMATBEREICH



KLASSENRAUM

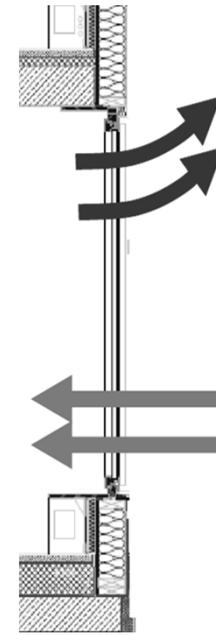
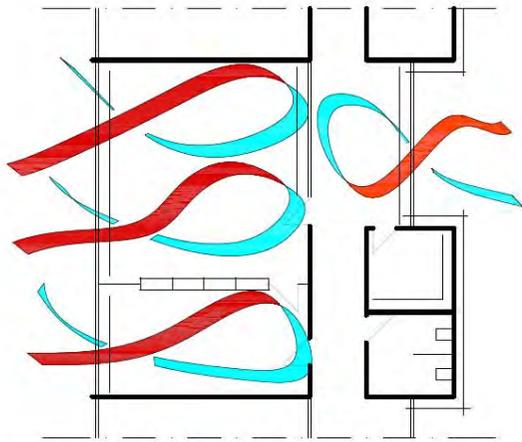


HEIMATBEREICH – HYBRIDES LÜFTUNGSKONZEPT



HYBRIDES LÜFTUNGSKONZEPT

Natürliche Lüftung



Motorisch öffnende Fensterflügel

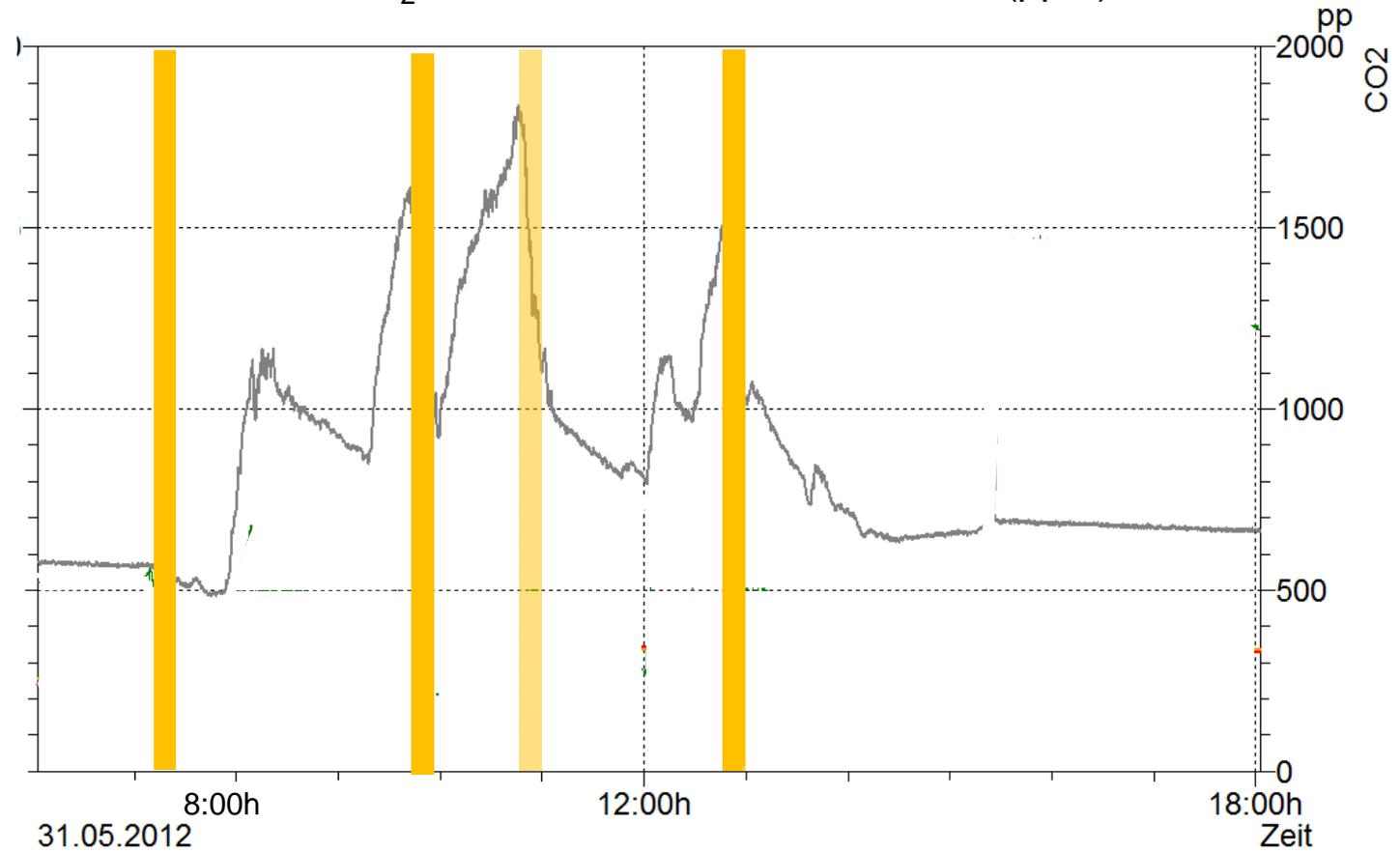


Von Hand öffnbare Fenster

INNENRAUMLUFT - MESSERGEBNISSE

- Heimatbereich 4.2, Flügel B, 1. OG

Gemessene CO₂ - Konzentration in der Raumlufth (ppm)



$T_{a \max} = 25,4^{\circ}\text{C}$; $T_{a \text{ mittel}} = 15,6^{\circ}\text{C}$

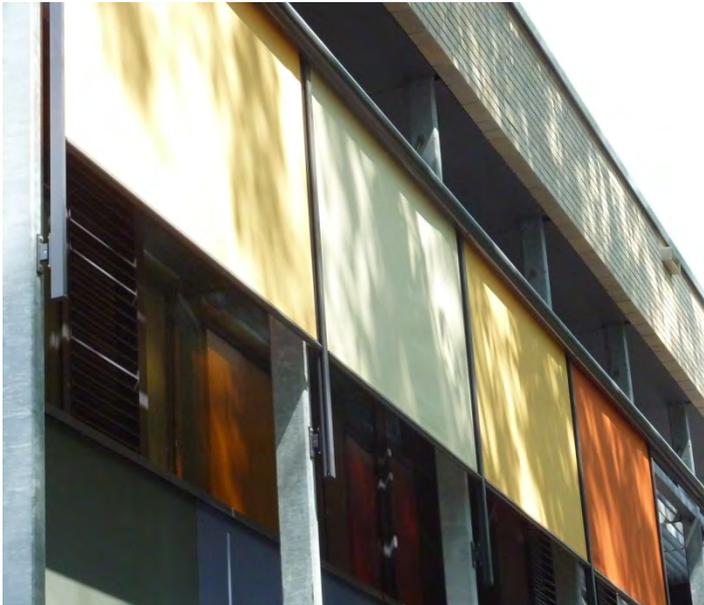
■ Öffnungszeiten der motorisch angetriebenen Öffnungsflügel

Monitoring Prof. Dr.-Ing. Friedrich Sick, M.Sc. Sebastian Dietz, HTW Berlin

THERMISCHER KOMFORT

„Passive“ (bauliche) Strategie

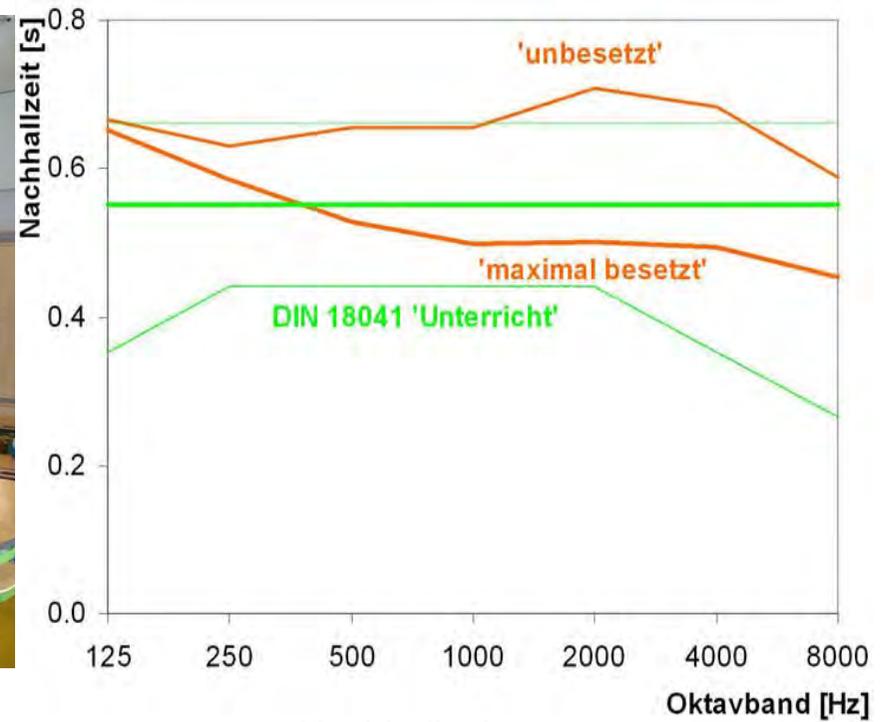
- Optimierter, Außen liegender Sonnenschutz
 - Nutzung thermischer Massen
 - Nachtlüftungskonzept
- > Alternatives raumakustisches Konzept



KLASSENRAUM – AKUSTIK VS. SPEICHERMASSE



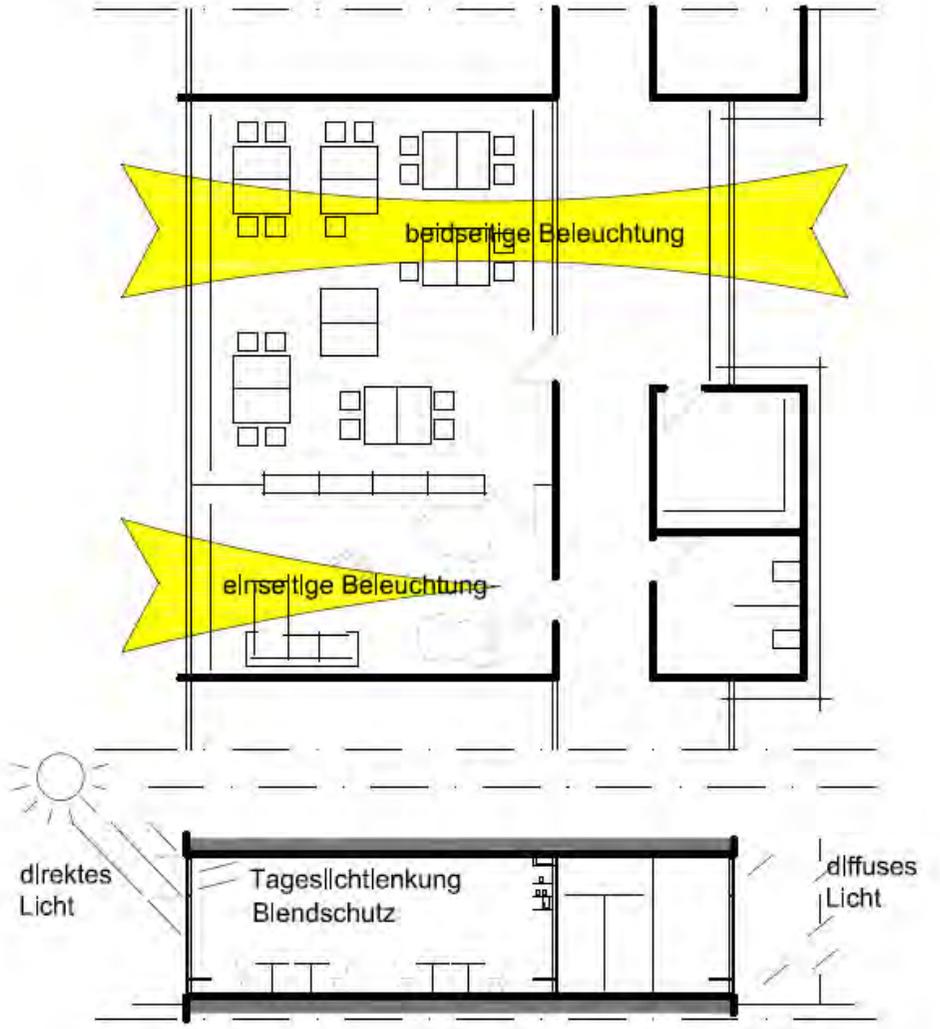
ALTERNATIVES RAUMAKUSTISCHES KONZEPT



Raumakustik- Messung im besetzten Klassenraum

gemessene Nachhallzeiten

HEIMATBEREICH - TAGESLICHTKONZEPT



OPTIMIERTES TAGESLICHT, SONNEN- UND WÄRMESCHUTZ



Nanogel Verglasung

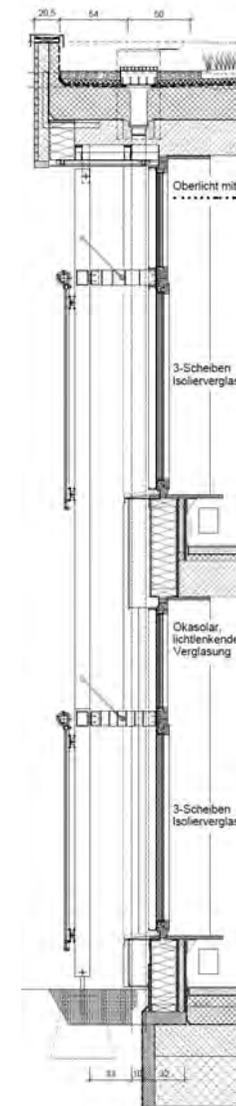
Fester Sonnenschutz

Vertikalmarkiese

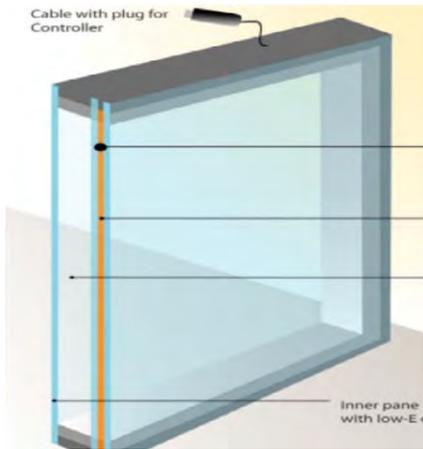
Integrierte Licht lenkende Verglasung

Fester Sonnenschutz

Vertikalmarkiese



OSTFASSADE DER AULA – ELEKTROCHROMES GLAS



Schaltbares Glas mit variabler Licht- und Strahlungstransmission

Elektrochromatische Schicht

Scheibenzwischenraum mit Gasfüllung

Innere Scheibe mit Low-E-Beschichtung

Technische Daten

State of Glazing	Light transmission T_L [%] (DIN EN 419)	U_g -value DIN 52619 U_g [W/m ² K] (as per DIN EN 673)	Solar Heat Gain Coefficient SHGC [%] (as per DIN EN 673)
Triple glazing	clear	46	32
	dark	13	9



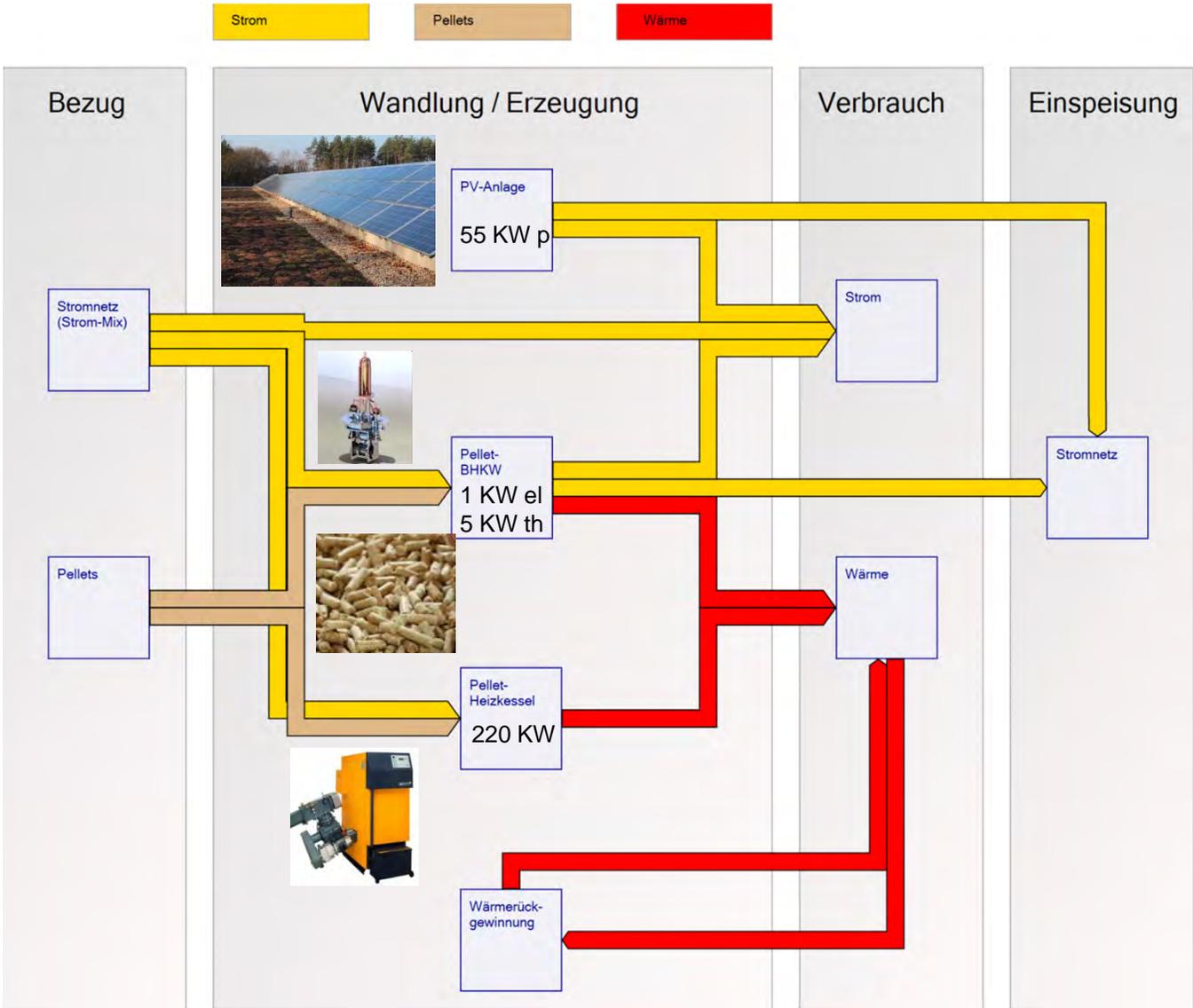
AULA / CAFETERIA



SPORTHALLE



ENERGIEVERSORGUNG – REGENERATIVE ENERGIEERZEUGUNG



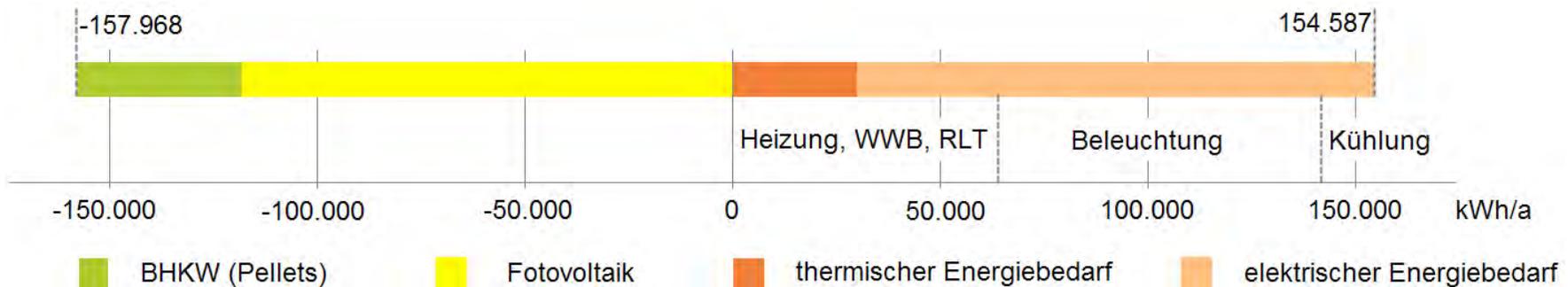
Quelle: BLS Energieplan

PRIMÄRENERGIEBILANZ



Primärenergieäquivalent der Energieerzeugung

Primärenergiebedarf



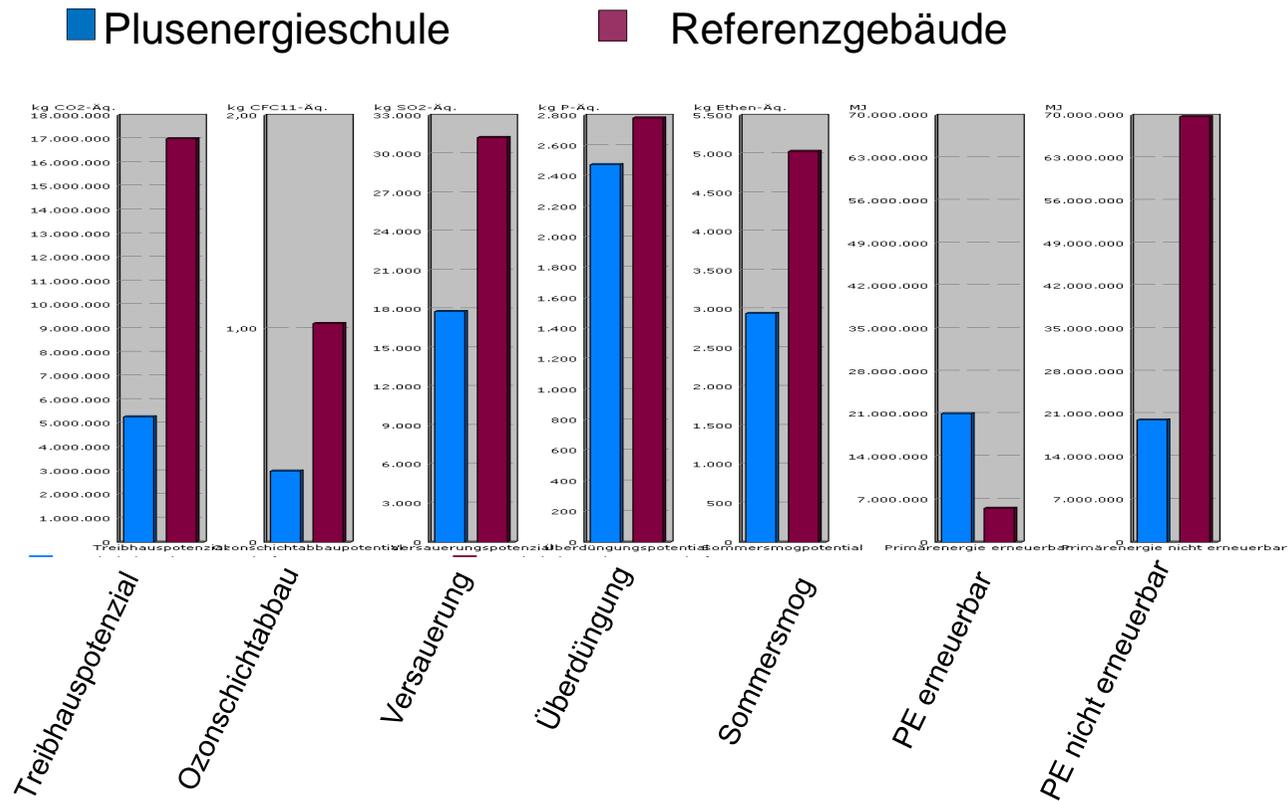
Primärenergieproduktion: 24 kWh/m²a Primärenergiebedarf: 23 kWh/m²a PE- Bilanz: > 0 kWh/m²a

Quelle: BLS Energieplan; Stand Ausführungsplanung

UMWELTBILANZ



UMWELTBILANZ – 50 JAHRE GEBÄUDE UND BETRIEB - ÖKOINDIKATOREN



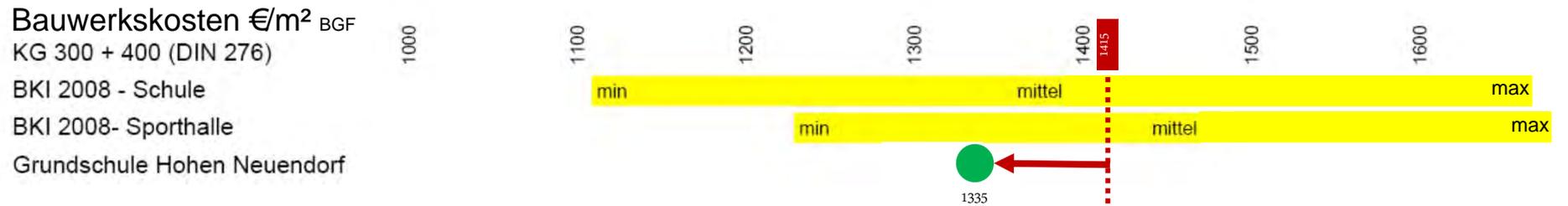
- ▶ **Halbierung der (negativen) Umweltwirkung**
in der Gesamtbilanz bei Betrachtung aller Indikatoren
- ▶ **Reduktion der CO₂-Emissionen von 77%**
für Herstellung und Betrieb

Berechnung: H. König LEGEP

WIRTSCHAFTLICHKEIT - INVESTITIONSKOSTEN



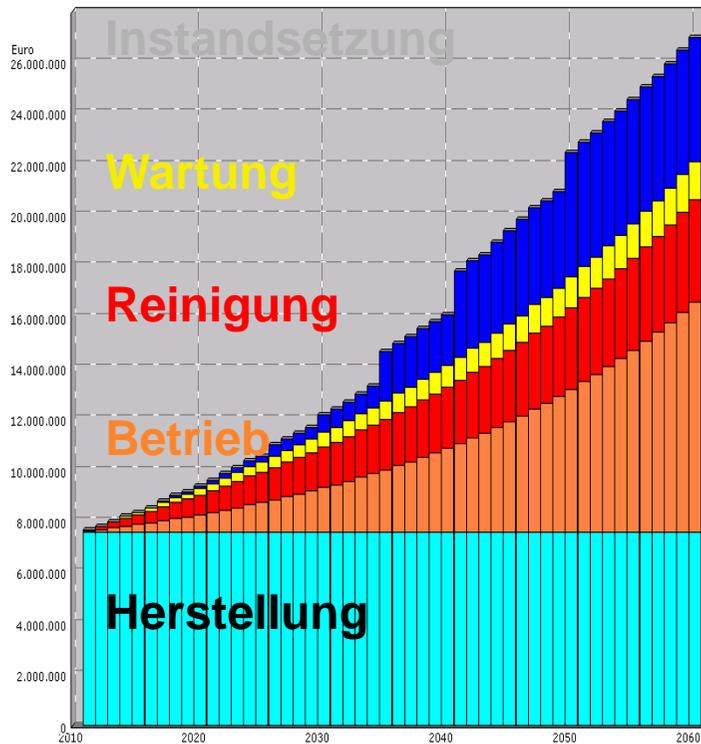
Kostenfeststellung - Gesamtkosten (KG 200-700): 12,3 Mio. € (brutto) - 2011



LEBENSZYKLUSKOSTEN

kumuliert über 50 Jahre
jährliche Energiepreissteigerungsrate von 4% per anno

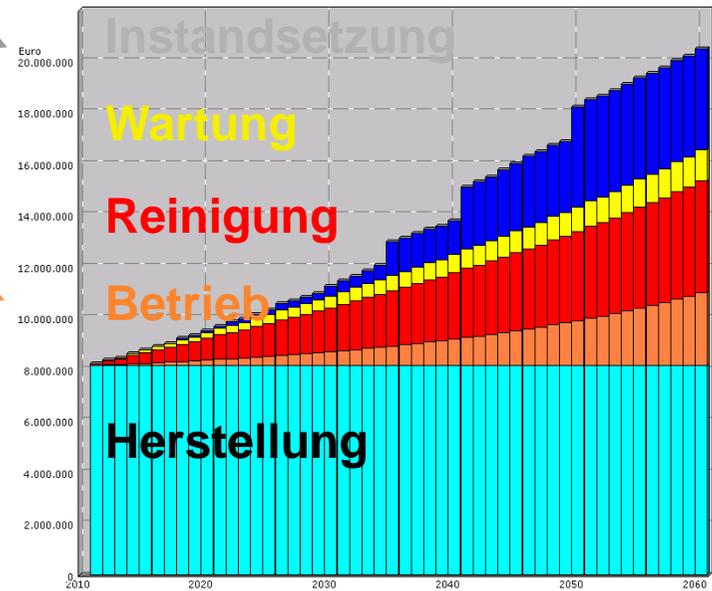
Standard-Variante



Gesamt
ca.21 %

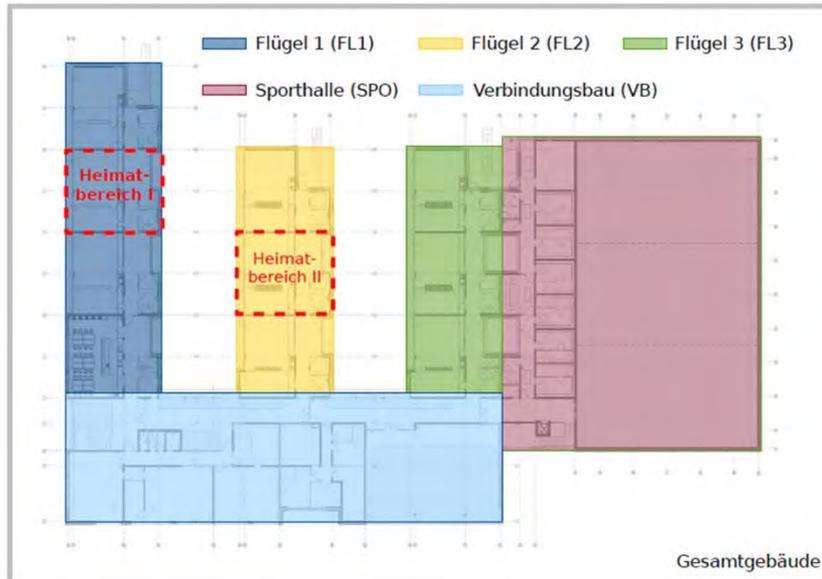
Betrieb
ca.66 %

EnOB-Variante



Quelle: Holger König, Ascona GbR

ENOB – INTENSIVMONITORING ZUR ERFOLGSKONTROLLE



Erfassung des Energieverbrauchs für

- ▶ Beleuchtung
- ▶ Lüftung mechanisch
- ▶ Lüftung natürlich (Heimatbereich I+II)
- ▶ Heizung
- ▶ Kühlung

Behaglichkeitsmessung in den ausgewählten Heimatbereichen:

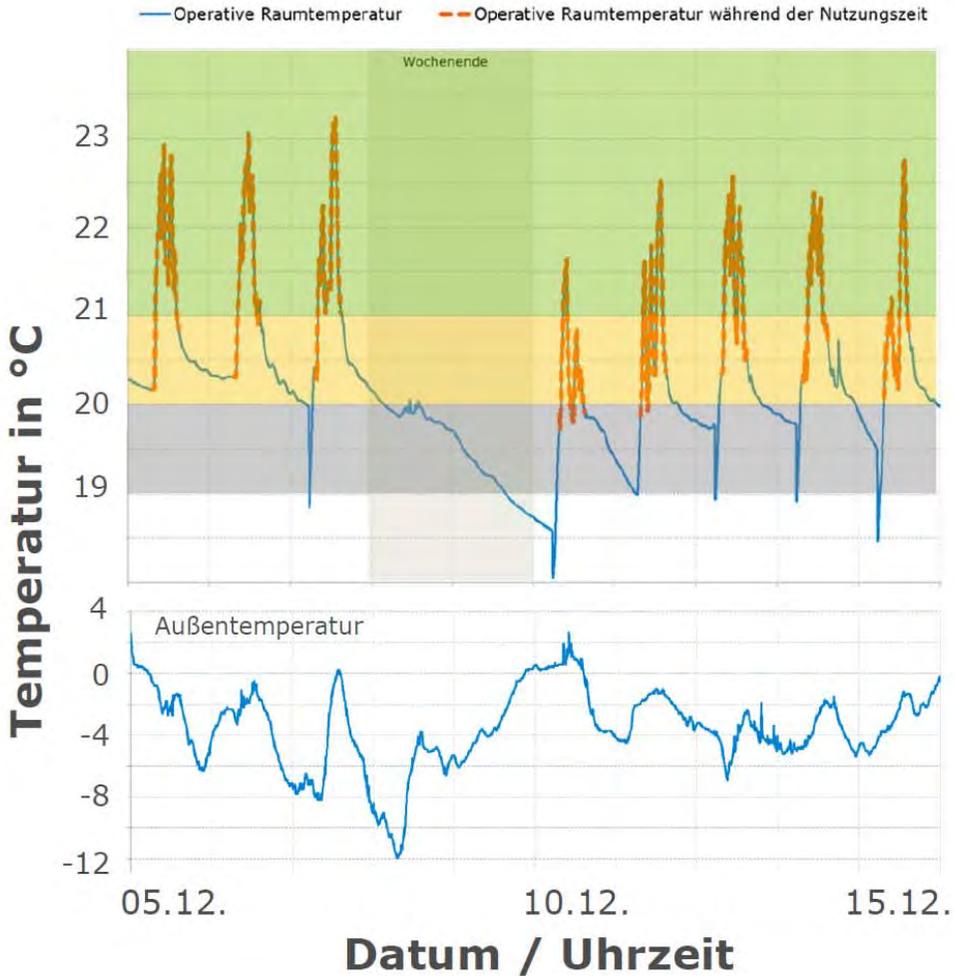
- ▶ Lufttemperatur
 - ▶ Strahlungstemperatur
 - ▶ Luftfeuchte
 - ▶ Luftbewegung
- (punktuelle Einzelmessungen)

Nutzerbefragung nach Inbetriebnahme zu allen komfortrelevanten Größen

Quelle: <http://www.ahborn.de>



MONITORING: THERMISCHE BEHAGLICHKEIT



Zeitreihe für die operative Raumtemperatur im Heimatbereich II (oben) und die Außentemperatur (unten) für einen ausgewählte Zeitraum (05.12.2012 - 15.12.2012) im Winter.



Kategorie I

Kategorie II

Kategorie III

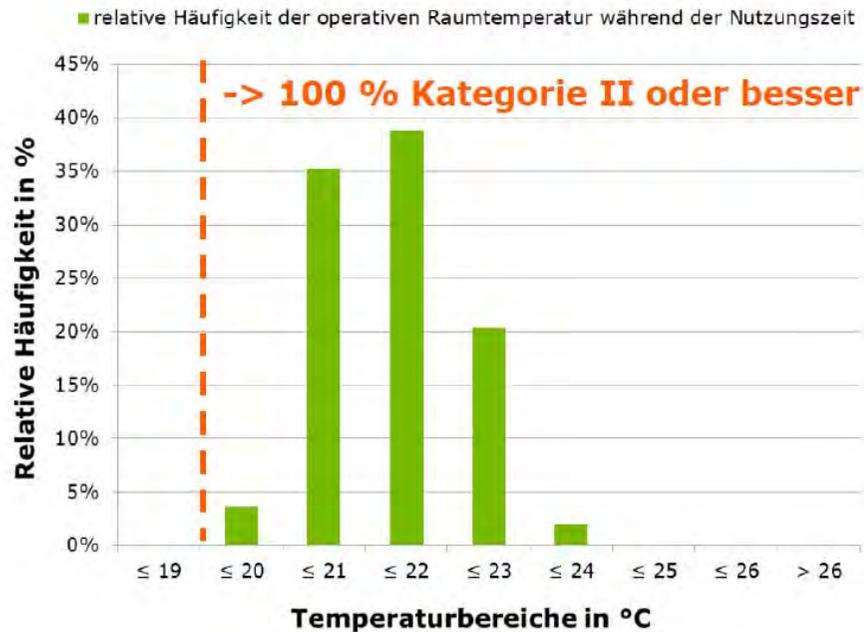
Kategorie IV

* Kategorien für das Raumklima gemäß DIN EN 15251

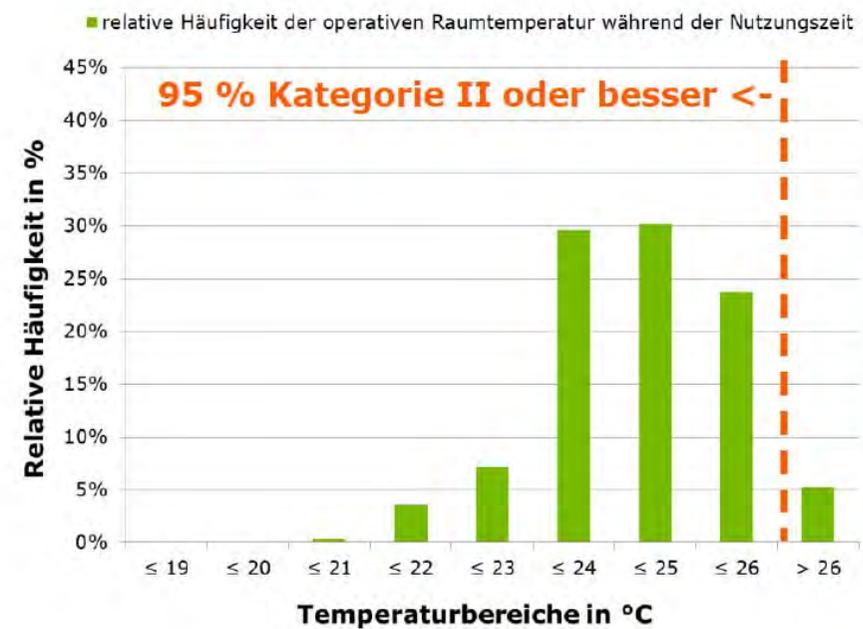


MONITORING: THERMISCHE BEHAGLICHKEIT

Winterfall:



Sommerfall:

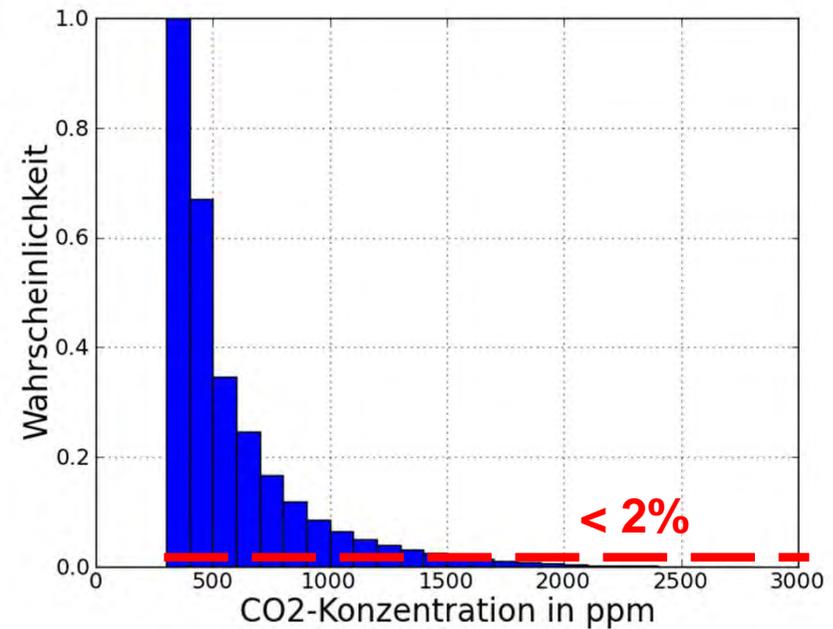
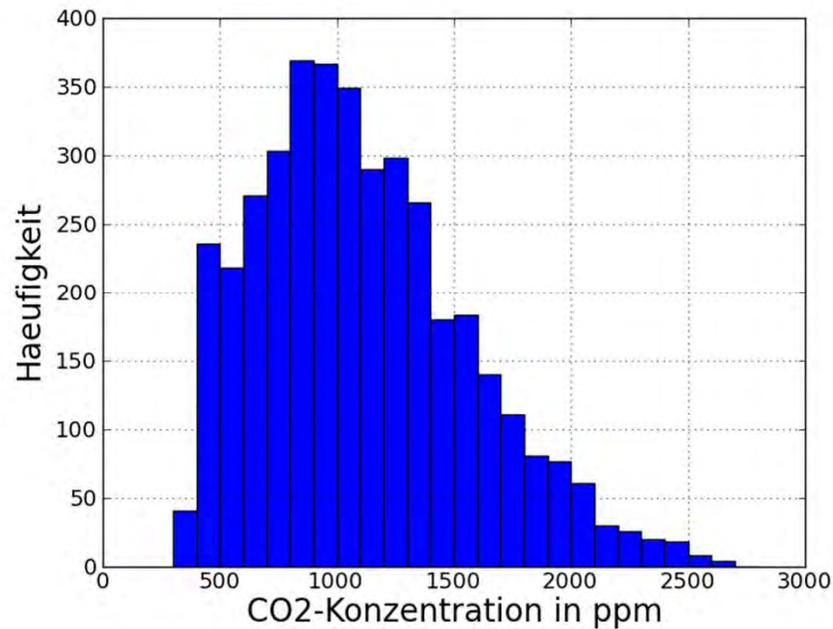


Häufigkeitsverteilung für die operative Raumtemperatur während der Nutzungszeiten für den Winterfall (links) und den Sommerfall (rechts).

- Die Raumtemperaturen in den Klassenräume entsprechen sehr guten Behaglichkeitskriterien
- Auch ohne ein aktives Kühlsystem wird ein behagliches Raumklima hergestellt

Quelle: Monitoring GSHN, Prof. F. Sick, S. Dietz, HTW Berlin

MONITORING: LUFTQUALITÄT

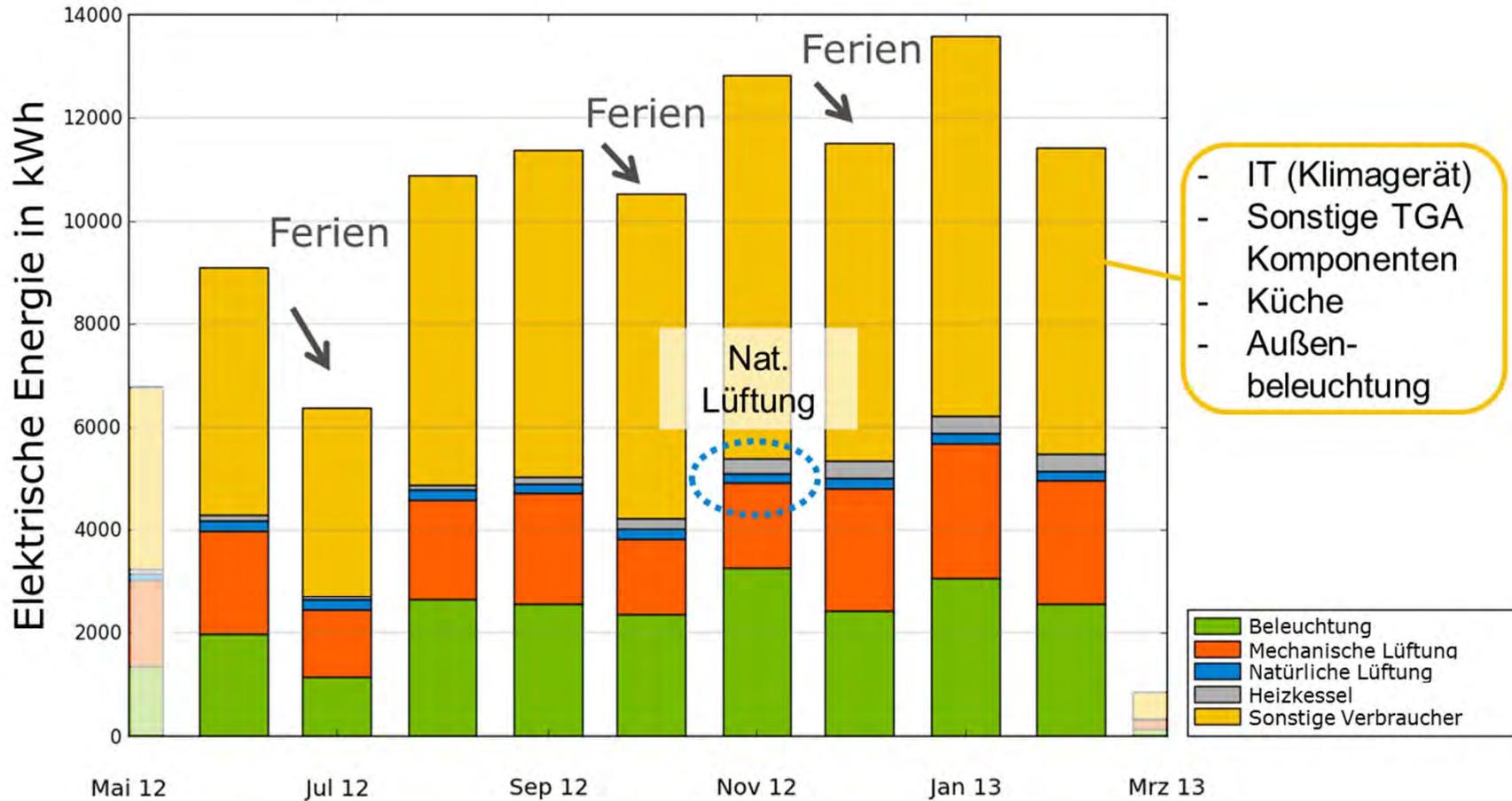


Häufigkeitsverteilung (links) und kumulierte Wahrscheinlichkeit (rechts) der CO₂ Konzentrationen in einem Klassenraum der GSHN. Dargestellt sind die CO₂ Konzentrationen während der Präsenzzeiten von Juni – Dezember 2012.

-> das hybride Lüftungssystem erzielt eine sehr gute Luftqualität!

Quelle: Monitoring GSHN, Prof. F. Sick, S. Dietz, HTW Berlin

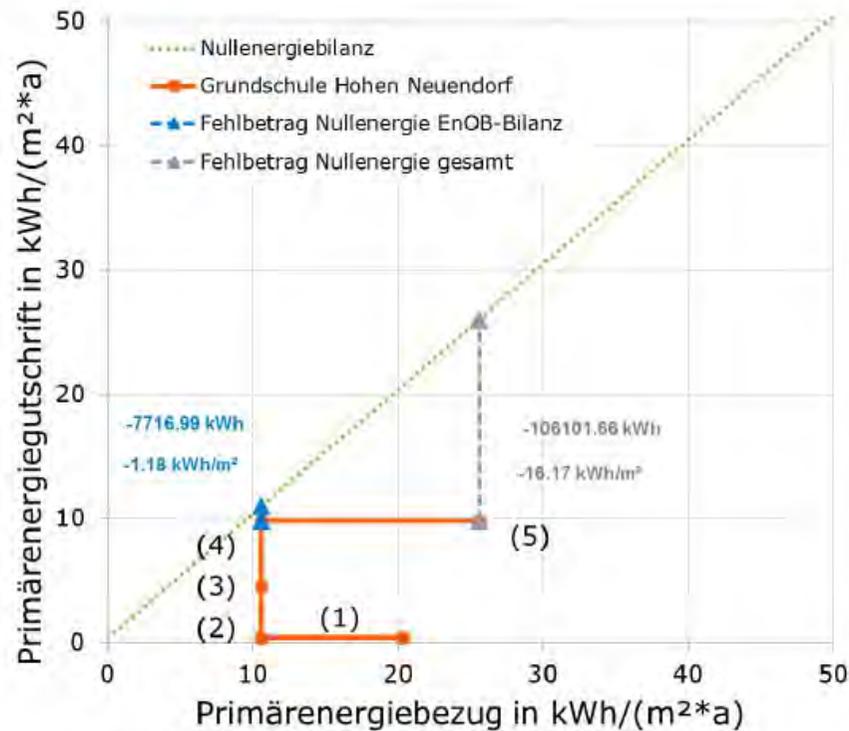
MONITORING: ELEKTRISCHER ENERGIEVERBRAUCH



Monatlicher elektrischer Energieverbrauch nach Verbrauchergruppen

Quelle: Monitoring GSHN, Prof. F. Sick, S. Dietz, HTW Berlin

MONITORING: PRIMÄRENERGIEBILANZ



- (1) TGA Verbrauch, nicht erneuerbar
- (2) Eigenverbrauch PV
- (3) Gutschrift Einspeisung PV
- (4) Gutschrift Einspeisung BHKW
- (5) Geräteverbrauch außerhalb der DIN 18599

Primärenergiebilanz		
	Verbr. / Erz.	Verbr./Erz. Spez.
	kWh/a	kWh/m²a
Verbrauch TGA (NEA)	-133382.10	-20.32
Gutschrift Eigenverbrauch (NEA)	63795.06	9.72
Gutschrift Einspeisung PV (NEA)	27490.05	4.19
Gutschrift Einspeisung BHKW (NEA)	34380.00	5.24
Zwischensumme:	-7716.99	-1.18
Verbraucher außerhalb der EnEV	-98384.67	-14.99
Endsumme:	-106101.66	-16.17

Bilanzierung für die Nutzungszeit der Schule, Pellet- BHKW rechnerisch einbezogen

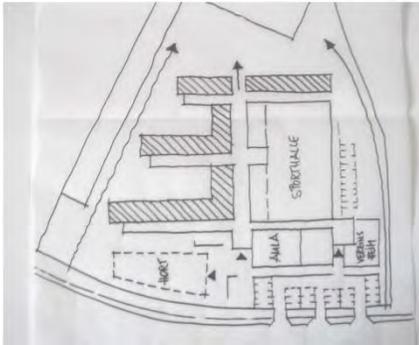
Quelle: Monitoring GSHN, Prof. F. Sick, S. Dietz, HTW Berlin

BEWERTUNG NACH BNB V2013



Ergebnisse der Pilot-/Erstanwendung Nachhaltiges Bauen für Unterrichtsgebäude

PROJEKTVERLAUF UND ZERTIFIZIERUNG



Planungsbeginn

Fertigstellung

Zertifizierung



Entwicklung DGNB
Büro / Verwaltung

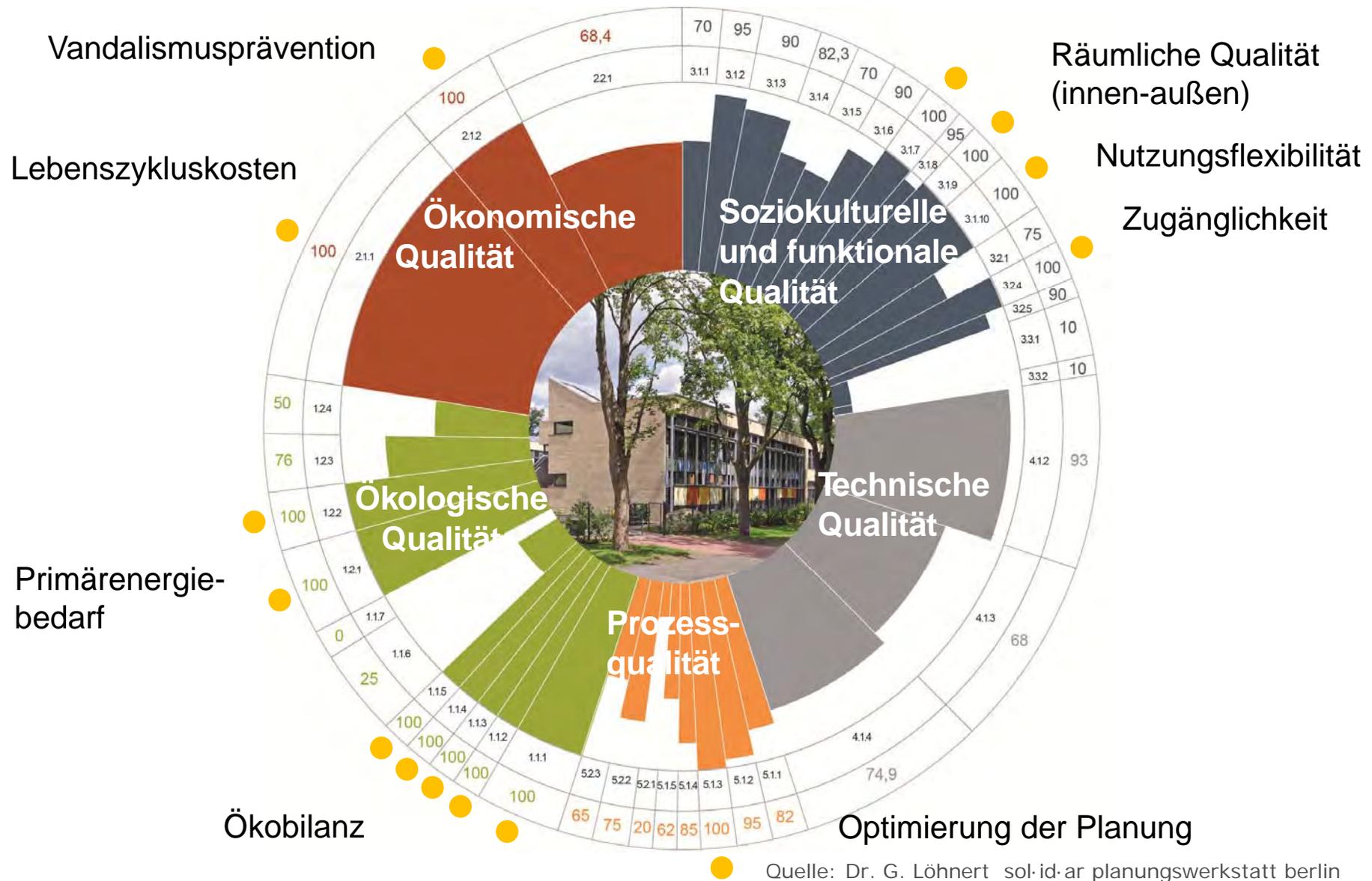
Entwurf BNB
Unterrichtsgebäude
V2011

Entwurf BNB
Unterrichtsgebäude
V2013



keine projektbegleitenden sondern nachträgliche Anforderungen!

GRUNDSCHULE NIEDERHEIDE - ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE





Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung



Zertifikat

GOLD



Kategorie	Neubau Unterrichtsgebäude
Version	2013 - Pilotanwendung
Objekt	Grundschule Niederheide
Standort	Hohen Neuendorf
Fertigstellung	Juni 2011
Bauherr	Stadt Hohen Neuendorf
Auditor	Dr. Günter Löhnert, sol-id-ar planungswerkstatt
Architekt / Planer	IBUS Architekten + Ingenieure GbR

Nachhaltiges Bauen

Gold: 80,2% / 1,5

Projektnummer	BNB_UN_V2013_0008
ausgestellt am	06.08.2013



LITERATUR



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

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