



**kplan<sup>®</sup>AG**

Projektentwicklung und Gesamtplanung



Herbstsymposium Bauen für die Zukunft –  
Aus der Praxis für die Praxis  
19./ 20.09.2013 in Benediktbeuern

**Ein energie- und komfortgerechter  
Schulneubau der FOS BOS  
in Erding**

Dipl.-Kfm. Christian Lanzinger



## Zielsetzungen ...aus energetischer Sicht

- Reduktion Energiebedarf (Wärme, Strom, Betriebskosten) um ca. 80 %
- Reduktion Schadstoffemissionen im Betrieb um ca. 60 % - 80 %
- Nutzung von alternativer Energie (Erdwärme, Erdkühle, Solarenergie, etc.)
- Reduktion des Kunstlichteinsatzes (Stromverbrauch)
- Vermeidung unkontrollierter Fensterlüftung mit hohem Energieverbrauch



## Zielsetzungen ...für die Nutzer – aus der Sicht der Nutzer

- optimale Luftqualität in d. Räumen – Steigerung Konzentrationsfähigkeit
- Einsatz ökologischer Baustoffe – Senkung der Schadstoffbelastung
- hohe Tageslichtnutzung / Reduktion des Kunstlichteinsatzes
- optimale Behaglichkeit und hoher Komfort
- leichte Bedienbarkeit der technischen Anlagen
- Schaffung von „Lebensräumen“ (Atrium, Außenanlagen, etc.)
- Vermeidung von Schall (von außen und innen)
- nachhaltiger Umgang mit Ressourcen
- Reduktion der Feinstaubbelastung
- keine späteren Nachrüstkosten, falls sich gesetzliche Vorgaben ändern
- zukunftsorientiertes Konzept, mehr Planungssicherheit bei Kosten



## Ablauf FOS BOS Erding

- Bauherrn überzeugen
- Wirtschaftlichkeitsuntersuchung (Fördermittel)
- Pilotprojekt/ DBU Bewilligung
- Vorgabe DBU: Primärenergieverbrauch  
unter 60 kWh/ m<sup>2</sup> p.a.
- Intensiver Entwicklungs- und Planungsprozess
- Nutzereinbindung
- Zielerreichung trotz Konzeptänderung
- Weitere Förderungszusage DBU für Mehrkosten Bau
- Baubeginn März 2009/ Einweihung Mai 2011
- Monitoring

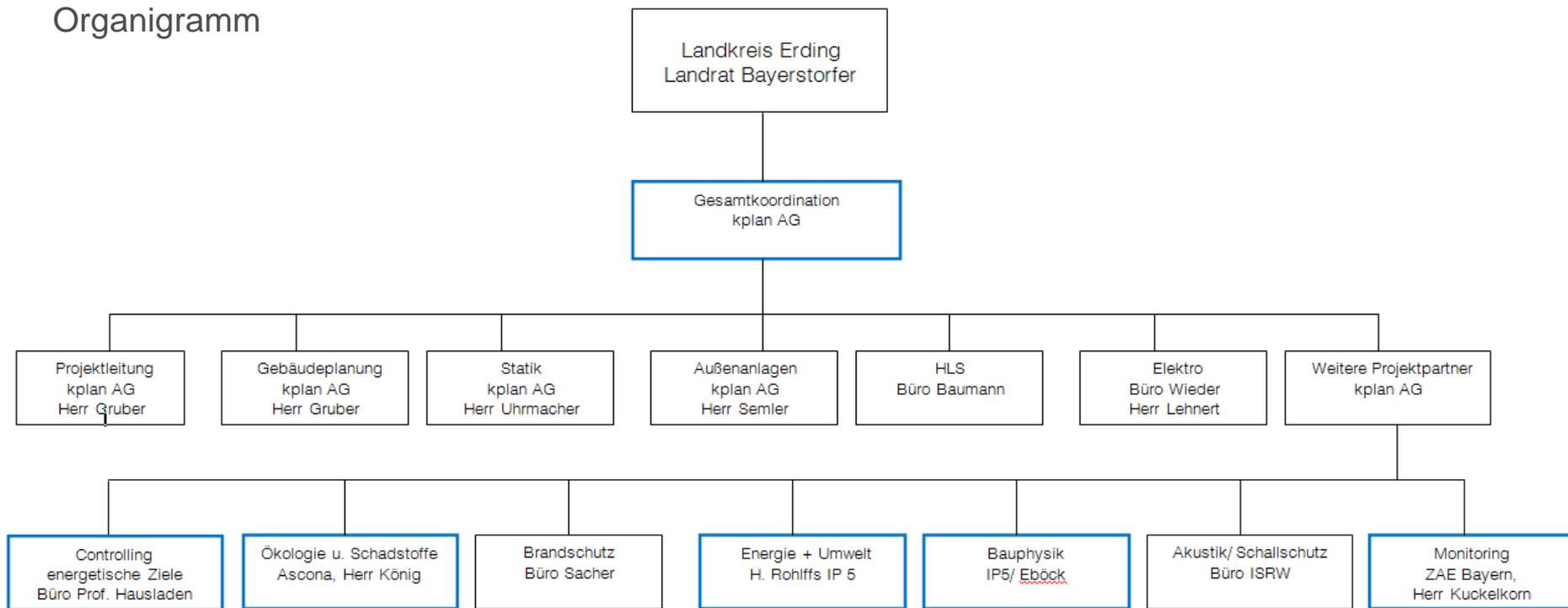
## Lüftungsanlage – NUR FÜR REDUKTION DES HEIZWÄRMEBEDARFS ?

- Reduktion des Staubeintrags durch gefilterte Luft
- ständige Abfuhr von Feuchte (Vermeidung von Bauwerksschäden) und Gerüchen
- konstante, gute Luftqualität
- verbesserte Konzentrationsfähigkeit der Schüler durch geringere CO<sub>2</sub>-Belastung
- Vermeidung von „Überhitzung“ in den Übergangszeiten

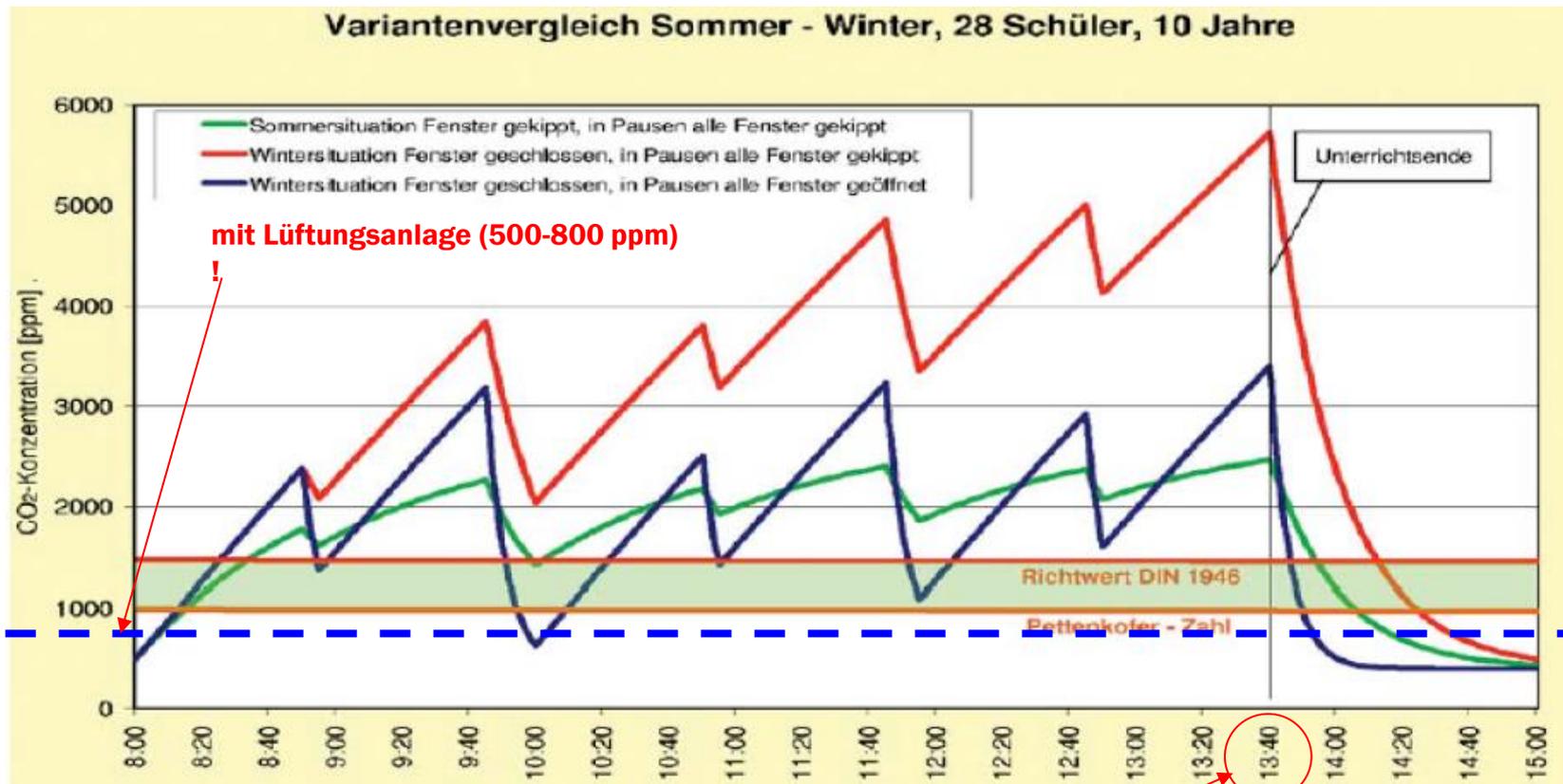


## Integrale Planung

### Organigramm



Kontrollierte Be- und Entlüftung – Schadstoffverlauf im Vergleich



mit Lüftungsanlage (500-800 ppm)

NUR Vormittagsunterricht !

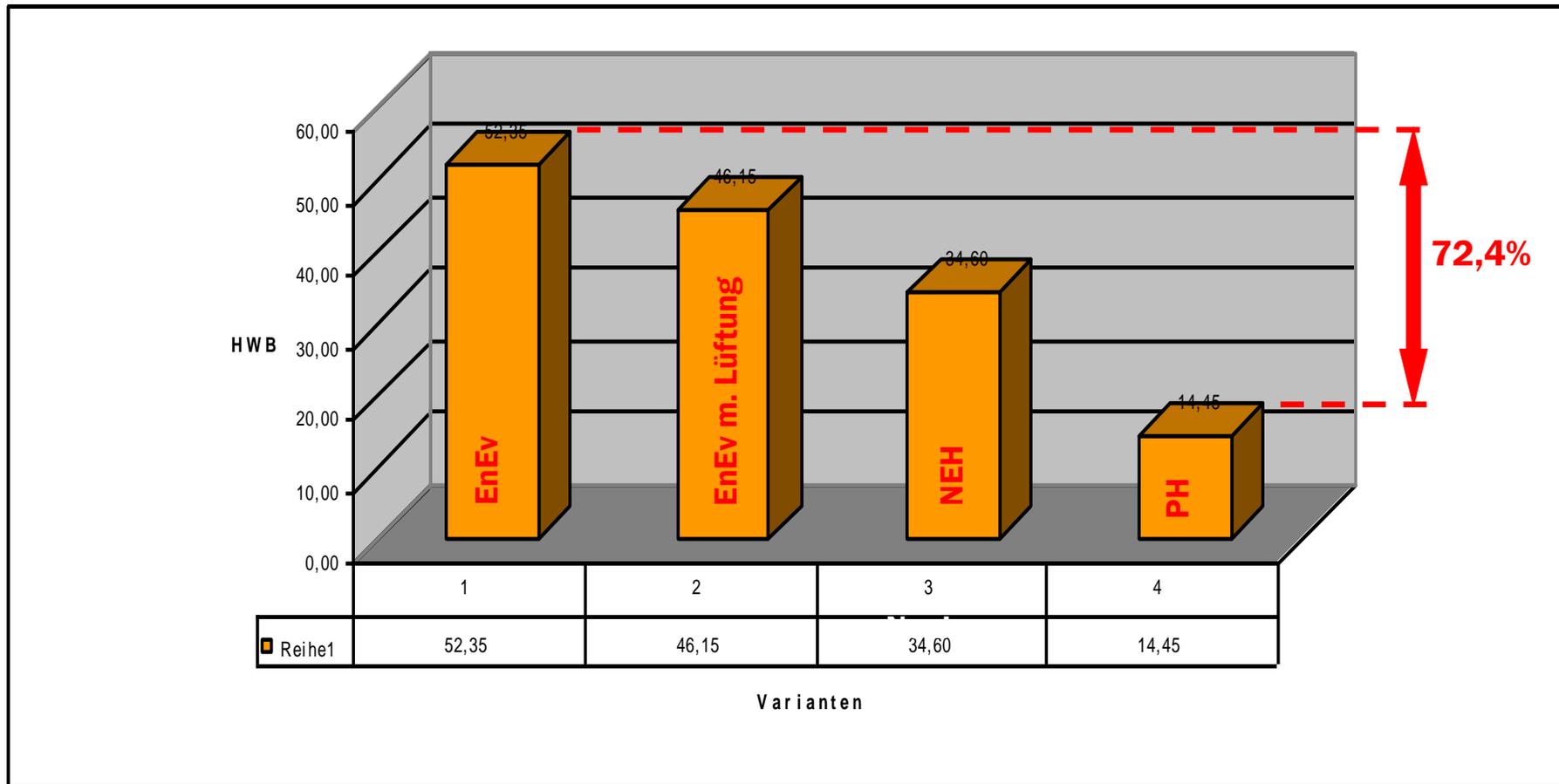


## **Kann durch eine korrekte „Fensterlüftung“ eine kontrollierte Be- und Entlüftung ersetzt werden ?**

**...theoretisch JA, aber mit nachstehenden Nachteilen:**

- Stoßlüftung müsste in ca. 15 Minutenintervallen stattfinden  
(für ca. 800-1.000 ppm CO<sub>2</sub>)
- Zugscheinungen im Winter durch ständig gekippte/geöffnete Fenster
- Erhöhung des Heizwärmebedarfs nochmals um ca. 30%  
(gegenüber EnEV-Berechnung)
- Störung des Unterrichts durch Schalleinwirkungen von Außen
- Störung Unterricht durch ständige Unterbrechungen zur Fensteröffnung
- erhöhter Staubeintrag in die Unterrichtsräume

### Heizwärmebedarf gegenüber Standardgebäuden (EnEV 2007)



## Vergleich der wichtigsten Qualitäten der Gebäudehülle (damals EnEV 2007)

Pos.	Beschreibung		1	2	3	4
			EnEv	EnEv mit Lüftung	NEH mit Lüftung	PH mit Lüftung
1	Dach	W/m <sup>2</sup> K	0,20	0,20	0,12	<b>0,10</b>
2	Außenwand	W/m <sup>2</sup> K	0,25	0,25	0,18	<b>0,12</b>
3	Fußboden gegen Erdreich	W/m <sup>2</sup> K	0,35	0,35	0,20	<b>0,15</b>
4	Fenster/Verglasungen (inkl. Rahmen)	W/m <sup>2</sup> K	1,80	1,80	1,15	<b>0,80</b>
5	Gebäudedichtheit	nL	1,60	1,60	1,00	<b>0,60</b>
6	Frischluftwechsel (Durchschnitt-Gebäudevolumen)	1/h	0,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>

### Kurzbeschreibung der gewählten Konstruktionen für „Passivhausqualität“

<b>Zwischendecken</b>	30cm STB (als freie, passive Speichermassen)
<b>Dach</b>	30cm STB, 35cm Dachdämmung
<b>Fußboden gg Erdreich</b>	30cm STB, 24cm Innendämmung, Wärmebrückendämmung ca. 1m umlaufend unter Bodenplatte
<b>Außenwand</b>	32cm Dämmung
<b>Fenster/Verglasungen</b>	zertifiziertes Passivhausfenster, Uglas=0,60 W/m <sup>2</sup> K, Ugesamt=0,80 W/m <sup>2</sup> K
<b>Wärmebrückenzuschlag</b>	ca. 10% der Anschlusskonstruktionen



## Planungsinstrumente

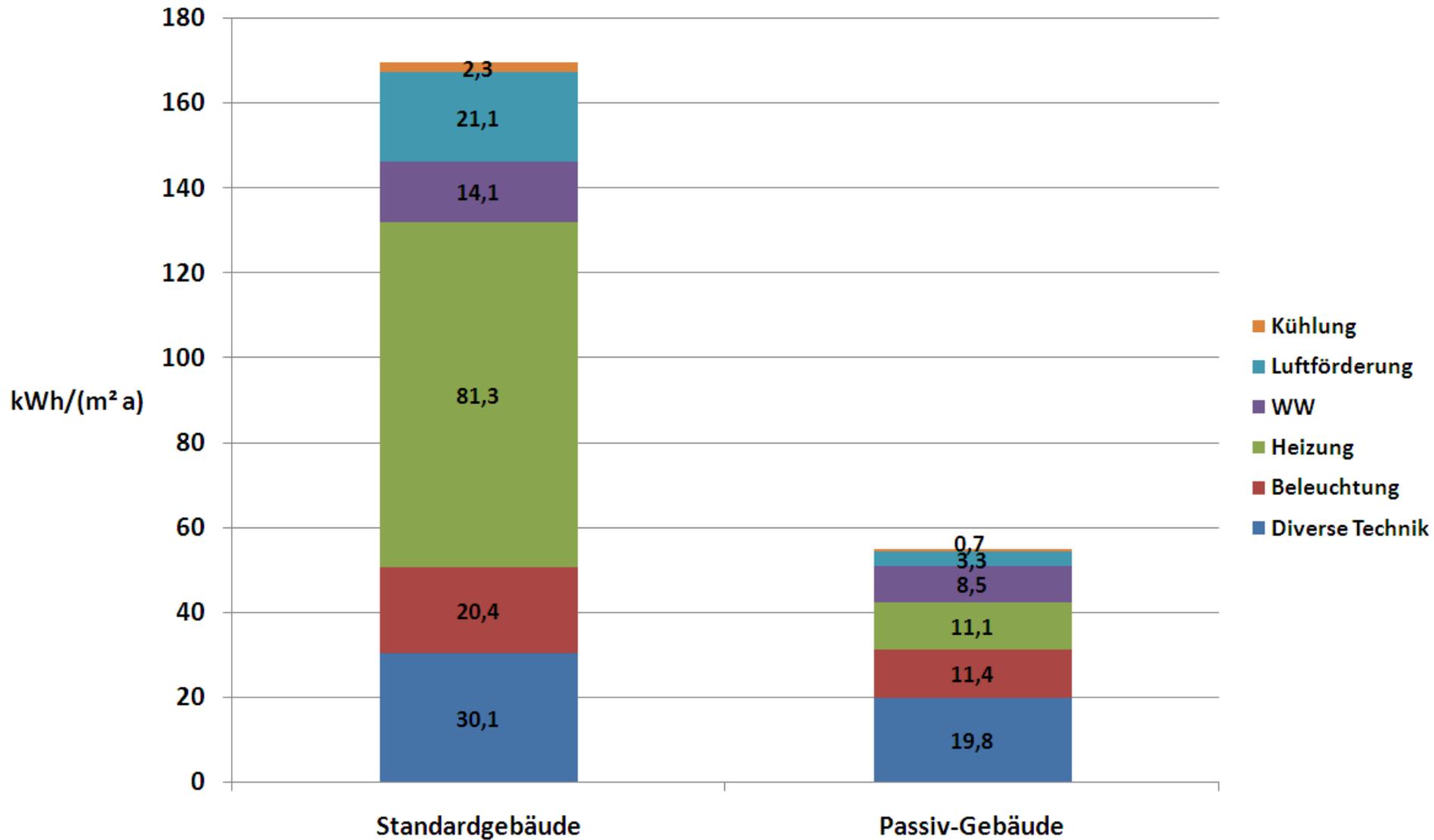
1. Thermisch-dynamische Simulationsrechnung
2. Tageslichtsimulation
3. Passivhausprojektierungspaket (PHPP)
4. Primärenergie-/CO<sub>2</sub>-Bilanz der Haustechnik
5. Lebenszyklusanalyse (LEGEP)



## Vergleich: Erzielbarer Primärenergiebedarf Haustechnik

	Standard-Schule mit mech. Lftg.anlage, kWh/a	Spez. PEB, kWh/(m <sup>2</sup> a)	Passiv-Schule, kWh/a	Spez. PEB, kWh/(m <sup>2</sup> a)
Diverse Technik	231.750	30,1	153.555	19,8
Beleuchtung	158.377	20,4	88.615	11,4
Heizung	631.145	81,3	86.203	11,1
WW	109.749	14,1	65.850	8,5
Luftförderung	163.393	21,1	25.785	3,3
Kühlung	17.677	2,3	5.481	0,7
Summe	1.314.116	<b>169,3</b>	425.489	<b>54,8</b>

## BOS Erding: Erzielbarer spez. Primärenergiebedarf Haustechnik





**Vergleich: Erzielbarer Strom-/Wärmebedarf  
und erzielbare CO2-Emissionen**

	Wärme- bedarf, kWh/a	Strombedarf, kWh/a	Jahreskosten bei Wärmepreis von 0,08 €/kWh und Strompreis von 0,24 €/kWh; €/a	CO2- Emissionen, t/a
Standard-Schule mit mech. Lftg.anlage	571.804	253.752	106.645	280
Passiv-Schule	122.529	125.821	39.999	106
Ersparnis/ Verringerung	449.275	127.931	<b>66.645</b>	<b>174</b>



<b>Mehrinvestitionskosten Passivhausstandard</b>			<b>1.252.000 €</b>
<b>Mögliche Wärmeenergiekosteneinsparung</b>			<b>449.275 kWh</b>
Einsparung Verbrauch p.a.:			
Szenario 1:	Energiepreis bei	8 Ct./kWh	35.942 € p.a.
Szenario 2:	Energiepreis bei	10 Ct./kWh	44.928 € p.a.
Szenario 3:	Energiepreis bei	12 Ct./kWh	53.913 € p.a.
<b>Mögliche Stromkosteneinsparung</b>			<b>127.931 kWh</b>
Einsparung Verbrauch p.a.:			
Szenario 1:	Strompreis bei	24 Ct./kWh	30.703 € p.a.
Szenario 2:	Strompreis bei	28 Ct./kWh	35.821 € p.a.
Szenario 3:	Strompreis bei	32 Ct./kWh	40.938 € p.a.
<b>Einsparung gesamt (Wärme und Strom)</b>			
Szenario 1:	Energiepreis bei	8/24 Ct./kWh	66.645 € p.a.
Szenario 2:	Energiepreis bei	10/28 Ct./kWh	80.748 € p.a.
Szenario 3:	Energiepreis bei	12/32 Ct./kWh	94.851 € p.a.
<b>Statische Amortisation</b>			
Szenario 1:	Energiepreis bei	8/24 Ct./kWh	18,8 Jahre
Szenario 2:	Energiepreis bei	10/28 Ct./kWh	15,5 Jahre
Szenario 3:	Energiepreis bei	12/32 Ct./kWh	13,2 Jahre
<b>Dynamische Amortisation</b>			
Szenario 1:	Energiepreis bei	8/24 Ct./kWh	48,4 Jahre
Szenario 2:	Energiepreis bei	10/28 Ct./kWh	28,4 Jahre
Szenario 3:	Energiepreis bei	12/32 Ct./kWh	21,0 Jahre



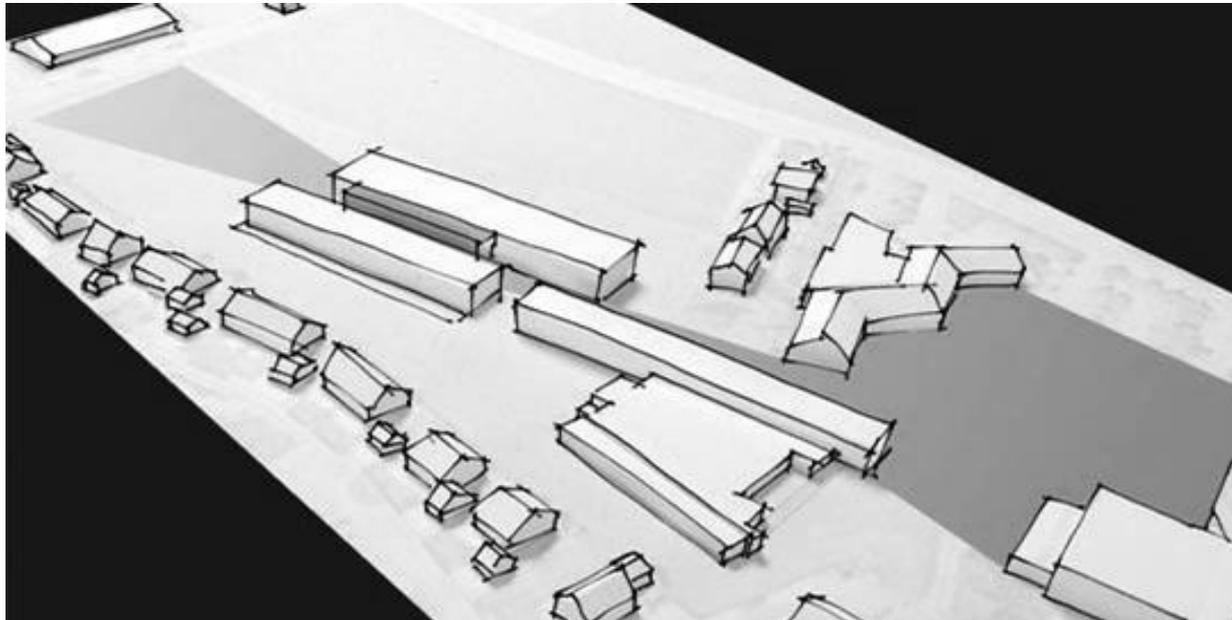
## Kosten

Kostenvorgabe Bauherr in 2007: 278 €/ m<sup>3</sup>  
300+400 nach DIN 276 (brutto)

Kostenkennwerte Kostengruppen  
Baukostenindex (BKI) 265 €/ m<sup>3</sup> - 410 €/ m<sup>3</sup>  
300+400 nach DIN 276 (brutto)

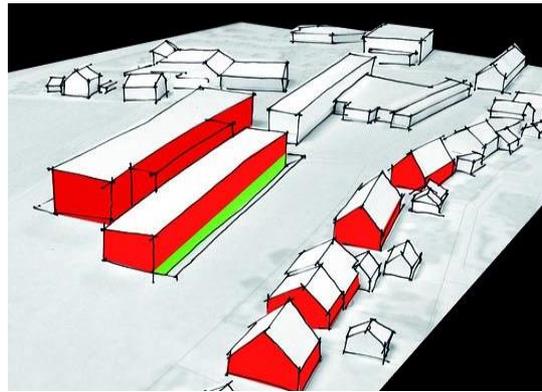
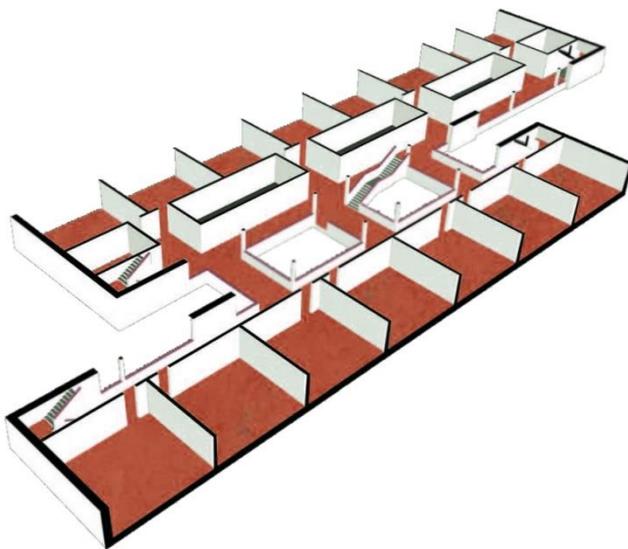
Durchschnittswert BKI: 350 €/ m<sup>2</sup>

FOS BOS Erding  
Kostenfeststellung ca. 275 €/ m<sup>3</sup>  
(inkl. Mehrkosten nachhaltiger  
Passivhausstandard und Monitoring )



**Städtebauliche Lösung:**

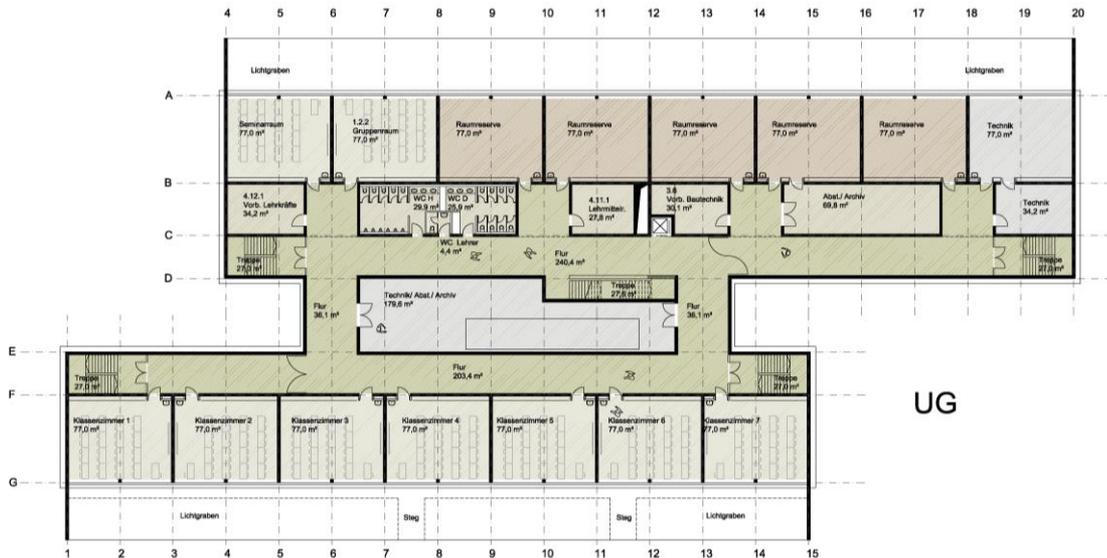
- Verzahnung mit Berufsschule „Campuslösung“
- Wegeführung durch neues transparentes Atrium
- Zwei zueinander verschobene Baukörper, 3-geschoßig im Norden, 2-geschoßig im Süden
- Zurückhaltende, einfache Formensprache
- Nutzung von Tiefhöfen zur Minimierung des Bauvolumens
- Kompaktheit und AV-Verhältnis ist Kompromiss zwischen energetischen und städtebaulichen Zielen



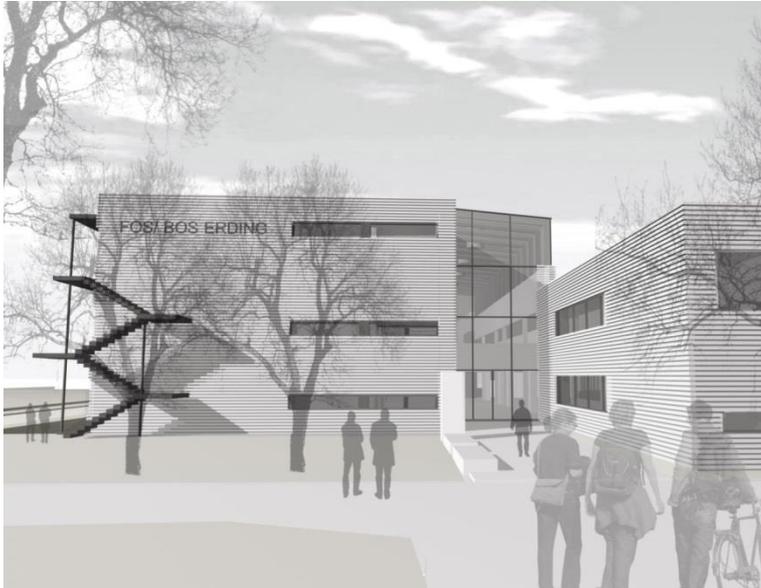


**Architektur:**

- Einfache innere Struktur
- Kräftiger Nordriegel mit Nebenraumschiene
- Technik im UG unter Atrium
- schmaler zweigeschossiger Südriegel
- Lichtgräben im UG zur natürlichen Belichtung
- Verteilung der Technik über Doppelboden im UG

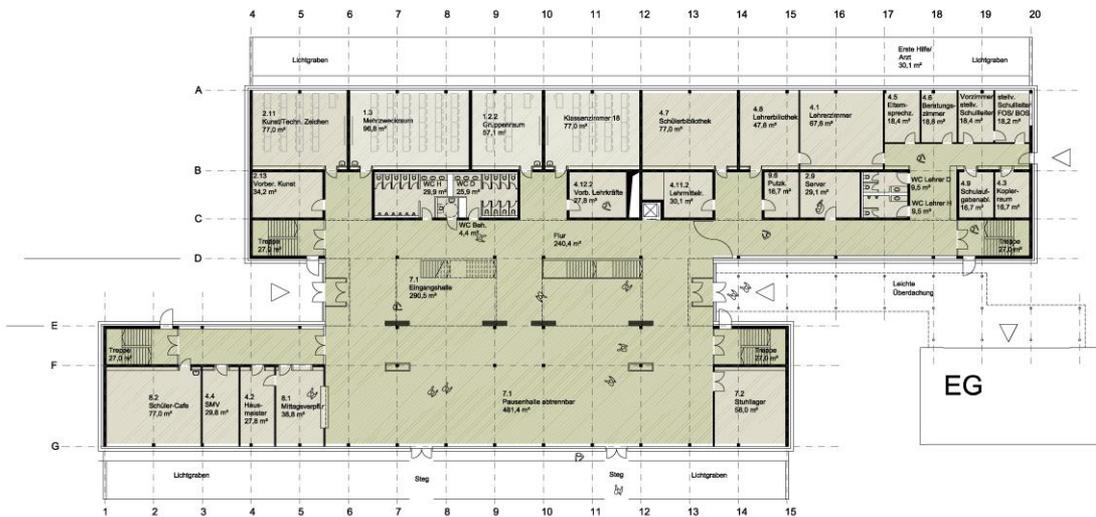


UG

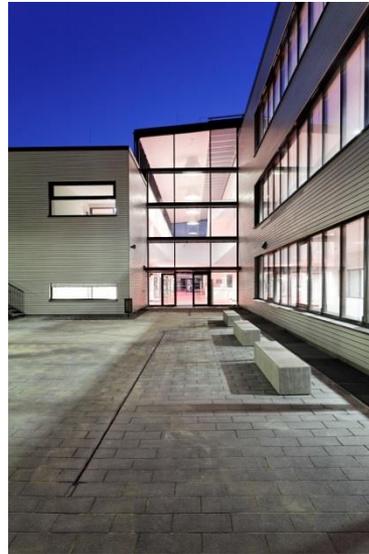


**Architektur:**

- Atrium als Verteiler, Kommunikationszone und Klimapuffer
- EG mit Pausenhalle und Verwaltung

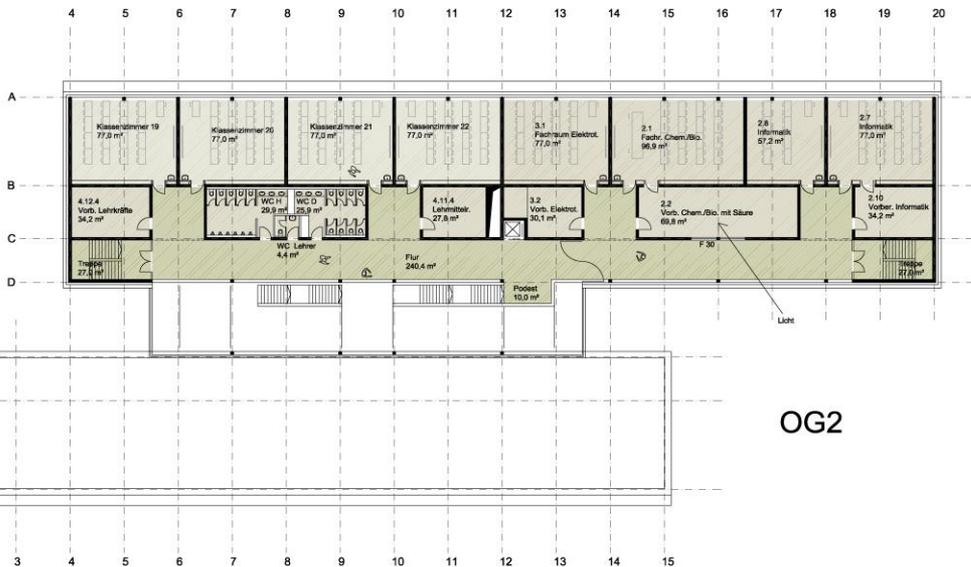


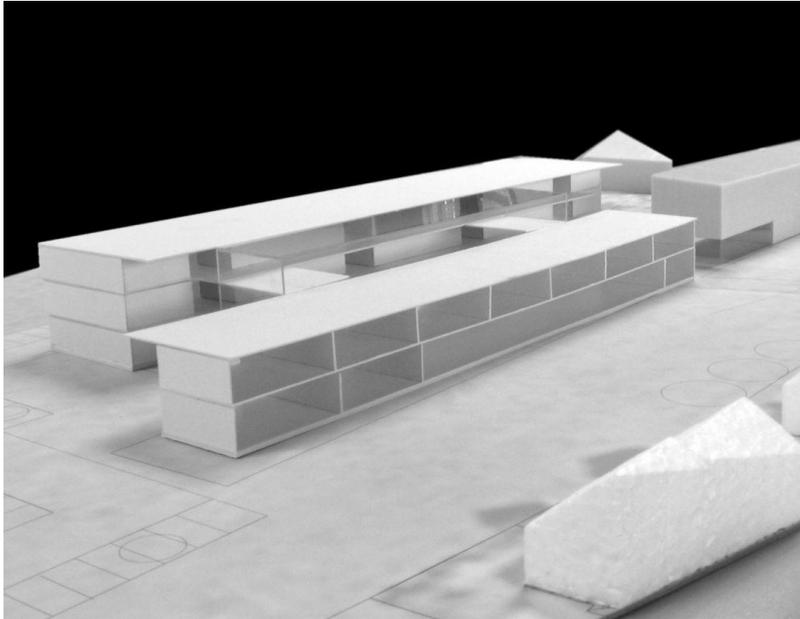




**Architektur:**

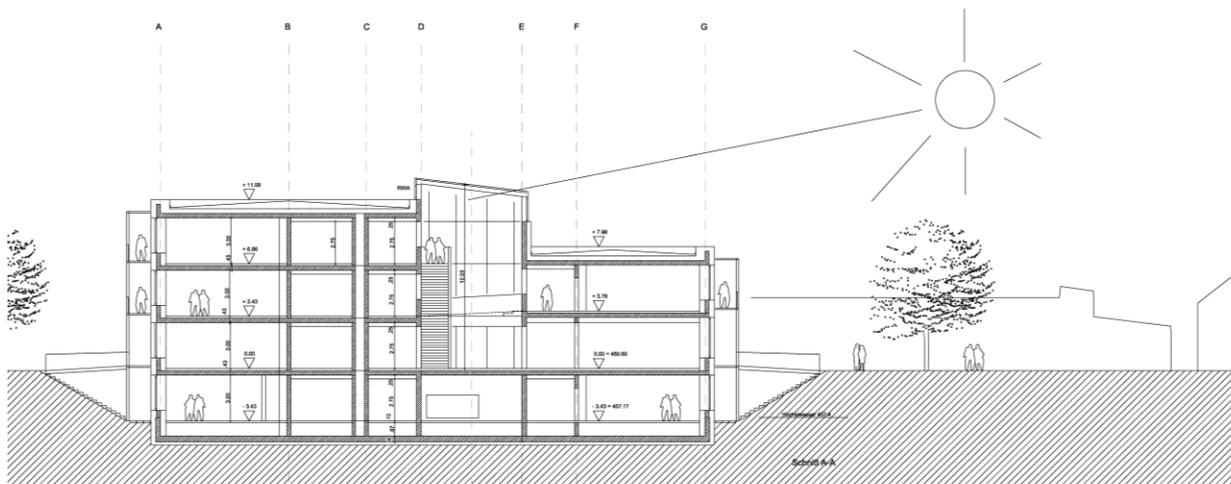
- OG 2 mit Fach- und Vorbereitungsräumen
- Nutzräume, Flure, Atrium





**Architektur:**

- einfache Schnittfigur
- vertikale und horizontale Bezüge im Atrium
- Kommunikationsraum
- Hohe Tageslichtausbeute

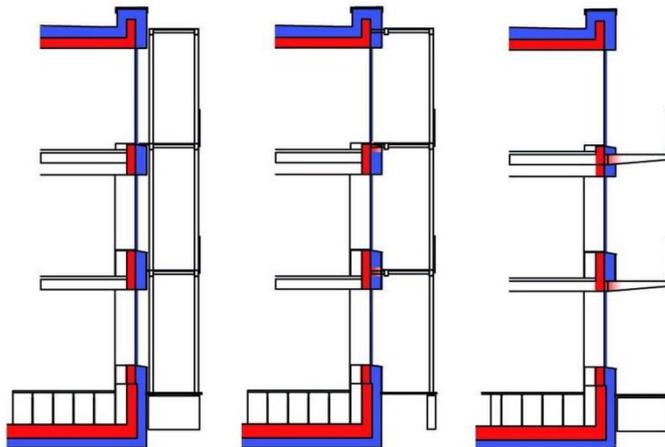






**Fluchtbalkone:**

- Fluchtbalkone wegen offenem Atrium
- Problem: Wärmebrücken!
- Lösung: Eigenständig tragende Fluchtbalkone in Stahlkonstruktion



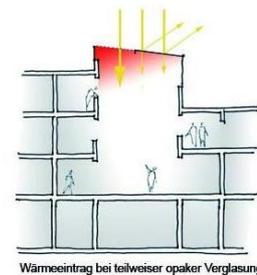
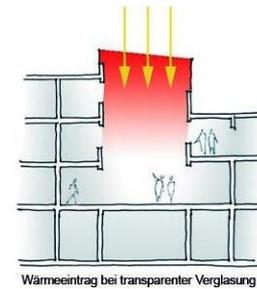
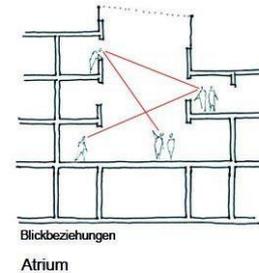
Minimierung von Wärmebrücken durch autarke Balkonkonstruktion

## Ein energie- und komfortgerechter Schulneubau der FOS BOS in Erding

### Fassade:

- geprägt durch vorgestellte Fluchtbalkone
- Wandverkleidung in weiß lackierter Fichtenschalung
- Fenster als durchlaufende Bänder
- einfaches Fassadenraster (1,25m)
- Lüftungskanäle und Raumtrennwände nach außen mit dunklen Faserzementplatten bekleidet





**Atrium:**

- Atrium als Verteiler, Kommunikationszone und Klimapuffer
- horizontale und vertikale Bezüge
- beste Tageslichtausbeute mit möglichst geringer Überhitzung
- kombinierte Ventilatoren- und Beleuchtungselemente
- Tageslichtsimulationen ergaben, daß ca. 30% der Atriumdachfläche für die Tageslichtversorgung ausreichend sind



**Innenräume:**

- Helle Wände (Beton, gespachtelt und gestrichen)
- Betondecken als Speichermasse wirksam
- Akustikelemente partiell an Decke und Wand
- Flur und Atrium mit gelochter GiKa-Decke
- Boden: dunkelroter Linoleum
- Möblierung: Holz und helle Farben



**Vielen Dank für Ihr Interesse!**

