

# Architektur und Bauwesen

Dipl.-Ing. Architektin  
Sabine Djahanschah

Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Nachhaltigkeit leben in

Umweltbildung  
Umweltforschung  
Umweltechnik

Stiftungskapital 2 Mrd. €

46.000 + 15.000 Hektar Naturerbestflächen

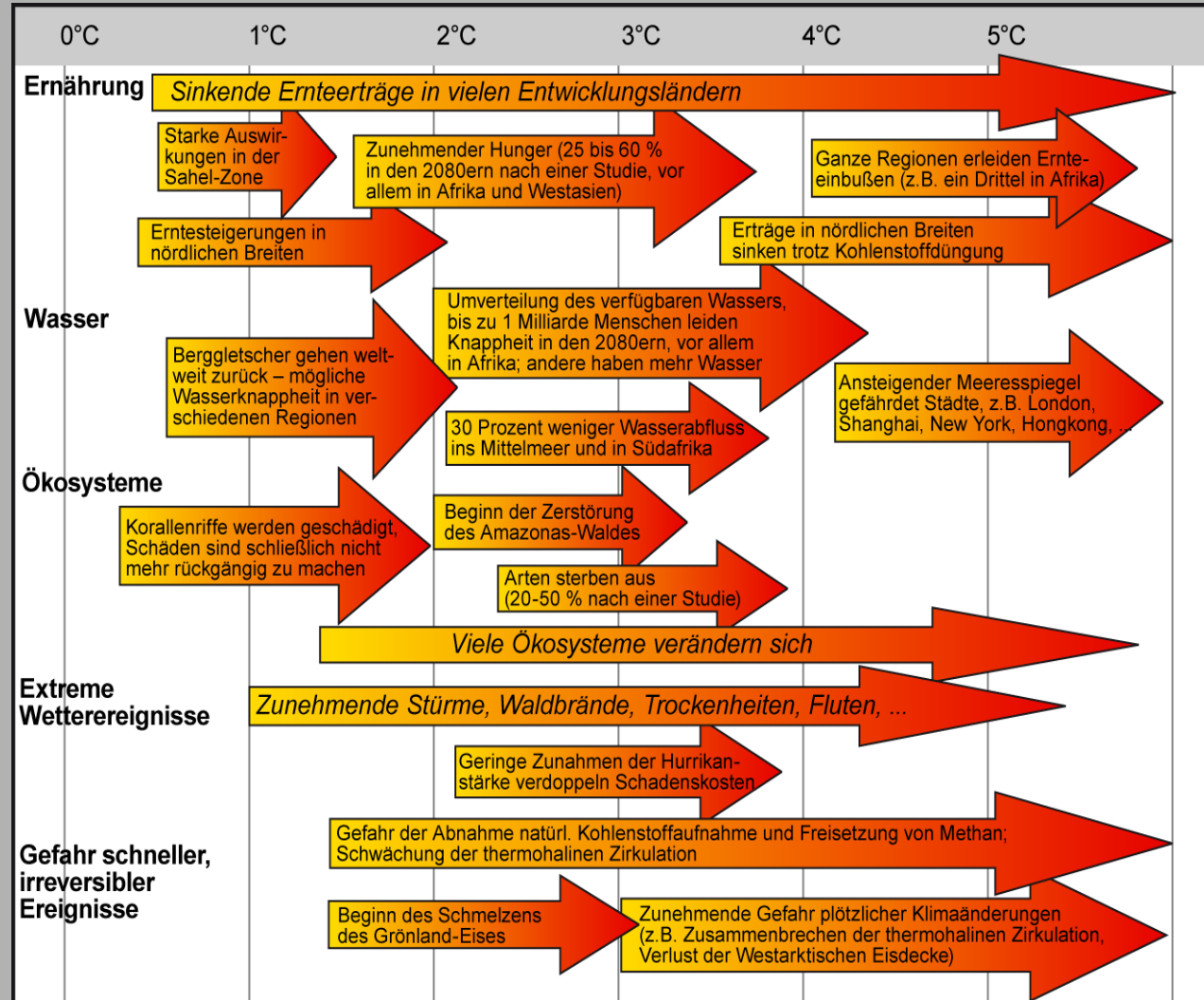
Nachhaltige Geldanlage

1,4 Mrd. Fördermittel in 8000 Projekten

Fördermittel derzeit ca. 50 Mio. €/a

# Aktueller Anlass

Kosten des Klimawandels  
Stern-Report



Quelle : STERN REVIEW, Grafik 2

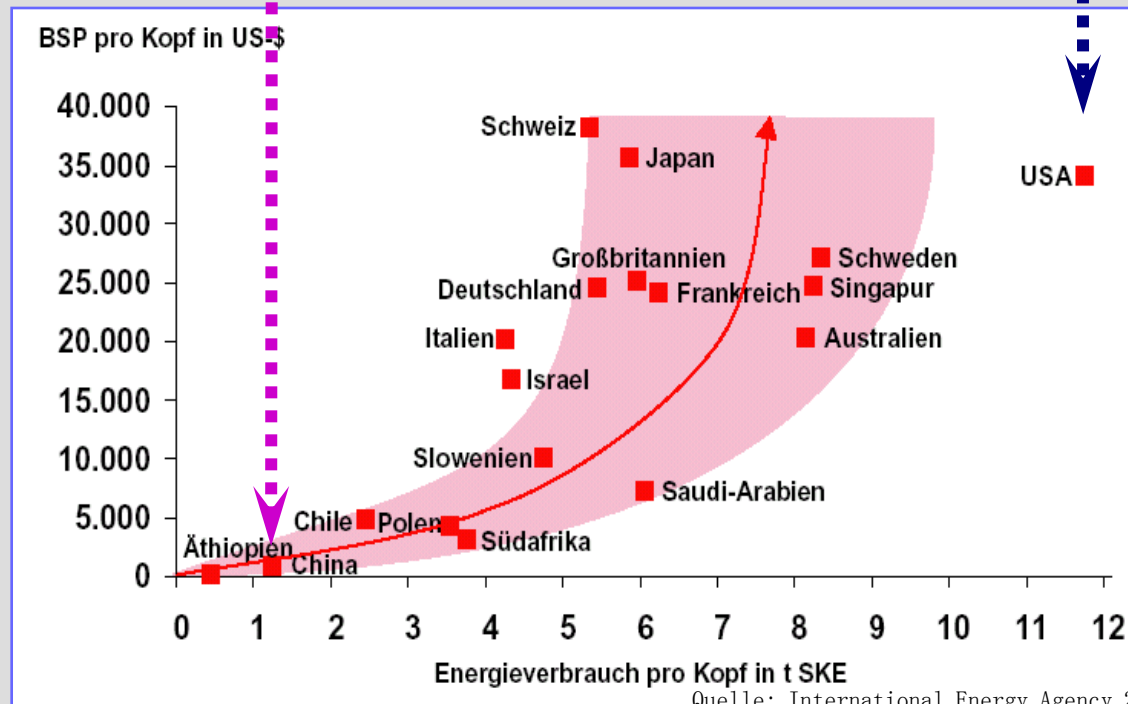


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Hunger nach Energie (und Ressourcen)

China: 1,2 Tonnen SKE pro Kopf und Jahr

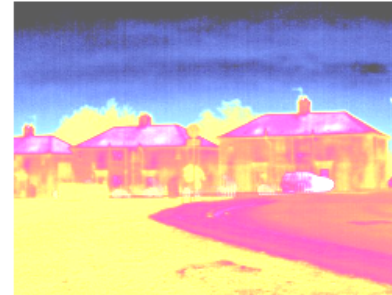
USA: 11,5 Tonnen SKE pro Kopf und Jahr



### Energieeffizienz von Gebäuden wird verbessert

Energie - 18-04-2009 - 14:11

Bis 2020 hat sich Europa Ziele gesetzt, um den Klimawandel nachhaltig zu bekämpfen, so sollen die Treibhausgase um 20% gesenkt werden und ebenso der Energieverbrauch. Mitglieder des Energieausschusses sehen ein enormes Potential in der Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden. Gebäude die nach 2018 gebaut werden, sollen dabei ihre eigene Energie produzieren.



Gebäude können eine bedeutende Rolle bei den EU-Energiezielen spielen ©BELGA\_SCIENCE

Die Europäische Union ist zu 51% ihres Energiebedarfs von externer Gasversorgung abhängig. In den letzten zwei Jahren sind die Energiepreise für die Haushalte erheblich gestiegen: für Strom um 15%, für Gasöl um 21% und für Erdgas um 28%. Die 160 Millionen Gebäude in der Europäischen Union sind für mehr als 40% des europäischen Primär-Energieverbrauchs verantwortlich. Darüber hinaus sind sie eine wichtige Quelle von CO2-Emissionen und auf lange Sicht eine Gefahr für die Sicherheit der Energieversorgung.

Die Neufassung der Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2002), die von der Europäischen Kommission im November letzten Jahres vorgeschlagen wurde, hilft den Bürgern die Energieeffizienz ihrer Häuser zu verbessern. Es wird geschätzt, dass die aktualisierte Richtlinie den Energieverbrauch um fünf bis sechs Prozent und die CO2-Emissionen um bis zu fünf Prozent in der gesamten EU bis zum Jahr 2020 senken kann.

#### Umweltfreundliche Gebäude bis 2019

Berichterstatlerin Silvia-Adriana Ţicău (Sozialdemokratische Fraktion, S&PE) weist daraufhin, dass die Europäische Kommission bis Ende 2010 eine detaillierte europäische Definition von Gebäuden, deren Kohlendioxidemissionen und Primärenergieverbrauch gering sind, erarbeiten sollte. Um dies zu erreichen, sollten die Mitgliedstaaten die Möglichkeit erhalten, sich zu beteiligen.

Des Weiteren müssen die EU-Mitgliedsstaaten bis zum 31. Dezember 2010 sicherstellen, dass alle neu gebauten Gebäude so viel Energie erzeugen wie sie gleichzeitig verbrauchen, etwa mittels Sonnenkollektoren oder Wärmepumpen.

#### Finanzielle Unterstützung und Steuererleichterungen zur Förderung energieeffizienter Gebäude

Die Mitglieder des Energieausschusses fügten auch neue Bestimmungen über die Finanzierung energieeffizienter Gebäude hinzu. So soll ein Energieeffizienz-Fonds eingerichtet werden, der private und öffentliche Investitionen zur Erhöhung der Energieeffizienz von Gebäuden unterstützt. Energieeffiziente Waren und Leistungen sollen ermäßigt werden. Um einen besseren Überblick zu

**„Des Weiteren müssen die EU-Mitgliedsstaaten bis zum 31. Dezember 2018 sicherstellen, dass alle neu gebauten Gebäude so viel Energie erzeugen wie sie gleichzeitig verbrauchen, etwa mittels Sonnenkollektoren oder Wärmepumpen.“**



# Kontext Nachhaltigkeit: Bedeutung des Bauwesens für die Volkswirtschaft

- Das Bauwesen verbraucht ca. 50% aller auf der Welt verarbeiteten **Rohstoffe**
- Der Bausektor erzeugt ca. 55% des in Deutschland anfallenden **Abfalls** (184,9 Mio. t)
- Der Gebäudesektor beansprucht zusammen mit dem Faktor Materialherstellung, Bauprozesse und Transport nahezu 50% des **Gesamtenergieverbrauchs**

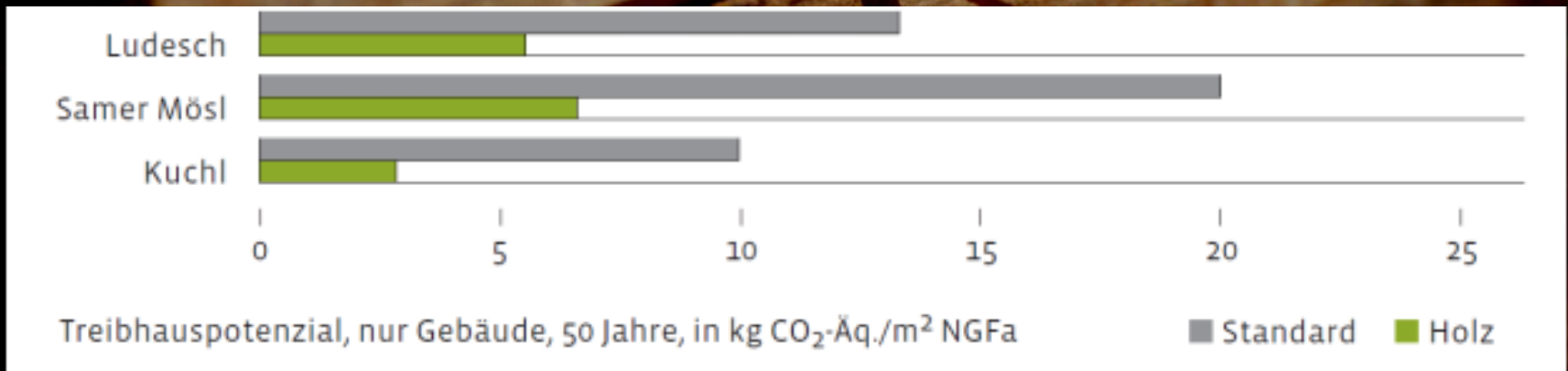
# Kontext „Nachhaltigkeit“

„Regenerierbare lebende Ressourcen dürfen nur in dem Maße genutzt werden, wie Bestände natürlich nachwachsen“

\*Konrad Ott, 1999

# Auswirkung Baustoffwahl

„Bauen mit Holz - Wege in die Zukunft“: Ausgeführte Holzbauten wurden unter Zuhilfenahme des Programms LEGEP modelliert und mit einer Standardbauweise verglichen, wobei ab Unterkante Bodenplatte EG gerechnet wurde. Eine Reduzierung des Treibhauspotentials bis zu 75 % konnte ermittelt werden.





# Ökologie

Holz als Kohlenstoffspeicher  $\text{CO}_2$  Speicher

Nachwuchspotential Substitution nicht nachwachsender Rohstoffe

## Umwelteffekte der Forstwirtschaft

Sauerstoffproduktion, Biodiversität, Hochwasser-, Erosions- und Lawinenschutz, Staub- und Schadstofffilterung, Harmonisierung des Klimas, Erholungs- und Freizeitwert.

Rückbau/Recycling Wiederverwendung Thermisch verwerten

Produktion/Montage weniger Energie-/Umweltbelastung

# Synergien?

Können wir uns Klimaschutz leisten?

Ökonomie vs. Ökologie

Gemeinsame Ziele und Potentiale entdecken



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Schulzentrum Mitte Nordhorn

Kostengruppe 300 + 400  
inkl. MwSt.

EnEV – Standard  
1.318,85 EUR/m<sup>2</sup> NF

EnEV – Standard mit Lüftung  
1.434,98 EUR/m<sup>2</sup> NF

Passivhaus – Standard  
1.453,06 EUR/m<sup>2</sup> NF

BKI – Mindestsatz  
1.570,00 EUR/m<sup>2</sup> NF

© Architekturcontor Müller Schlüter, Wuppertal





# Sanierung Gymnasium Sonthofen

Rentabilität der energieeffizienten Lösung (Investition und energetischer Betrieb) gegenüber der EnEV-Standard-Lösung nach ca. 12 Jahren

Einsparung Jahres-  
Endenergiebedarfes ca.  
93%

Einsparung Jahres-  
Primärenergiebedarfes ca.  
83%

Einsparung CO<sub>2</sub> - Emissionen ca.  
82%

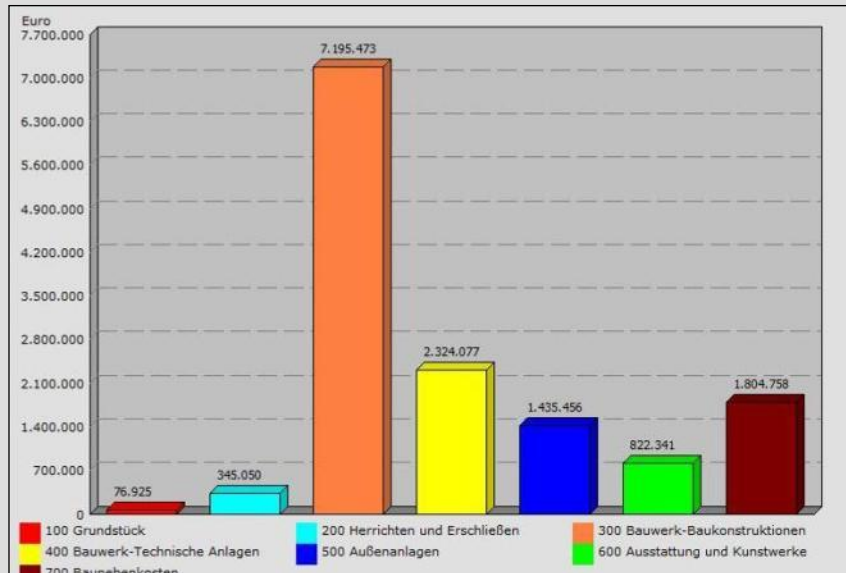
Unterschreitung EnEV-Neubau-  
Höchstwert um ca. 71%

# Ökonomische und ökologische Bilanzierung

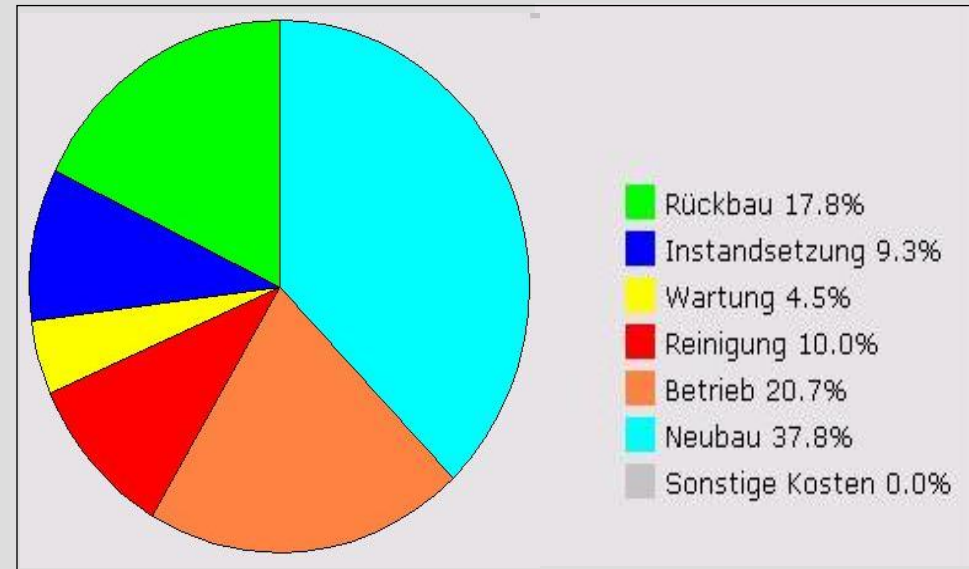
## Lebenszyklusanalyse

### Neubaukosten

#### Anteil Kostengruppen DIN 276



### Prozentualer Anteil d. Lebenszykluskosten über alle Phasen in 50 Jahren



KG 300 mit 51,4 % zu

KG 400 mit 16,6 % = kostengünstig  
projektierte technische Anlage!

Herstellungskosten KG 300 + 400 =  
1.247 €/m<sup>2</sup>BGF inkl. MWST.

(Baukosteninformationsdienst 1.050-1.300 €)

© K-Plan KG, Abensberg

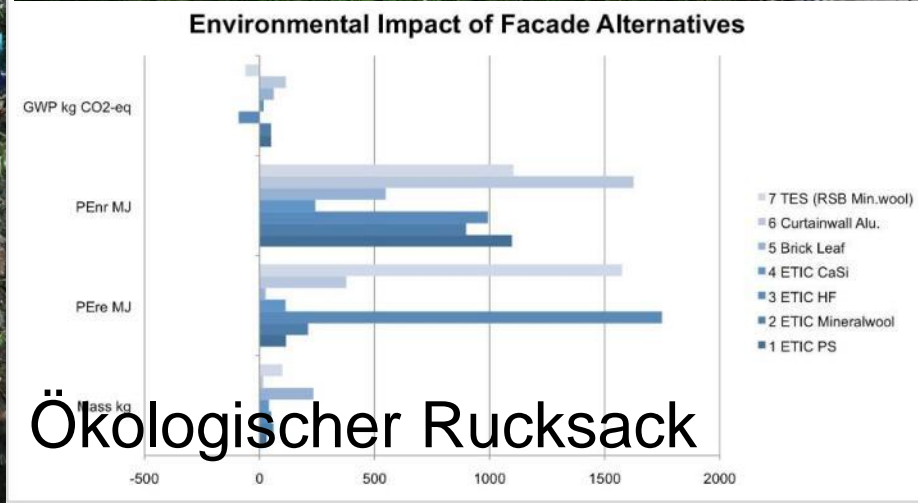


Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Fassade Buchloe

Graue Energie



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Kosten + Energieverbrauch

KG 300/400 = 1.534.000 € (einschließlich PV-Anlage 13 kWp)  
 $A_N$  + Atrium 3.254m<sup>2</sup>, 471 €/m<sup>2</sup> Monitoring Komfort und Verbrauch  
PE-vVerbrauch nach Sanierung auf 38 kWh/ (m<sup>2</sup>a)  
CO<sub>2</sub>-Einsparung Gesamt: 135.000kg/a

Krankenstand: Krankheitsstand in Kita Plappersnut wurde nach Sanierung messbar reduziert:

- Mitarbeiter von 10% auf 4%
- Kinder von 11% auf 6%



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Gesundheit und Risikobaustoffe



# Umbau Kloster Mehrerau



Architekturqualität  
im Lebenszyklus



© Hermann Kaufmann

- Ältester Werkstoff
- Innovativer Werkstoff

# Holz



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Demo-Zentrum Bau, HWK Münster



Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Innendämmsysteme Langzeitmessung

„Lange Gasse 7, Quedlinburg“ Fachwerkzentrum Quedlinburg



©Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V., Bauherr Wohnungswirtschaftsgesellschaft mbH Quedlinburg



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Innendämmsysteme in der Langzeitmessung: Wärmeschutz und Feuchteschutz

Baustoffe mit Kapillarwirkung, keine Dampfsperren, dichte Putze, Anstriche, Luftschichten



Holzleiblehmsteine



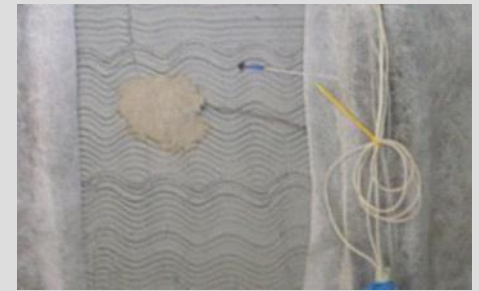
Calsitherm® - Klimaplatten



Haacke® - Cellco® -  
Wärmedämmlehm (Kork)



Unger - Diffutherm -  
Holzweichfaserplatten



© Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V.



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Innendämmung mit Haacke® - Cellco®-Wärmedämmlehm (Kork)



Ergebnis der  
U-Wert-Berechnung  
des Wandaufbaus W 5

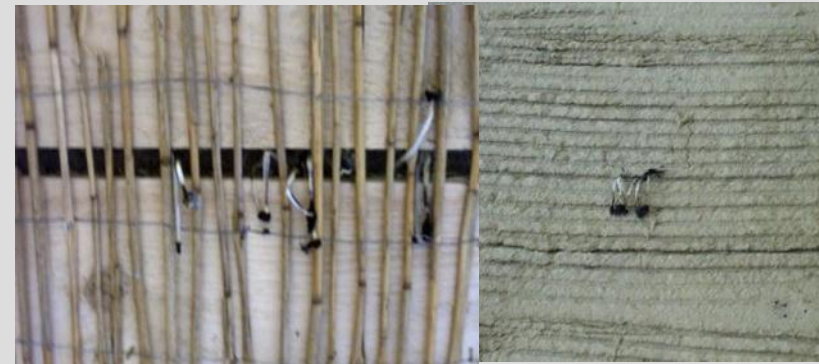
U - Wert Wandbereich:  
**0,64 W/ (m<sup>2</sup>K)**

U - Wert Mittel:  
**0,55 W/ (m<sup>2</sup>K)**

Zwischenergebnis der  
U-Wert-Messung  
des Wandaufbaus W 5

U - Wert Wandbereich:  
**0,39 W/ (m<sup>2</sup>K)**

Gesamtkosten pro qm  
Wandaufbau netto: **94,90 €**



Copyright by Deutsches Fachwerkzentrum Quedlinburg e.V.



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Vollholzkonstruktion

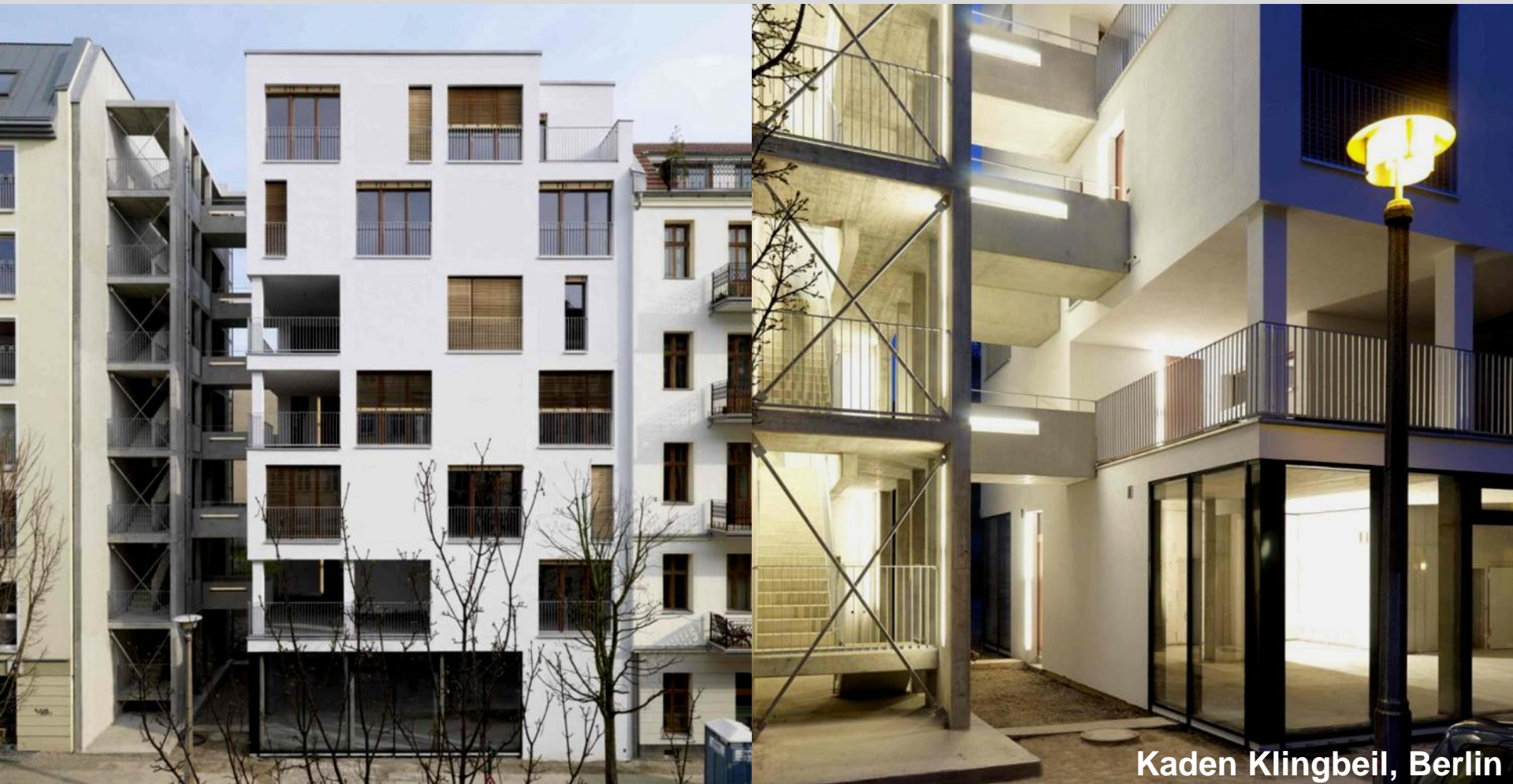
Ateliergebäude der Deutschen Werkstätten in Dresden-Hellerau  
Textile Bewehrung, hitzebehandelte Hölzer bei Brettsperrholz

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Entwicklung einer 7-geschossigen Holzbauweise in städtischer Lückenbebauung für Baugruppe in Berlin



Kaden Klingbeil, Berlin

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Mehraufwand für konstruktive Erstentwicklung als Pfosten-/Riegelkonstruktion mit Massivholzausfachung



© Kaden und Klingbeil



- ## Stahlknotenverbindungen
- Stöße, Stütze und Riegel
  - Auflagerung Holzbetonverbunddecke

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



## Minimierung des Primärenergiebedarfs In Herstellung und Betrieb

- Heizung und Warmwasser vollständig regenerativ gedeckt
- KfW 40- Standard, Holzbau

**22 m Höhe = Gebäudeklasse 5**  
Genehmigung im Einzelfall durch ganzheitliche Brandschutzstrategie

- Kapselklasse K60
- freistehendes Fluchttreppenhaus
- Rauchmelder

## Wissenstransfer

Film- und Printmedien, Fortbildung



© Kaden und Klingbeil

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Behindertenwerkstätte Landsberg

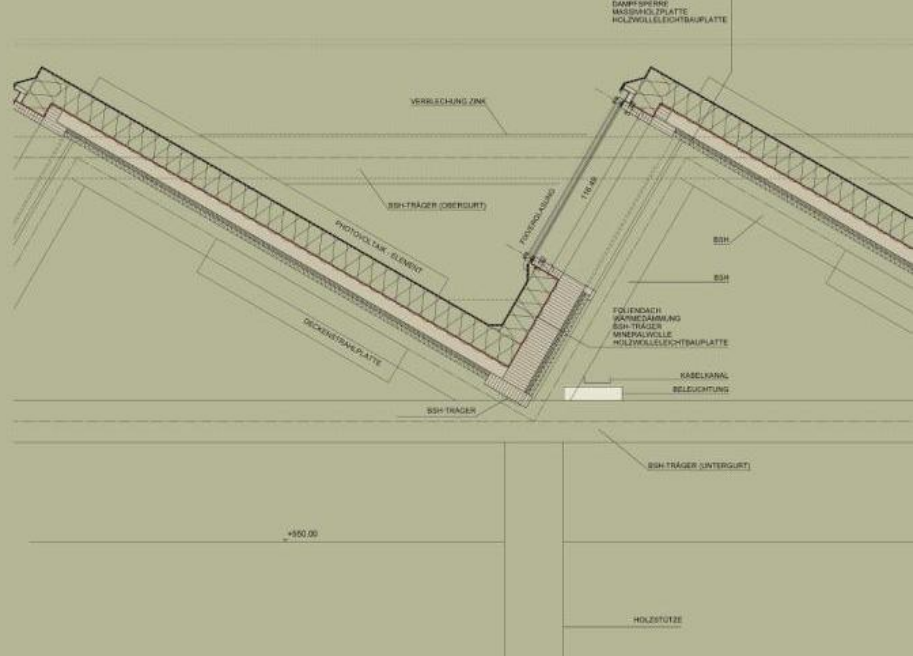
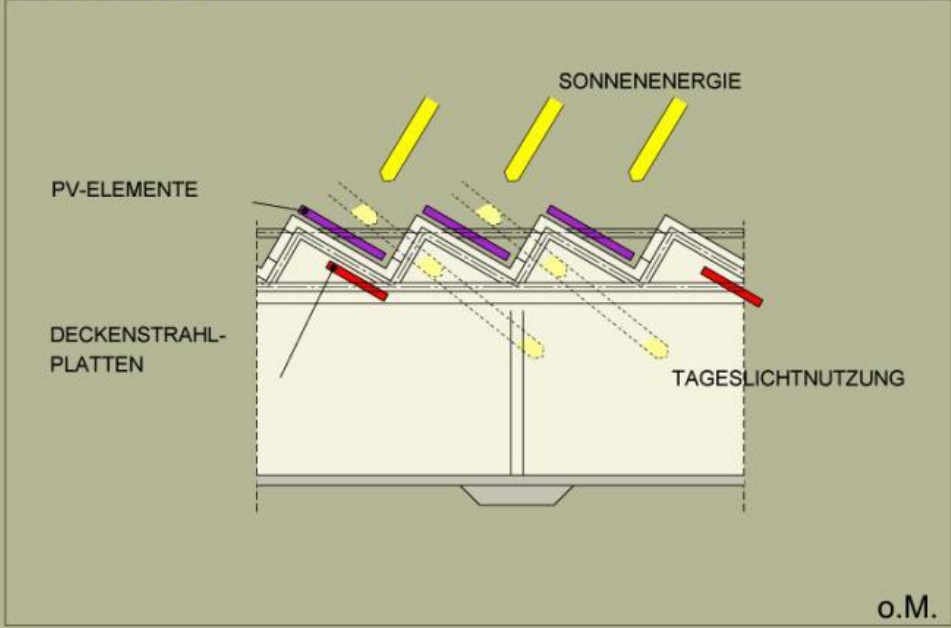


Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



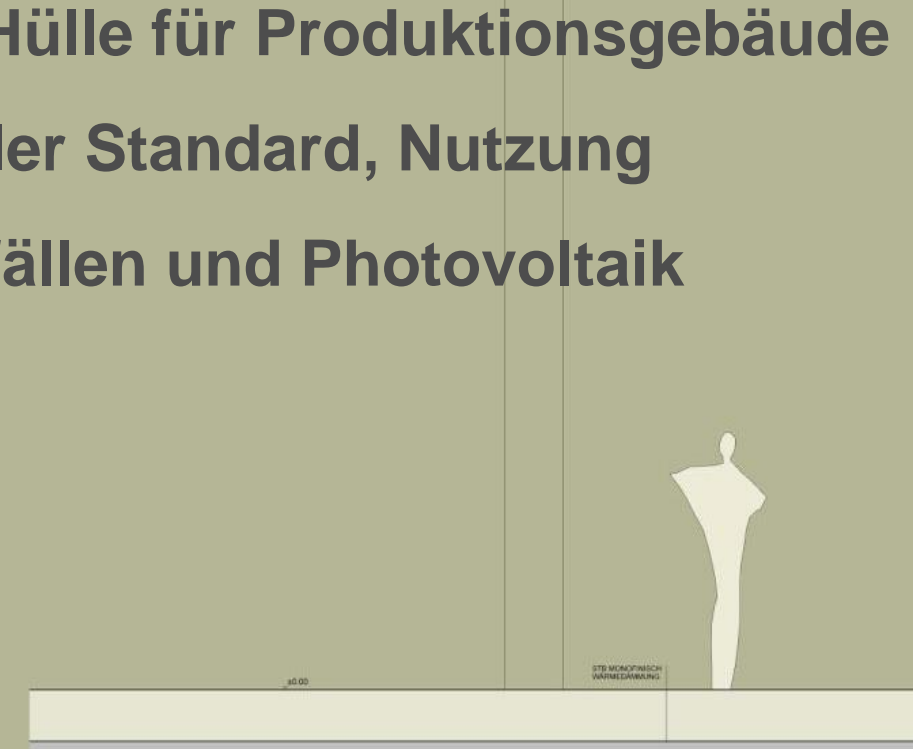
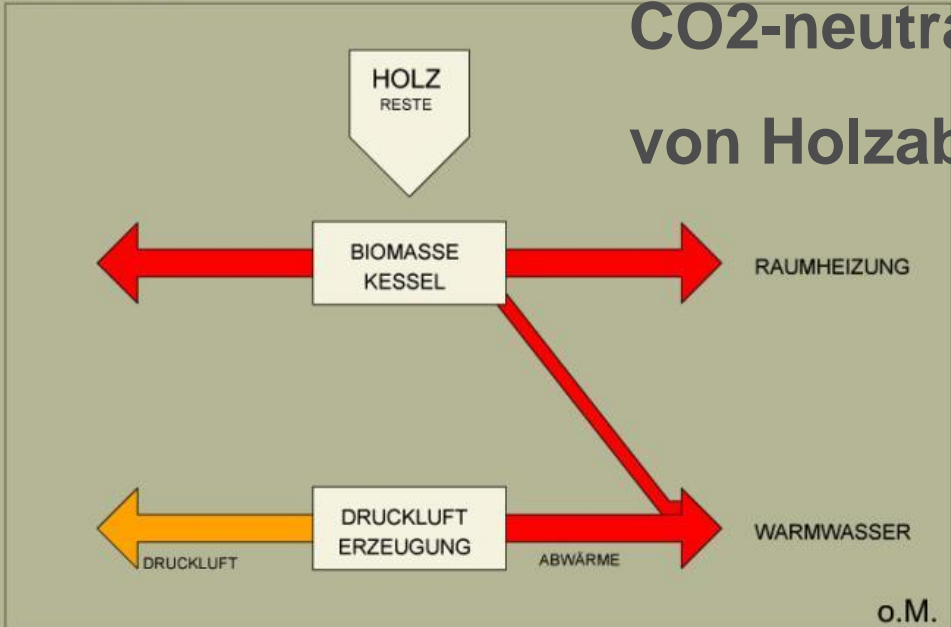
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

PRODUKTION



# Optimierte Hülle für Produktionsgebäude CO2-neutraler Standard, Nutzung von Holzabfällen und Photovoltaik

PRODUKTION





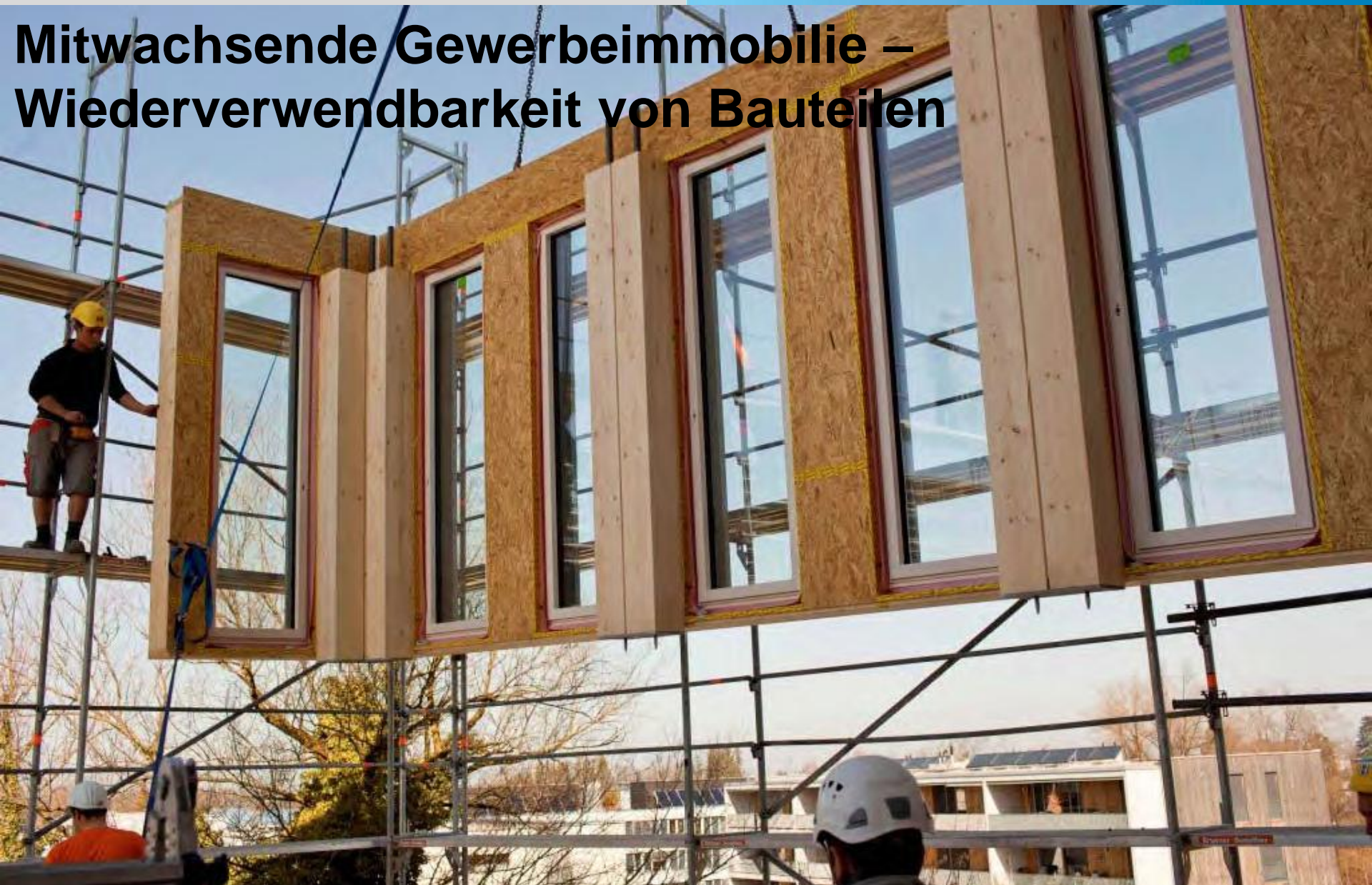
# Mitwachsende Gewerbeimmobilie – Vorfertigung Beispielhafte Detailentwicklung mit Unternehmen

Sabine Djahanschah  
Projektleitung ANGW  
Bausystem Wohnungsbau



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Mitwachsende Gewerbeimmobilie – Wiederverwendbarkeit von Bauteilen



Sabine Djahanschah  
Architektin ANK  
Pilotprojekt Montage  
Bausystem Wohnungsbau



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



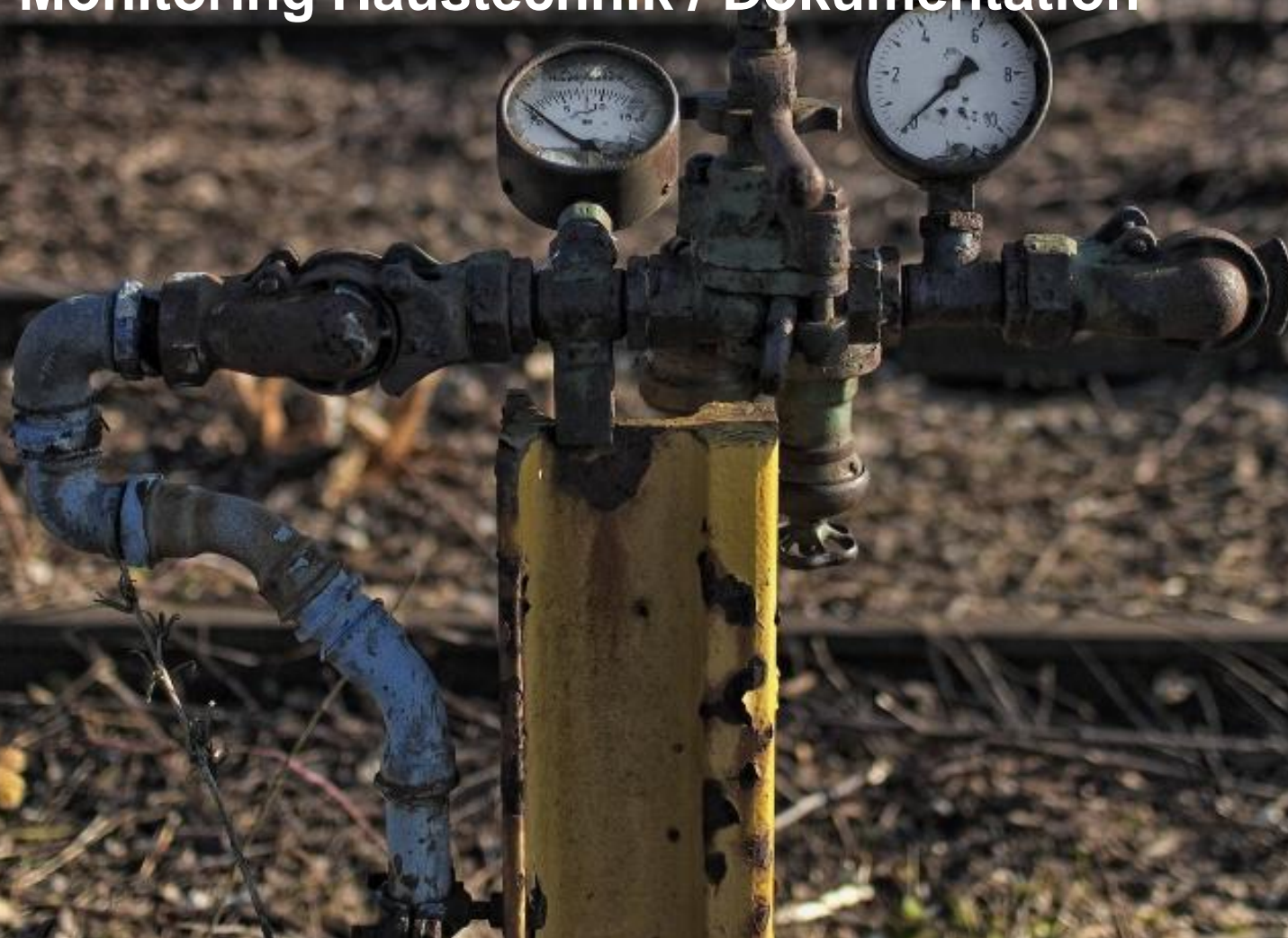
# Tageslicht Kunstlicht Lichtstärke Lichtdynamik Biologische Wirkung des Lichtes

Sabine Djahanschah  
Pilotprojekt Montage  
Bausystem Wohnungsbau



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Energieeffizienz Produktion / Visualisierung / Schulung Monitoring Haustechnik / Dokumentation



Sabine Djahanschah  
Pilotprojekt Montage  
Bausystem Wohnungsbau



Deutsche Bundesstiftung Umwelt





# Weiterentwicklung des Gebäudebestandes

# Sanierung Remscheider Entsorgungsbetriebe



© Architekturcontor Müller Schlüter

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



© Architekturcontor Müller Schlüter

## Ausgangszustand: Stahlbeton-Skelettbau der 60er Jahre mit elementierter Betonfassade

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

**Gebäudehülle : vorgefertigte Holzleichtbaukonstruktion mit Kunststoff-Mehrstegplatte u. Verglasung ( $U=1.1W/m^2K$ ) HT´ 40% unter ENEC Neubau  
30 m<sup>2</sup> Flachkollektoranlage für Duschbetrieb**



Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



## Primärenergiebedarf

Vorher:  
440 kWh/m<sup>2</sup>a

Nachher:  
97 kWh/m<sup>2</sup>a

Einsparung  
Faktor 4

50 % unter  
Anforderungswert  
nach ENEC Neubau

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Komfortklasse I nach DIN EN 15251, Optimierung Tageslicht und Komfort, PCM, differenzierte Lüftung mit WRG



Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



**Nachtauskühlung über  
passive Fassadenlüfter  
u. Latentwärmespeicher,  
Erfüllung ges. Vorgaben  
ohne Klimatisierung**

**Passive und aktive  
Solarenergienutzung,  
Berücksichtigung  
ökologischer Rucksäcke**

**wesentl. Reduktion von:**  
- Technik  
- Investitions- und  
- Unterhaltskosten  
**(Sanierung 40% unter  
Neubaukosten)**

© Architekturcontor Müller Schlüter

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# KITA "Sonnenschein,"

Demonstrationsvorhaben zur energetischen Sanierung

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



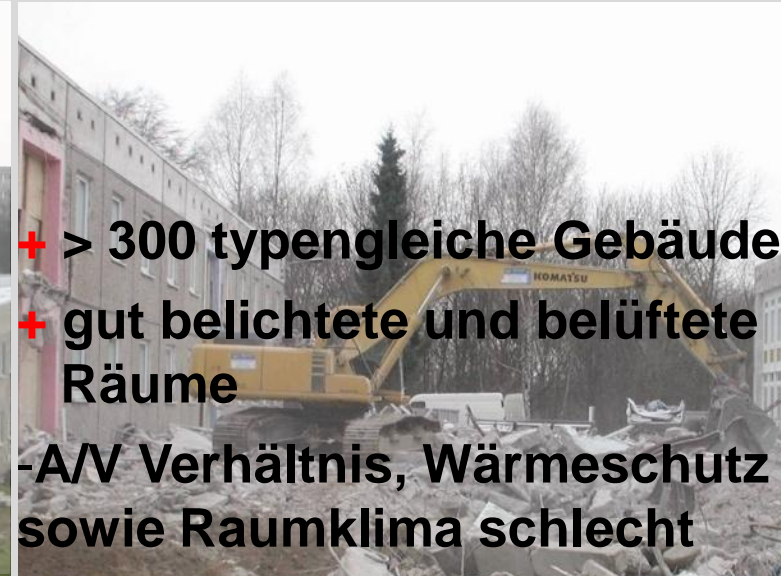
Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Typ KK/KG 80/180



Abbruch der Verbindungsflure



- + > 300 typengleiche Gebäude
- + gut belichtete und belüftete Räume
- A/V Verhältnis, Wärmeschutz sowie Raumklima schlecht



Überdachung des Zwischenraumes



Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



**Konzeption „low-tech“**  
**Fassadenbekleidung Innenhof**  
- gestalterische Aufwertung  
- verbesserte Akustik  
- Verschattung  
• Aktivierung der Gebäudemassen  
**Nachtauskühlung Zwischenbereich**

**Atrium-Überdachung 2-lagige ETFE  
Folie, integrierte Photovoltaik**

**Passivhausqualität äußere Hülle**

**Südfassade als Luftkollektorfassade**

**Lüftungsanlage WRG, WW WP,  
Solarthermie**

**Sabine Djahanschah**  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Kosten + Energieverbrauch

**KG 300/400 = 1.534.000 € (einschließlich PV-Anlage 13 kWp)**

**$A_N$  + Atrium 3.254m<sup>2</sup>, 471 €/m<sup>2</sup>**

**PE-vVerbrauch nach Sanierung auf 38 kWh/ (m<sup>2</sup>a) evaluiert**

**CO<sub>2</sub>-Einsparung Gesamt: 135.000kg/a**



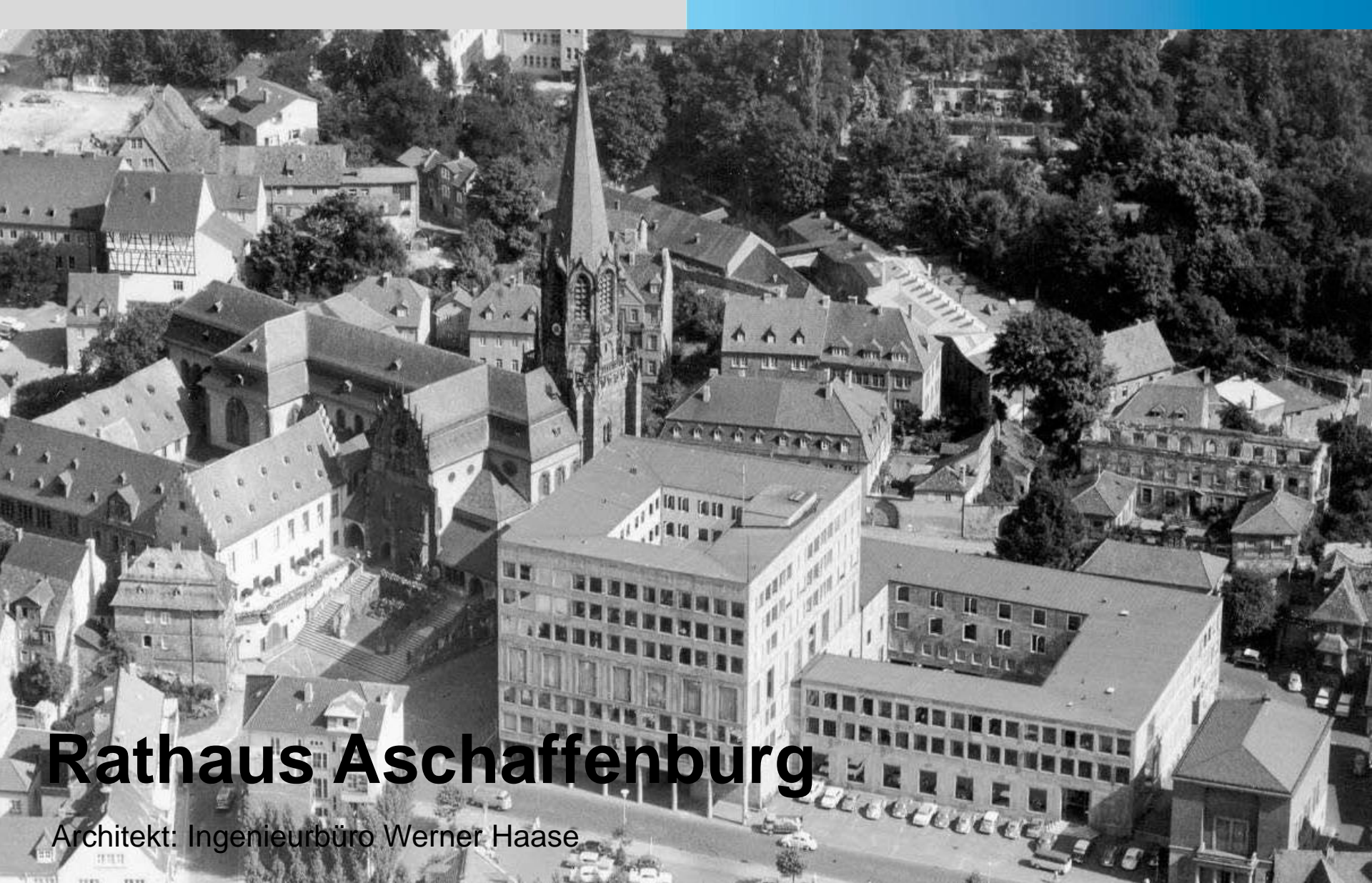
# Zukunftweisende Sanierung denkmalgeschützter Altbausubstanz

## Nachkriegsmoderne

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Rathaus Aschaffenburg

Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase

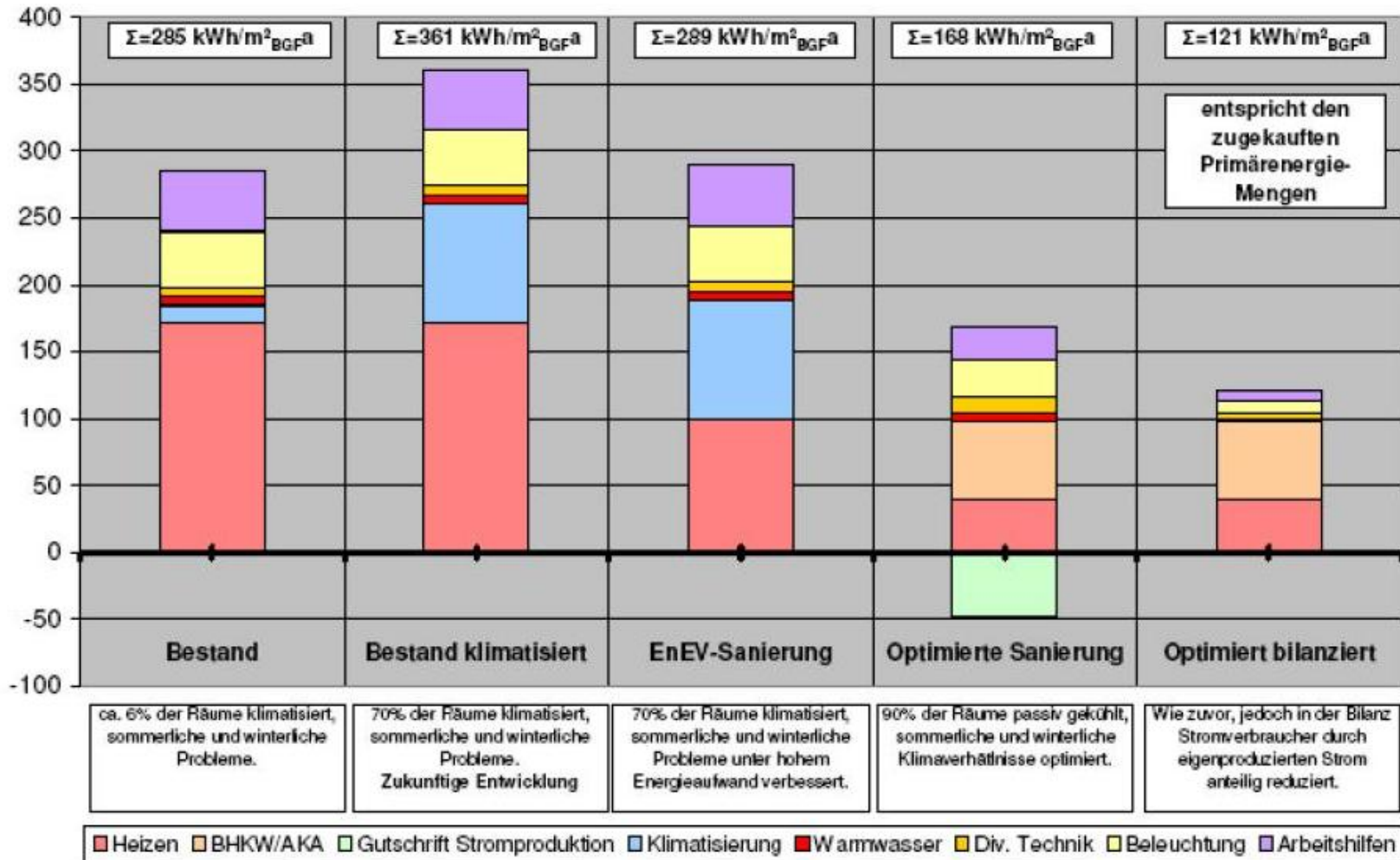
Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Az. 22422

# Primärenergiekennwerte



© Architekturbüro Haase, Karlstadt, Bauherr Stadt Aschaffenburg

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Vorhandene Baumängel

**problematischer  
Sonnenschutz**

**Ungedämmter  
Stahlbeton**

**Hoher  
Verglasungsanteil**



**Hohe interne  
Lasten**

**Unausgewogene  
Raumheizung**



© Architekturbüro Haase, Karlstadt

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



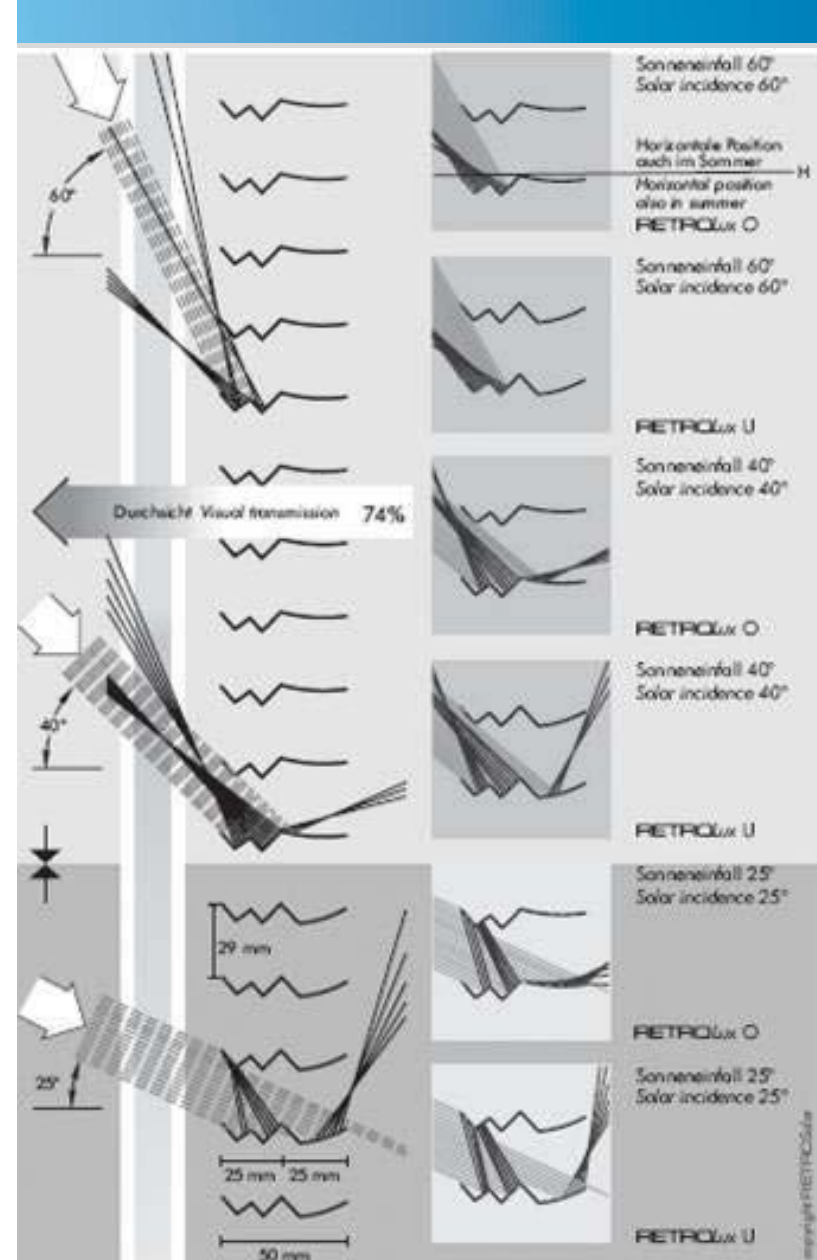
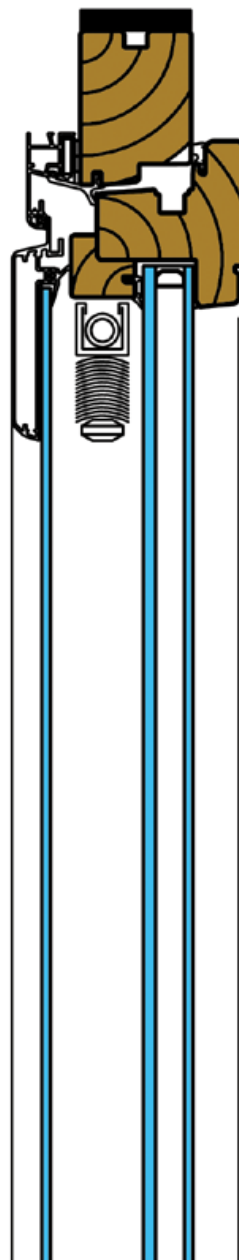
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Lichtlenkung



Verbesserung des U-Werts  
von 2,9 auf 0,95 W/m<sup>2</sup>K  
Verschattungsfaktor 90%

© Architekturbüro Haase, Karlstadt



Sabine Djahanschah  
Architect ANKW

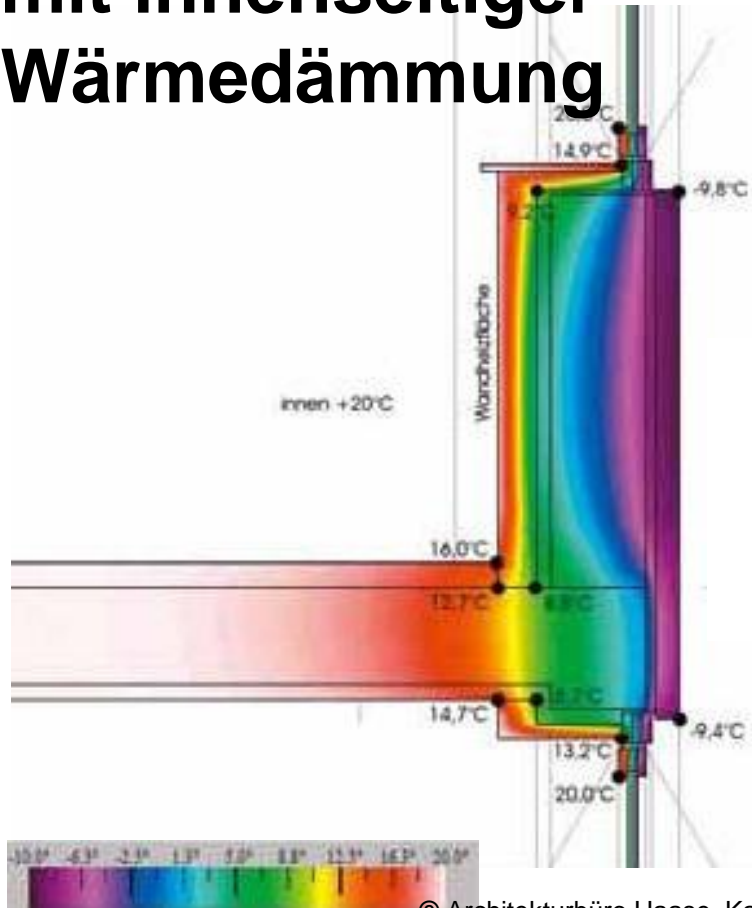


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

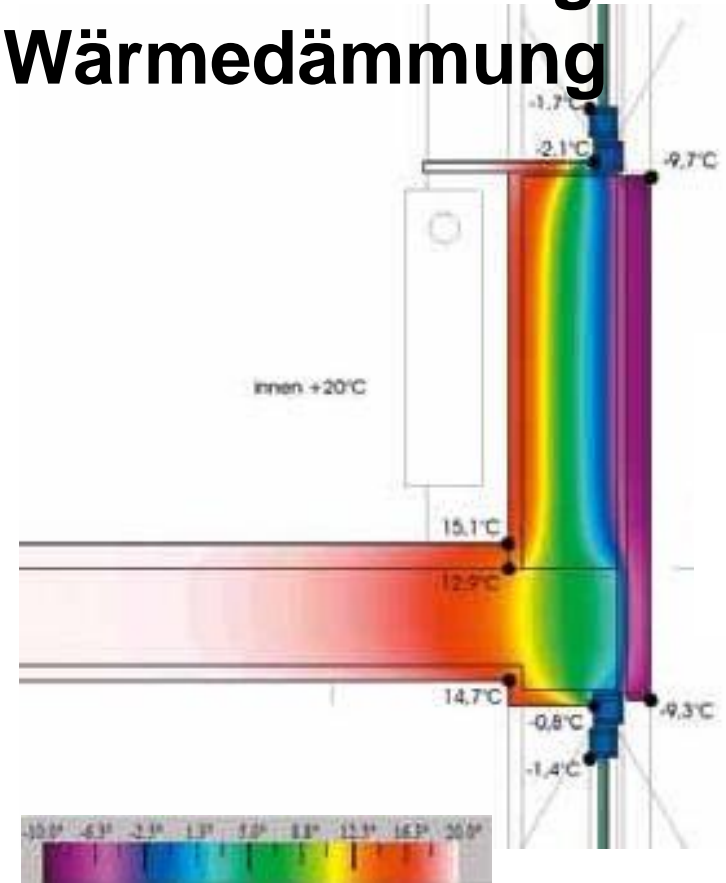


# temperierte Innendämmung

mit innenseitiger  
Wärmedämmung



ohne innenseitige  
Wärmedämmung

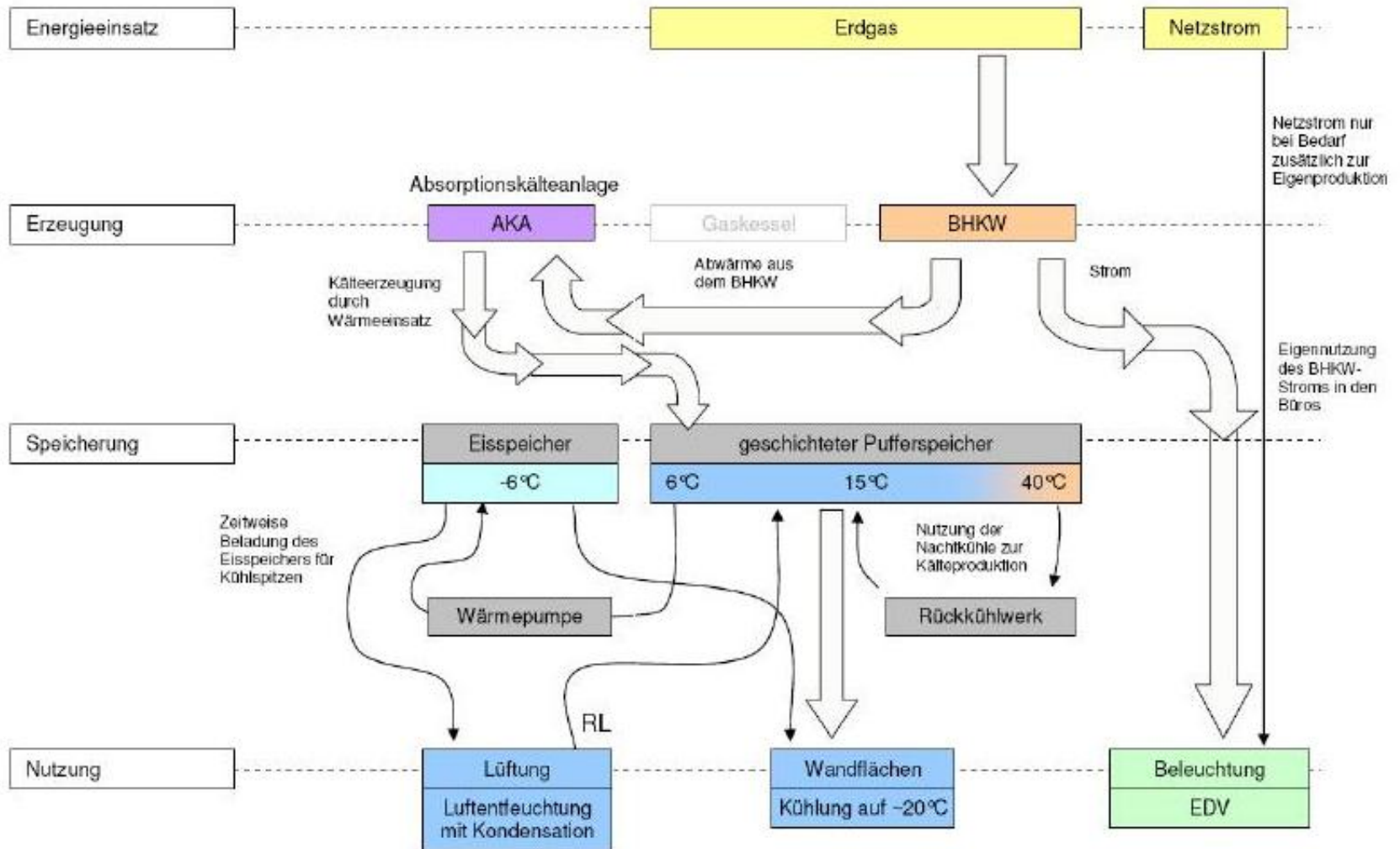


Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



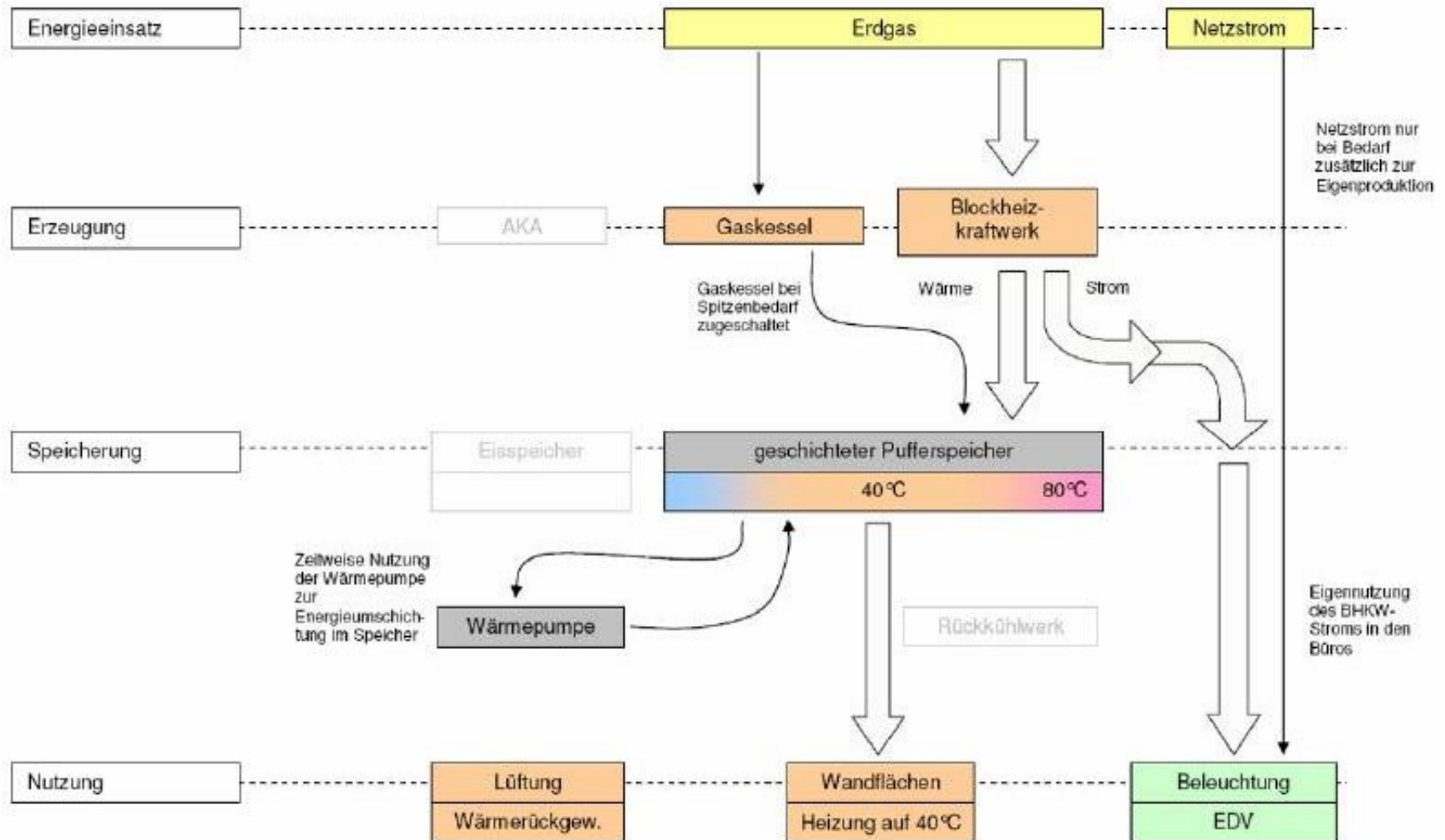
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Funktionsschema Sommer



© Architekturbüro Haase, Karlstadt

# Funktionsschema Winter

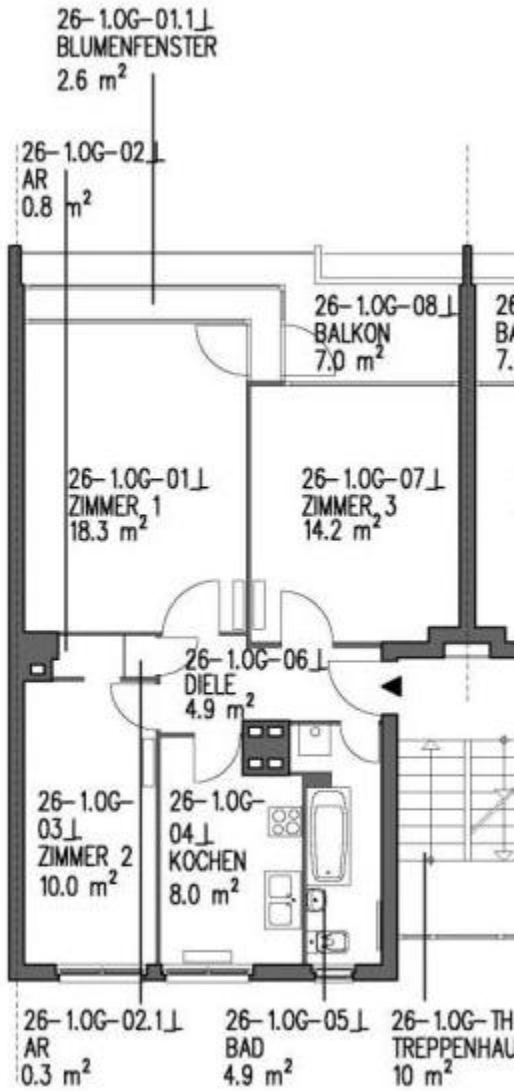


© Architekturbüro Haase, Karlstadt

# Welterbe Siedlung Schillerpark, Berlin

© Wilfried Brenne Architekten,  
TU Dresden, Prof. Weller u. Prof. Richter, Ingenieurbüro Kurth GmbH  
Bauherr: Berliner Bau und Wohnungsgenossenschaft von 1892 e.G.





Regelgrundriss WE 870

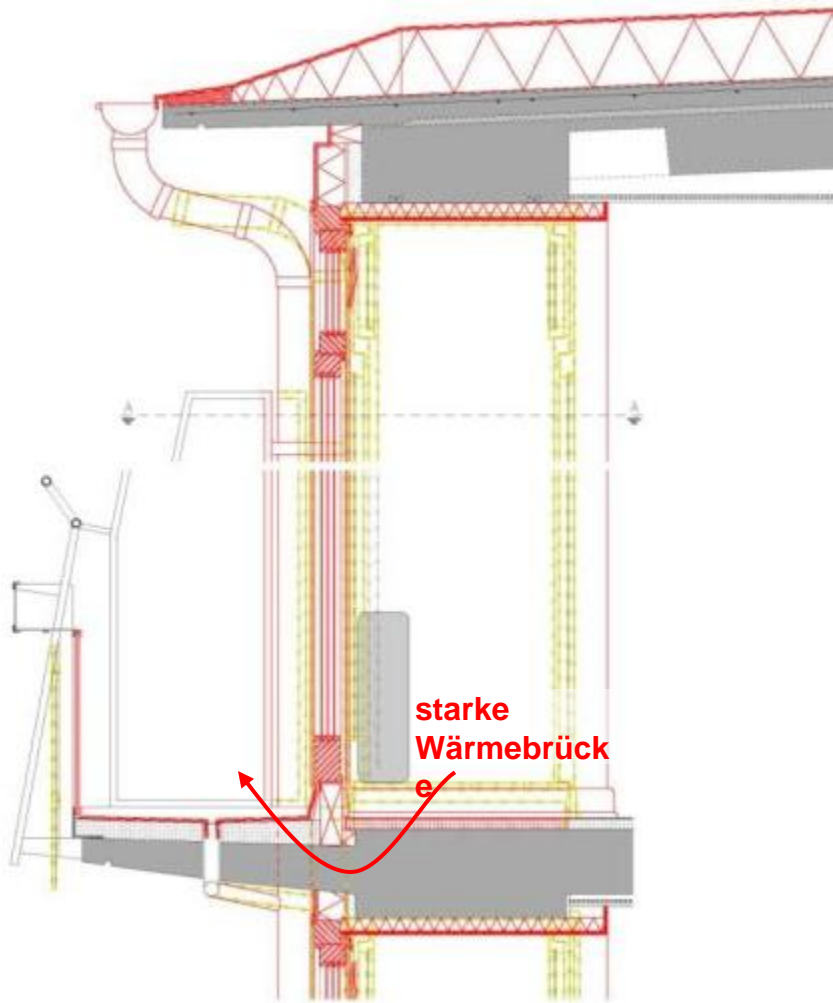
Haustyp B



Unterschiede in den Haus- und Wohnungstypen WE 860 + 870

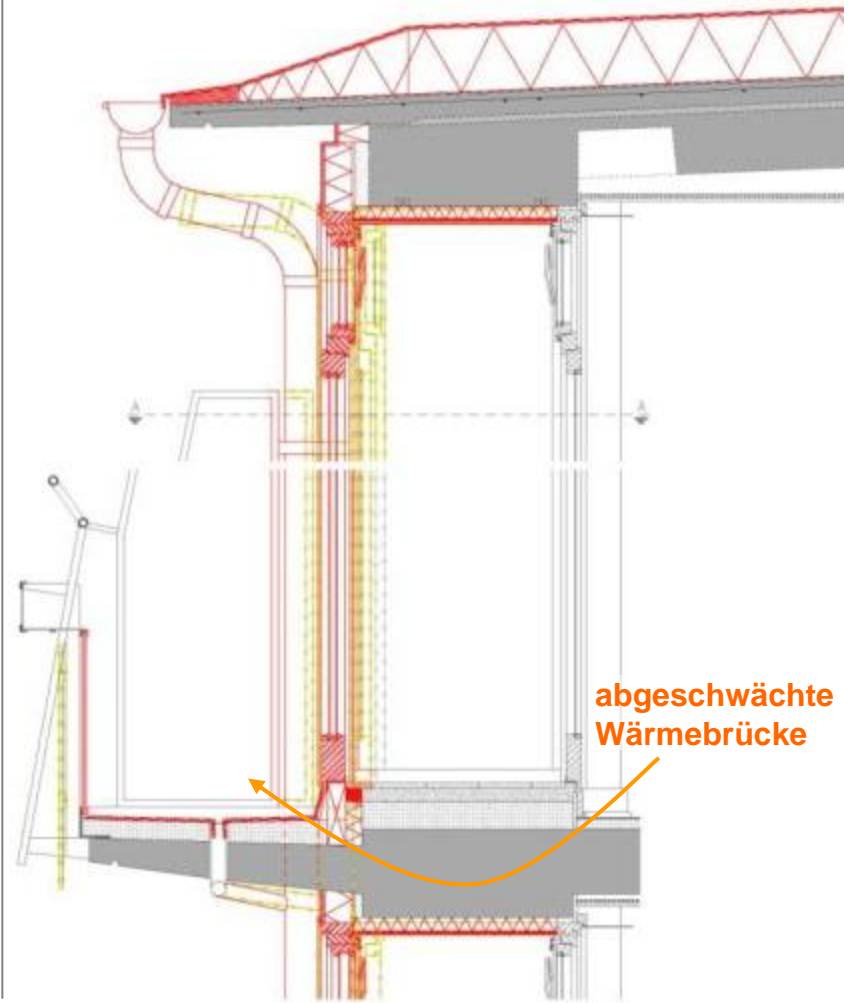
Variante 1:

Abbruch innere Fensterebene und Schwelle,  
Erneuerung äußere Fensterebene als 3-fach-Isolierverglasung,  
 $U_w$  0,8 W/m<sup>2</sup>K,  
Umsetzung der Heizkörper vor das Fenster



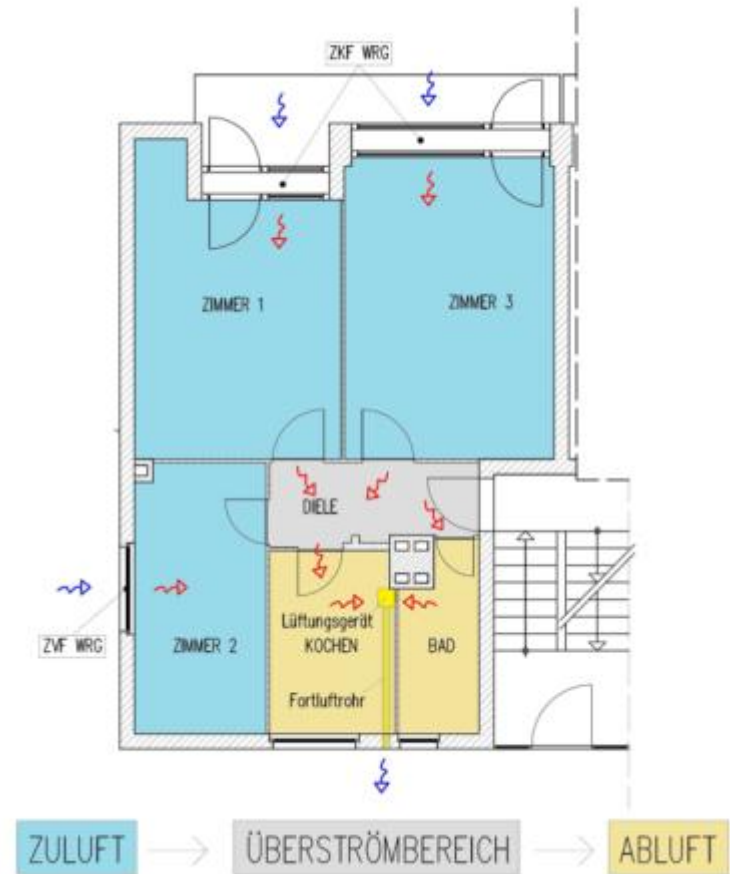
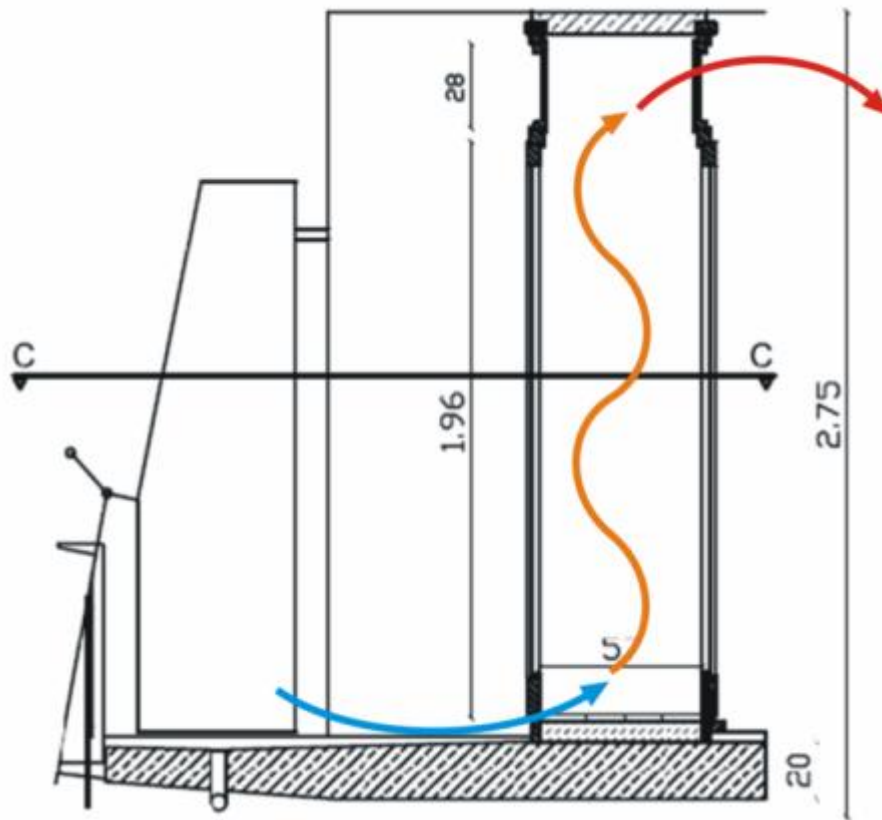
Variante 2:

Erhalt innere Fensterebene,  
Erneuerung äußere Fensterebene als 2-fach-Isolierverglasung,  
 $U_w$  0,8 W/m<sup>2</sup>K Gesamt-Fensterkonstruktion  
Beibehaltung der Heizkörperposition hinter der Zimmertür



**Variantenvergleich Blumenfenster, links kritische Taupunkttemperatur von 12,6 unterschritten**

Die in Bad und Küche eingebauten Lüftungselemente laufen permanent mit einer Grundlast von 30 m<sup>3</sup>/h und können manuell (Küche) bzw. durch Feuchtesensor (Bad) auf 60 m<sup>3</sup>/h hochgeschaltet werden.



## EnEV- und KfW-Anforderungen

### EnEV-Anforderungen

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	-15 %	-30 %	-50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m²a)]	54,09	90,12	64,37	54,72	45,06	32,19	-18%
Transmissionswärmeverlust $H_t$ [W/(m²K)]	0,556	0,700	0,500	0,425	0,350	0,250	+11%

Gebäudenutzfläche	1693,3 m²
Volumen $V_e$	5291,7 m³
$A/V_e$ -Verhältnis	0,47
Fensterflächenanteil	24,50 %
Fensterfläche	495,67 m²

Nutzung	Wohngebäude
Gebäudetyp	bestehendes Gebäude Änderung eines bestehenden Gebäudes (-> 140% $Q_{p,max}$ bzw. $H_{t,max}$ )

Reduzierung des Primärenergiebedarfs um 82% von ca. 310 kWh/a m² auf ca. 55 kWh/a m².

Erfüllung des EFH-100 - Standards, d. h. die Gebäude erreichen die geforderten Energieverbrauchswerte eines vergleichbaren Neubaus.

### Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 54 kWh/m²a



### KfW-Anforderungen "Energieeffizient Sanieren"

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV <sub>gem</sub> )	KfW-EH 130 * (EnEV <sub>gem</sub> )	KfW-EH 115 (EnEV <sub>gem</sub> )	KfW-EH 100 (EnEV <sub>gem</sub> )	KfW-EH 85 (EnEV <sub>gem</sub> )
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m²a)]	54,09	64,37	83,69	74,03	64,37	54,72
Transmissionswärmeverlust $H_t$ [W/(m²K)]	0,556	0,588 <sup>1)</sup>	0,737	0,660	0,584	0,588
Transmissionswärmeverlust $H_t$ [W/(m²K)]	0,556	0,700 <sup>2)</sup>	0,700	0,700	0,700	0,700





Treppenhausverglasung Haustyp A





Treppenhaus Haustyp B nach Sanierung



**Bauteilentwicklung**

# Entwicklung eines Holz-Bausystems für einen 8 – Geschosser

Ziele:

- Geschoss-  
wohnungsbau  
Nachverdichtung/  
Aufstockung/Ersatz
- kurze Bauzeit,  
saubere  
Baustelle Innenstadt
- leichte Konstruktion  
Aufstockungen/auf  
belassenen Kellern
- Kosten – förderbar  
im sozialen  
Wohnungsbau



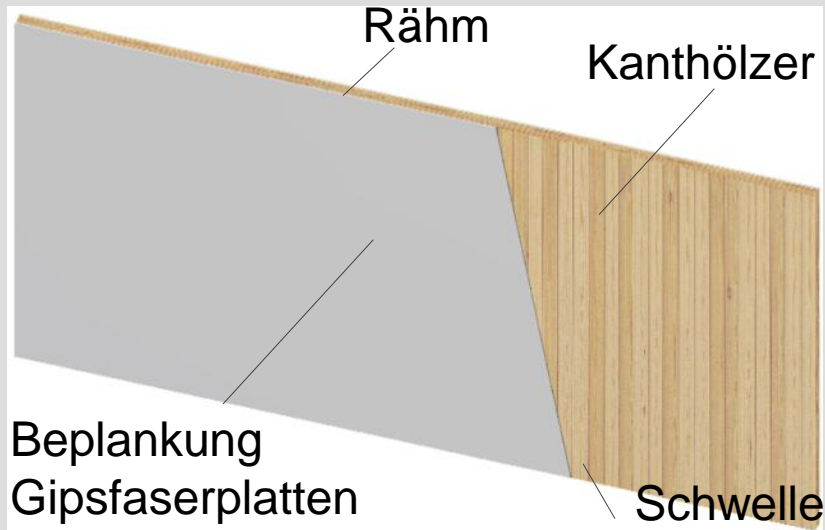
© Schankula Architekten

Ziele / Zielgruppe  
Bausystem Wohnungsbau

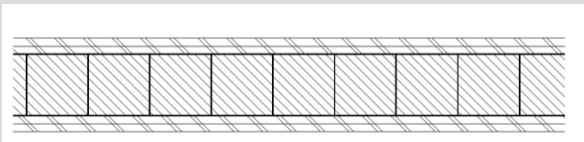


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

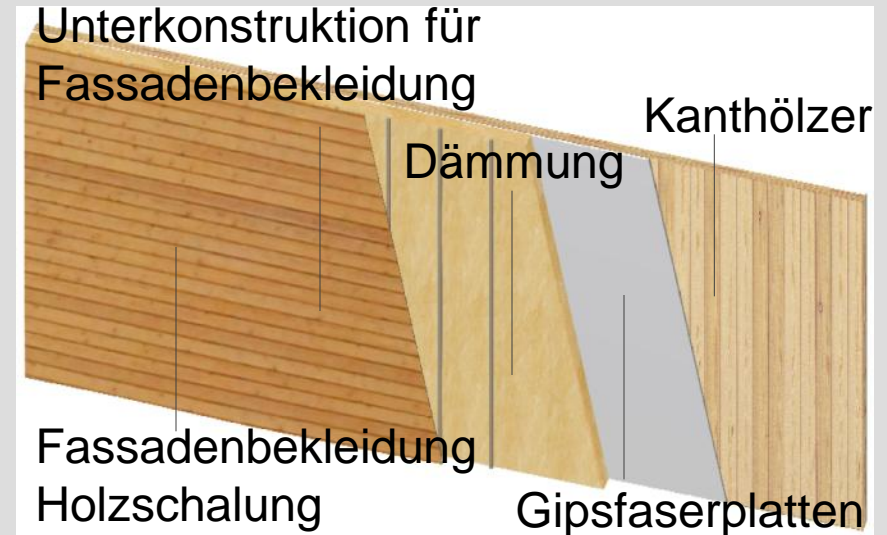
## Innen-Wandelemente



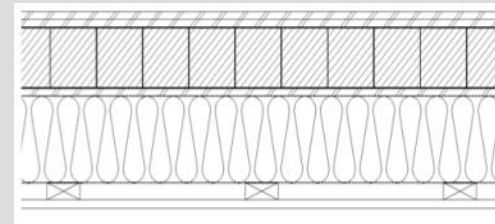
- erhöhter Schallschutz DIN 4109
- Kanthölzern vertikal hoch belastbar
- Elementlänge bis zu 12m
- Brandschutz/Aussteifung Gipsfaserplatten
- Renovierungsfreundliche Gipsoberflächen
- gesundes Raumklima



## Außen-Wandelemente

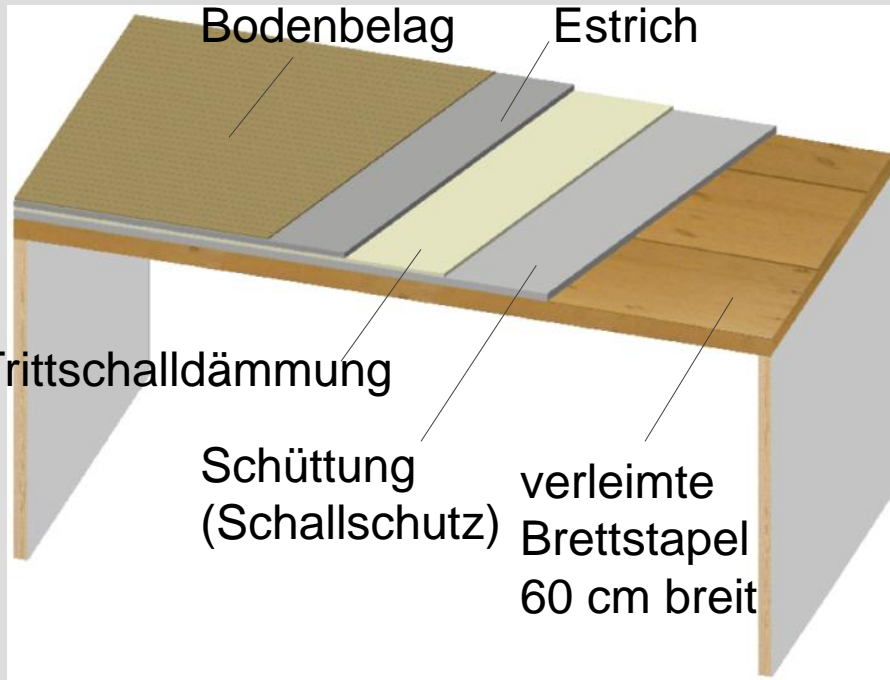


- vorgefertigte Massivholz-Außenwände mit eingebauten Fenstern/ Fassadenbekleidung
- 24 cm Aussendämmung – fast „Passivhausstandard“

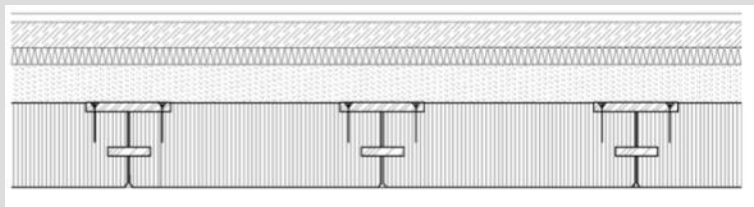


© Schankula Architekten

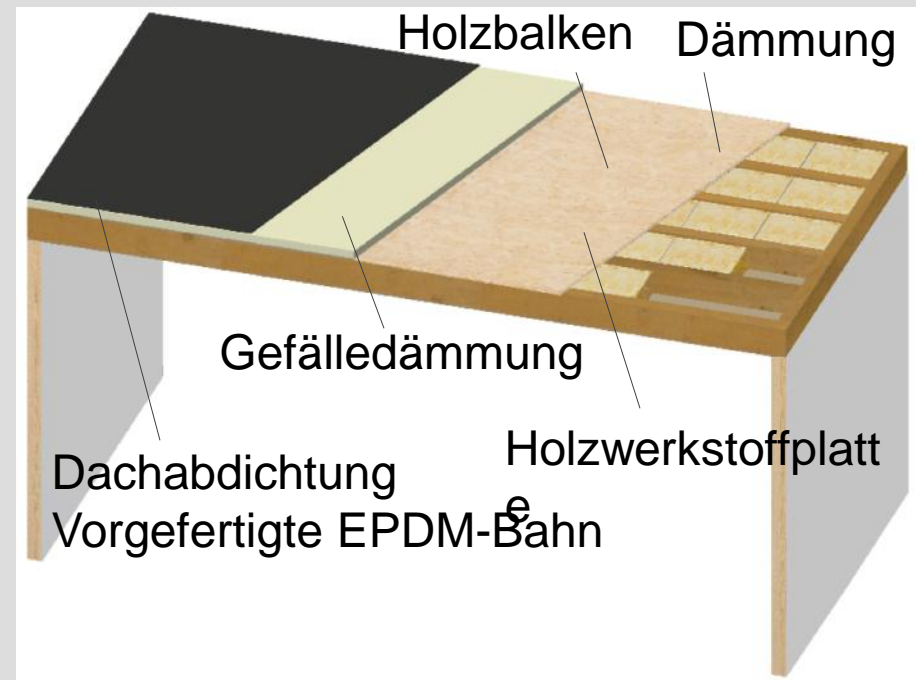
# Deckenelemente



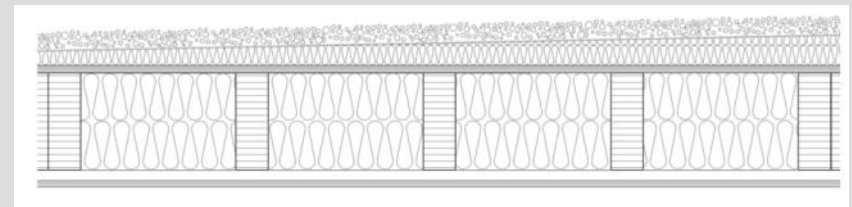
- Erhöhter Schallschutz DIN 4109
- Unterseite – sichtbare Holzoberfläche hell lasiert



# Dachelemente



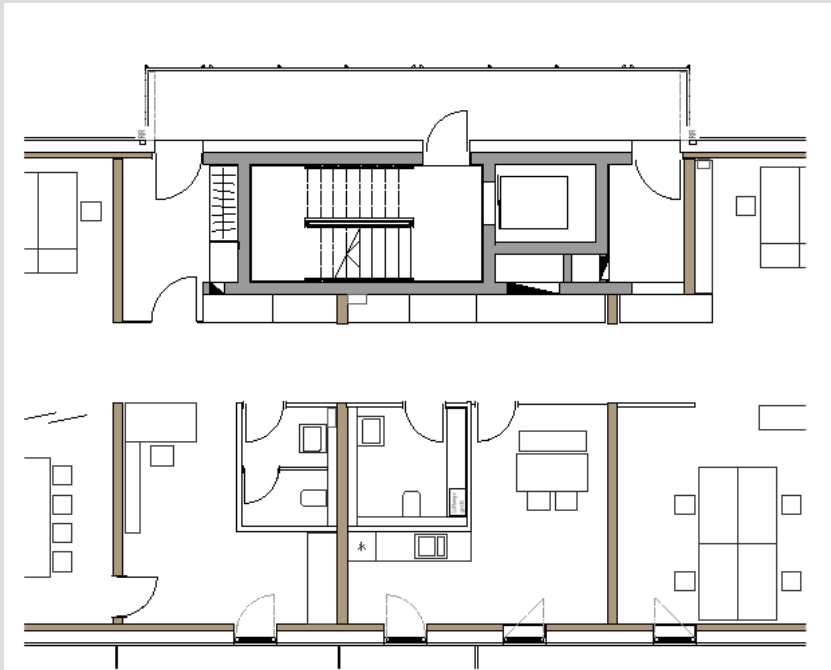
- Unterseite – sichtbare Holzoberflächen
- variable Dampfsperrbahn



© Schankula Architekten

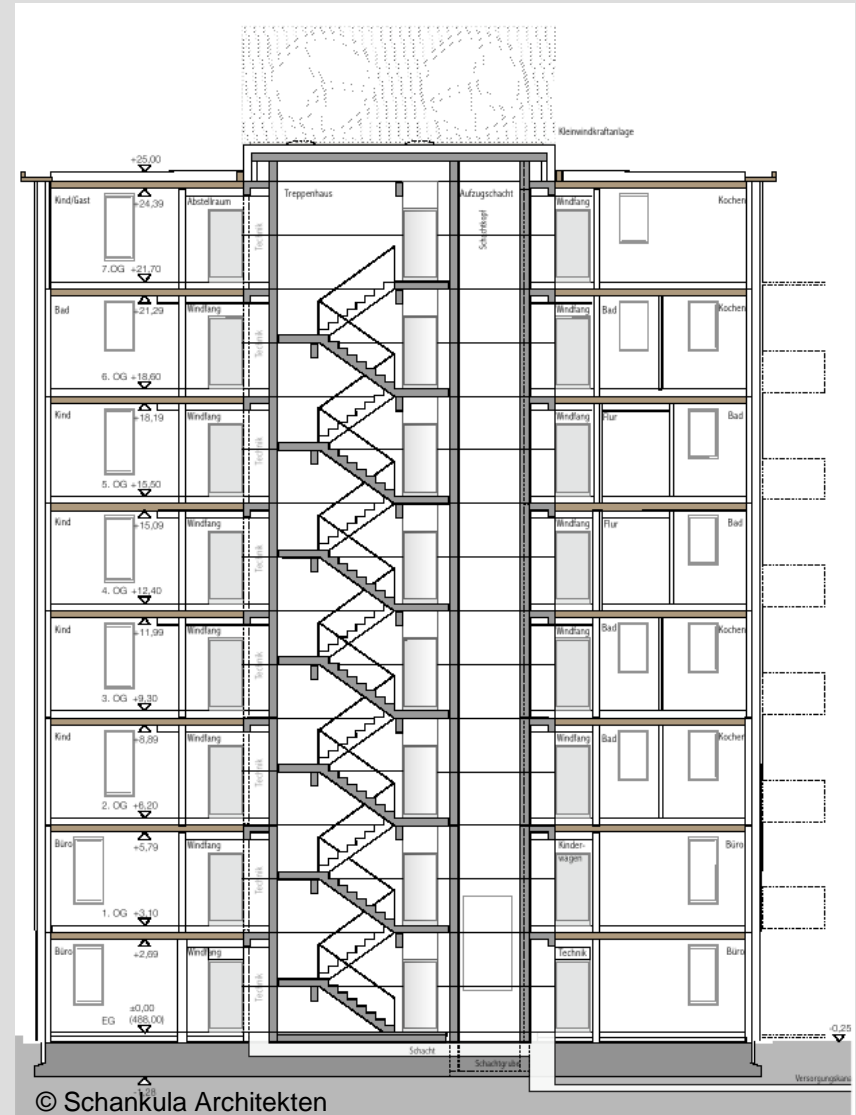
# Schottenbauweise 6- bis 8-geschossig

- 2 bis 3 Einheiten über offenen Laubengang
- Treppenhauskern: Beton-Fertigteilbauweise
- Aussteifung über Zimmer- u Wohnungstrennwände / Treppenhauskern



Grundriss-Ausschnitt

8-Geschosser – Treppenhaus  
Bausystem Wohnungsbau



Schnitt



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



© Schankula Architekten

## Montagezeiten – 8 Geschosse in 16 Arbeitstagen



8-Geschosser – Baustelle  
Bausystem Wohnungsbau



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Entwicklung polyvalenter Fassaden

## Fassadenentwicklung

Windkanal 52.000m<sup>2</sup> NGF natürliche Lüftung



Primärenergiebedarf für Heizung, Kühlung, Lüftung und Belichtung unter 90 kWh/m<sup>2</sup>a (evaluiert) Verwaltungsgebäude ZVK, Wiesbaden © Thomas Herzog, München

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW

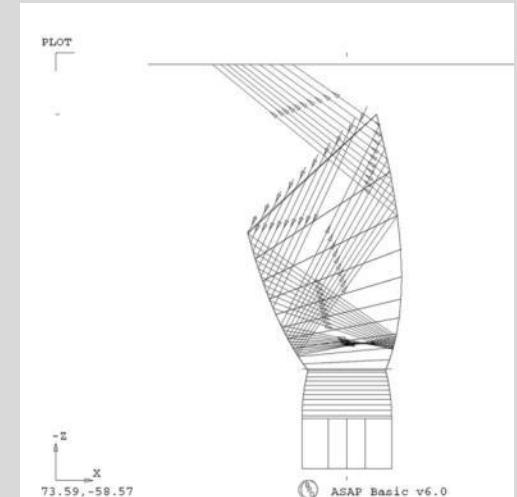


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Umfassende Tageslichtnutzung auch durch experimentelle Entwicklung der linearen Oberlichter



© Thomas Herzog, München



Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Energieversorgung

- BHKW in Verbindung mit Absorptionskältemaschine
- Fernwärme
- Kältemaschine (29% der Kältemenge)

Thermisch aktive Decken 18 - max 27° warmes/kühles Wasser

- Durch Wegfall abgehängte Decken/ Installationsböden 25% mehr Nutzfläche
- Höhere Flexibilität /Anpassbarkeit durch Verlegung der kompletten Haustechnik in die Fassade

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



© Thomas Herzog, München

# Polyvalente Fassade

- Vorgefertigte Holzfassade
- Aufnahme gesamte Haustechnik
- individuelle/ natürliche Belüftung
- Integrierter Konvektor zur Zuluft-Vorwärmung
- Dreischiebenisolierverglasung
- Einzelraumsteuerung
- Lichtumlenkung des Zenithlichtes
- Verschattung, Blendfreiheit, Ausblick
- Sensorgesteuertes Kunstlicht

Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Förderschwerpunkt Bildungsbauten

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Herausforderung Bildung

- Der Raum als dritter Pädagoge
- Chancengleichheit / Individuelles Lernen
- Teamgeist gemeinsame Ziele verfolgen
- Ganztagschulen
- Sanierungsstau



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Komplexität des Schulthemas

**Akustik**  
Licht Hören  
Feuchte CO<sub>2</sub>  
Temperatur

**Psychologie**  
Arbeitsformen  
Pädagogik  
Leistung  
Differenzierung

**Möblierung**  
Vernetzung  
Multifunktionalität  
Flexibilität  
Flächenangebot

**Aussenbezug**  
Architekturqualität  
Raumerleben  
Städtebau  
Farben Freiraum  
Stadtteil

**Klimaschutz**  
Energiepreissteigerung  
Plusenergieschule  
Betriebskosten  
Umwelt

**Rückzug**  
Anregung Bewegung  
Konzentration Stille  
Verzahnung



# Klimaschutz

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW

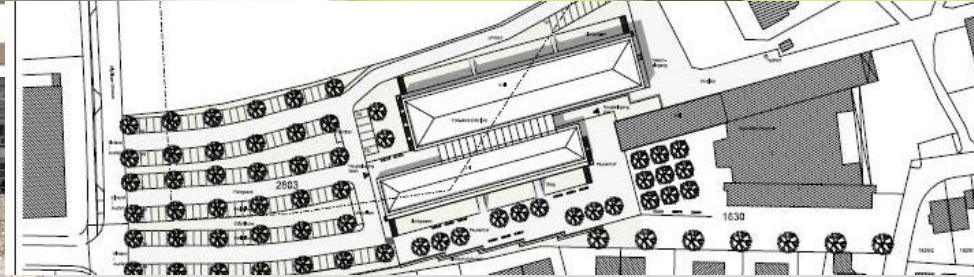


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Kompaktheit



Atrium FOSBOS Erding



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt







# Tageslichtnutzung / Kunstlichtsteuerung

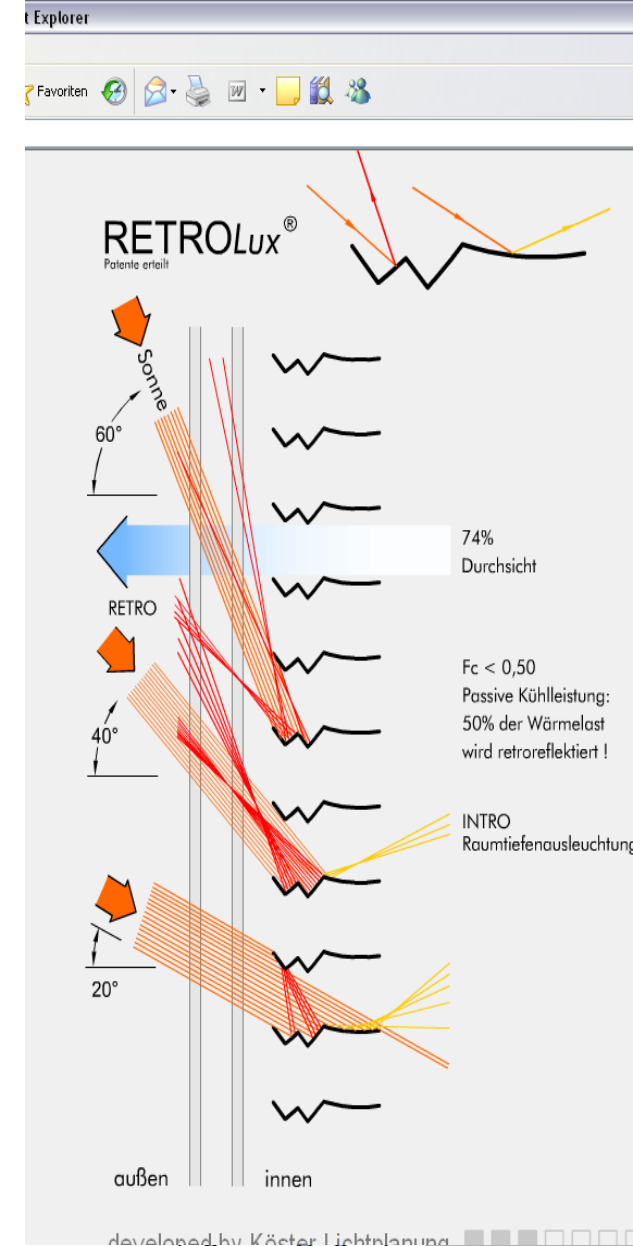
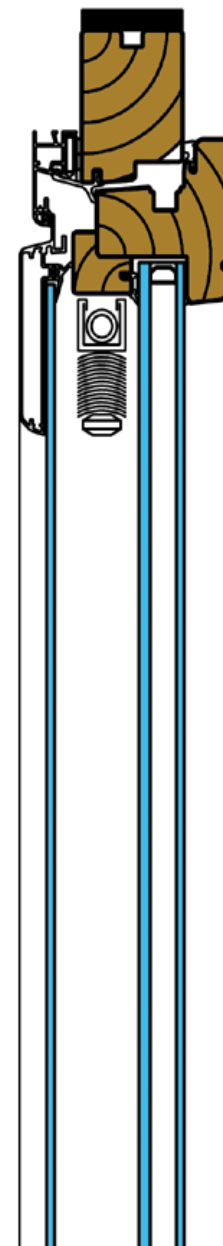


Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Tageslichtlenkung Verschattung Nachtluftkühlung



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Lüftung mit WRG

Konditionierte Frischluftzentrale im UG (zentrale Lüftungsgeräte mit WRG)

Vertikale Einzelzuluftleitungen

Rückführung der **Abluft** unterhalb Atriumdach ergibt um ca. **50 % reduziertes Kanalnetz**.

Beheizung Verkehrsflächen mit **überströmender Abluft** aus den Nachbarräumen



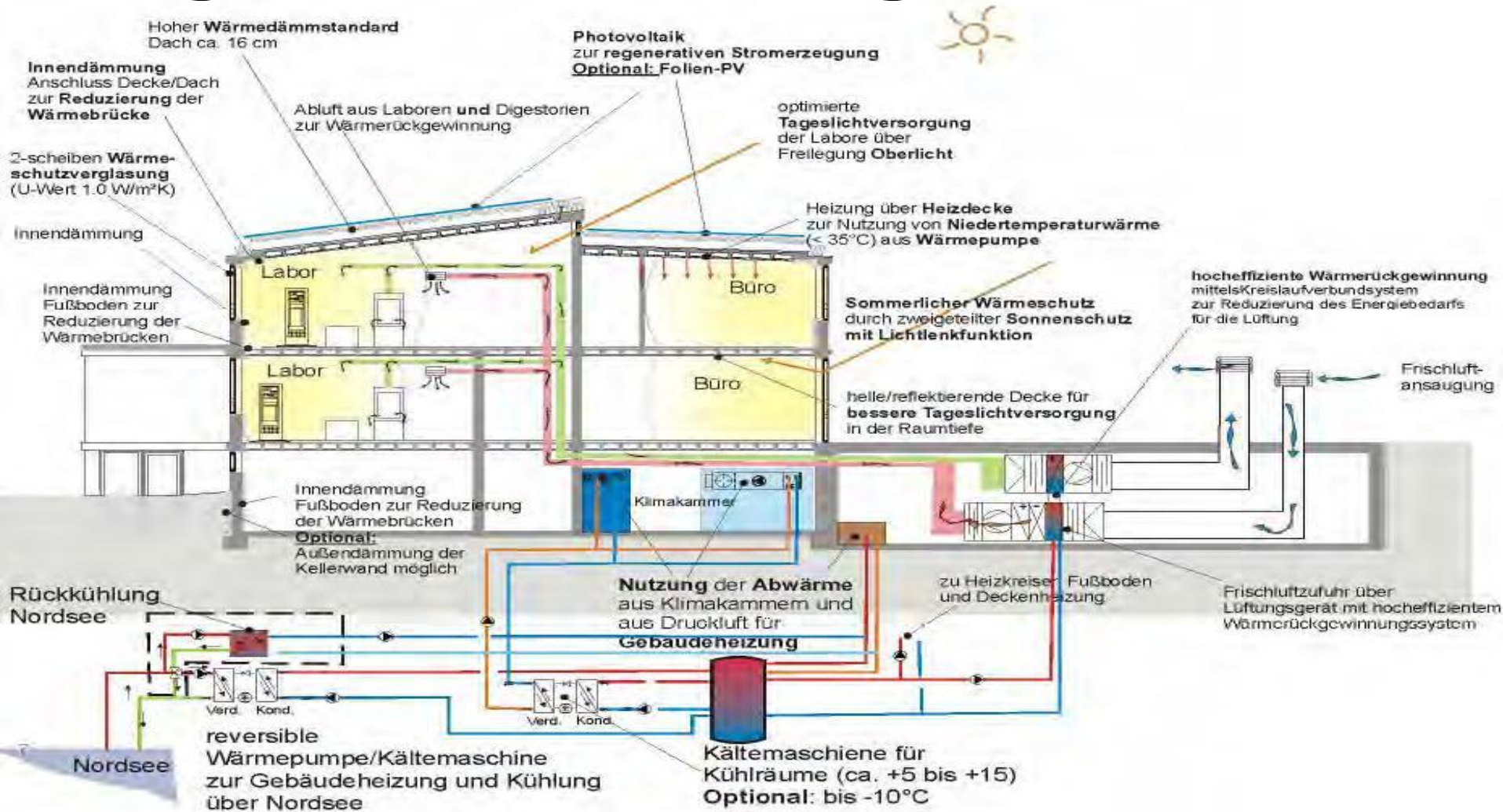
Beispiel Erding

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Regenerative Energietechnik



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



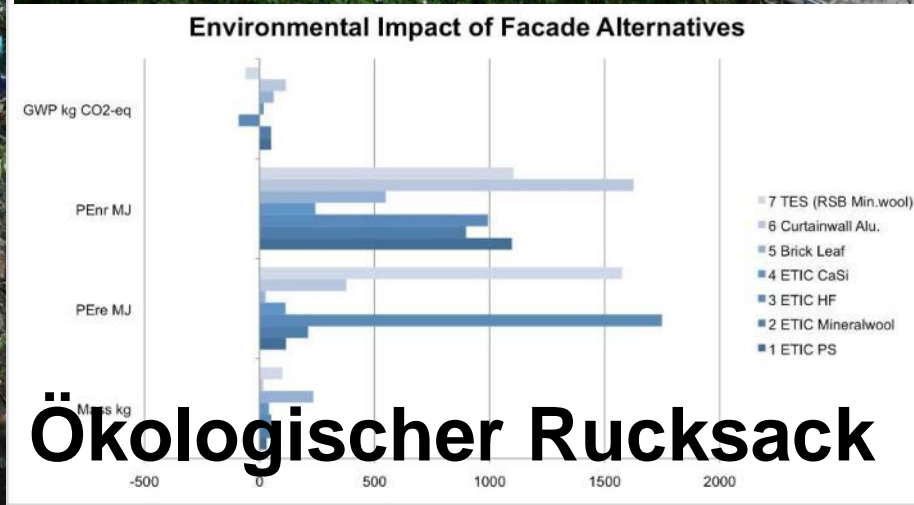
Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Graue Energie



# Fassade Buchloe



# Ökologischer Rucksack

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

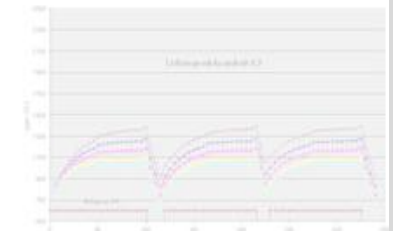
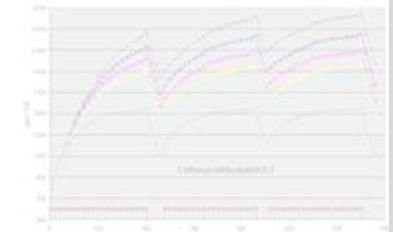
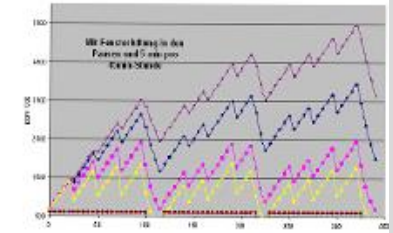
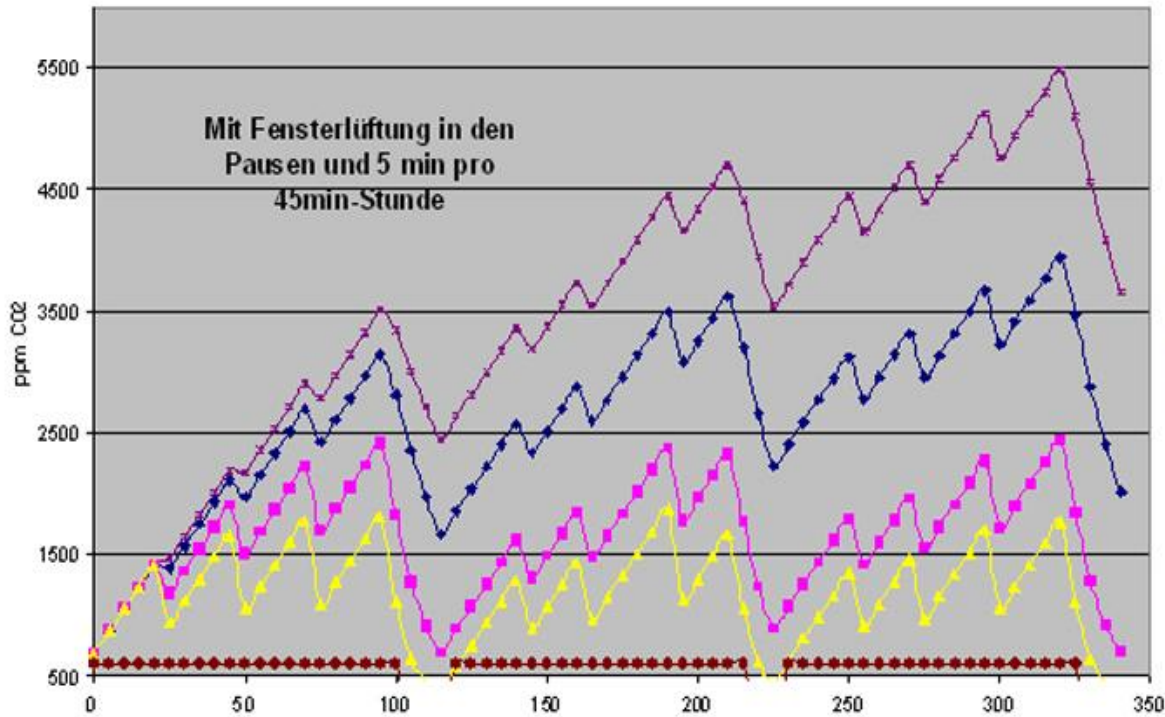
# Innenraumklima

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt





# Raumluftqualität CO<sub>2</sub>

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Tageslicht

Lichthöfe

Oberlicht

Beispiel Nordhorn

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



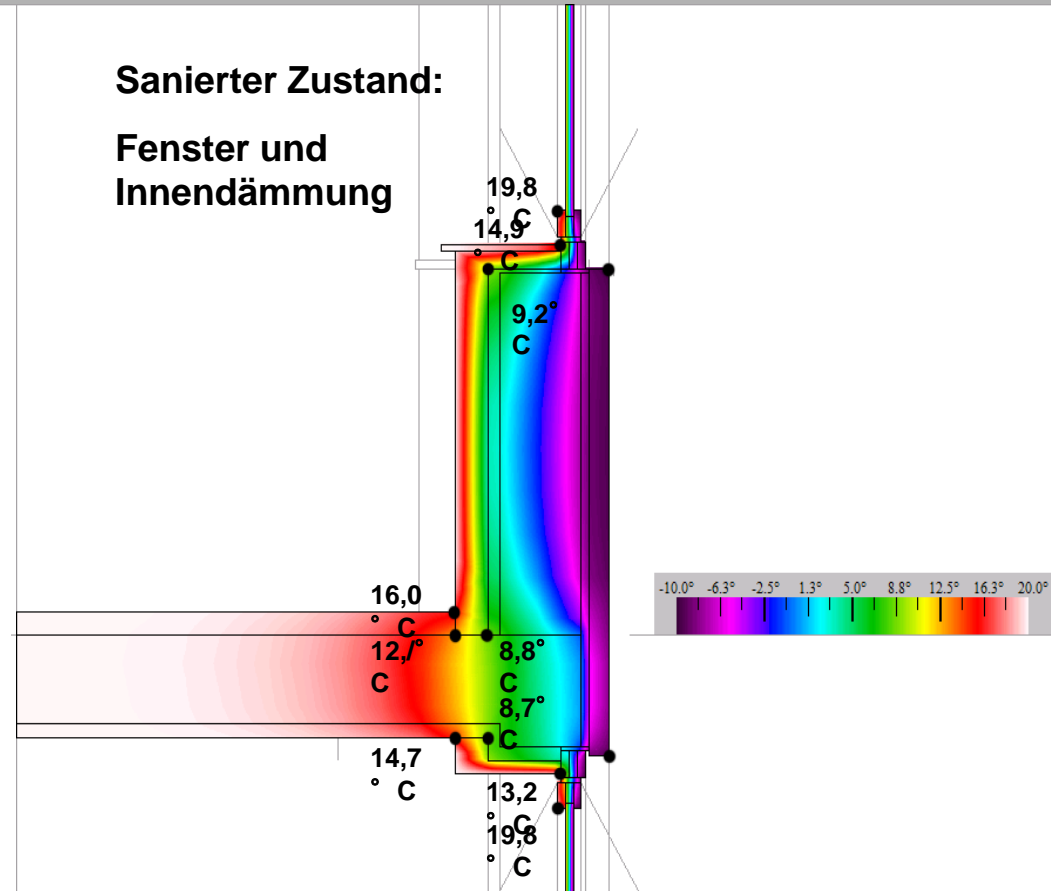
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Temperatur

Innenwanddämmung / Wandtemperierung mit kapillaren Rohrleitungen



kapillare Temperierungsflächen



Wärmebrückensimulation

Beispiel Rathaus Aschaffenburg

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Akustik

Beispiel Nordhorn

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Emotionales Klima

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Zentrale Thesen nach Neurobiologe Prof. Dr. Gerald Hüther:

- **Liebevolle Beziehung zu Vorbildern, an denen sie sich orientieren können**
- **Aufgaben, an denen sie wachsen können**
- **eine Gemeinschaft, in der sie sich aufgehoben fühlen**



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Wissensunabhängige Kompetenzen

Problemlösungskompetenz

Strategische Kompetenz

Intrinsische Motivation

Selbstwirksamkeitskonzept

Fehlerkultur

Frustrationstoleranz

Impulskontrolle

Geistige Beweglichkeit

Verantwortungsbereitschaft

# Bildungsbauten







Öffentlicher Schulhof



privater Schulhof



Gebäudehöfe

# Schulzentrum Mitte Nordhorn

© Architekturcontor Müller Schlüter, Wuppertal

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



© Architekturcontor Müller Schlüter, Wuppertal



# Tageslicht

Lichthöfe

Oberlicht

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Kostengünstig

Vorfertigung

Reduktion

Energiebezugsfläche m <sup>2</sup>	3184		
Kosten Strom €/kWh	0,18		
Kosten Wärme €/kWh	0,065	Steigerungsfaktor Energie	Annuität
Preissteigerung Energie 4	7%	2,01	0,074
Berechnungszeitraum Jahre	20		
Zinssatz	4%		

	Passivhaus	EnEV Lüftung	EnEV Standard
Energiekennzahl kWh/m <sup>2</sup> a	17	45	79
Stromkennzahl kWh/m <sup>2</sup> a	23	24	18
Kosten			
Investion KG300-400	2657017	2823967	2411622
Mehrkosten bez. EnEV	245395	212345	
Mehrkosten bez. EnEV Lüftung	33050		
Investion (Annuität) für Mehrkosten €/a	18159	15714	
Jährliche Energiekosten			
Strom €/a	23409	24427	18320
Wärme €/a	7029	18607	32665
Wartung 2% für Mehrkosten Lüftung und Heizung	2295	2760	
Gesamtkosten €/a	50893	61507	50985



Baustoffe & Bauteile



© Architekturcontor Müller Schlüter, Wuppertal

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



**Kostengruppe 300 + 400  
inkl. MwSt.**

**EnEV – Standard  
1.318,85 EUR/m<sup>2</sup> NF**

**EnEV – Standard mit Lüftung  
1.434,98 EUR/m<sup>2</sup> NF**

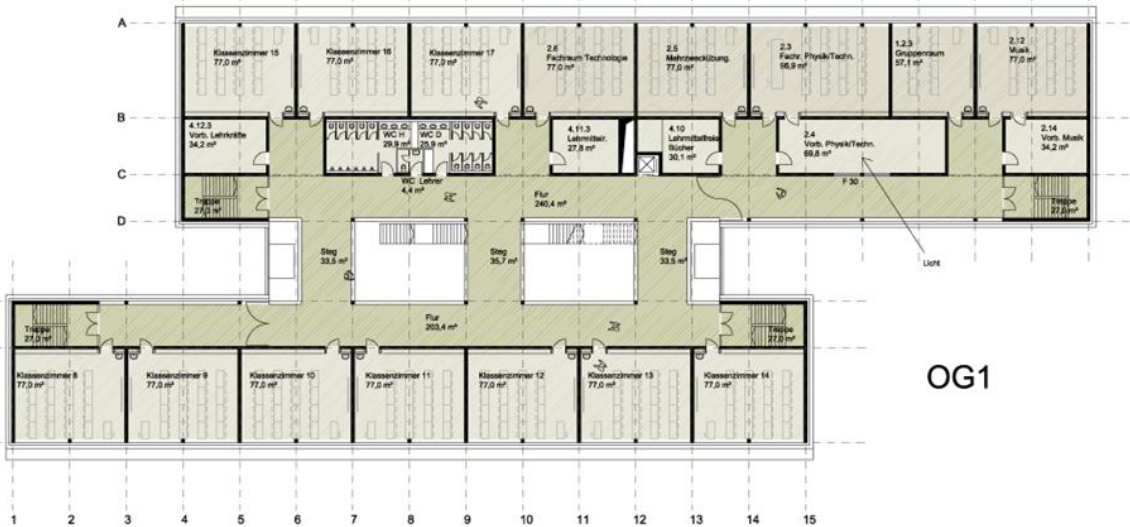
**Passivhaus – Standard  
1.453,06 EUR/m<sup>2</sup> NF**

**BKI – Mindestsatz  
1.570,00 EUR/m<sup>2</sup> NF**

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Passivhausstandard inklusive PE-Bedarfs von 67 kWh/m<sup>2</sup>h

## FOS BOS Erding



### Nachtlüftung

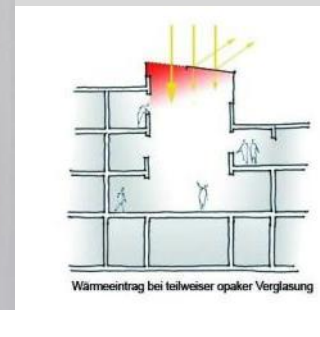
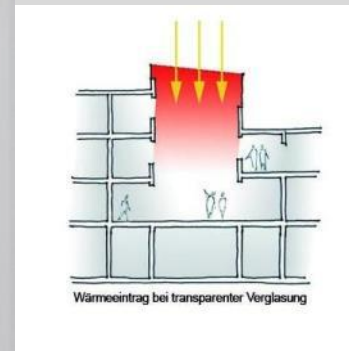
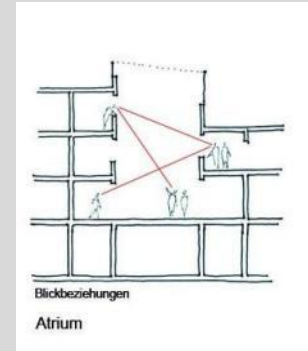
- Minimierung des Ventilatorstrombedarfs
- definierte Zulufttemperaturkühlung durch Brunnenwasser

### Tageslichtoptimierung /Überhitzung

Reduktion des Primärenergiebedarfs /Nutzungskomforts

Energiesparende Regelungskonzepte





Passivhausschule  
FOS BOS Erding

**Atrium als Verteiler  
Kommunikationszone  
Klimapuffer**

**offene Luftführung  
über natürliche  
Thermik**

**beste  
Tageslichtausbeute  
bei minimierter  
Überhitzung**

**kombiniertes  
Ventilatoren- und  
Beleuchtungselement**

**Tageslichtsimulation  
30% Transparenz der  
Atriumdachfläche**

# Passivhausstandard inklusive PE-Bedarfs von 60 bis 70 kWh/m<sup>2</sup>h

„Schlanke“ Haustechnik:

Reduktion des **Strombedarfs von Lüftungsanlagen** entscheidend

-kurze Leitungswege

-geringe **Strömungsgeschwindigkeiten**

-lastabhängig regelbare Ventilatoren

-manuelle **Schaltbarkeit** der Lüftung

-Nutzung von **natürlicher Thermik**

-Rückführung der **Abluft unterhalb Atriumdach** ergibt um ca. **50 % reduziertes Kanalnetz**.

-Beheizung Verkehrsflächen mit **überströmender Abluft** aus den Nachbarräumen

Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt





## Beispiel FOS/Bos Erding:

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

Kostenkennwerte Kostengruppen  
Baukostenindex (BKI)

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

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

FOS BOS Erding Kosten nach Baufertigstellung  
05/2011 ca. 277€/ m<sup>3</sup>

(inkl. Mehrkosten nachhaltiger  
Passivhausstandard und Monitoring )

© K-Plan KG, Abensberg

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

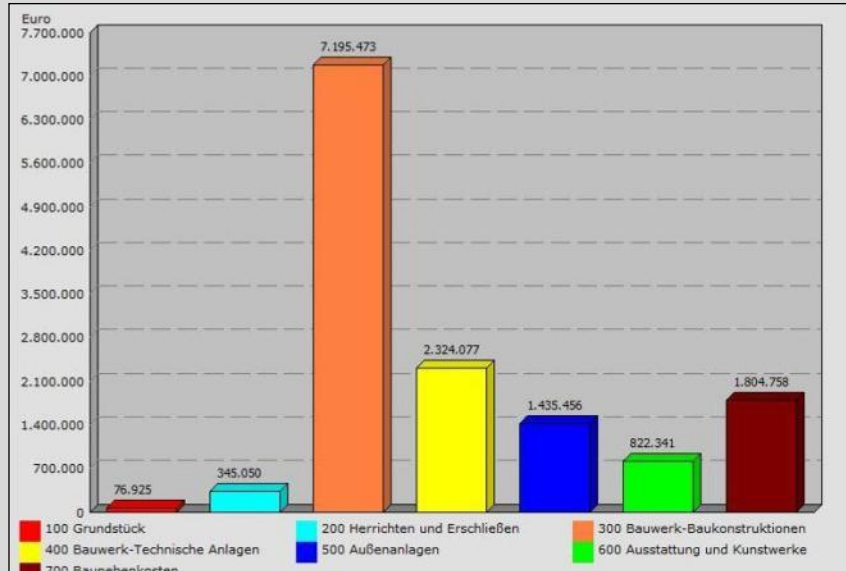


# Ökonomische und ökologische Bilanzierung

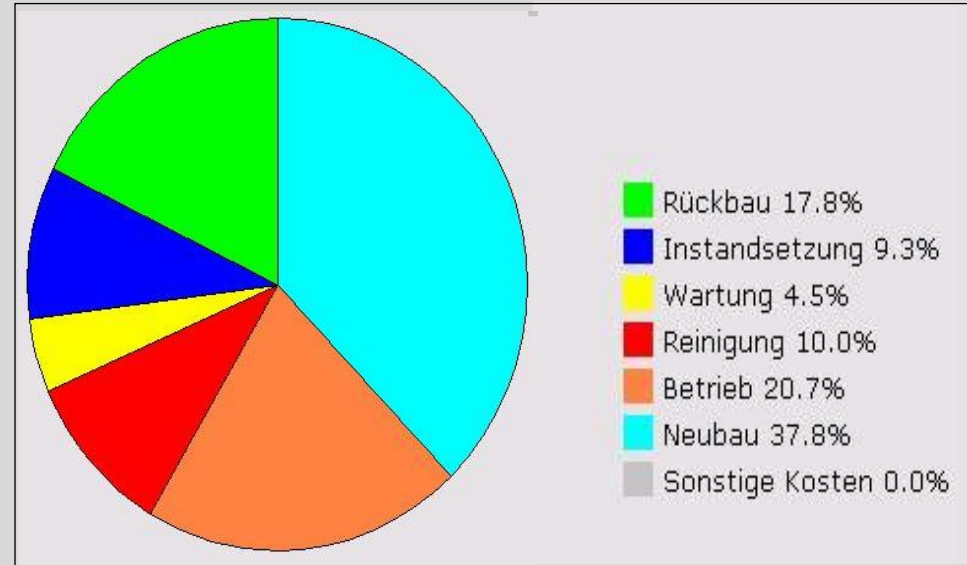
## Lebenszyklusanalyse

### Neubaukosten

### Anteil Kostengruppen DIN 276



### Prozentualer Anteil d. Lebenszykluskosten über alle Phasen in 50 Jahren



**KG 300 mit 51,4 % zu  
KG 400 mit 16,6 % = kostengünstig  
projektierte technische Anlage!**

Herstellungskosten KG 300 + 400 =

**1.247 €/m<sup>2</sup>BGF inkl. MWST.**

(Baukosteninformationsdienst 1.050-1.300 €)

© K-Plan KG, Abensberg

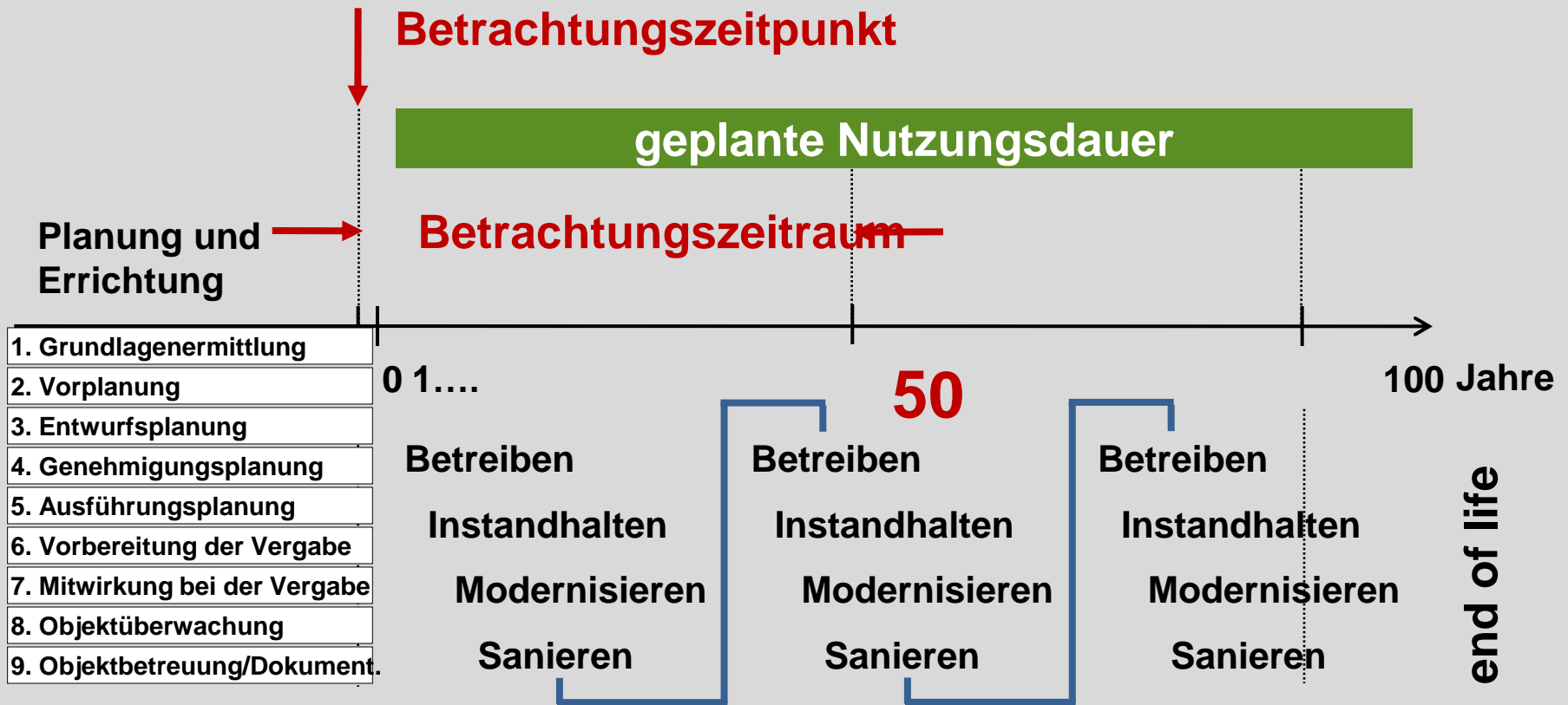
Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Datenbank LEGEP

## Ökobilanz, Lebenszykluskosten, Wirtschaftlichkeit



Sabine Djahanschah  
Architect ANKW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# PDM Produkt- und Stoffdatenbank

## Mehr Transparenz

- Auf der Produktseiten durch die Hersteller
- Auf der Verbraucherseite zur Verbesserung der Produktauswahl

## Methode

- Beschreiben  
Durch den Hersteller mit Hilfe einer Stoffdatenbank
- Berechnen  
Durch die ARGE kdR mit Hilfe eines Programms (läuft auch bei Hersteller lokal)
- Bewerten  
Durch die gültigen Gesetze, Verordnungen, Normen, Label, Testpublikationen (in Programm implementiert)

# Schulzentrum Lohr

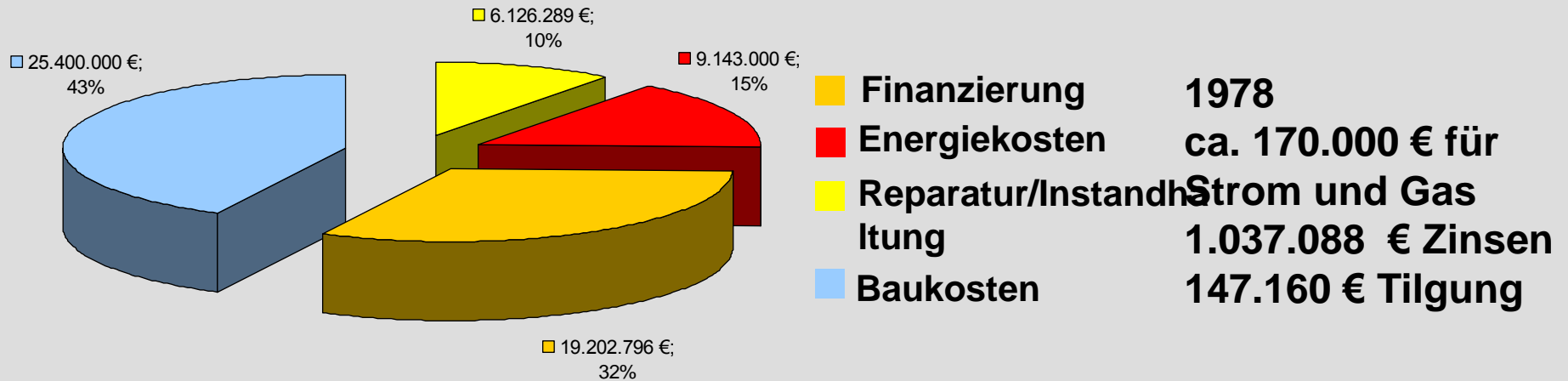
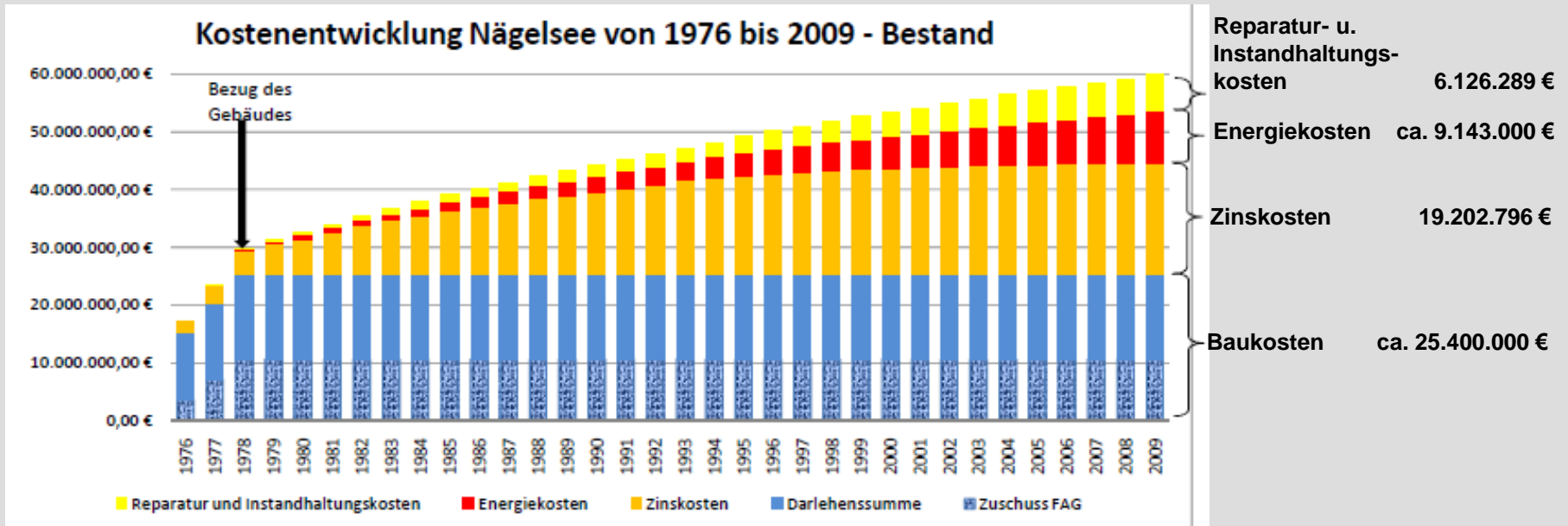


Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Investitions- und Betriebskosten 1978-2009: 60.000.000 €

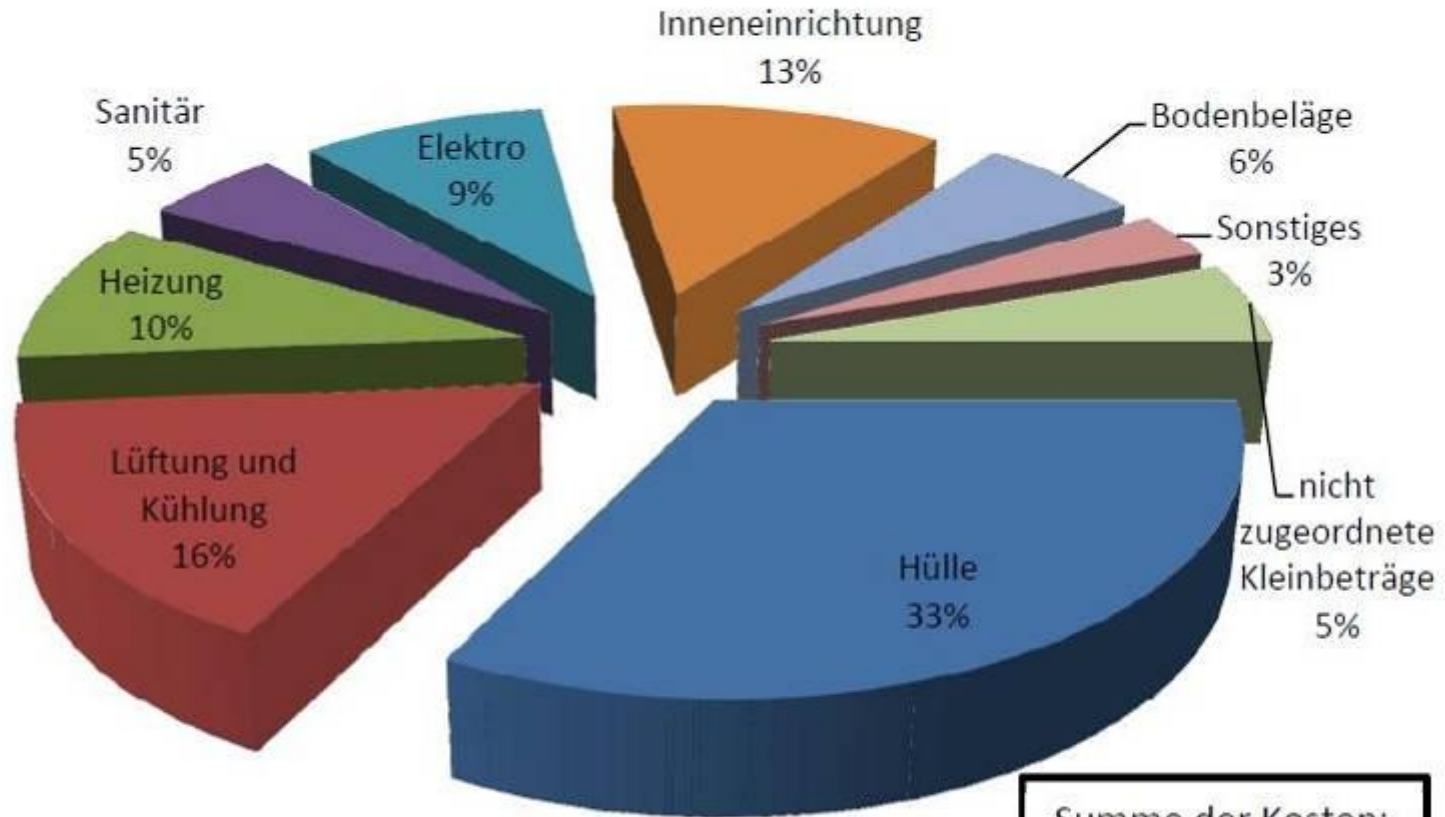


Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Aufschlüsselung der Instandhaltungskosten



Summe der Kosten:  
6.325.908,84 €

Schule Kasseler Modell Quelle Haase

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Sanierung mit 80 % PE-Einsparung des Gymnasiums Sonthofen, Bestand



© Architekturbüro Werner Haase

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Bestandserfassung - Baumängel



© Architekturbüro Werner Haase

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

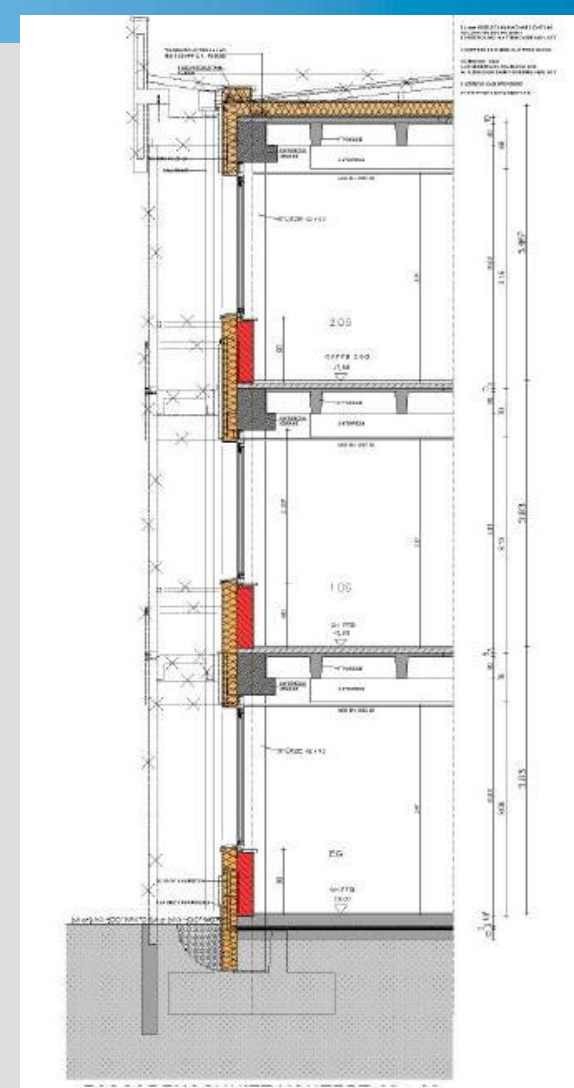


# Planungsvarianten Gebäudehülle

1. Ausfachung Fertigteil-Mauerwerk WDVS
2. Ausfachung Betonfertigteilen WDVS
3. Vorgehängte Holztafelbaufassade

Projektname	Fassade Beton WDVS 230mm (Holzfaser)	Fassade Holzrahmen (200 Zellulose, 60 Holzfaser)	Fassade MW WDVS 230mm (Holzfaserplatten)
Kosten Neubau (Kgr 3 und 4)	1.038.797,00	613.020,00	829.740,00
Kosten Neubau (Kgr 3 und 4) inkl. sonstige Kosten	1.038.797,00	613.020,00	829.740,00
Kosten Neubau (Kgr 1-7) inkl. sonstige Kosten	1.038.748,00	613.008,00	829.745,00
Kosten Instandsetzung	18.376,00	4.396,25	13.761,20
Kosten Rückbau	332.748,97	63.826,55	238.827,18
Barwert	1.332.270,00	690.494,00	1.033.920,00

Tabelle 3  
Lebenszykluskosten Fassadenarten, AB Haase



Unterschreitung spezifischer Transmissionswärmeverlust HT' der EnEV-Neubau um 68 %. HT' vor Sanierung 1,01W/m²K; HT' nach Sanierung 0,38W/m²K

© Architekturbüro Werner Haase

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Fassadensanierung

## Regelaufbau Fassade:

- Schallschutz gegen Außenlärm (Fernstraße)
- Wärmedämmung PH-Standard, Holztafelbauwände:  
Rhomboidschalung 6 cm; Holzfaserdämmung 045, GK-Platte,  
Holzständer bzw. Cellulose 20 cm; Holzwerkstoffplatte,  
GK-Vorsatzschale (U-Wert: 0,15 W/m<sup>2</sup>K)
- Luftdichtigkeit durch Holzwerkstoffplatten
- vertikaler Brandüberschlag Brandbarrieren in Schalung

© Architekturbüro Werner Haase

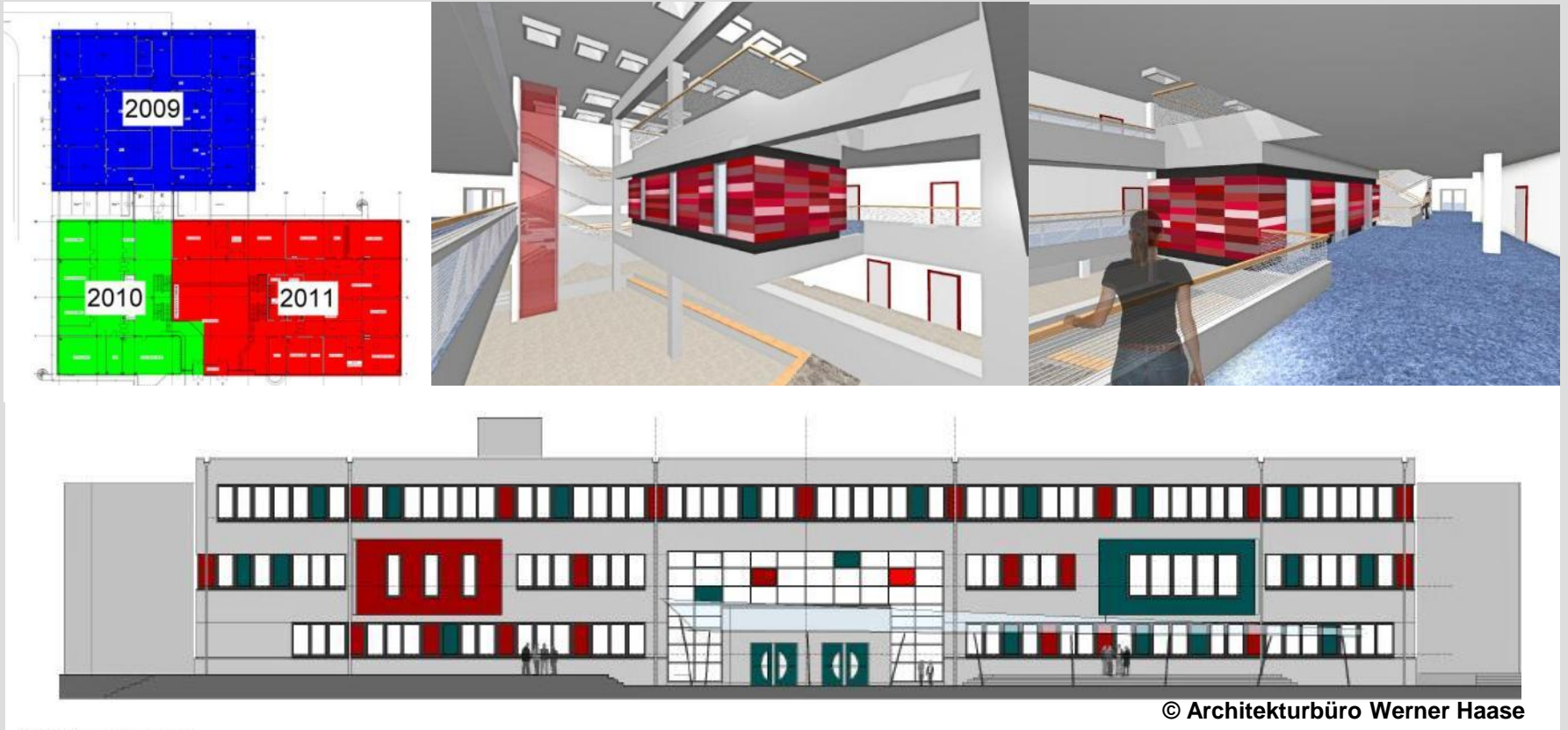
Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Die Optimierung der natürlichen Belichtung über:

- Reaktivierung der vorhandenen Oberlichter der Aula
- Erweiterung Luftraum Aula EG bis Dach durch Rückbau der „Verbindungsstücke im 1. und 2. OG“
- Rückbau aller opaken Vorbauten und Überdachungen



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

	D (1m)	D (2m)	TA	qE	qH(Nord)	qK (West)
Lochfassade 30% Fensterflächenanteil	6 %	3,1 %	48,9 %	17,2 kWh/m <sup>2</sup>	31 kWh/m <sup>2</sup>	24 kWh/m <sup>2</sup>
Bandfassade 60% Fensterflächenanteil	12,1 %	6,5 %	73,5 %	8,9 kWh/m <sup>2</sup>	35 kWh/m <sup>2</sup>	28 kWh/m <sup>2</sup>
Ganzglasfass. 90 % Fensterflächenanteil	11,8 %	6,2 %	73,5 %	8,9 kWh/m <sup>2</sup>	44 kWh/m <sup>2</sup>	29 kWh/m <sup>2</sup>

Tabelle 2

[zitiert aus: M. N. Fisch, C. Bremer, V. Huckemann, T. Wilken, M. Zagari, Fassadenplanung, Bürobau-Atlas, Hrsg. J. Eisele, B. Staniek, München] D = Tageslichtquotient, TA = Tageslichtautonomie, qE = Energiebedarf für künstliche Beleuchtung, qH = Heizenergiebedarf, qK = Kühlenergiebedarf, AB Haase

## Holz-Aluminium-Verbundfenster, PH-Qualität, geringe Rahmenbreite (U-Wert: 0,84 W/m<sup>2</sup>K), Simulationen Lichtlenksysteme



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Gebäudetechnik

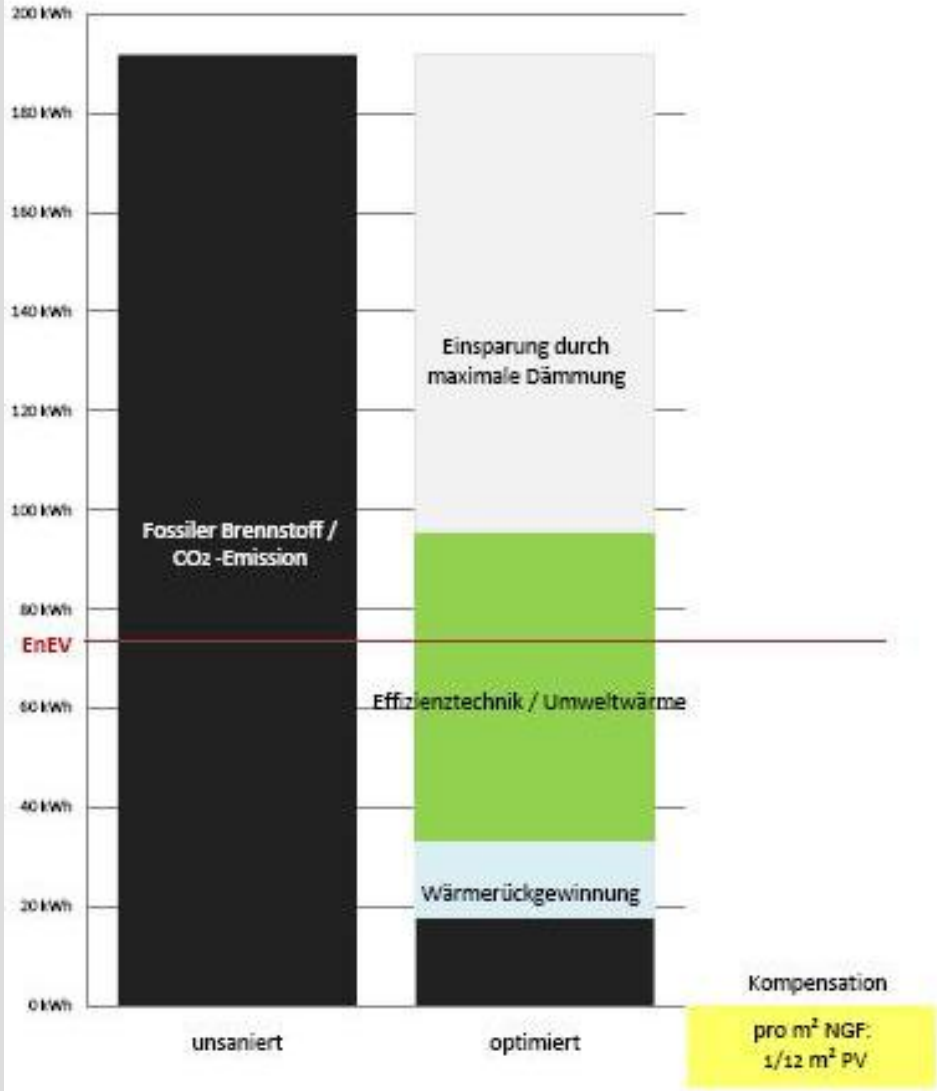
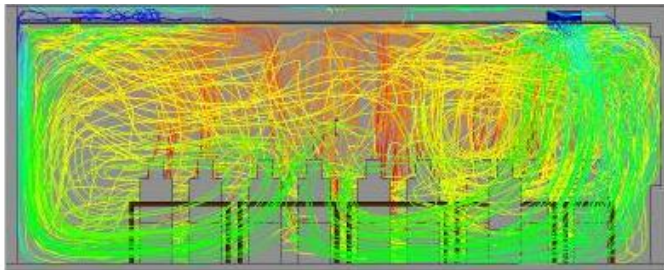
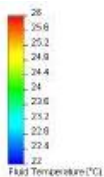
Unterdecke Quellluftauslaß  
/Temperierelemente Heiz- u. Kühlfall /  
GK-Akustikdecke

50 % Primärenergie durch  
Wärmedämmung/-rückgewinnung:

Rest durch Einsatz von Photovoltaik  
bis auf Null-Emissionsniveau

90 % Wärme GrundwasserWP /BHKW

## Raumtemperatur



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Rentabilität der energieeffizienten Lösung (Investition und energetischer Betrieb) gegenüber der EnEV-Standard-Lösung nach ca. 12 Jahren

Einsparung Jahres-Endenergiebedarfes ca.	93%
Einsparung Jahres-Primärenergiebedarfes ca.	83%
Einsparung CO <sub>2</sub> - Emissionen ca.	82%
Unterschreitung EnEV-Neubau-Höchstwert um ca.	71%



© Architekturbüro Werner Haase

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Gymnasium Diedorf

Pädagogische Architektur in  
Holzbau und  
Plusenergiestandard

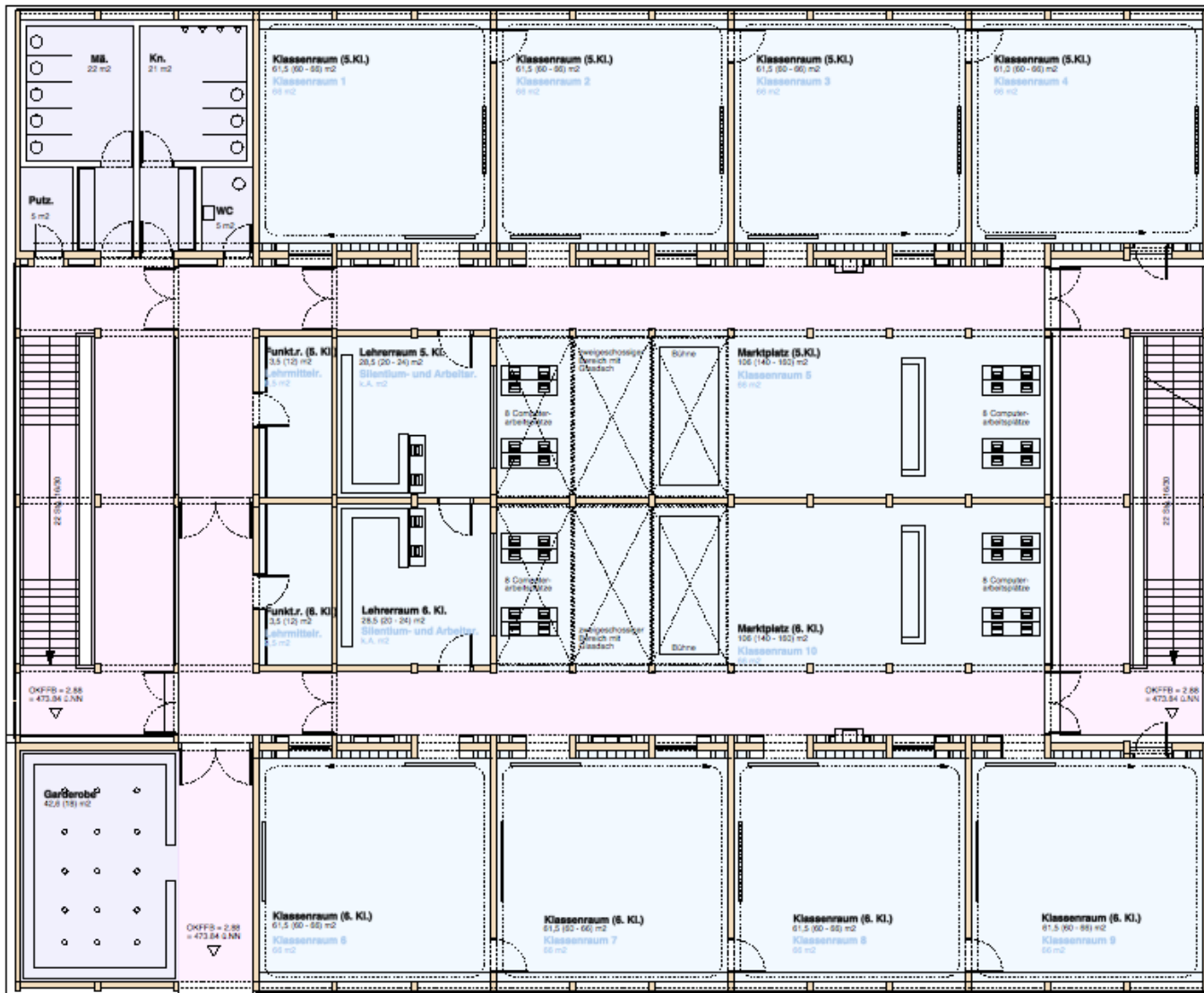


Variante II

Entwurf 20.09.2012



© ARGE Florian Nagler, München, Hermann Kaufmann, Schwarzach

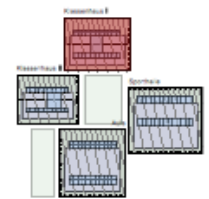


Teiloffene  
Raumkonzepte

Neue  
Raumkonzepte =  
neue  
Technikkonzepte

Entwicklung von  
neuen Lösungen  
im Bereich  
Tageslicht,  
Schallschutz,  
Akustik,  
Brandschutz

1. OG



5. - 6. Klasse  
Klassenhaus I / OG

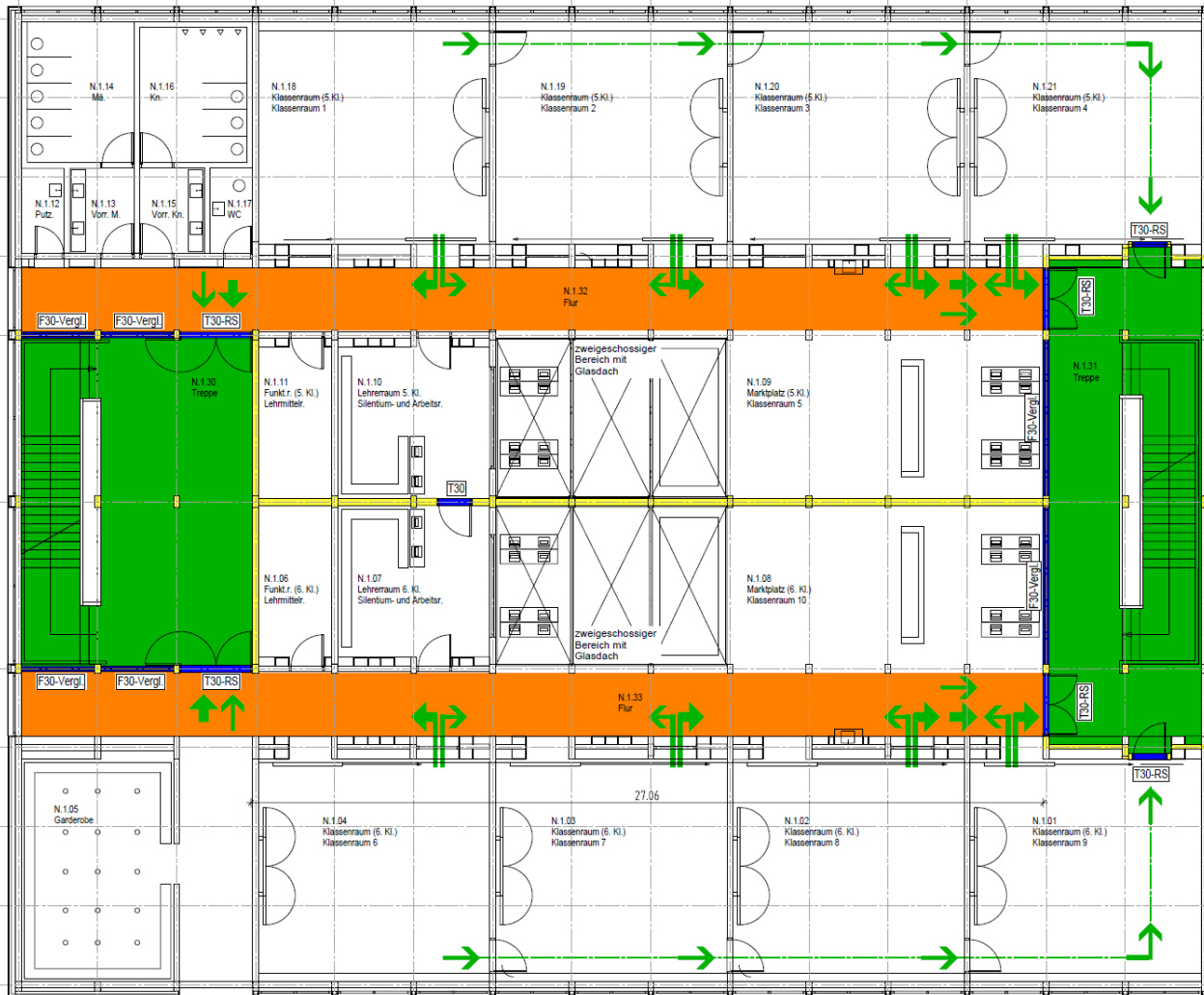
© ARGE Florian Nagler, München, Hermann Kaufmann, Schwarzach



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



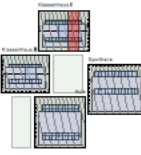
# Brandschutzkonzepte



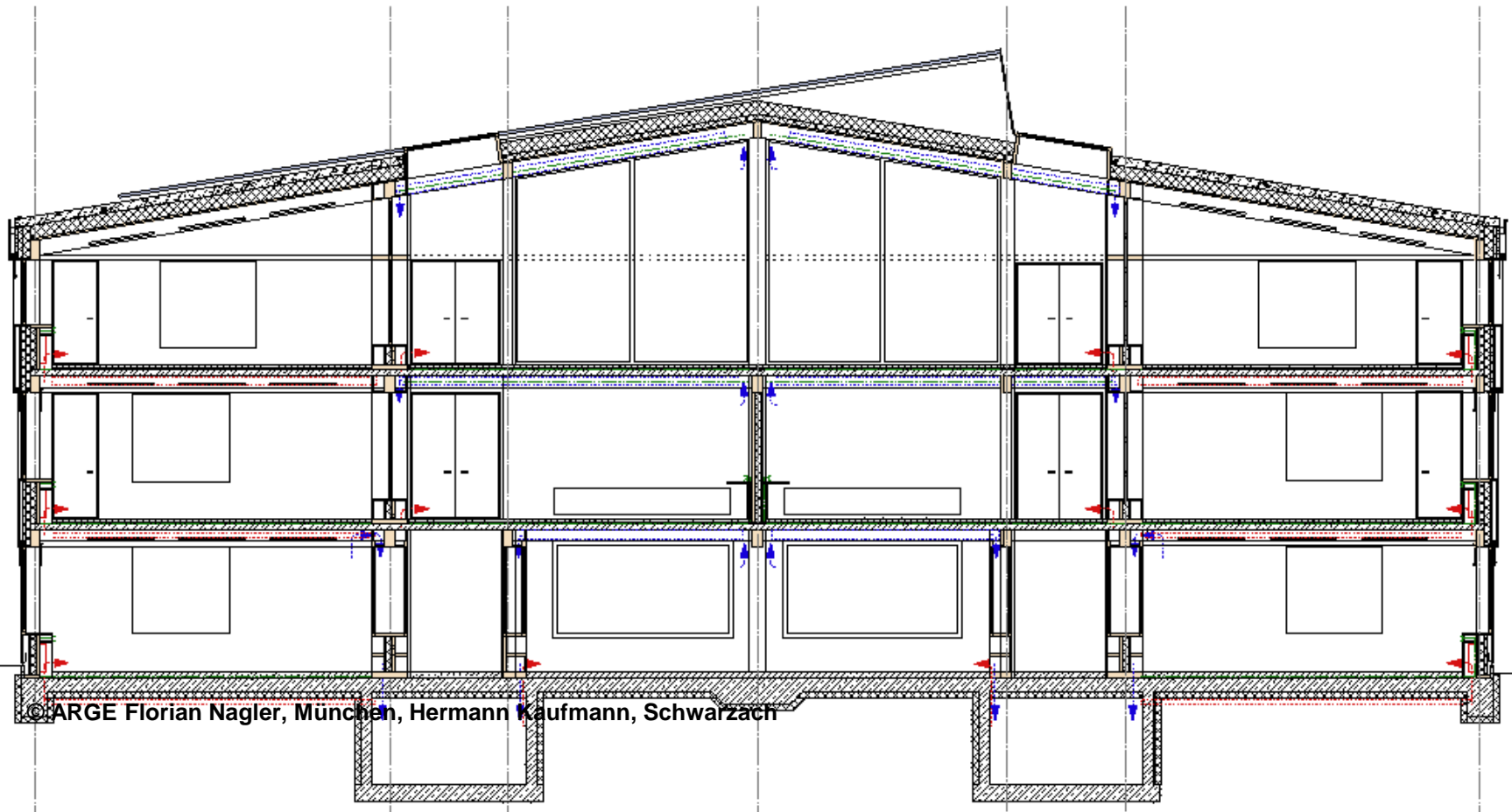
## Legende:

- feuerbeständig F90-AB
- feuerhemmend F30-B
- Tür T30-RS feuerhemmend, rauchdicht und selbstschließend  
Tür T30 feuerhemmend, dicht- und selbstschließend
- Tür RS rauchdicht und selbstschließend
- vdTs - vollwandig, dicht und selbstschließend
- F30-Vergl. F30 Verglasung mit Feuerwiderstand
- VSG-Verglasung (Verbundsicherheitsglas)
- notwendiger Treppenraum
- notwendige Treppe ohne notw. Treppenraum
- notwendiger Flur
- Verkehrszone (frei zu haltender Rettungsweg)
- Aufzugsschacht

# Exemplarische Lösungen im Holzbau für Brandschutz, Schallschutz und thermische Massen



## Entwicklung einer Holzbetonverbunddecke



© ARGE Florian Nagler, München, Hermann Kaufmann, Schwarzach



# Optimierung der Vorfertigung - Qualitätssicherung

**Pilotprojekt – Montage  
Bausystem Wohnungsbau**



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Dachflächen für Solarenergienutzung Hülle Passivhausstandard

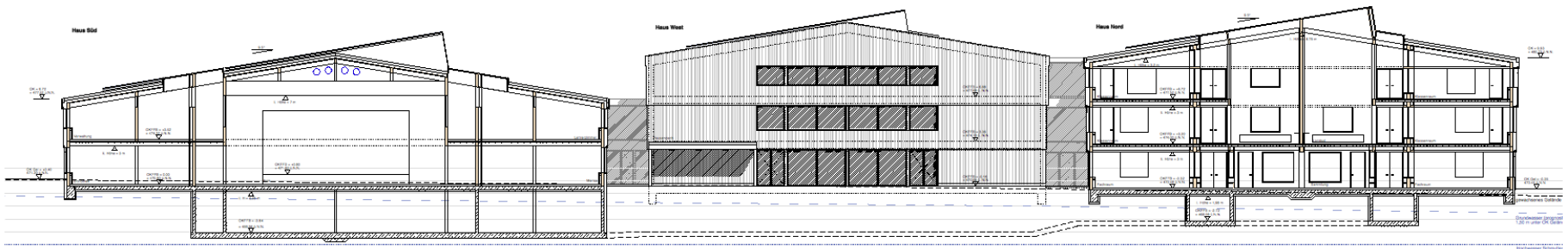
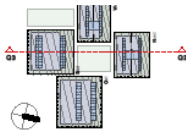
Klassenhaus II

Aula

Sport



## Optimierung der Kompaktheit Zielkonflikt Tageslichtnutzung Lichthöfe

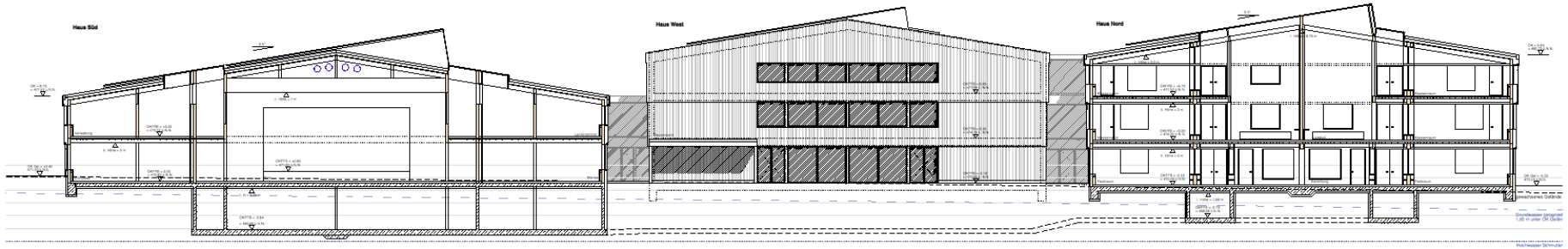
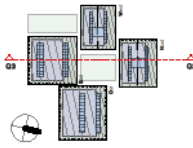


© ARGE Florian Nagler, München, Hermann Kaufmann, Schwarzach

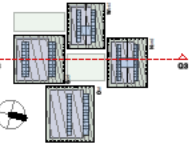


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Drastische Reduktion aller Verbräuche Wärme und Strom Zielkataloge



# Regenerative Energieerzeugung über Betriebs- und Nutzenergie hinaus



Aula

Klassenhaushaus II

Klassenhaushaus I



© ARGE Florian Nagler, München, Hermann Kaufmann, Schwarzach



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



## Materialwahl: Holz als nachwachsender Rohstoff und Klimaschutz, Ausschluss von Risikobaustoffen in Planung, Ausschreibung, Umsetzung

© ARGE Florian Nagler, München, Hermann Kaufmann, Schwarzach



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



## Prozess- / Projektdokumentation, Qualitätskontrolle / Monitoring



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Architektur und Bauwesen

## Was wird gefördert?

- Integrale Planungsprozesse
- Ausgesuchte Modellprojekte, Multiplikatoreffekt
- Evaluation, Monitoring, Kommunikation
- Entwicklung ressourcenschonender Bauteile, -produkte und -methoden



# Förderkriterien

- Umweltrelevanz
- Innovationshöhe
- Modellhaftigkeit

# Herzlichen Dank!

Infos unter [www.dbu.de](http://www.dbu.de)



Deutsche Bundesstiftung Umwelt