

# Schulbau im Kontext von Ökonomie und Ökologie

Sabine Djahanschah,  
Architektin AKNW  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: Stadt Nordhorn  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Themenspektrum Architektur und Bauwesen

Interdisziplinäre ganzheitliche  
Planungskonzepte und –prozesse

Entwicklung ressourcenschonender  
Bauteile, -produkte und –methoden

Ökologische Modellvorhaben

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



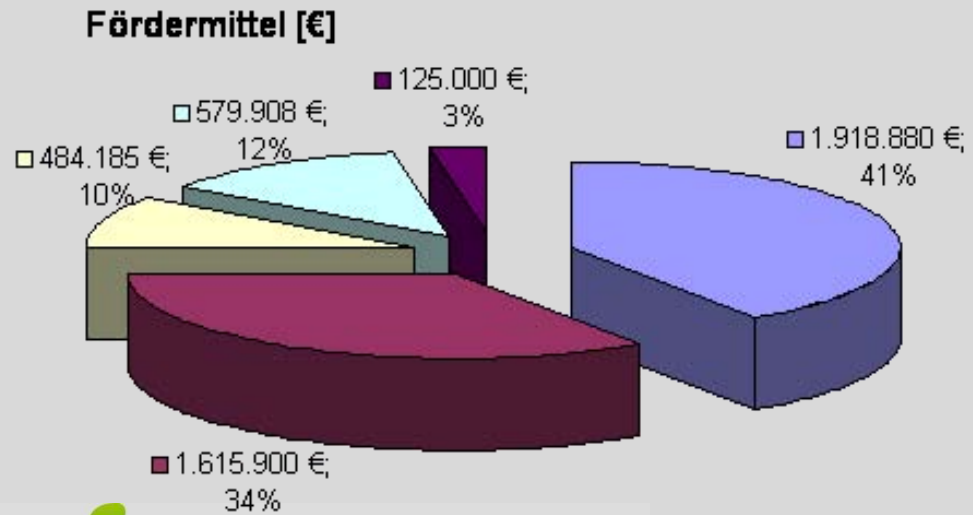
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Förderprojekte im Bereich Bildungsbauten

25 Projekte im Referat 25 Architektur und Bauwesen

Gesamtvolumen : 10.214.577 €  
Fördersumme : 4.753.053 €  
durchschnittl. Förderung : 153.354 €

- Schulsanierung 41%
- Schulneubau 34 %
- Hochschule 10%
- Kita 12%
- Sonstiges 3%



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Herausforderung Bildung

**Zukunftspotenzial  
=  
Humankapital**

**Chancengleichheit**

**Ganztags-  
schulen**

**Teamgeist  
gemeinsame Ziele  
verfolgen**

**Sanierungsstau**

**Individuelles Lernen**

# Förderprojekte

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Kosten- und Energieeffizienz - „Schulzentrum Mitte“ in Nordhorn als Passivhaus



© Architekt: Architektur Contor Müller, Schlüter, Wuppertal

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Umsetzung



Öffentlicher Schulhof



privater Schulhof



Gebäudehöfe

© Architekt: Architektur Contor Müller, Schlüter, Wuppertal

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



## Zentrales Treppenhaus als Pausenraum und unbeheizte Pufferzone zwischen Innenraum- und Aussenraumklima

© Architekt: Architektur Contor Müller, Schlüter, Wuppertal

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt





**Winterlicher Wärmeschutz:  
Hochwärmegegedämmte Hülle, Vorhang-  
fassaden in Holzleichtbauweise mit  
Dreifachverglasung (Vorfertigung)**



**Sommerlicher Wärmeschutz:  
Verschattung und Nachtlüftkühlung  
unverkleidete Betonwände und Decken  
als Speichermasse, Akustikdecke**

**Nutzungsabhängige TGA-Systeme:  
mechanische Lüftung für Raum-  
hygiene notwendig  
(CO<sup>2</sup>- Konzentration)  
Hocheffiziente Wärmerückgewinnung  
Entkopplung der Heiz- und  
Lüftungssysteme**

© Architekt: Architektur Contor Müller, Schlüter, Wuppertal

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



**Optimierungspotential durch:**

**Tageslichtnutzung über  
Lichthöfe/Oberlichter/hohe Fenster**

**Winterlicher Wärmeschutz über  
Hoch wärmegeämmte Hülle**

**Sommerlicher Wärmeschutz über  
Verschattung, Nachtlüftkühlung**

**Mechanische Lüftung für Raum-  
hygiene (CO<sup>2</sup>- Konzentration) mit  
Hocheffizienter Wärmerückgewinnung**

**Kosteneffizient durch Vorfertigung und  
einfache Haustechniksysteme**



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			
Investition KG300-400	2657017	2823967	2411622
Mehrkosten bez. EnEV	245395	212345	
Mehrkosten bez. EnEV Lüftung	33050		
Investition (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	
<b>Gesamtkosten €/a</b>	<b>50893</b>	<b>61507</b>	<b>50985</b>



Baustoffe & Bauteile



© Architekt: Architektur Contor Müller, Schlüter, Wuppertal

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



© Architekt: Architektur Contor Müller, Schlüter, Wuppertal

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



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**

# Schulneubau FOS/ BOS Erding

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

- kompakte Bauweise
- hoher Dämmstandard
- Gebäudedichtigkeit (Blower-Door-Test)
- flächendeckende mechanische Lüftung mit hocheffizienter WRG, Raumluftqualität



© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW

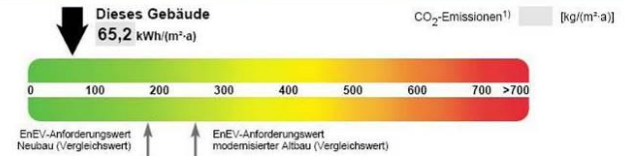


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

### ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

#### Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

#### Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“



#### Nachweis der Einhaltung des § 4 oder § 9 Abs. 1 EnEV<sup>2)</sup>

Primärenergiebedarf	Energetische Qualität der Gebäudehülle	
Gebäude Ist-Wert	65,2 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	Gebäude Ist-Wert H <sub>t</sub> 0,21 W/(m <sup>2</sup> ·K)
EnEV-Anforderungswert	182,5 kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	EnEV-Anforderungs-Wert H <sub>t</sub> 1,20 W/(m <sup>2</sup> ·K)

#### Energiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> ·a) für					Gebäude insgesamt
	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung	Kühlung einschl. Befeuchtung	
Strom-Mix	0,2	0,0	6,2	5,7	2,8	14,9
KWK fossiler Brenn	35,9	0,0	0,0	0,0	0,0	35,9

#### Aufteilung Energiebedarf

[kWh/(m <sup>2</sup> ·a)]	Heizung	Warmwasser	Eingebaute Beleuchtung	Lüftung	Kühlung einschl. Befeuchtung	Gebäude insgesamt
Nutzenergie	20,5	0,0	6,2	0,0	7,8	34,5
Endenergie	36,0	0,0	6,2	5,7	2,8	50,7
Primärenergie	25,6	0,0	16,7	15,4	7,5	65,2

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



**Umweltkälte zu Kühlzwecken**

**Nachtlüftung**

- **Minimierung** des  
**Ventilatorstrombedarfs**
- **definierte Zulufttemperaturkühlung** durch  
**Brunnenwasser**

**Tageslichtoptimierung  
/Überhitzung**

**Reduktion des Primär-  
energiebedarfs  
/Nutzungskomforts**

**Energiesparende  
Regelungskonzepte**



© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

**Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW**



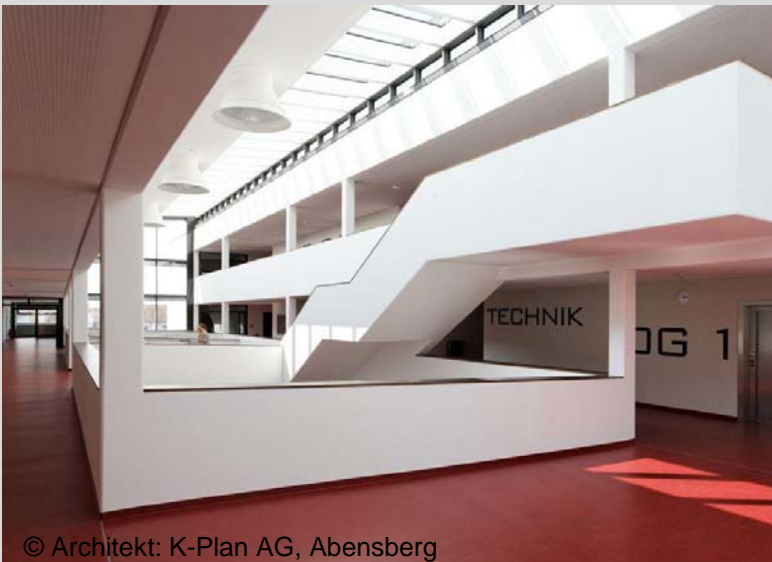
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

## Passivhausschule FOS BOS Erding



### Innenräume:

- Helle Wände (Beton, gespachtelt und gestrichen)
- Betondecken als Speichermasse wirksam
- Akustikelemente partiell an Decke und Wand
- Flur und Atrium mit gelochter GiKa-Decke



© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

kplan<sup>®</sup>AG , 19.07.2011

# 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  
Architektin AKNW



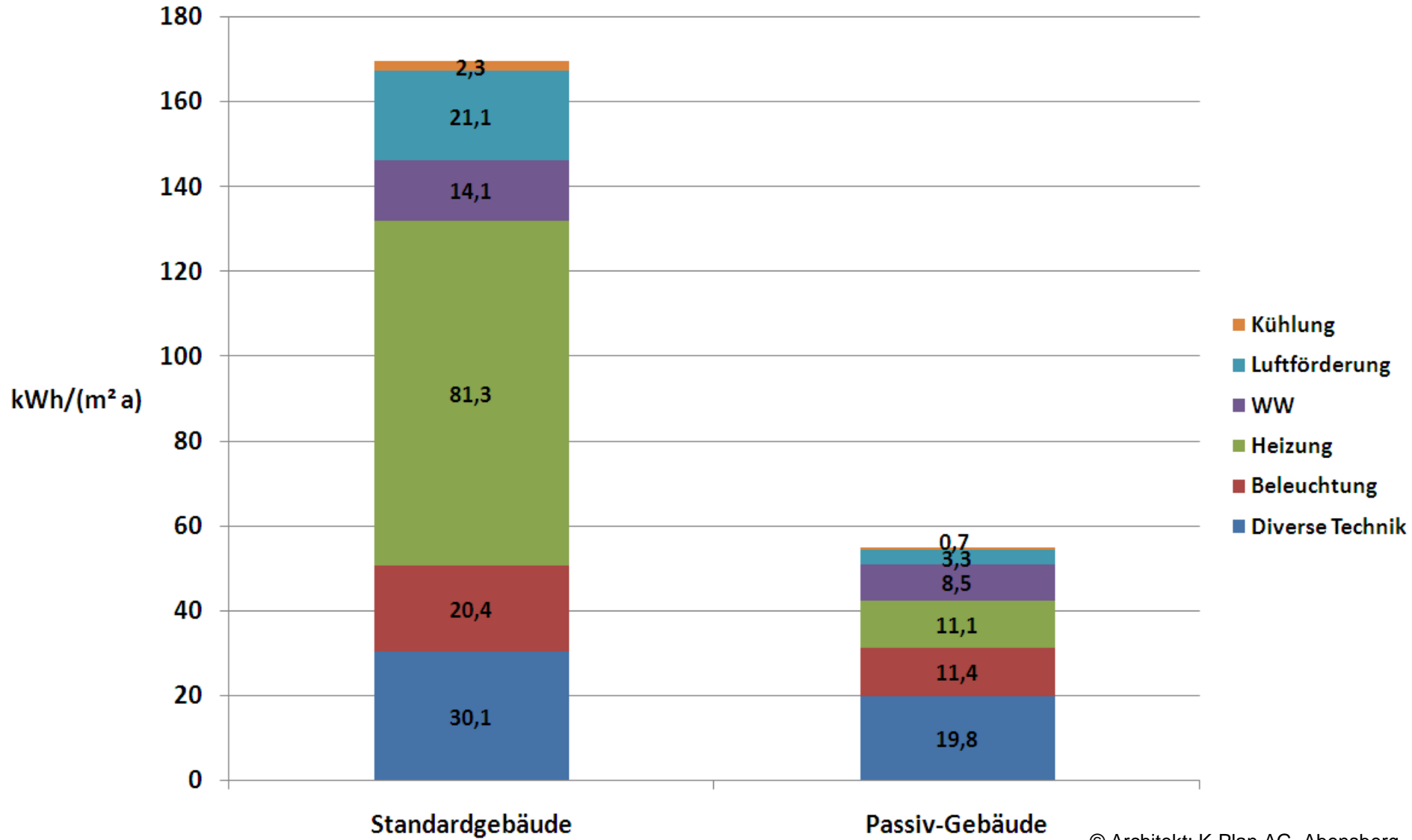
© Architekt: K-Plan AG, Abensberg



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# BOS Erding: Erzielbarer spez. Primärenergiebedarf Haustechnik



© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW

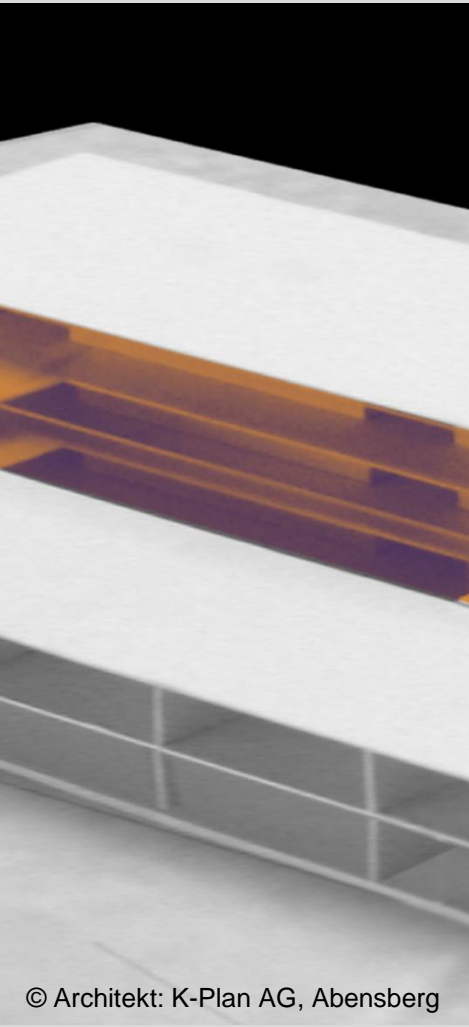


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

## Neubau FOS/ BOS Erding

### V Vergleich: Erzielbarer Strom-/Wärmebedarf und erzielbare CO2-Emissionen

	Wärmebedarf, 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>



© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW  
Leanergie®



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Ökonomische und ökologische Bilanzierung

<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

© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



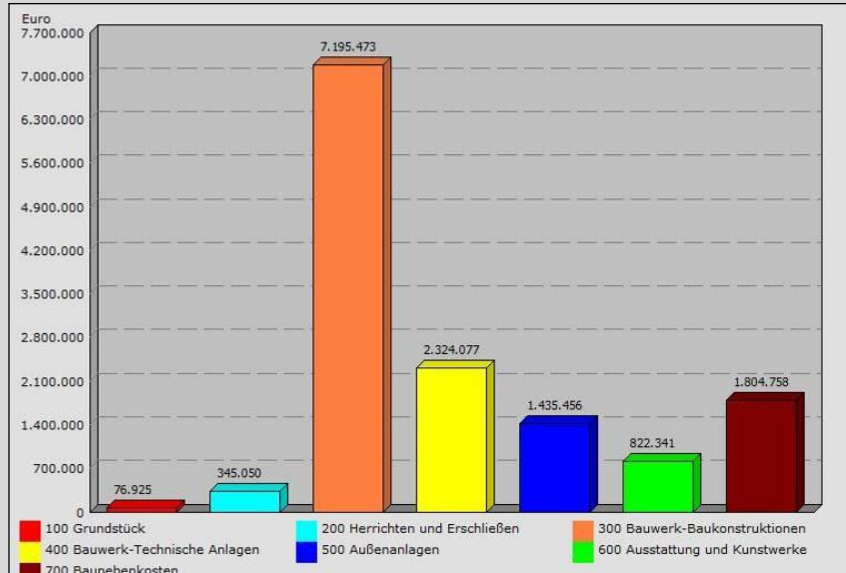
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Ökonomische und ökologische Bilanzierung

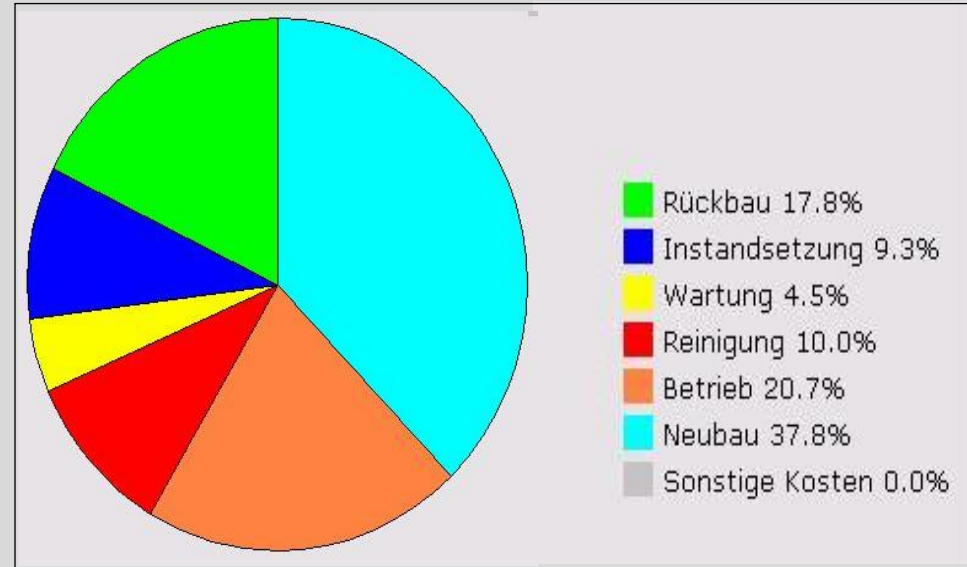
## Lebenszyklusanalyse

### Neubaukosten

### Anteil Kostengruppen DIN 276



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



© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

**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 €)

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

**Sabine Djahanschah**  
Architektin AKNW

## Zielsetzungen

- **Reduktion Energiebedarf (Wärme, Strom und Betriebskosten) um ca. 80 %**
- **Reduktion Schadstoffemissionen (Heizung, Strom, etc.) im Betrieb um ca. 60 % - 80 %**
- **Nutzung v. alternativer Energie (Erdwärme/ -kühle, Solarenergie, etc.)**
- **Reduktion des Kunstlichteinsatzes (Stromverbrauch)**
- **Vermeidung unkontrollierter Fensterlüftung => Energieverbrauch!**
- **Optimale Aufenthaltsqualität in den Unterrichtsräumen (Co<sub>2</sub>, Schall, Feinstaub)**
- **Einsatz ökologischer Baustoffe – Senkung der Schadstoffbelastung**
- **zukunftsorientiertes Konzept, mehr Planungssicherheit bei Kosten**



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 )

© Architekt: K-Plan AG, Abensberg

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

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



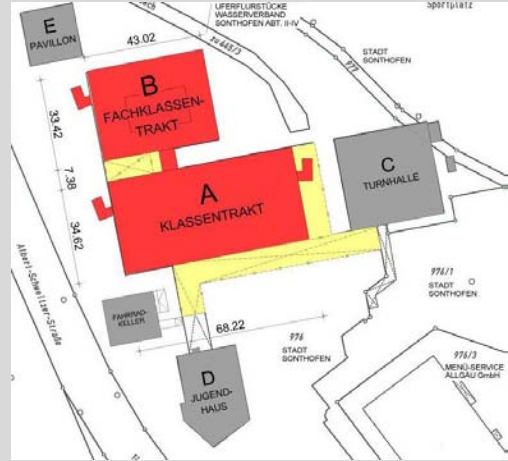
© Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# 1. Bestandserfassung – Impressionen des Gebäudekomplexes



© Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# 1. Bestandserfassung - Baumängel



© Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



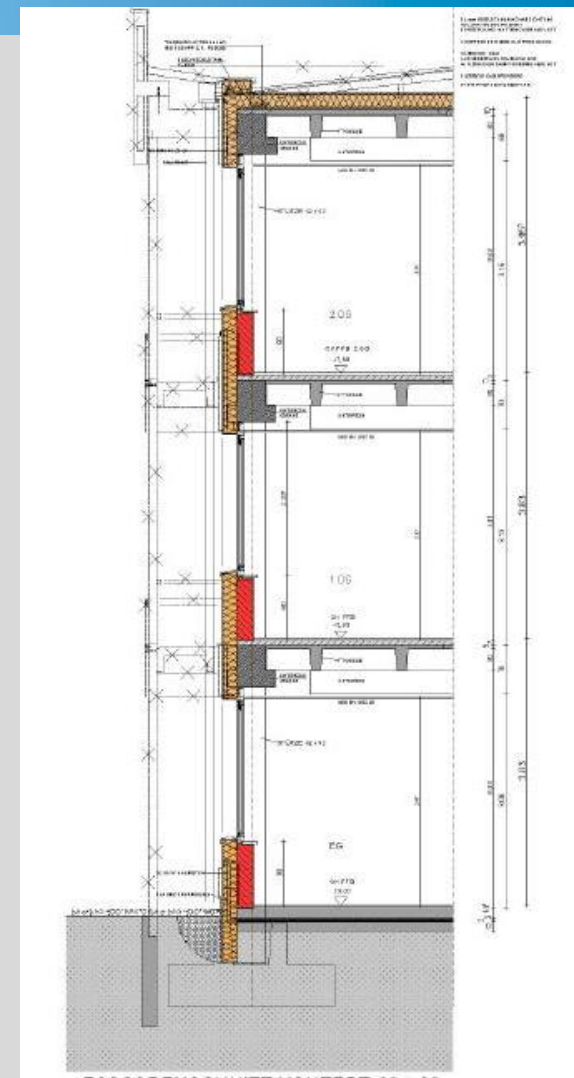
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Planungsvarianten Gebäudehülle

1. Ausfachung mit **Fertigteil-Mauerwerk** und Aufbringen eines **Wärmedämmverbundsystem**
2. Ausfachung mit **Betonfertigteilen** und Aufbringen eines **Wärmedämmverbundsystem**
3. Vorgehängte **Holztafelbaufassade** mit **Holzverkleidung**

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 © Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt



Durch die dargestellten Effizienzmaßnahmen wird der spez. Transmissionswärmeverlust  $HT'$  der EnEV **um 68 %** ( $HT'$  Höchstwert nach EnEV-Neubau  $1,20W/m^2K$ ) unterschritten.  **$HT'$  vor Sanierung  $1,01W/m^2K$ ;  $HT'$  nach Sanierung  $0,38W/m^2K$**

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Fassadensanierung

## Regelaufbauten: Fassade

- Schallschutz gegen Außenlärm (Fernstraße)
- Wärmedämmung, Ausführung im 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
- Brandschutz, Bekleidung mit Holz-Rhomboid-Schalung erhält gegen vertikalen Brandüberschlag Brandbarrieren

# Die Optimierung der natürlichen Belichtung über:

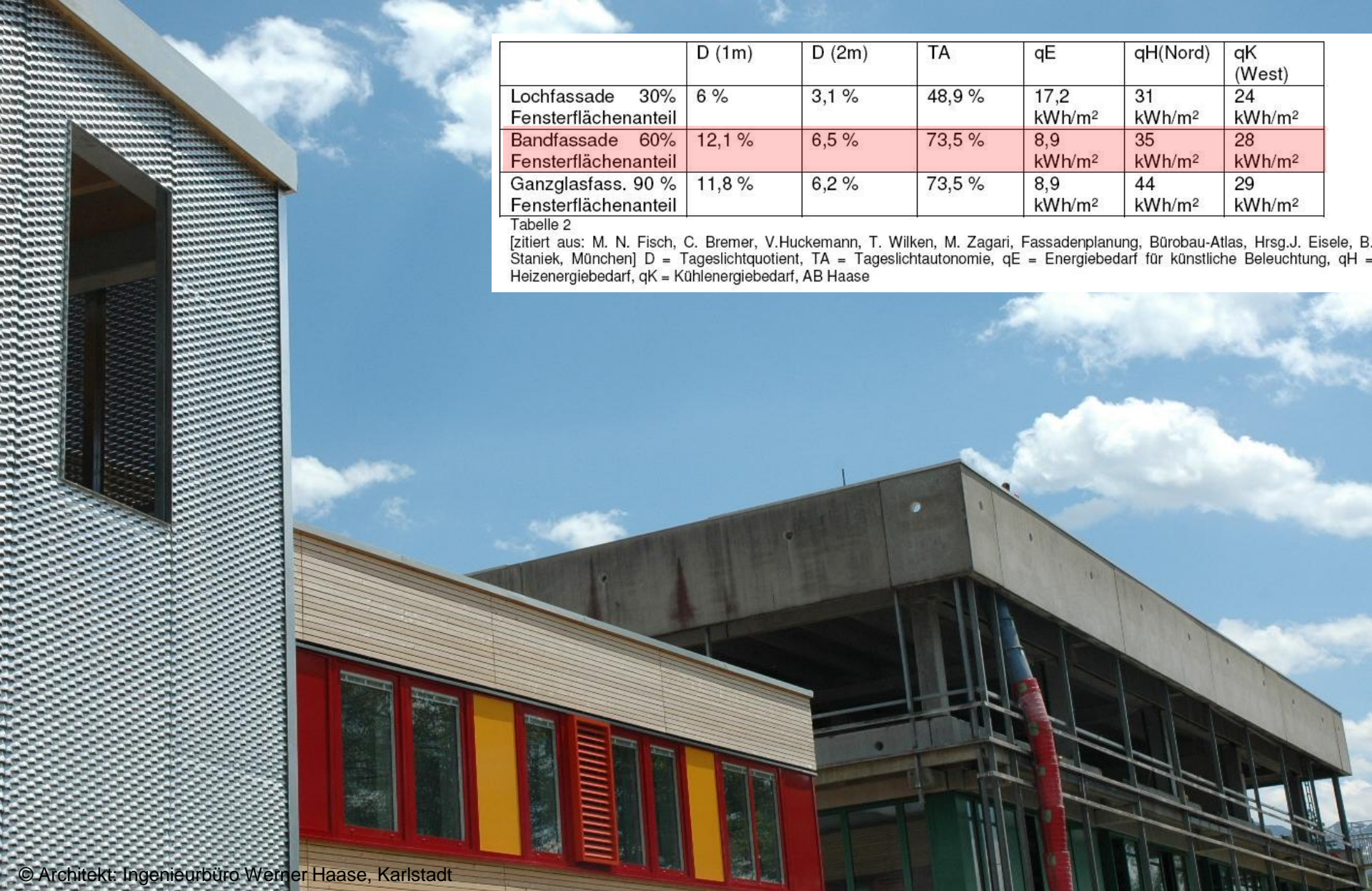
- **Reaktivierung** der vorhandenen Oberlichter der Aula
- **Erweiterung** des Luftraums der Aula vom EG bis unter das Dach durch **Rückbau** der „Verbindungsstücke im 1. und 2. OG“
- **Rückbau** aller opaken Vorbauten und Überdachungen



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

© Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

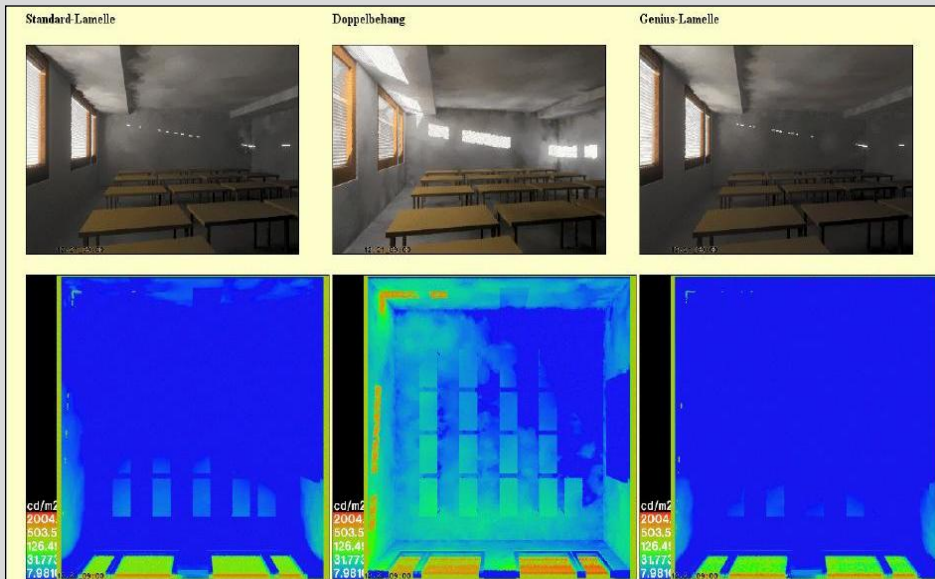
# Optimierung natürliche Belichtung

**Fenster (Betrieb/Wartung)**  
im Scheibenzwischenraum integriertes  
Lamellensystem mit Lichtlenkfunktion

**Materialität: neuartiges Holz-  
Aluminium- Verbundfenster in PH-  
Qualität und mit geringen  
Rahmenbreiten (U-Wert: 0,84 W/m<sup>2</sup>K)**



© Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Gebäudetechnik: Lüftung/Heizung

Durch **Wärmedämmung** und **Wärmehückgewinnung** über 50 % Rduktion des Bestands-Primärenergiekennwertes

Rest durch **Photovoltaik** bis auf **Null-Emissionsniveau**.

Aufgrund **niedriger Heizleistungen/-temperaturen, bzw. hoher Kühltemperaturen** eignet sich Wärmepumpensysteme mit flächigen Temperierelementen, für Heiz- und Kühlfall

**Die Grundwasserwärmepumpe & die BHKW-Anlage erzeugen 90% des jährlichen Wärmeenergiebedarfs.**

Vorhandener Gaskessel als **Spitzenlastkessel**

© Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt



# Dachkonstruktion

Stahlbetondecke bzw. Hohlkastenelement aus Holz im Bereich der Aufstockung; Dampfsperre 14 cm PS-Dämmung; 16 cm Mineralfaserdämmung; 0,4 mm Edelstahlblech (U-Wert: 0,12 W/m<sup>2</sup>K)  
Oberlichter mit wärmegeprägten Aufsatzkränzen (UG-Wert: 1,1 W/m<sup>2</sup>K)



© Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



Der Vergleich in den Gesamtkosten aus Investition und energetischem Betrieb weist eine Rentabilität der energieeffizienten Lösung gegenüber der EnEV-Standard-Lösung nach ca. **12 Jahren** aus.

	Bestand	Saniert
Endenergiebedarf Erdgas Heizung	1.792.128 kWh	
Endenergiebedarf Strom	150.759 kWh	158.888 kWh
Endenergiebedarf Strom für Heizung	6.985 kWh	5.535 kWh
Endenergiebedarf Strom für Lüftung	34.113 kWh	26.290 kWh
Endenergiebedarf Strom für Beleuchtung	109.661 kWh	33.773 kWh
Jahres-Endenergiebedarf QE''	2.080.341 kWh	158.451 kWh
normierter Jahres-Endenergiebedarf qE''	260,9 kWh/m²a	17,8 kWh/m²a
<b>Einsparung des Jahres-Endenergiebedarfes</b>	<b>ca. 93 %</b>	
Jahres-Primärenergiebedarf QP''	2.342.744 kWh	427.818 kWh
normierter Jahres-Primärenergiebedarf QP''	293,8 kWh/m²a	48,05kWh/m²a
<b>Einsparung des Jahres-Primärenergiebedarfes</b>	<b>ca. 83 %</b>	
<b>Unterschreitung des EneV-Neubau-Höchstwertes [168,4 kWh/m²] um</b>	<b>ca. 71 %</b>	
CO2-Emissionen	537.575 kg	108.222 kg
normierte CO2-Emissionen	67 kg/m²a	12 kg/m²a
<b>Einsparung CO2-Emissionen</b>	<b>ca. 82 %</b>	
<b>Absolute Einsparung pro Jahr ohne Aufstockung</b>	<b>448.668 kg</b>	



© Architekt: Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Klimaschutz

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW

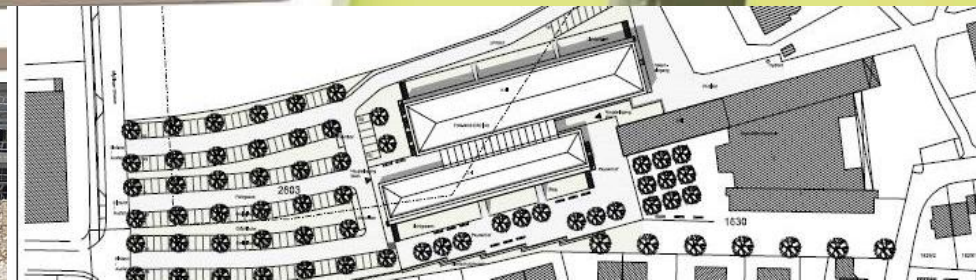


Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Kompaktheit



Atrium FOSBOS Erding

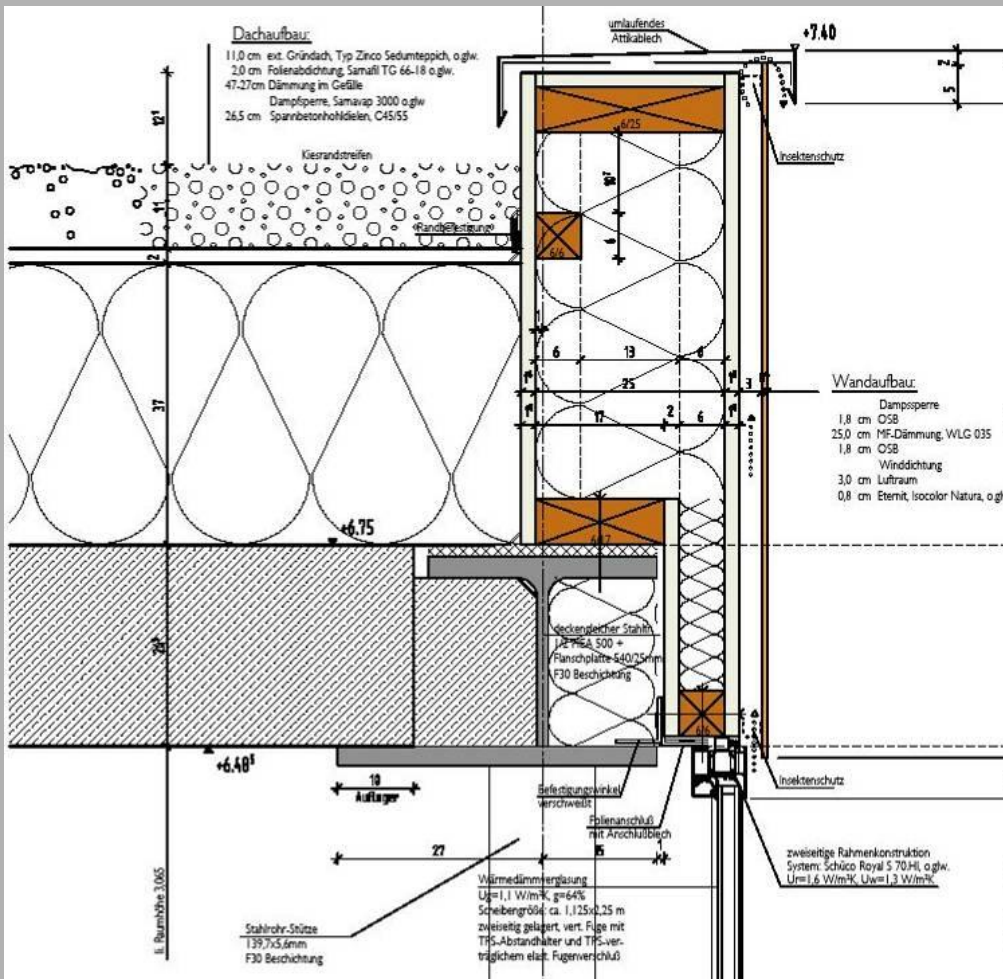


Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: kplan AG  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Wärmebrückenfreie Hülle



Sabine Djahanschah  
 Architektin AKNW



Bildrechte: Stadt Nordhorn  
 Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Tageslichtnutzung / Kunstlichtsteuerung

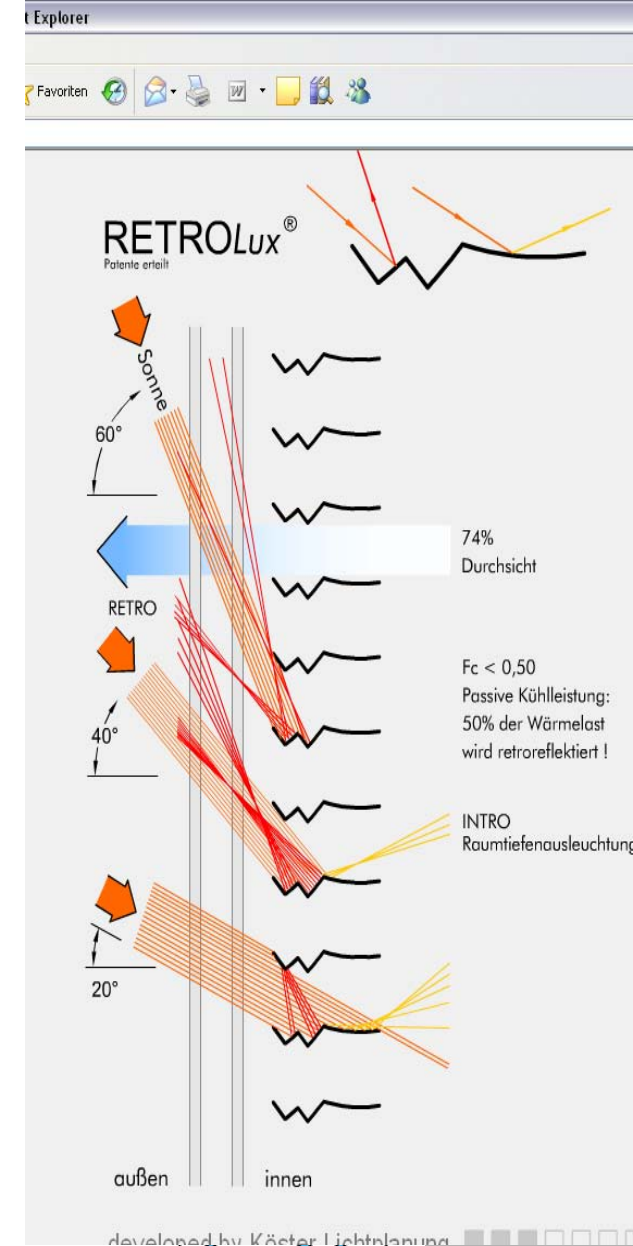
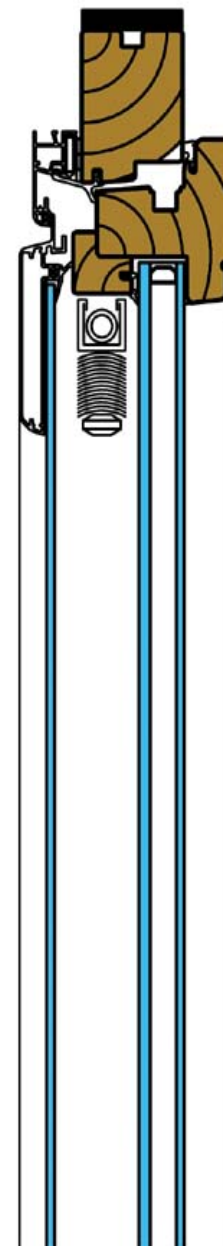


Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: Stadt Nordhorn  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Tageslichtlenkung Verschattung Nachtluftkühlung



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: Architekturbüro Haase  
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

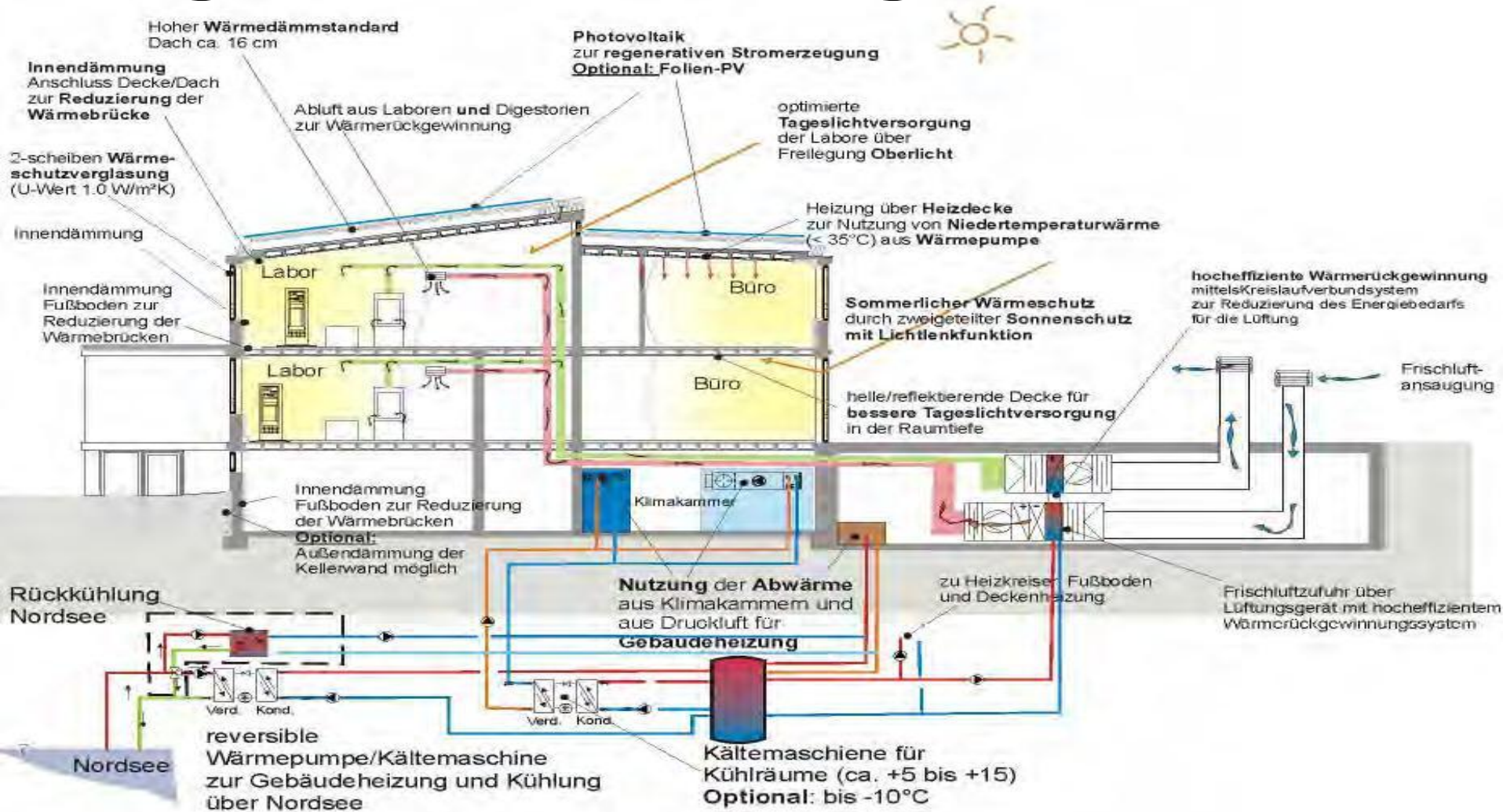


Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: kplan & ib hausladen  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Regenerative Energietechnik



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: Transsolar Energietechnik GmbH  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

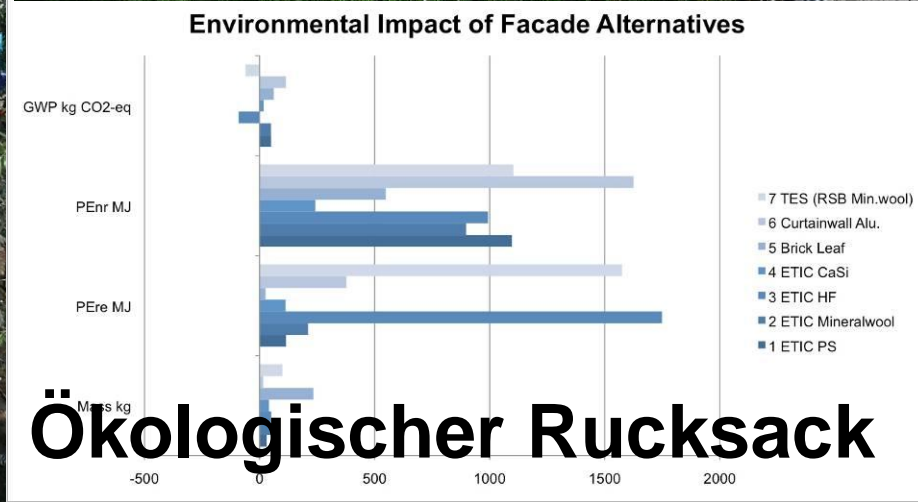




# Graue Energie



## Fassade Buchloe



# Ökologischer Rucksack

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: Lattke Architekten  
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



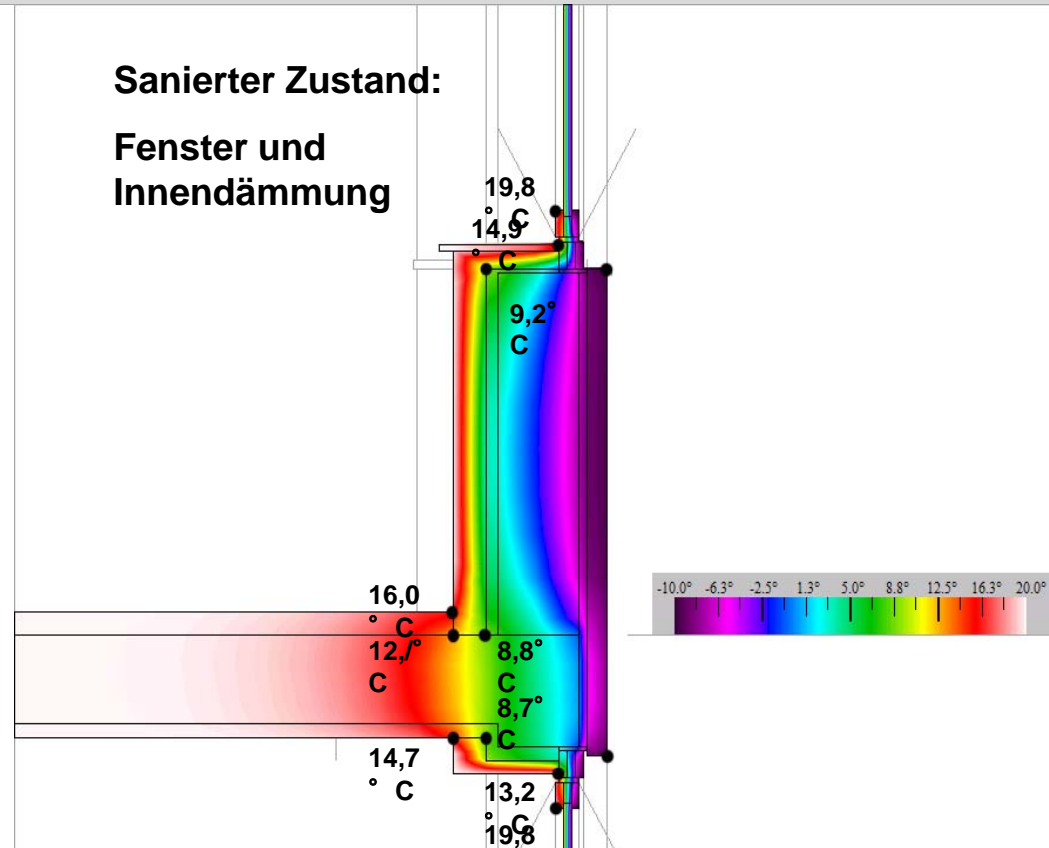
Bildrechte: Stadt Nordhorn  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Temperatur

Innenwanddämmung / Wandtemperierung mit kapillaren Rohrleitungen



kapillare Temperierungsflächen  
Aschaffenburg



Wärmebrückensimulation am Beispiel Rathaus

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: Architekturbüro Haase  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Akustik

Beispiel Nordhorn

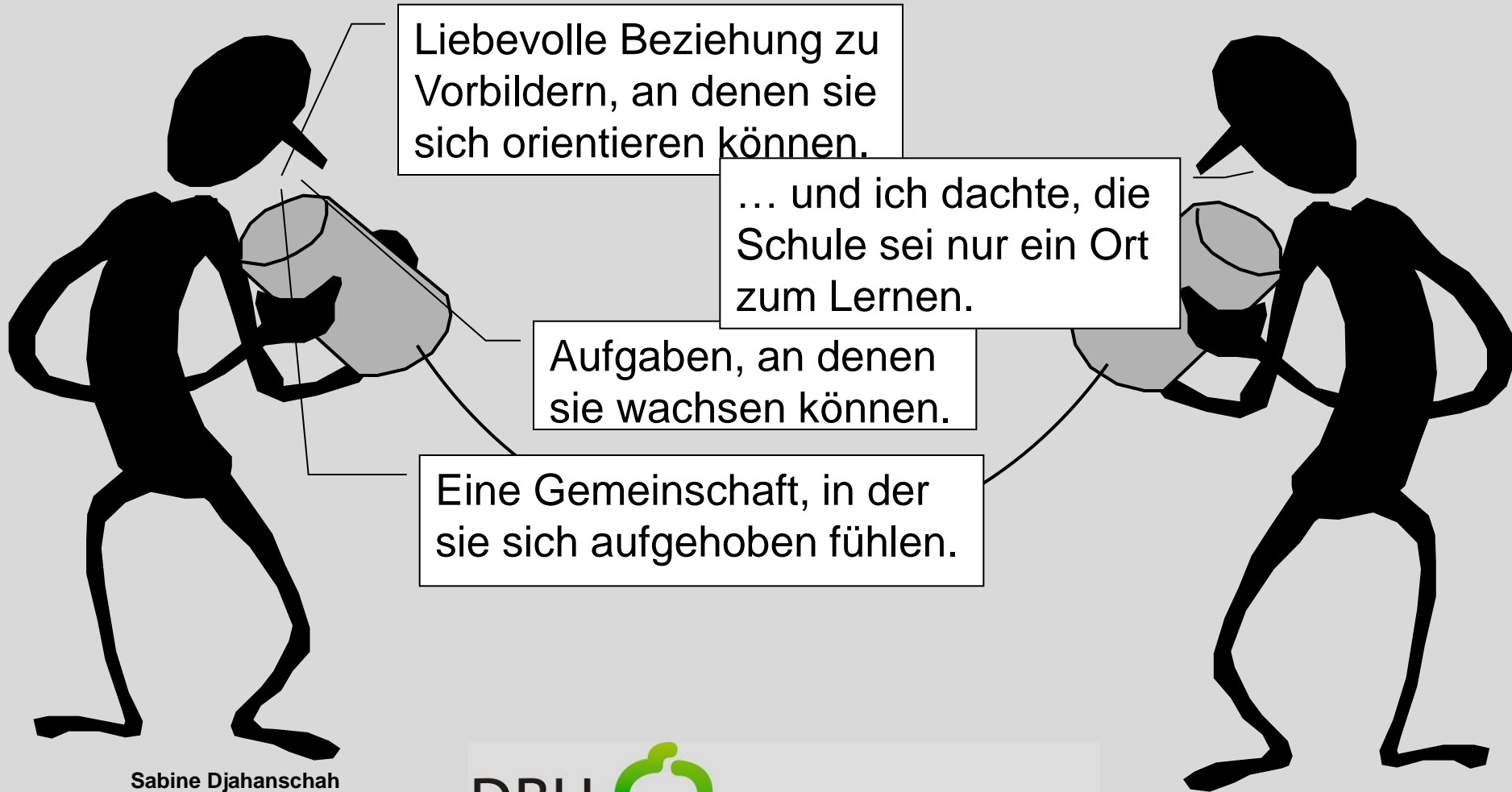
Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: Stadt Nordhorn  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Emotionales Klima

Neurobiologe Prof. Dr. G. Hüther sagt was Kinder brauchen.



Liebevolle Beziehung zu Vorbildern, an denen sie sich orientieren können.

... und ich dachte, die Schule sei nur ein Ort zum Lernen.

Aufgaben, an denen sie wachsen können.

Eine Gemeinschaft, in der sie sich aufgehoben fühlen.

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Wissensunabhängige Kompetenzen

**Problemlösungskompetenz**

**Strategische Kompetenz**

**Intrinsische Motivation**

**Selbstwirksamkeitskonzept**

**Fehlerkultur**

**Frustrationstoleranz**

**Impulskontrolle**

**Geistige Beweglichkeit**

**Verantwortungsbereitschaft**

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Was geht uns das an?

Pädagogik  
Energieeffizienz  
Wirtschaftlichkeit  
Raumklima  
Ästhetik

Methodische  
Weiterentwicklung  
von integralen  
**Planungs-**  
**prozessen**

Monitoring  
Evaluation  
Methoden  
Verbreitung

# Ausgesuchte Modellprojekte, Multiplikatoreffekt



Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



Bildrechte: Stadt Nordhorn – Rongen Architekten – HS Wismar  
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

# Warum ein Förderschwerpunkt?

## Initialzündung durch Schwerpunkt

Sabine Djahanschah  
Architektin AKNW



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**  
Ästhetik  
Raumerleben  
Farben Freiraum  
Stadtteil

**Klimaschutz**  
Energiepreissteigerung  
Plusenergieschule  
Betriebskosten  
Umwelt

**Rückzug**  
Anregung Bewegung  
Konzentration Stille  
Verzahnung

# Förderkriterien

## 1. Umweltrelevanz

Energie- und Ressourceneffizienz, Schutz der Ökosysteme

## 2. Innovationshöhe

Nachhaltige Weiterentwicklung des Gebäudebestandes

## 3. Modellhaftigkeit

Entwicklung einer Planungsmethodik