

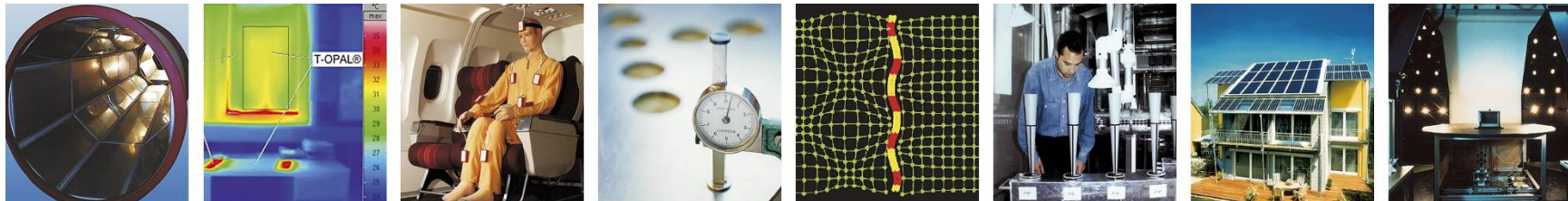
---

# Wege zur Plusenergieschule – **Handlungsfeld Europa: School of the Future**

---

Heike Erhorn-Kluttig  
Fraunhofer-Institut für Bauphysik

2. Kongress Zukunftsraum Schule  
Stuttgart, 22.-23. November 2011



© Fraunhofer IBP

School of the Future



# Übersicht

- IEA ECBCS *Annex 36: Retrofitting of Educational Buildings* (1999 – 2003)
- EU 7FP: *School of the Future* - Towards Zero Emission with High Performance Indoor Environment (2011 – 2016)

# IEA Annex 36: Retrofitting of Educational Buildings

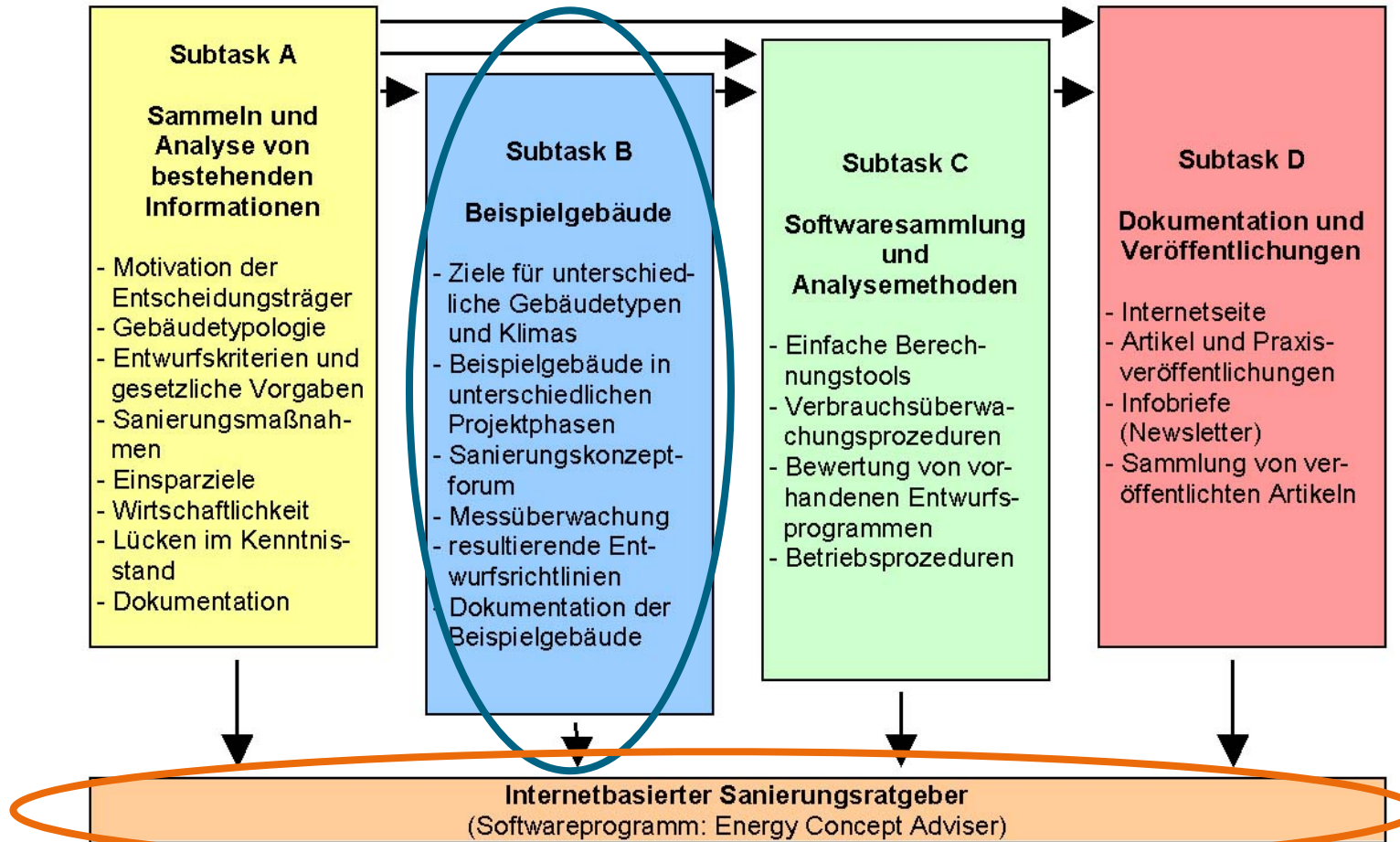


- Teilnahme durch 10 Länder (Europa + USA)
- Förderung im Rahmen der BMWi-Forschungsinitiative EnOB
- Leitung: Deutschland, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Hans Erhorn
- Ziel: Bereitstellung von Leitfäden und Tools um Entscheidungsträger und Planer bei der energieeffizienten Sanierung von Bildungsgebäuden zu unterstützen

© Fraunhofer IBP



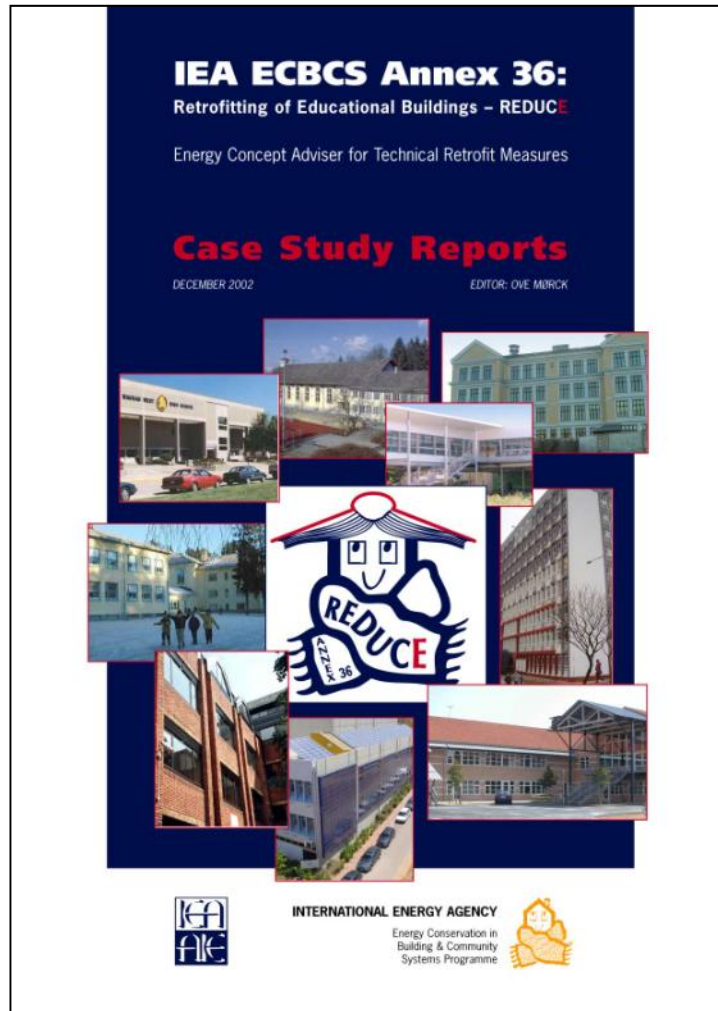
# IEA Annex 36: Struktur



© Fraunhofer IBP



# IEA Annex 36: Case Study Report




IEA Energy Conservation in Buildings and Community Systems, Annex 36  
Case studies overview

## Exemplary Retrofitting of a School (EROS) in Stuttgart-Plieningen, Germany

D1

**1 Photo**



**Figure 1:** South view of the school building (building section 1 and 2)

**2 Project Summary**  
In the EROS Project the potential for the energy efficient retrofit of a typical school building in West Germany was demonstrated. The renewal of the space heating system was combined with improved insulation to yield synergistic effect. The project aimed to minimise future energy consumption and optimise the cost effectiveness of the retrofit. Thus, both operating costs and emissions were reduced. The goal was to improve the thermal insulation at least to the standard of the 1995 German regulations on thermal insulation for new buildings.

**3 Site**  
Stuttgart, the capital of the Bundesland Baden-Württemberg, is located in the valley and on the hills around the river Neckar in the South Western part of Germany at elevations between 200 and 400 meters. It's climatic conditions are best described by the Würzburg Test Reference Year. The coldest month is January with a mean of  $-1,3^{\circ}\text{C}$ ; the warmest month is August with a mean of  $18,3^{\circ}\text{C}$ .

**4 Building description /typology**

**4.1 Typology / Age**

Typology/Age	Pre 1910	1910-1930	1930-1950	1950-1970	1970
The multi-storey school				•	•
- The side corridor school			•		•

The building consists of three parts with different ages and is used as a primary school and a secondary school (Hauptschule). This combination is common in Germany.

© Fraunhofer IBP





# IEA Annex 36: Case Studies



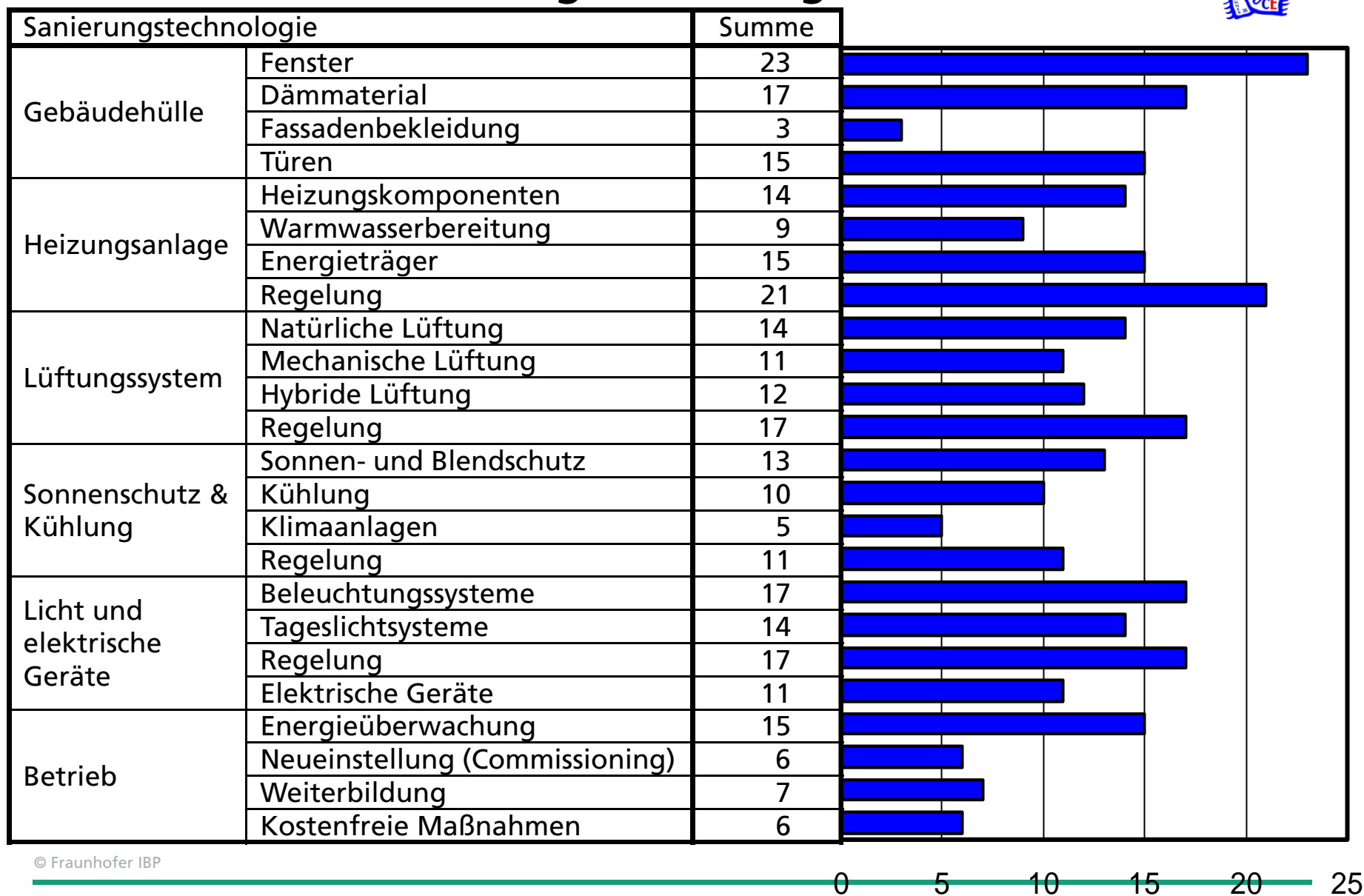
Ansicht	Land	Beispielgebäude
	Deutschland	D1: Schule Plieningen (MOSES) D2: Bertolt-Brecht-Schule, Dresden D3: Paul-Robeson-Schule, Leipzig D4: Universität Stuttgart D5: Universität Ulm D6: Bibliothek Bremen D7: Käthe-Kollwitz-Schule, Aachen D8: Laborgebäude, Jülich
	Dänemark	DK1: Egebjerg Schule, Ballerup DK2: Enghøj Schule, Hvidovre DK3: Vridsløselille Schule, Albertslund
	Finland	SF1: Grundschule ... SF2: Vihasit ... SF3: ...
	Frankreich	FR1: Louise Labe Oberschule FR2: Gambetta Berufsschule
	Griechenland	GR1: Chemieingenieurwesen der Universität NTUA, Athen GR2: Universität Ionnina GR3: Agraringenieurwesen der Universität NTUA, Athen

Ansicht	Land	Beispielgebäude
	Italien	I1: Universitätsgebäude Mattatoio, Rom
	Norwegen	N1: Kampen Schule N2: Schule Borgen
	Polen	PL1: Oberschule Swarzedz PL2: Technische Universität Poznan
	Großbritannien	UK1: William Parker Gemeinde-oberschule UK2: Hadley Grundschule UK3: Thames Valley Universität, Grove House, Ealing UK4: George Tomlinson Schule, Bolton, Lancashire UK5: Ketley Town Grundschule UK6: Slough Gymnasium UK7: Classrooms of the Future, Telford
	USA	US1: Wausau West Oberschule, Sullivan County, Tennessee US2: Universität New Hampshire US3: Universität New Hampshire

33 Beispielgebäude aus 10 Ländern



# IEA Annex 36: Sanierungstechnologien



© Fraunhofer IBP

School of the Future



# IEA Annex 36: Projektziele



- **Gesamtheitlicher Ansatz** mit vielen eingesetzten Sanierungsmaßnahmen aus den Bereichen Gebäudehülle, Heizung, Lüftung und Licht, etc.
  - > große Energieeinsparungen
  - > weniger ausgerichtet auf kurze Amortisationsdauern
- **Wirtschaftlicher Ansatz** mit wenigen eingesetzten Sanierungstechnologien
  - > kurze Amortisationsdauern
  - > geringere Einsparungen
- **Lösung von vorhandenen Problemen** wie z.B. Raumluftqualität, Beleuchtungsqualität, etc.
  - > Energieeinsparungen als positiver Nebeneffekt








© Fraunhofer IBP





# IEA Annex 36: Lüftungsstrategien



	Finnland	Fokus auf Raumluftqualität, mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
	Norwegen Dänemark	Tendenz zum Abbau der mechanischen Lüftungsanlagen, Ersatz durch natürliche Lüftungssysteme, die ggf. von Ventilatoren unterstützt werden (hybride Lüftung)
	Deutschland	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Natürliche Lüftung durch Fensteröffnung, kann durch Raumluftqualitätsvisualisierung unterstützt werden</li> <li>- Natürliche Lüftung mit Vorerwärmung/Vorkühlung durch ein Atrium</li> <li>- Natürliche Lüftung durch Zuluftöffnungen in die Klassenzimmer, von dort in die Korridore, unterstützt durch Ventilatoren</li> <li>- Einzelraumlüftungsgeräte, Überströmung über Flure in Klassenzimmer</li> </ul>
	Frankreich	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mindestluftwechsel durch eine mechanische Lüftungsanlage</li> <li>- Natürliche Lüftung durch Fensteröffnung</li> </ul>
	Polen	Lüftung durch Fensteröffnung
	Großbritannien	Die Sanierungsprojekte beschäftigten sich nicht mit Lüftungsmaßnahmen, aber die Schulen werden meist über Fensteröffnen gelüftet, manchmal mit Unterstützung von Ventilatoren oder natürlichem Auftrieb
	USA	Lüftung über die Fenster, in einem Fall mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung

© Fraunhofer IBP



# IEA Annex 36: ECA





## REDUCE

### Retrofitting in Educational Buildings

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

Energy Conservation in Buildings & Community Systems Programme



## ENERGY CONCEPT ADVISER

### Sanierungsratgeber für Energiesparmaßnahmen

länderspezifische Daten:




© Fraunhofer IBP




# IEA Annex 36: ECA





## ENERGY CONCEPT ADVISER

Sanierungsratgeber für Energiesparmaßnahmen



---


Lösungsempfehlungen für spezifische Probleme in Ihrem Gebäude	Problemlösung
Zusammenstellung von mehr als 30 Beispielgebäuden und diversen Sanierungsmaßnahmen	Beispielgebäude & Sanierungsmaßnahmen
Vergleichen Sie den Energieverbrauch Ihres Gebäudes mit dem nationalen Durchschnitt	Energieverbrauchs-bewertung
Entwickeln Sie ein energieeffizientes Sanierungskonzept für Ihr Gebäude	Sanierungskonzept
Programme und Methoden für die Analyse des Energieverbrauchs Ihres Gebäudes	Hilfsmittel
bei Rückfragen	Info & Kontakt

© Fraunhofer IBP



# IEA Annex 36: ECA



		<b>Beispielgebäude &amp; Sanierungsmaßnahmen</b>						
Ordnen von: Beispielgebäuden <input type="text" value="Land"/>								
Sanierungsmaßnahmen <input type="text" value="Technologie"/>								
Land	 Sanierungsmaßnahmen Beispielgebäude							
		✓	✓		✓	✓	✓	
		✓		✓	✓	✓	✓	
		✓	✓	✓	✓			
			✓	✓	✓		✓	
			✓	✓			✓	
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
		✓	✓	✓		✓	✓	
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	

© Fraunhofer IBP





# IEA Annex 36: ECA



	<b>Beispielgebäude</b>	<b>Modellhafte Sanierung einer Schule (MOSES) in Stuttgart-Plieningen, Deutschland</b>	Download <b>BERICHT</b> (PDF-Datei)
<b>Allgemeine Daten</b>	<b>Allgemeine Daten</b>		
<b>Lage, Typologie</b>			
<b>Vor der Sanierung</b>	Projektadresse	Grund- und Hauptschule Plieningen Paracelsusstraße 4 70599 Stuttgart Deutschland	
<b>Sanierungskonzept</b>			
<b>Energieeinsparung</b>	Baujahr	1936 / 1957 / 1970	
<b>Nutzerbewertung</b>	Sanierung	1996 - 1997	
<b>Kosten</b>	Gesamtgrundfläche	5260 m <sup>2</sup>	
<b>Erfahrungen</b>	Anzahl Schüler	25 + 3 Fachräume	
<b>Zusatzinformationen</b>	Typisches Klassenzimmer	60 m <sup>2</sup> 20 - 25 Schüler	
			
◀ Südansicht des Schulgebäudes ▶			
<b>Projektzusammenfassung</b>			
Das Ziel des MOSES-Projekts war es, das Einsparpotential einer energieeffizienten Sanierung an einer typischen westdeutschen Schule aufzuzeigen. Die Erneuerung der Heizungsanlage wurde mit energetischen Verbesserungen an der Hüllflächen kombiniert, um dadurch Synergieeffekte zu erhalten. Die zukünftigen Energieverbräuche sollten minimiert und die Wirtschaftlichkeit der Sanierung optimiert werden. Dabei wurden sowohl die Betriebskosten als auch die Emissionen reduziert. Die Dämmung der Hüllflächen sollte mindestens bis auf die Anforderungen der 1995 gültigen Wärmeschutzverordnung für Neubauten verbessert werden.			
<b>Sanierungsmaßnahmen</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmedämmverbundsystem, teilweise Innendämmung</li> <li>- Wärmeschutzverglasung</li> <li>- Polystyrolämmung der obersten Geschoßdecke in Eigenarbeit durch Lehrer und Schüler</li> <li>- Ersatz des Beleuchtungssystems, tageslichtabhängige Kunstlichtregelung</li> <li>- neue Gaskessel (Brennwertkessel/Niedertemperaturkessel), neue Heizkörper</li> </ul>			

© Fraunhofer IBP

School of the Future





# IEA Annex 36: ECA



Energieverbrauchsbewertung

**Beschreibung des Gebäudes**

Das Gebäude ist ein(e):  Das Bezugsclima ist: **mittleres Klima Deutschland**

Gebäudenutzfläche [m<sup>2</sup>]:  Hier klicken für weitere Informationen zur gewählten Klimazone

**Stromverbrauch**

Beinhaltet bereits den Heizenergieverbrauch

Verbrauchseinheit:

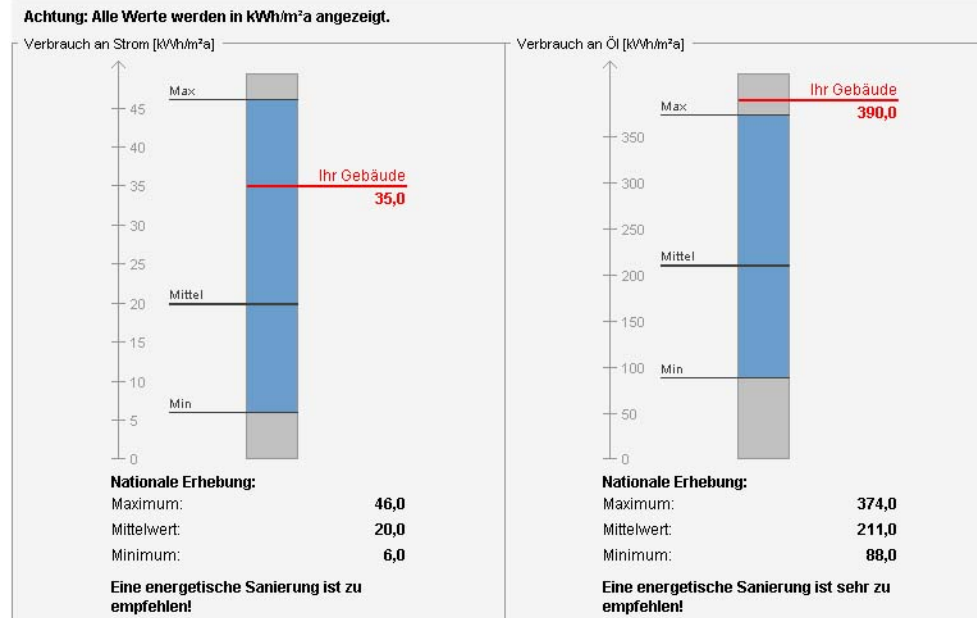
Verbrauch:

**Heizenergieverbrauch**

Energieträger:

Verbrauchseinheit:

Verbrauch:



Der Verbrauch Ihres Gebäudes wird mit einer nationalen Studie zum Energieverbrauch von Bildungsgebäuden aus Annex 36 verglichen

# IEA Annex 36: ECA



	<h2>Entwicklung eines Sanierungskonzepts</h2>	
---	---	---

### Allgemeine Informationen

Der Teil Entwicklung eines Sanierungskonzepts ist in die unten angeführten Bereiche untergliedert. Ein Bereich wird durch Klicken auf seinen Balken geöffnet oder geschlossen. Für alle benötigten Informationen (Werte, Kosten, etc.) sind Standardwerte vorgegeben, die aber individuell vom Nutzer geändert werden können. Bitte prüfen Sie die Standardwerte sorgfältig.

Falls Sie Hilfe während der Anwendung benötigen, klicken sie auf [?](#)

Zusätzlich ist ein Anwendungshandbuch für den gesamten Sanierungsratgeber verfügbar.

[Download ECA-Handbuch](#)

- ? +**Beschreibung des Gebäudes im Ist-Zustand**
- ? +**Auswahl einer Sanierungsmaßnahme je Gebäudeelement**
- ? +**Entwicklung und Vergleich von energiesparenden Sanierungskonzepten**
- ? +**Zusammenfassung und Bericht**

© Fraunhofer IBP



# IEA Annex 36: ECA



**Beschreibung des Gebäudes im Ist-Zustand** ? -

**Anwendung dieses Bereichs** -

In diesem Bereich wird das Gebäude, für das energieeffiziente Maßnahmen bewertet werden sollen definiert. Durch die Auswahl der Hauptkenngrößen wird ein Standardgebäude festgelegt. Dieses Gebäude kann im unteren Bereich noch verfeinert werden.  
**Änderungen in 'Verfeinerung der Gebäudeeingabe' werden zurückgesetzt, wenn die Hauptkenngrößen verändert werden!**

**Bestimmung der Hauptkenngrößen des Standardgebäudes**

Grunddaten

Gebäudetyp: Schule

Baujahr: 1970-1990

Dachart: gen. Dach (beh. Dachraur)

unterer Gebäudeabschluß: Bodenplatte

beheizte Grundfläche (netto) [m<sup>2</sup>]: 5802,00

Stockwerksanzahl: 3

Orientierung

Orientierungswahl: Diagramm klicken!

Beispielgebäude

Typologie: mehrgeschössige Schule

weitere Informationen zum Beispielgebäude per Bildklick

Wausau West High School, Wisconsin, USA

Heizenergieverbrauch

Verbrauch: kWh/m<sup>2</sup>a

Stromverbrauch

Verbrauch: kWh/m<sup>2</sup>a

**Verfeinerung der Gebäudeeingabe** -

- Standort ? +
- Geometrie und Gebäudehüllflächenelemente ? +
- Heizungs- und Lüftungssystem ? +
- Beleuchtung ? +
- Kosten ? +

**Auswahl einer Sanierungsmaßnahme je Gebäudeelement** ? +

© Fraunhofer IBP



# IEA Annex 36: ECA



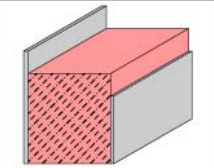
**Geometrie und Gebäudehüllflächenelemente** ? -

beheiztes Bruttovolumen [m³]	<input type="text" value="26986"/>	beheizte Grundfläche [m²]	<input type="text" value="5802"/>
AV-Verhältnis [m²/m³]	<input type="text" value="0,39"/>	Summe Gebäudehüllflächen [m²]	<input type="text" value="10391"/>

Zum Wechseln der Elemente auf Seitenreiter klicken

Außenwand
gen. Dach
Bodenplatte
Fenster Nord
Fenster Ost
Fenster Süd
Fenster West

**Außenwand**



Name:

Fläche [m²]:  Instandhaltungskosten:  €/m²a

Aufbau:

30 cm Ziegelmauerwerk und beidseitiger Putz

U-Wert Ist-Zustand: 1,2 W/m²K

Dies ist eine SowieSomaßnahme

---

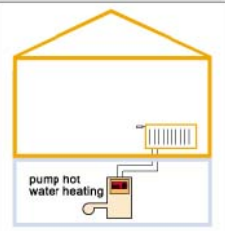
**Heizungs- und Lüftungssystem** ? -

Auswahl der Anlagentechnik im Ist-Zustand

Energieträger für Heizwecke:

Lüftungsart:

Details der Anlagentechnik



pump hot water heating

**Detaillierte Beschreibung der gewählten Anlage**

Pumpenheizwasserheizung 90/70 °C, Hochtemperaturkessel, Thermostatregelung  
natürliche Lüftung

Instandhaltungskosten:  €/m²K

neue Regelung:

Energieträger:

Dies ist eine SowieSomaßnahme

© Fraunhofer IBP



# IEA Annex 36: ECA



**Auswahl einer Sanierungsmaßnahme je Gebäudeelement**

**Anwendung dieses Bereichs**

**Elementauswahl**

Hauptgruppe: Gebäudehüllfläche    Element: Außenwand

Aufbau im Ist-Zustand: 30 cm Ziegelmauerwerk

U-Wert im Ist-Zustand: 1,23 W/m<sup>2</sup>K

**Auswahl der Sanierungsmaßnahme**

**1 Innendämmung aus 6 cm Polystyrol, Dampfsperre und Gipskartonplatte**

verbesserter U-Wert: 0,43 W/m<sup>2</sup>K    Investitionskosten: 50,00 €/m<sup>2</sup>  
 Instandhaltungskosten: 4,00 €/m<sup>2</sup>a

Wahl dieser Maßnahme als Sanierungsmaßnahme für das Element

**2 Wärmedämmverbundsystem mit 12 cm Mineralwolle**

verbesserter U-Wert: 0,26 W/m<sup>2</sup>K    Investitionskosten: 80,00 €/m<sup>2</sup>  
 Instandhaltungskosten: 4,00 €/m<sup>2</sup>a

Wahl dieser Maßnahme als Sanierungsmaßnahme für das Element

**3 Wärmedämmverbundsystem mit 20 cm Mineralwolle**

verbesserter U-Wert: 0,17 W/m<sup>2</sup>K    Investitionskosten: 100,00 €/m<sup>2</sup>  
 Instandhaltungskosten: 4,00 €/m<sup>2</sup>a

**Vergleich**

Sanierungsmaßnahmen	Heizenergiebedarf:	Summe der Investitionen	Kosten-Nutzenverhältnis
Ist-Zustand des Gebäudes	518,0 kWh/m <sup>2</sup> a		
1 Innendämmung aus 6 cm Polystyrol, Dampfsperre und Gipskartonp	453,0 kWh/m <sup>2</sup> a	175000 €	0,40 €/(kWh/a)
2 Wärmedämmverbundsystem mit 12 cm Mineralwolle	439,0 kWh/m <sup>2</sup> a	280000 €	0,60 €/(kWh/a)
3 Wärmedämmverbundsystem mit 20 cm Mineralwolle	432,0 kWh/m <sup>2</sup> a	351000 €	0,70 €/(kWh/a)
4 Wärmedämmverbundsystem mit 12 cm Polystyrol	439,0 kWh/m <sup>2</sup> a	245000 €	0,50 €/(kWh/a)
5 Wärmedämmverbundsystem mit 20 cm Polystyrol	432,0 kWh/m <sup>2</sup> a	298000 €	0,60 €/(kWh/a)

© Fraunhofer IBP





# IEA Annex 36: ECA



Entwicklung und Vergleich von energiesparenden Sanierungskonzepten

Anwendung dieses Bereichs

Auswahl der Elemente je Sanierungskonzept

Element Ausgewählte Sanierungsmaßnahme	Sanierungskonzept				
	1	2	3	4	5
<b>Bodenplatte</b> 4 cm Mineralwolle, Estrich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Pumpenheizwasserheizung, 90/70 °C</b> Brennwertkessel 35/28- Installation einer Lüftungsanlage (80% WRG)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Beleuchtung</b> Kompaktleuchtstofflampe	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Außenwand</b> Wärmedämmverbundsystem mit 12 cm Mineralwolle	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Beleuchtungsregelung</b> Bewegungsmelder	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Fenster Nord</b> Die Maßnahmen werden gemäß Kosten-Nutzenverhältnis geordnet					

Vergleich der Konzepte

Auswahl:  Ergebnisse:

Auswahl:

**Primärenergie**  
alle Werte in kWh/m²a

Konzept	Primärenergie (kWh/m²a)
Ist-Zustand des Gebäudes	518,0
Konzept 1	188,0
Konzept 2	304,0
Konzept 3	289,0
Konzept 4	377,0
Konzept 5	427,0

[www.annex36.de](http://www.annex36.de)

© Fraunhofer IBP



# EU 7FP: School of the Future – Towards Zero Emission with High Performance Indoor Environment



- Teilnahme durch 4 Länder (Deutschland, Italien, Dänemark, Norwegen)
- Förderung im Rahmen des 7. Rahmenprogramms der EU, Demonstration of Energy Efficiency through Retrofitting of Buildings (EeB)
- Leitung: Deutschland, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Hans Erhorn
- Ziel: Planung, Demonstration, Evaluation und Kommunikation vom hocheffizienten Gebäudeniveau der Zukunft
- Schulgebäude und Schüler (die nächste Generation) als Fokus

© Fraunhofer IBP



# EU 7FP: School of the Future - Partner

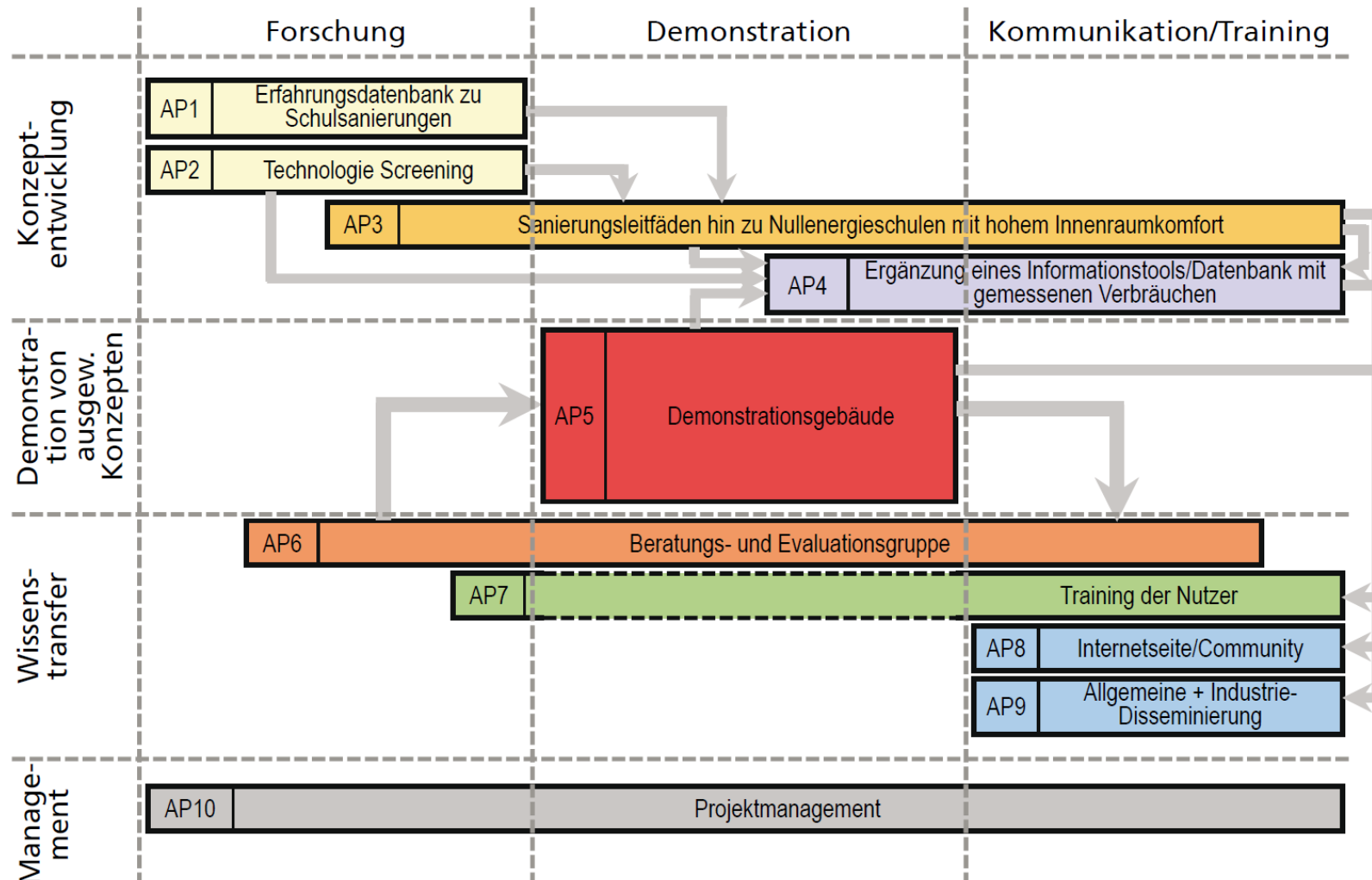


Land	Partner	Funktion/Typ
<b>Deutschland</b>	Fraunhofer IBP	Koordinator, Forschungspartner
	Landeshauptstadt Stuttgart	Demonstrationspartner
<b>Italien</b>	ENEA	Forschungspartner
	Comune di Cesena	Demonstrationspartner
	Aldes	Industriepartner
<b>Dänemark</b>	Cenergia Energy Consultants	Forschungspartner
	Aalborg Universitet - SBI	Forschungspartner
	Ballerup Kommune	Demonstrationspartner
	Saint-Gobain Isover	Industriepartner
	Schneider Electric Building Denmark	Industriepartner
<b>Norwegen</b>	SINTEF	Forschungspartner
	Drammen Eiendom KF	Demonstrationspartner
	Glass og Fasadeforeningen	Industriepartner

© Fraunhofer IBP



# EU 7FP: School of the Future – Arbeitspakete



© Fraunhofer IBP



# EU 7FP: School of the Future – Demonstrationsgebäude



Stuttgart, D



Cesena, I



Ballerup, DK



Drammen, N

## Sanierungsziele

- Reduktion des gesamten Endenergieverbrauchs um Faktor 3  
-> verifiziert durch Messung
- Reduktion des Heizenergieverbrauchs um > 75 %  
-> verifiziert durch Messung
- Verbesserung der Innenraumqualität (Luft, Tageslicht, Akustik, thermischer Komfort) und Einfluss auf die schülerische Leistung  
-> analysiert durch Kurzzeitmessungen und Fragebögen

© Fraunhofer IBP






# EU 7FP: School of the Future – Erste Ergebnisse



EU 7th Framework Programme – EeB-ENERGY

**School of the Future**  
Towards Zero Emission  
with High Performance Indoor Environment

Project number: 260102



Report

**Assessment of the Indoor Environment:**

- Occupant Questionnaire for Complaint Discovery
- Measurement Instructions

Authors: Simone Steiger  
Berat Aktuna  
Heike Erhom-Kluttig  
(Fraunhofer Institute for Building Physics)

Date: 12/07/11

Report 'Assessment  
Complaint Discovery

## 1 OCCUPANT QUESTIONNAIRE DISCOVERY

### 1.1 ROOM TEMPERATURE

How do you perceive the room temperature?

Hot  
 Warm  
 Slightly warm  
 Neutral  
 Slightly cool  
 Cool  
 Cold

Is the room temperature in summer?

Clearly acceptable  
 Just acceptable  
 Just not acceptable  
 Clearly not acceptable

How do you perceive the room temperature?

Hot  
 Warm  
 Slightly warm  
 Neutral  
 Slightly cool  
 Cool  
 Cold

Is the room temperature in winter?

Clearly acceptable  
 Just acceptable  
 Just not acceptable  
 Clearly not acceptable

How do you perceive the indoor air quality?

Very used  
 Used  
 Slightly used  
 Neither nor  
 Slightly fresh  
 Fresh  
 Very fresh

Report 'Assessment of the Indoor Environment: Occupant Questionnaire for  
Complaint Discovery and Measurement Instructions

## 2 MEASUREMENT INSTRUCTIONS

### 2.1 THERMAL INDOOR CLIMATE IN WINTER

#### 2.1.1 Measurement parameters

Parameter	Duration of measurement	Points for measurement	Reference
Air temperature	Short-time measurement over 1 to 2 weeks	At the worst point in the room (besides the windows) on three heights for sitting people (0,1;0,6;1,1m)	EN ISO 7726
Surface temperature	Spot-measurement over 10min	On each surface in the room	EN ISO 7726
Air velocity	Short-time measurement over 1 to 2 weeks (if possible, otherwise spot-measurement over at least 20 min)	At the worst point in the room (besides the windows) on one height for sitting people (1,1m = neck)	EN ISO 7726

Measurements in one representative room for each orientation of the building (EN 15251)

#### 2.1.2 Time of measurement

Measurements during occupancy and with typical winter condition, that is outdoor temperatures below the statistic mean outdoor temperature of the 3 coldest months (EN 15251).

#### 2.1.3 Measurement equipment

Parameter	Sensors and methods	Range of measurement	Accuracy	Definition
Air temperature	PT 100	0 bis 50 °C	+/- 0,5°C	0,1°C
Surface temperature	Contact thermometer or infrared radiometer	0 bis 50 °C	+/- 0,5°C	0,1°C
Air velocity	Hot-wire anemometer	0,05 bis 1 m/s	+/- 0,1 m/s	0,05 m/s

Parameter	Response time	Sampling frequency	Averaging time	Reference
Air temperature	< 0,1 min	10/min	1min	VDI 6038 EN ISO 7726
Surface temperature	< 1min	1/min	10 min	VDI 6038 EN ISO 7726
Air velocity	< 0,2	5/sec	3 min	EN 13182 EN ISO 7726

# EU 7FP: School of the Future – Erste Ergebnisse



**BUILD UP**  
energy solutions  
for better buildings

**THE BUILD UP Communities**

Welcome Heike Erhorn-Klützig

My Communities

PROPOSE CONTENT:  
Blog entry [Post]

Send to a friend  
Print this page  
SHARE

RSS Subscribe to the Community RSS

LATEST MEMBERS TO JOIN

Edoardo Nolo (urbacom - LOCOST - Opera Publicca - Scule Verdy)  
Dagfinn Bell (COMAS)  
Pau Garcia Audi (EACI)  
View All

COMMUNITY FACILITATORS

Hans Erhorn (Fraunhofer Institute for Building Physics)  
Ove Morck (Cenergia Energy Consultants)  
View All

Frequently Asked Questions

**School of the Future - Towards zero energy with high performance indoor environment**

The aim of the 'School of the Future' community is to show and communicate shining examples of how to reach the future high performance building level for new and existing school buildings within the EU.

Facilitators: Hans Erhorn | Ove Morck

Latest News and Events 47 items VIEW ALL NEWS / EVENTS

**Berliner Umweltschule testet Brennstoffzelle**  
25 October 2011 | Germany  
Ab sofort wird die Schule im Grünen in Malchow emissionsarm, effizient und beinahe lautlos mit Strom und Wärme versorgt. Möglich wird dies durch eine Brennstoffzelle, die die inhouse engineering ...  
Submitted by Heike Erhorn-Klützig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 805 visits | Rating: No votes

**Heizen nach Stundenplan**  
13 October 2011 | Germany  
Die Klassenräume der Gillbachschule in Rommerskirchen werden über ein dezentrales Pumpensystem mit Wärme versorgt. Es ermöglicht eine einfache und trotzdem individuell auf jeden Raum abstimmbare ...  
Submitted by Heike Erhorn-Klützig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 825 visits | Rating: No votes

**UK schools sign up to cut energy costs and carbon emissions**  
27 September 2011 | United Kingdom  
Schools across the UK are signing up to a pilot scheme run by the Carbon Trust in partnership with local councils to cut energy costs and carbon emissions.  
Submitted by Meredith Davis (Building Energy and Environment Group (BEE)) | 1594 visits | Rating: No votes

Latest Cases and Tools 21 items VIEW ALL CASES / TOOLS

**Energy Concept Adviser for Educational Buildings**  
9 July 2010 | Denmark, Finland, France, Germany, Italy, Poland, United Kingdom, International Organizations  
The development of a software tool, the Energy Concept Adviser for the retrofit of educational buildings, is regarded as the main result of IEA ECBCS Annex 36. It shall be used by decision makers ...  
Submitted by Heike Erhorn-Klützig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 1265 visits | Rating: 5/5  
Tags: Energy Concept Adviser | educational buildings | schools | Benchmarking | retrofit concepts | problem related recommendations | case studies | retrofit measures | Energy assessment

**School CHP plant - Best Practice Factsheet - Slovenia**  
3 October 2011 | Slovenia  
A new micro CHP plant on natural gas was installed in the Primary school Zalog in 2006. This was the first installed CHP plant in the school sector (and one of the first CHP projects in the ...  
Submitted by Stefan Crasnen (CO2BN Europe) | 304 visits | Rating: No votes

## Schul-Community auf BUILD UP

Kommunikations- und Diskussions-plattform zum Thema energieeffiziente Schulen in Europa

- Nachrichten
- Veranstaltungen
- Publikationen
- Links
- Beispiele
- Tools
- Blogs

[www.buildup.eu/communities/schoolfuture](http://www.buildup.eu/communities/schoolfuture)

[www.school-of-the-future.de](http://www.school-of-the-future.de)

[www.eneff-schule.de](http://www.eneff-schule.de)

© Fraunhofer IBP

