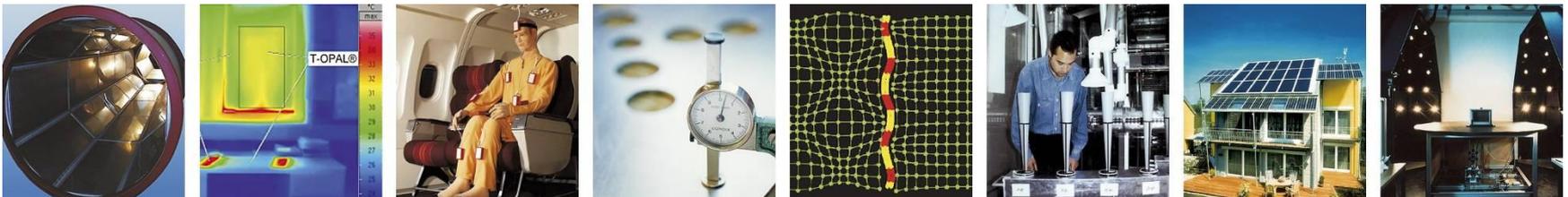


# Internationale Aktivitäten im Bereich der energieeffizienten Sanierung von Schulgebäuden

Hans Erhorn  
4. BMWi Symposium EnEff:Schule  
Hohen Neuendorf  
16/06/2011



© Fraunhofer IBP

# Internationale Schulprojekte

## Internationale Energie Agentur (IEA)

- Annex 36 – Retrofitting of educational Buildings
- Annex 46 – Energy Efficient Retrofit of Public Buildings
- Task 47 – Renovation of Non-Residential Buildings towards sustainable standards

## Europäische Union (EU)

- BRITA in PuBs – Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings
- School of the Future - Towards Zero Emission with High Performance Indoor Environment
- BUILD UP – Community „School of the Future“

# IEA ECBCS Annex 36

## Energetische Sanierung von Bildungsgebäuden



# Annex 36: 33 Beispielgebäude aus 10 Ländern

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
	Finnland	SF1: Grundschule Oulujoki, Oulu SF2: Vihasitenkari Kindertagesstätte
	Frankreich	FR1: Louise Labe Oberschule FR2: Gambetta Berufsschule
	Griechenland	GR1: Chemieingenieurwesen der Universität NTUA, Athen GR2: Universität Ionina GR3: Agraringenieurwesen der Universität NTUA, Athen

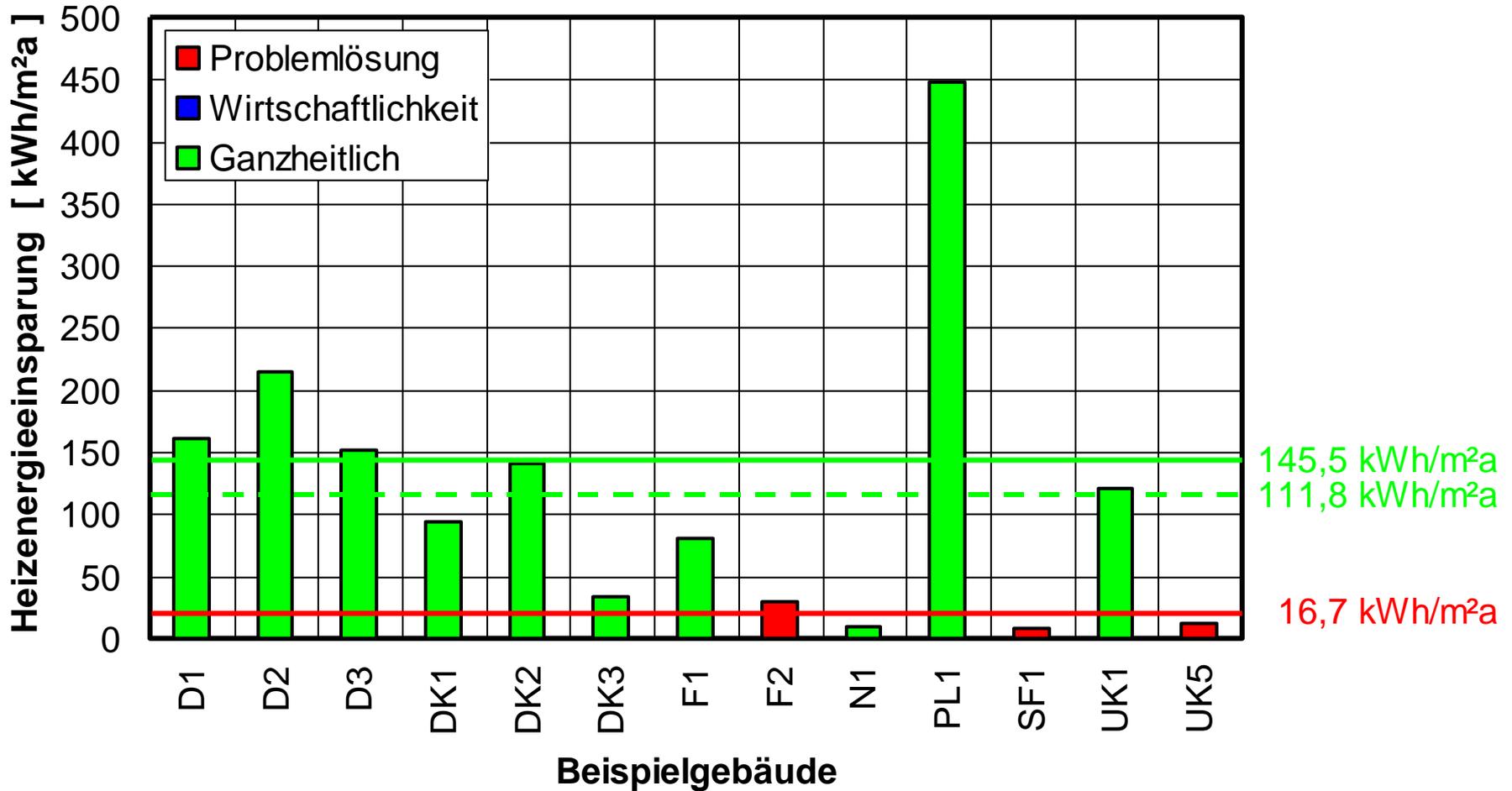
Ansicht	Land	Beispielgebäude
	Italien	I1: Universitätsgebäude Mattatoio, Rom
	Norwegen	N1: Kampen Schule N2: Schule Borgen
	Polen	PL1: Oberschule Swarzedz PL2: Technische Universität Poznan
	Großbritannien	UK1: William Parker Gemeindeoberschule UK2: Hadley Grundschule UK3: Thames Valley Universität, 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

# Annex 36: Ziele der Sanierungsprojekte

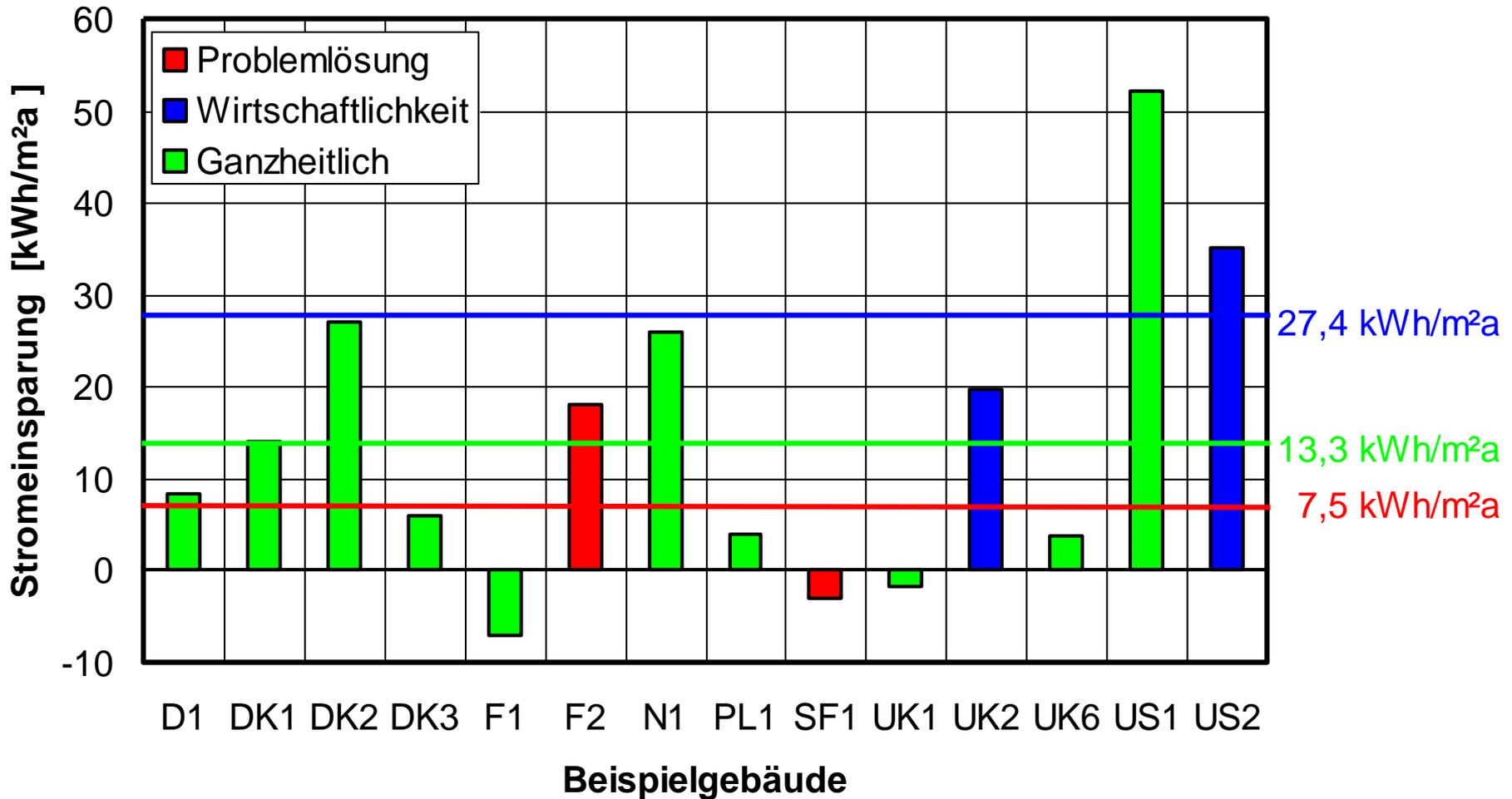
**Die Projektziele können in 3 Gruppen unterteilt werden:**

- 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

# Einsparpotential: Heizenergie



# Einsparpotential Strom



# Der Energy Concept Adviser (ECA)



**REDUCE**  
Retrofitting in Educational Buildings

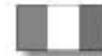
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

Energy Conservation in  
Buildings & Community  
Systems Programme



**ENERGY CONCEPT ADVISER**  
Sanierungsratgeber für Energiesparmaßnahmen

Länderspezifische  
Daten:



# ECA - Navigation



## **ENERGY CONCEPT ADVISER** Sanierungsratgeber für Energiesparmaßnahmen



Lösungsempfehlungen für spezifische Probleme in Ihrem Gebäude

**Problemlösung**

Zusammenstellung von mehr als 30 Beispielgebäuden und diversen Sanierungsmaßnahmen

**Beispielgebäude  
&  
Sanierungs-  
maßnahmen**

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**

# ECA – Matrix zu Beispielgebäuden und Sanierungsmaßnahmen



**Beispielgebäude & Sanierungsmaßnahmen**

Ordnen von:

Beispielgebäuden

Sanierungsmaßnahmen

Land	 Sanierungsmaßnahmen ↓ Beispielgebäude						
Vor 1930							
			✓	✓	✓	✓	
		✓	✓	✓	✓	✓	
1930-1950							
		✓	✓		✓	✓	✓
				✓			
		✓	✓		✓	✓	✓
		✓	✓	✓	✓	✓	
						✓	

# ECA – Entwicklung eines Sanierungskonzepts



## Entwicklung eines Sanierungskonzepts



### 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



# ECA – Entwicklung eines Sanierungskonzepts

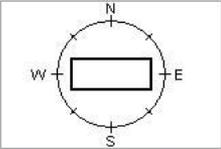
### Beschreibung des Gebäudes im Ist-Zustand

**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	Beispielgebäude
<b>Gebäudetyp</b>	Typologie
Schule	mehrgeschossige Schule
<b>Baujahr</b>	
1970-1990	
<b>Dachart</b>	
gen. Dach (beh. Dachraur	
<b>unterer Gebäudeabschluß</b>	
Bodenplatte	
<b>beheizte Grundfläche (netto) [m²]</b>	
5802,00	
<b>Stockwerksanzahl</b>	
3	
<b>Orientierung</b>	
	<p>weitere Informationen zum Beispielgebäude per Bildklick</p>  <p>Wausau West High School, Wisconsin, USA</p>
Orientierungswahl: Diagramm klicken!	
<b>Heizenergieverbrauch</b>	<b>Stromverbrauch</b>
Verbrauch	Verbrauch
---	---
kWh/m²a	kWh/m²a

### Verfeinerung der Gebäudeeingabe

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

### Auswahl einer Sanierungsmaßnahme je Gebäudeelement

? +

# ECA – Entwicklung eines Sanierungskonzepts

### Geometrie und Gebäudehüllflächenelemente

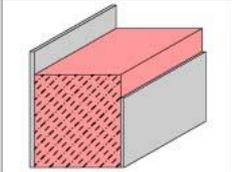
beheiztes Bruttovolumen [m³]	26986	beheizte Grundfläche [m²]	5802
AM-Verhältnis [m²/m³]	0,39	Summe Gebäudehüllflächen [m²]	10391

Zum Wechseln der Elemente auf Seitenreiter klicken

← << Außenwand gen. Dach Bodenplatte Fenster Nord Fenster Ost Fenster Süd Fenster West >> →

Element addieren Element kopieren Element löschen

#### Außenwand



Name	Außenwand		
Fläche [m²]	3510,21	Instandhaltungskosten	8,00 €/m²a
Aufbau	30 cm Ziegelmauerwerk		
	30 cm Ziegelmauerwerk und beidseitiger Putz		
U-Wert Ist-Zustand	1,2 W/m²K		

Dies ist eine Sowiesomaßnahme

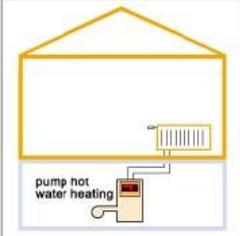
### Heizungs- und Lüftungssystem

Auswahl der Anlagentechnik im Ist-Zustand

Energieträger für Heizzwecke: Pumpenheizwasserheizung, 90/70 °C

Lüftungsart: natürliche Lüftung

Details der Anlagentechnik



#### Detaillierte Beschreibung der gewählten Anlage

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

Instandhaltungskosten	10,00 €/m²K
neue Regelung	keine Absenkung
Energieträger	Öl

Dies ist eine Sowiesomaßnahme

Fraunhofer  
Institut  
Bauphysik

# ECA – Entwicklung eines Sanierungskonzepts

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>Pumpenheizung, 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

# ECA – Wie kann man ihn bekommen?

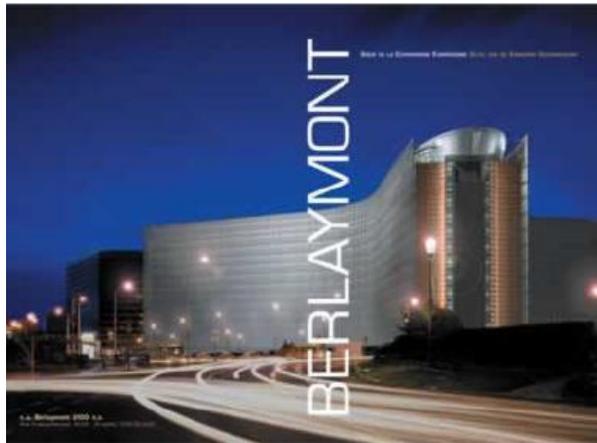
- Internet:
  - <http://www.annex36.de>
  - <http://www.annex36.com>
- CD:
  - Fraunhofer Institut für Bauphysik  
z.Hd. Hans Erhorn  
Nobelstr. 12  
70569 Stuttgart

**kostenfrei**

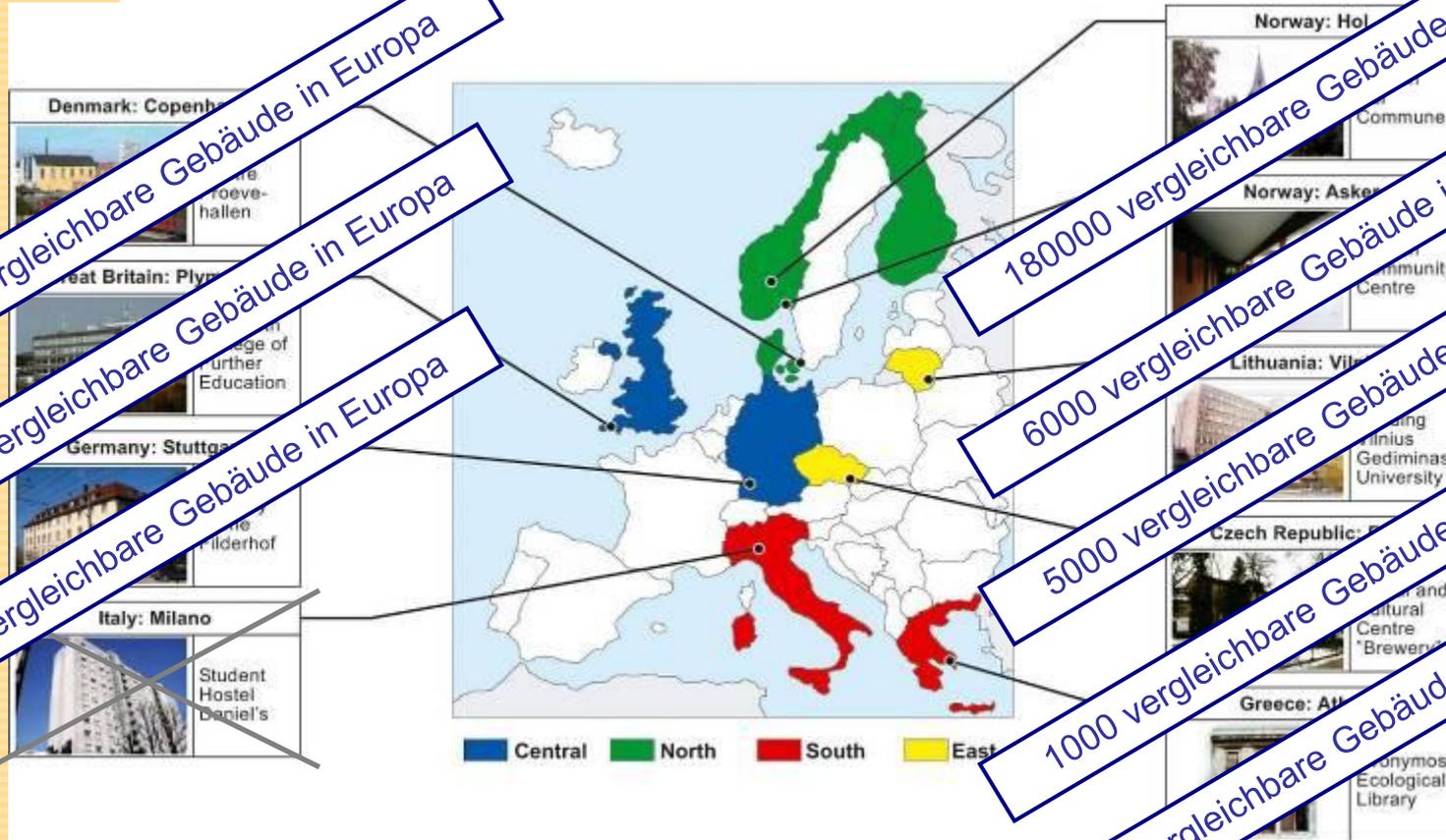
# EU Eco-Buildings Initiative

## Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings –

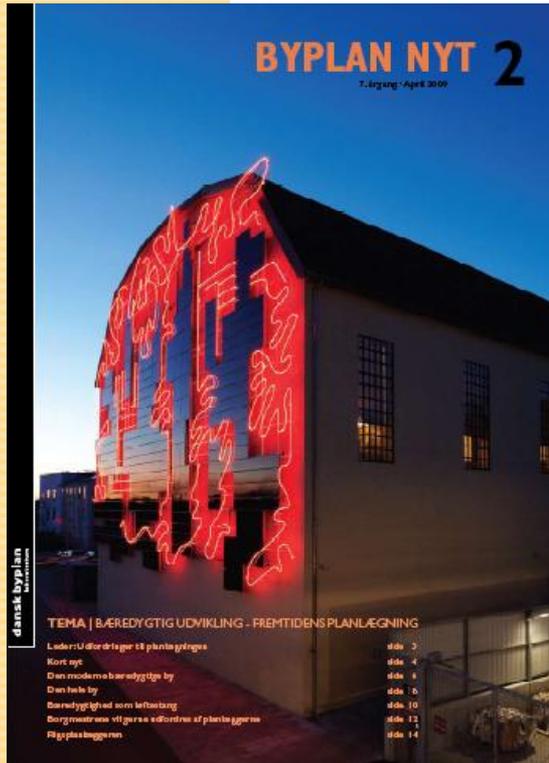
### BRITA in PuBs



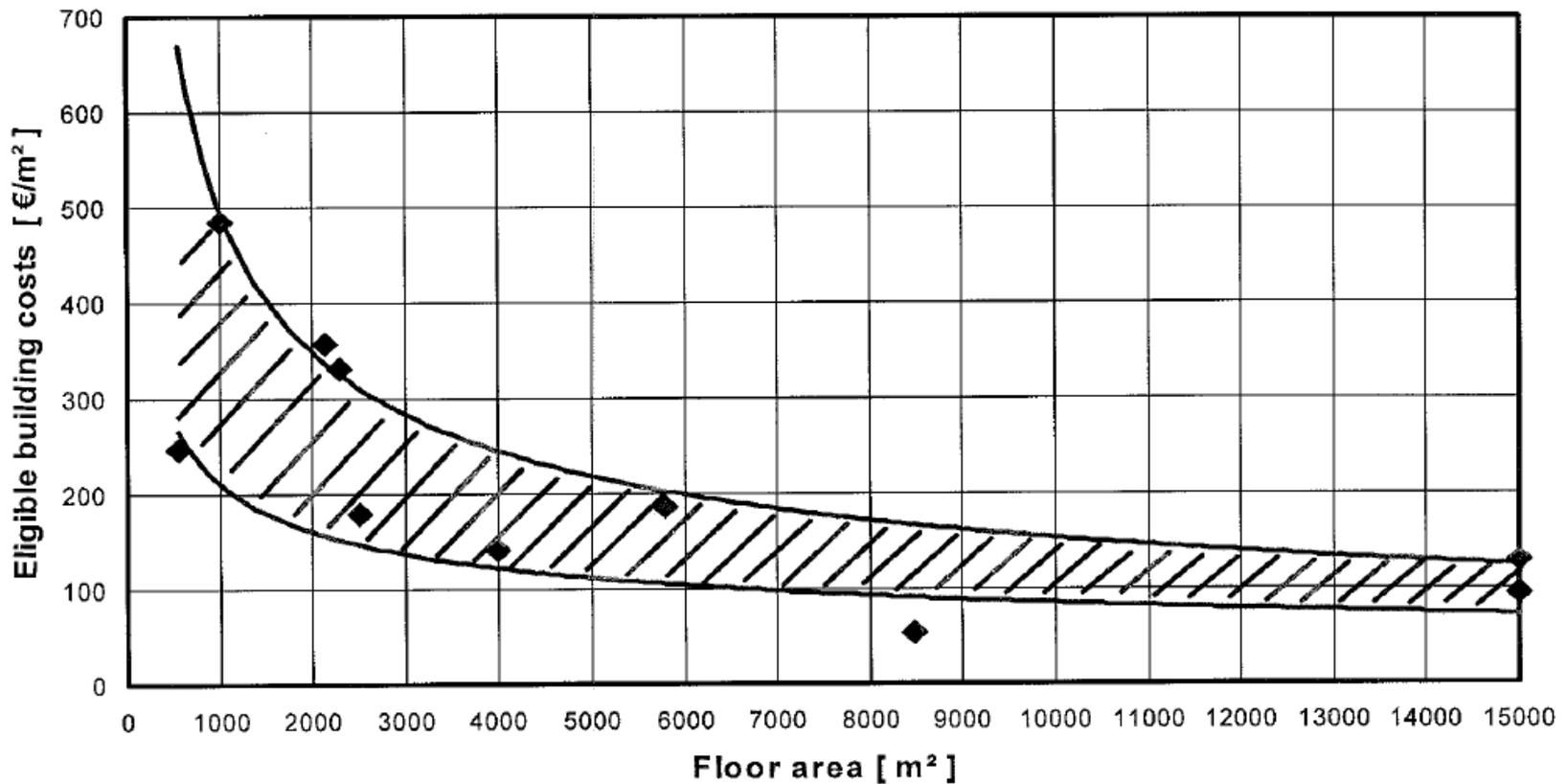
# Öffentliche Gebäude als „best practice“ Beispiele für energieeffiziente Sanierungen



# Kommunikation



## BRITA in PuBs - Eligible building costs (innovative retrofit measures and renewables)



# Informations Tool BIT

 **BRITA in PuBs**  
Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings 



**BRITA in PuBs Information Tool** for Technical Retrofit Measures

[click graphic to continue:](#)

Sorting of:

Case Studies by

Retrofit Measures by

Country	Retrofit Measures							
	Case Studies							

BRITA in PuBs

		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		✓	✓			✓	✓	✓
		✓	✓	✓			✓	✓
		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		✓	✓	✓		✓	✓	✓
		✓	✓	✓			✓	✓

Erfahrungen mit mehr als 40 innovativen Technologien wurden dokumentiert

# Facility Manager Training Kurse



# Freier Download von: [www.brita-in-pubs.eu](http://www.brita-in-pubs.eu)

The screenshot shows the website interface with a blue header and a yellow sidebar. The main content area is white with a grid of images showing various demonstration buildings. The right sidebar is yellow and contains news updates.

**BRITA in PuBs**  
Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings

Click a flag for national website

**Start**

- ★ About BRITA in PuBs
- ★ Demonstration Buildings
- ★ Retrofit Design Guidelines
- ★ BRITA Information Tool
- ★ BISH
- ★ Reports
- ★ Quality Control Toolbox
- ★ Posters
- ★ Publications
- ★ Newsarchive
- ★ Eco-buildings
- ★ Links

**eco buildings**  
website of eco-buildings

**6th Framework Programme**  
website of the 6th framework programme

**managEnergy**  
website of managEnergy

**WELCOME to the website of BRITA in PuBs**  
"Bringing Retrofit Innovation to Application in Public Buildings"  
- An Integrated Project within the 6th Framework Programme of the European Union

**DEMONSTRATION BUILDINGS:**

**Latest news**

**First Announcement of 2nd Ecobuildings Conference in Stuttgart, Germany, 7-8 April 2008**  
The second Ecobuildings Conference will be organised by the 4 projects BRITA in PuBs, Demohouse, Eco-Culture and SARA in Stuttgart, Germany on the 7th and 8th April 2008. The programme foresees presentations and posters on the in total 24 demonstration projects, on the other project results like tools and a round table with high profile policy makers. Learn more about the venue and the planned programme here.

**BRITA in PuBs to give a Key Note Lecture at the PALENC Conference**  
The organisers of the PALENC conference on Crete island, Greece have asked the project coordinators to give a key note lecture on "Ecobuildings" with a focus on the BRITA in PuBs project. The conferences will take place from 27-29 September 2007 in Hersonissos. Read more about the conference and the paper that will be presented here.

**The importance of the BRITA in PuBs demonstration buildings as "lighthouses" for mitigating climate changes underlined in statements by influential politicians and decision makers.**  
For each of the 8 BRITA in PuBs demonstration buildings an influential politician or decision

**DELIVERABLES:**

**Retrofit Design Guidelines:**

**BRITA Information Tool:**

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

## EnERGo Energy Efficient Retrofit of Government Buildings

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY

Energy Conservation in  
Buildings & Community  
Systems Programme



## IT-Toolkit

Zum Fortfahren auf eine Flagge klicken...

## für energieeffiziente Sanierungsmaßnahmen

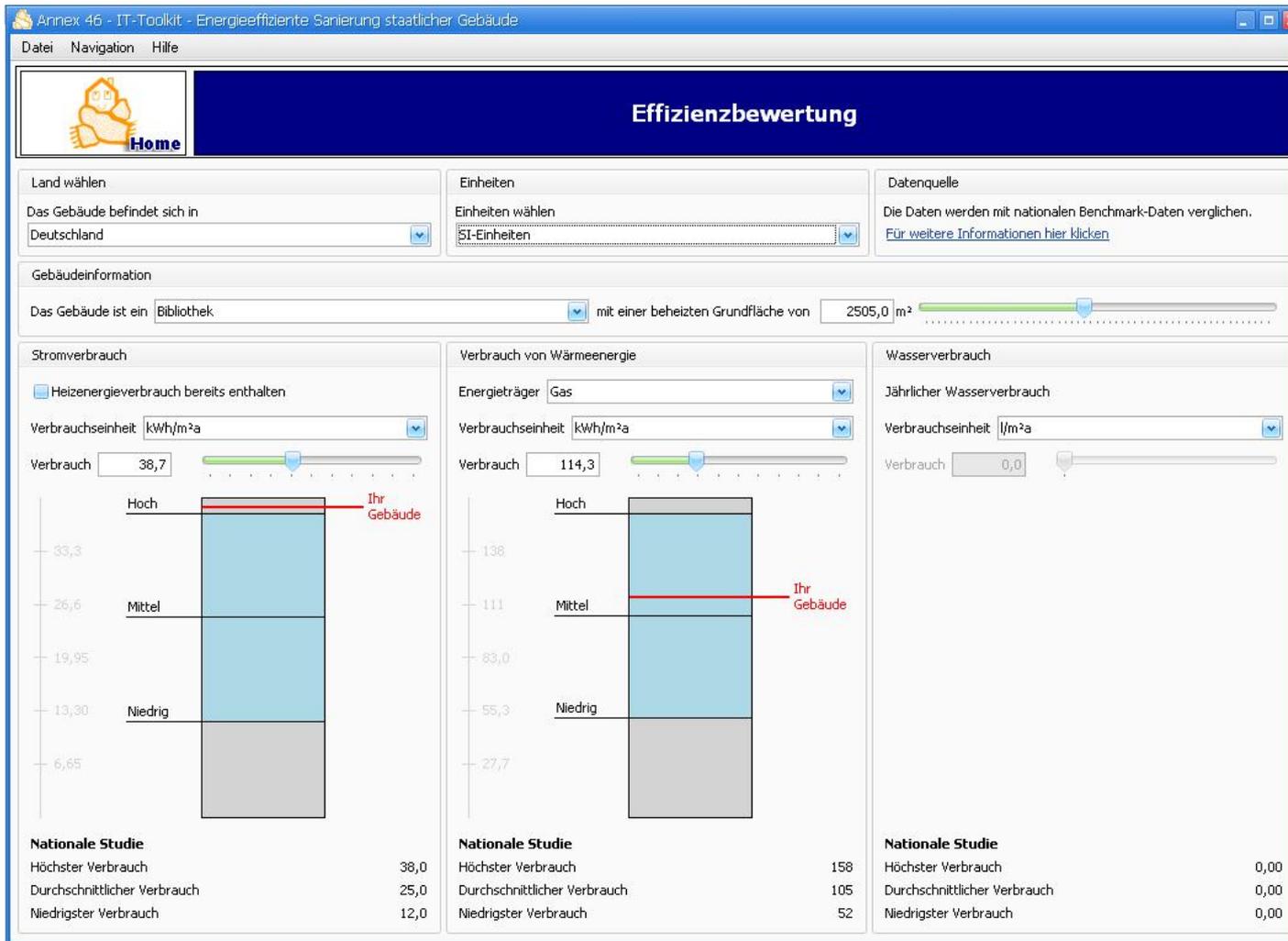


# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

The screenshot shows a web browser window titled "Annex 46 - IT-Toolkit - Energieeffiziente Sanierung staatlicher Gebäude". The page features the "EnERGo Energy Efficient Retrofit of Government Buildings" logo and the "INTERNATIONAL ENERGY AGENCY Energy Conservation in Buildings & Community Systems Programme" logo. The main heading is "IT-Toolkit für energieeffiziente Sanierungsmaßnahmen". A prominent blue button labeled "Verbrauchs-Bewertung" is positioned on the right. Below this, a table lists ten tools with their descriptions and corresponding button labels:

Energie- und Wasserverbrauch Ihres Gebäudes im Vergleich zu nationalen Daten	
Bei der Gebäudeinspektion alle relevanten Daten erfassen (inkl. Gebäude- und HLK-Komponenten)	Inspektionsprotokoll
Ordnungsgemäßen Gebäudebetrieb überprüfen	Leitfaden Betrieb und Instandhaltung
Wie nutzt man die Instrumente zur Durchführung eines effektiven Energie-Audits?	Energie-Audit-Protokoll
Über 70 beispielhafte Gebäudesanierungen	Fallstudien zur Gebäudesanierung
Nutzen Sie die Datenbank mit der Ergebnisübersicht für mehr als 400 Sanierungsmaßnahmen	Energiespar-Maßnahmen
Entwickeln Sie ein energieeffizientes Sanierungskonzept für Ihr Gebäude	Energieeffizienz-Bewertung von Sanierungsmaßnahmen
Wie nutzt man private Fördermittel zur Finanzierung von Energieprojekten der öffentlichen Hand?	Leitfaden zu energetischen PPP-Projekten
Wirtschaftlichkeitsbewertung eventueller Energieeinspar-Verträge (EPC)	Kostenkalkulation für energetische PPP-Projekte
Frühere energetische PPP-Projekte anzeigen	Fallstudien zu energetischen PPP-Projekten
Fragen	Info und Kontakt

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools



Vergleicht

- Heizenergie,
- Strom und
- Wasserverbrauch eines Gebäudes mit den nationalen Mittelwerten des selben Gebäudetyps.

- Daten für 11 Länder
- Bis zu 19 Gebäudetypen (49 für die USA)
- In SI und IP Einheiten
- Quelle der Vergleichswerte wird angegeben

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

The screenshot shows a web browser window titled "Annex 46 - IT-Toolkit - Energieeffiziente Sanierung staatlicher Gebäude". The page features the "EnERGo Energy Efficient Retrofit of Government Buildings" logo and the "INTERNATIONAL ENERGY AGENCY Energy Conservation in Buildings & Community Systems Programme" logo. The main heading is "IT-Toolkit für energieeffiziente Sanierungsmaßnahmen". Below this, there is a navigation bar with "Energie- und Wasserverbrauch Ihres Gebäudes im Vergleich zu nationalen Daten" and a "Verbrauchs-Bewertung" button. A large central box contains the text "Bei der Gebäudeinspektion alle relevanten Daten erfassen (inkl. Gebäude- und HLK-Komponenten)" and a button for "Elektronisches Gebäude-Inspektionsprotokoll". A list of ten tools is presented in a table-like format, each with a descriptive text and a corresponding button.

Tool Description	Tool Name
Energie- und Wasserverbrauch Ihres Gebäudes im Vergleich zu nationalen Daten	Verbrauchs-Bewertung
Bei der Gebäudeinspektion alle relevanten Daten erfassen (inkl. Gebäude- und HLK-Komponenten)	Elektronisches Gebäude-Inspektionsprotokoll
Wie nutzt man die Instrumente zur Durchführung eines effektiven Energie-Audits?	Energie-Audit-Protokoll
Über 70 beispielhafte Gebäudesanierungen	Fallstudien zur Gebäudesanierung
Nutzen Sie die Datenbank mit der Ergebnisübersicht für mehr als 400 Sanierungsmaßnahmen	Energiespar-Maßnahmen
Entwickeln Sie ein energieeffizientes Sanierungskonzept für Ihr Gebäude	Energieeffizienz-Bewertung von Sanierungsmaßnahmen
Wie nutzt man private Fördermittel zur Finanzierung von Energieprojekten der öffentlichen Hand?	Leitfaden zu energetischen PPP-Projekten
Wirtschaftlichkeitsbewertung eventueller Energieeinspar-Verträge (EPC)	Kostenkalkulation für energetische PPP-Projekte
Frühere energetische PPP-Projekte anzeigen	Fallstudien zu energetischen PPP-Projekten
Fragen	Info und Kontakt

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

Elektronisches Gebäude-Inspektionsprotokoll

Elektronische Gebäude- und Anlagen-Checkliste Nichtwohngebäude  
für eine Gebäudespektion als Basis für die Berechnung nach DIN V 18599

**Bauteil**

Typ-Nr.: WBT-

Beschreibung

Typ:

Außenwand  Innenwand  Tür

U-Wert bekannt:

Nein  Ja

Aufbau  U-Wert:

Farbe der äußeren Oberfläche:

hell  gedeckt  dunkel

Farbe

Lage

Anbindung nach/zu

Baujahr:

wie Gebäude  abweichend

Wann

Bemerkungen/Notizen

Bilder

Verbindungsbau\_Fassade

© Fraunhofer IBP

Hilfsmittel für die Analyse aller wichtigen Gebäude- und Anlagenkomponenten während einer Gebäudebegehung.

- Allgemeine und äußere Kennwerte
- Raum- und Zonenkennwerte
- Bauteile
- Anlagensysteme (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung)
  - Erzeugung
  - Verteilung
  - Übergabe
- Solaranlagen (thermisch und PV)

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

Annex 46 - IT-Toolkit - Energieeffiziente Sanierung staatlicher Gebäude

Datei Navigation Hilfe

**EnERGo** Energy Efficient Retrofit of Government Buildings

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY  
Energy Conservation in Buildings & Community Systems Programme

## IT-Toolkit für energieeffiziente Sanierungsmaßnahmen

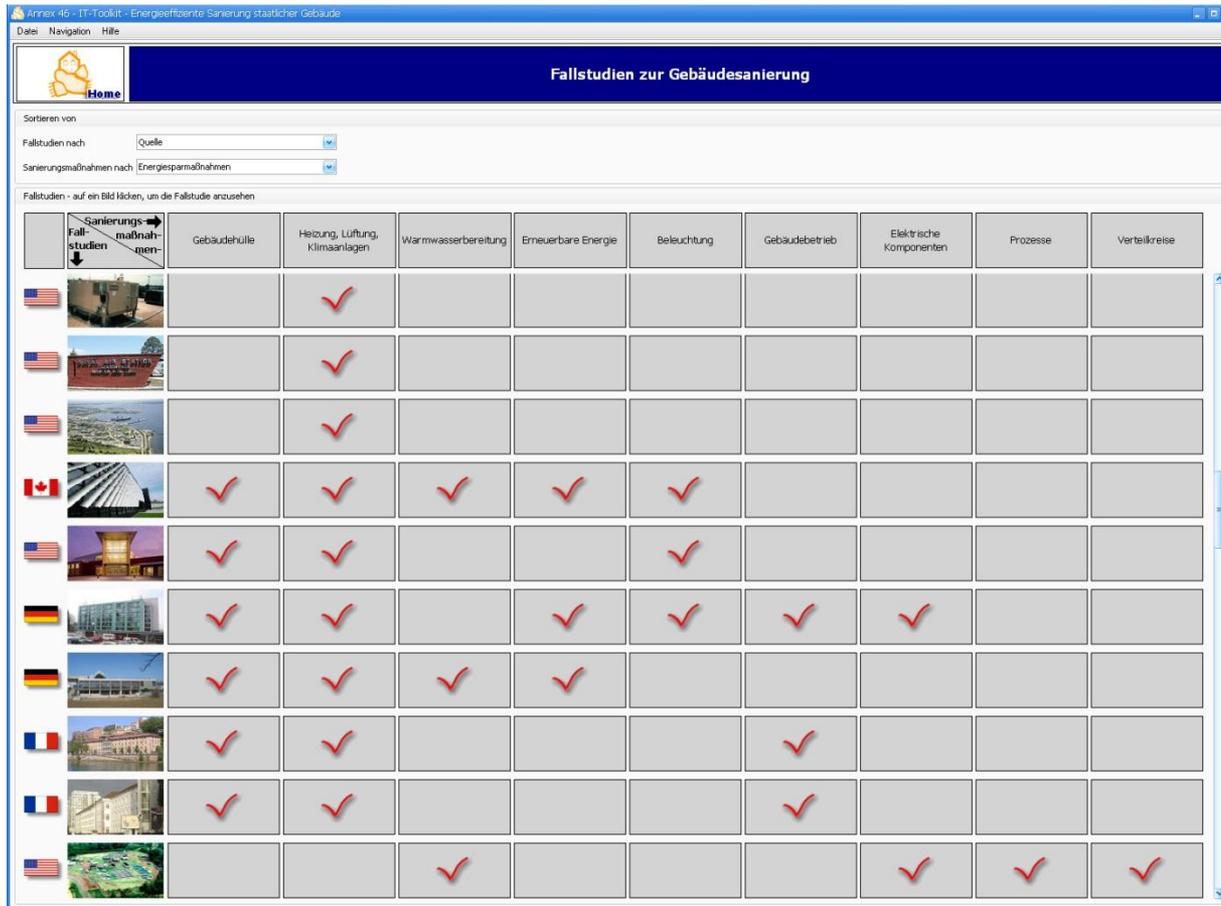
Energie- und Wasserverbrauch Ihres Gebäudes im Vergleich zu nationalen Daten	Verbrauchs-Bewertung
Bei der Gebäudeinspektion alle relevanten Daten erfassen (inkl. Gebäude- und HLK-Komponenten)	Elektronisches Gebäude-Inspektionsprotokoll
Ordnungsgemäßen Gebäudebetrieb überprüfen	Leitfaden Betrieb und Instandhaltung
Wie nutzt man die Instrumente zur Durchführung eines effektiven Energie-Audits?	Energie-Audit-Protokoll

**Über 70 beispielhafte Gebäudesanierungen**

Fallstudien zur Gebäudesanierung

Entwickeln Sie ein energieeffizientes Sanierungskonzept für Ihr Gebäude	Energieeffizienz-Bewertung von Sanierungsmaßnahmen
Wie nutzt man private Fördermittel zur Finanzierung von Energieprojekten der öffentlichen Hand?	Leitfaden zu energetischen PPP-Projekten
Wirtschaftlichkeitsbewertung eventueller Energieeinspar-Verträge (EPC)	Kostenkalkulation für energetische PPP-Projekte
Frühere energetische PPP-Projekte anzeigen	Fallstudien zu energetischen PPP-Projekten
Fragen	Info und Kontakt

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools



The screenshot shows a web application titled "Fallstudien zur Gebäudesanierung". It features a navigation menu with "Home", "Datei", "Navigation", and "Hilfe". Below the menu, there are filters for "Sortieren von", "Fallstudien nach" (set to "Quelle"), and "Sanierungsmaßnahmen nach" (set to "Energiesparmaßnahmen"). The main content is a grid of case studies, each with a thumbnail image, a country flag, and a table of measures. The table columns are: Sanierungsmaßnahmen, Gebäudehülle, Heizung, Lüftung, Klimaanlage, Warmwasserbereitung, Erneuerbare Energie, Beleuchtung, Gebäudebetrieb, Elektrische Komponenten, Prozesse, and Verteilkreise. Red checkmarks indicate which measures are implemented in each case study.

	Sanierungsmaßnahmen	Gebäudehülle	Heizung, Lüftung, Klimaanlage	Warmwasserbereitung	Erneuerbare Energie	Beleuchtung	Gebäudebetrieb	Elektrische Komponenten	Prozesse	Verteilkreise
USA			✓							
USA			✓							
USA			✓							
Canada		✓	✓	✓	✓	✓				
USA		✓	✓			✓				
Germany		✓	✓		✓	✓	✓	✓		
Germany		✓	✓	✓	✓					
France		✓	✓				✓			
France		✓	✓				✓			
USA				✓				✓	✓	✓

Mehr als 70 Fallstudien für beispielhafte Sanierungen präsentiert auf die gleiche strukturierte Weise.

Zugang über eine Gebäude-Technologie-Matrix

Informationen beinhalten:

- Allgemeine Daten
- Standort/Gebäudetyp
- Vor der Sanierung
- Sanierungskonzept
- Energieeinsparungen
- Nutzerbewertung
- Sanierungskosten
- Gemachte Erfahrungen
- Referenzen wie Berichte, Projektteilnehmer, etc.

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

Case Study Viewer

 **Stuttgart-Sonnenberg - Senkung der CO2-Emission eines Pflegeheims** PDF-Bericht öffnen

Allgemeine Daten Standort, Gebäudetyp Vor der Sanierung Sanierungskonzept Energieeinsparungen Nutzerbewertung Renovierungskosten

### Allgemeine Daten

Gebäudeanschrift	Laustraße 15, 70597 Stuttgart, Deutschland
Baujahr	1965
Jahr der Renovierung	2003
Gesamte Grundfläche	6670 m <sup>2</sup>
Anzahl Bewohner	110
Anzahl Räume	98
Typischer Raum	Einzelzimmer 23 m <sup>2</sup> Doppelzimmer 46 m <sup>2</sup>

### Projektzusammenfassung

Das 1965 erbaute Wohngebäude, ein Alters- und Pflegeheim in Stuttgart-Sonnenberg, ist beispielhaft für den Standard, den man durch eine Gebäuderenovierung in Verbindung mit der Modernisierung der Gebäudetechnik erreichen kann. Viele dieser Altersheime sind inzwischen in erster Linie Pflegeheime, deren Bewohner andere und vielschichtigere Bedürfnisse haben als die ursprünglichen Heimbewohner. Dies bedeutet auch unterschiedliche Anforderungen an die Gebäudetechnik, z.B. benötigen alle Apartments separate Bäder. Die Modernisierung der Gebäudetechnik bedeutete allerdings auch bauliche Veränderungen der Gebäudestruktur. Durch die Kombination baulicher Modernisierungsmaßnahmen mit Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung konnte der Nutzerkomfort bei gleichzeitiger drastischer Senkung der Energiekosten deutlich verbessert werden.

### Sanierungsmaßnahmen

Durch eine vor die Wohnungsbalkone gesetzte neue Fassade konnten zwei Probleme gelöst werden. Die Betonkonstruktion der Balkone konnte thermisch getrennt werden und es wurde zusätzlicher Wohnraum gewonnen. Bild 2 zeigt Fotos vor und nach der Einbeziehung der Balkone in den Wohnraum. Auf diese Weise wurde der für den Einbau der Bäder benötigte Raum gewonnen. Die neue Fassadenkonstruktion besteht aus hölzernen Wandpaneelen auf Doppel-T-Trägern aus Holz zur Minimierung von Wärmebrücken. Die Fensterrahmen bestehen aus Holz und Aluminium mit Dreifachwärmeschutzverglasung. Zur Sicherstellung des hygienisch notwendigen Luftwechsels sind die Fensterrahmen mit Lüftungsschlitzen versehen. Um eine verbesserte Tageslichtbeleuchtung und ein größeres Platzangebot für den Gemeinschaftsraum zu realisieren, wurden zwei Räume auf der westlichen Seite des Gebäudes 'geopfert'. An den Nord- und Südfassaden wurden jeweils 20 cm Dämmung angebracht. Das Dach, die Decken unbeheizter Kellerräume sowie die Wände beheizter Kellerräume wurden ebenfalls gedämmt. Durch all diese Maßnahmen konnten die Transmissionsverluste um über 70% gesenkt werden. Die Wärmeversorgung des Gebäudes wurde umgestellt auf eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (Bild 3) mit einem Niedertemperatur-Gaskessel als Reservengenerator. Beide sind mit gasbetriebenen Fortwärmetauschern verbunden. Ein zweiter Niedertemperatur-Gaskessel stellt die Deckung der Bedarfsspitzen sicher. Der von dem Wärmekraftwerk erzeugte elektrische Strom kann entweder für den Eigenbedarf des Gebäudes genutzt oder in das öffentliche Netz eingespeist werden. Jetzt gibt es ein modernes Gebäudeleitsystem, das über das Internet überwacht und gesteuert werden kann. Auch die Küchenlüftung ist an dieses System angeschlossen. Außerdem kann die Temperatur in allen Apartments und die Abluft aus allen Bädern individuell geregelt werden. Die Zuluftanlage für die Flure wird jetzt nur als Abluftanlage genutzt. Die Zuluft strömt jetzt durch die Schlitze in die Fenster der Gemeinschaftsräume und Apartments. In den neuen Bädern sorgen Abluftventilatoren für eine ausreichende Wohnungslüftung. Diese Ventilatoren verfügen über eingebaute Regler und arbeiten ebenfalls energieeffizient. Seit der Sanierung hat die verbesserte Tageslichtversorgung der Gemeinschaftsräume im Zusammenspiel mit energieeffizienter und tageslichtabhängiger Beleuchtung eine deutliche Senkung des Strombedarfs für Beleuchtung bewirkt.



< Ansicht von Osten (nach der Sanierung) >

Mehr als 70 Fallstudien für beispielhafte Sanierungen präsentiert auf die gleiche strukturierte Weise.

Zugang über eine Gebäude-Technologie-Matrix

Informationen beinhalten:

- Allgemeine Daten
- Standort/Gebäudetyp
- Vor der Sanierung
- Sanierungskonzept
- Energieeinsparungen
- Nutzerbewertung
- Sanierungskosten
- Gemachte Erfahrungen
- Referenzen wie Berichte, Projektteilnehmer, etc.

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

The screenshot shows a web browser window titled "Annex 46 - IT-Toolkit - Energieeffiziente Sanierung staatlicher Gebäude". The page features the "EnERGo Energy Efficient Retrofit of Government Buildings" logo and the "INTERNATIONAL ENERGY AGENCY Energy Conservation in Buildings & Community Systems Programme" logo. The main heading is "IT-Toolkit für energieeffiziente Sanierungsmaßnahmen". Below this, there are several tool options, each with a descriptive text and a button:

- Energie- und Wasserverbrauch Ihres Gebäudes im Vergleich zu nationalen Daten** (Verbrauchs-Bewertung)
- Bei der Gebäudeinspektion alle relevanten Daten erfassen (inkl. Gebäude- und HLK-Komponenten)** (Elektronisches Gebäude-Inspektionsprotokoll)
- Ordnungsgemäßen Gebäudebetrieb überprüfen** (Leitfaden Betrieb und Instandhaltung)
- Wie nutzt man die Instrumente zur Durchführung eines effektiven Energie-Audits?** (Energie-Audit-Protokoll)
- Über 70 beispielhafte Gebäudesanierungen** (Fallstudien zur Gebäudesanierung)
- Nutzen Sie die Datenbank mit der Ergebnisübersicht für mehr als 400 Sanierungsmaßnahmen** (Energiespar-Maßnahmen)

A large central banner reads "Entwickeln Sie ein energieeffizientes Sanierungskonzept für Ihr Gebäude". To its right is a button for "Energieeffizienz-Bewertung von Sanierungsmaßnahmen". Below the banner, more tool options are listed:

- Wirtschaftlichkeitsbewertung eventueller Energieeinspar-Verträge (EPC)** (Kostenkalkulation für energetische PPP-Projekte)
- Frühere energetische PPP-Projekte anzeigen** (Fallstudien zu energetischen PPP-Projekten)
- Fragen** (Info und Kontakt)

© Fraunhofer IBP

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

The screenshot displays the software interface for energy simulation. The main window is titled 'IBP-18599 Standard International - Tutorial\_deutsch.ibp18599V3'. It features a menu bar with options like 'Projekt', 'Einstellung', 'Allgemein', 'Neu', 'Öffnen', 'Speichern', 'BuildingModeller', 'Klimadaten importieren', 'Nachweise und Berichte', 'Ausdruck', 'Varianten', 'Ansicht', 'Unrechner', and 'Hilfe'. Below the menu is a toolbar with icons for these functions. The interface is divided into several panes:

- Left Pane:** A tree view showing the project structure, including 'Projektdateien', 'Allgemein', 'Beispielgebäude', 'Bilanzzonen', 'Zone', 'Bauteile', 'Beleuchtung', 'Belüftung', 'Ergebnisse', 'Anlagentechnik', 'BuildingModeller', 'Erzeugungseinheiten', 'EE Wärme', 'Erzeugungseinheit', 'Verteilkreise Zonen', 'VK Heizung', 'Verteilkreis Wärme', 'Technikkreise', and 'Ergebnisse'.
- Center Pane:** A table listing building components ('Bauteile') with columns for 'Bruttofläche', 'Nettofläche', 'U-Wert', and 'Zone'. The table includes entries for 'Wand Ost', 'Wand Süd', 'Wand West', 'Wand Nord', 'Dach', and 'Boden'. Below the table, there are tabs for 'Allgemein', 'Wärmebrücken', 'Verschattung', and 'Detailergebnisse'. The 'Allgemein' tab shows details for the 'Dach' component, including 'Bezeichnung Bauteil', 'Bauteiltyp', 'Fläche [m²]', 'Neigung [°]', 'U-Wert [W/m²K]', 'Emissionsgrad', 'Oberfläche', and 'Strahlungsabsorptionsgrad'.
- Right Pane:** A list of 'Gewerk- oder Bauteiltyp' with checkboxes for 'Außenwand', 'Decke über Außenluft (Tordurchfahrt)', 'Dach als Systemgrenze', 'Innenwand', 'Innendecke', 'Kellerwand (Wand gegen Erdreich)', 'Boden gegen Erdreich (Boden auf EOK)', 'Aufgeständerte Bodenplatte', and 'Kellerboden (Boden unter EOK)'. Below this list is the reference 'DIN V 18599:2007-02'.
- Bottom Pane:** A summary table for 'Istgebäude [kWh/m²a]' showing 'Nutzenergie' (226.8), 'Endenergie' (436.0), and 'Primärenergie' (505.3). Below this are tabs for 'Status', 'Ergebnisbox', and 'Variantenvergleich'.

Berechnungstool basierend auf der deutschen Norm DIN V 18599.

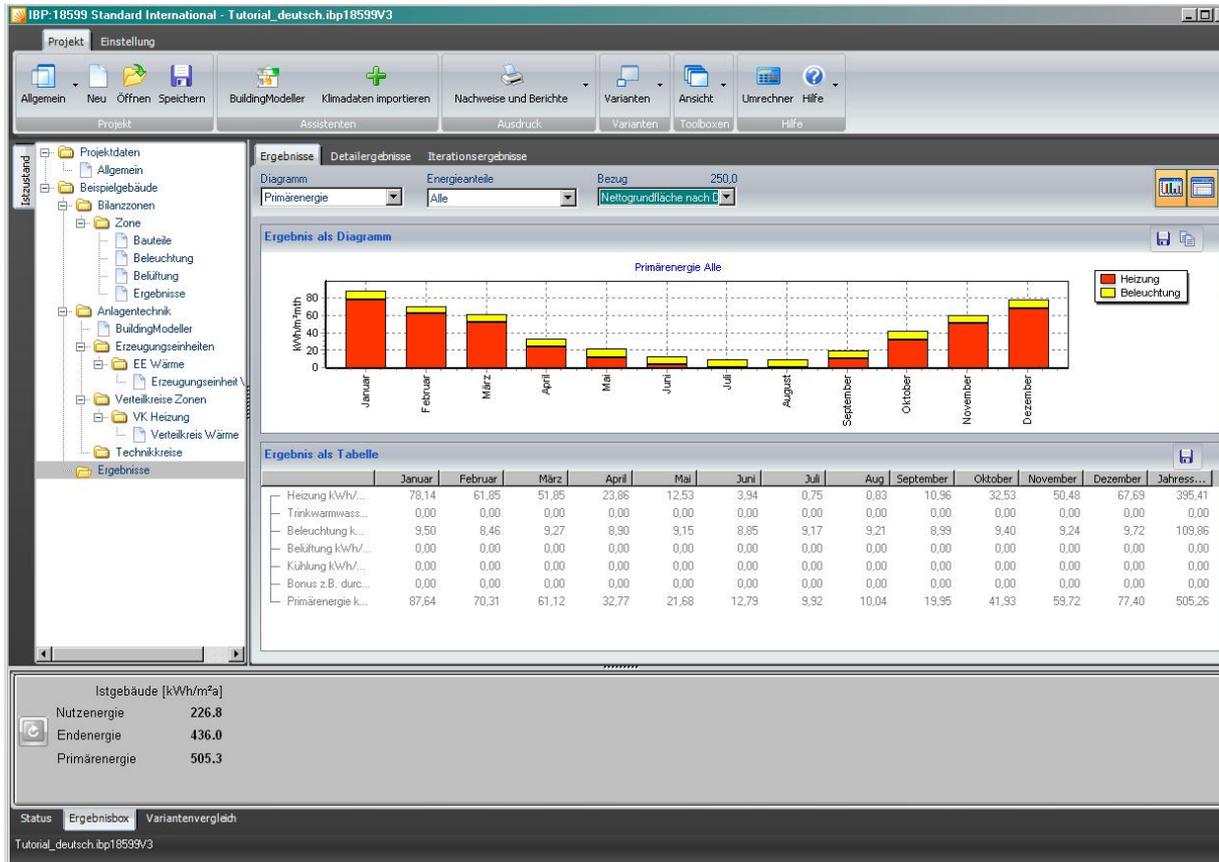
Gegenseitige Beeinflussung von Gebäude und Anlagentechnik.

Energetische Bewertung von Nutzenergie, Endenergie und Primärenergie für Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung.

Neu:

- Verschiedene Klimazonen
- BuildingModeller + vorkonfigurierte Anlagensysteme
- Einheitenumrechner

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools



Berechnungstool basierend auf der deutschen Norm DIN V 18599.

Gegenseitige Beeinflussung von Gebäude und Anlagentechnik.

Energetische Bewertung von Nutzenergie, Endenergie und Primärenergie für Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung.

Neu:

- Verschiedene Klimazonen
- BuildingModeller + vorkonfigurierte Anlagensysteme
- Einheitenumrechner

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

The screenshot shows a web browser window titled "Annex 46 - IT-Toolkit - Energieeffiziente Sanierung staatlicher Gebäude". The page features the "EnERGo Energy Efficient Retrofit of Government Buildings" logo and the "INTERNATIONAL ENERGY AGENCY Energy Conservation in Buildings & Community Systems Programme" logo. The main heading is "IT-Toolkit für energieeffiziente Sanierungsmaßnahmen". Below this, there are several tool options presented as text boxes with corresponding buttons:

- Energie- und Wasserverbrauch Ihres Gebäudes im Vergleich zu nationalen Daten (Verbrauchs-Bewertung)
- Bei der Gebäudeinspektion alle relevanten Daten erfassen (inkl. Gebäude- und HLK-Komponenten) (Elektronisches Gebäude-Inspektionsprotokoll)
- Ordnungsgemäßen Gebäudebetrieb überprüfen (Leitfaden Betrieb und Instandhaltung)
- Wie nutzt man die Instrumente zur Durchführung eines effektiven Energie-Audits? (Energie-Audit-Protokoll)
- Über 70 beispielhafte Gebäudesanierungen (Fallstudien zur Gebäudesanierung)
- Nutzen Sie die Datenbank mit der Ergebnisübersicht für mehr als 400 Sanierungsmaßnahmen (Energiespar-Maßnahmen)
- Entwickeln Sie ein energieeffizientes Sanierungskonzept für Ihr Gebäude (Energieeffizienz-Bewertung von Sanierungsmaßnahmen)
- Wie nutzt man private Fördermittel zur Finanzierung von Energieprojekten der öffentlichen Hand? (Leitfaden zu energetischen PPP-Projekten)

At the bottom, there is a section for "Wirtschaftlichkeitsbewertung eventueller Energieeinspar-Verträge (EPC)" with a button for "Kostenkalkulation für energetische PPP-Projekte". Other buttons include "energetischen PPP-Projekten anzeigen" and "Fragen Info und Kontakt".

# IEA ECBCS Annex 46: Ein Toolkit – 10 unterschiedliche Tools

Annex 46 - IT-Toolkit - Energieeffiziente Sanierung staatlicher Gebäude

Home

## Kostenkalkulation für energetische PPP-Projekte

Daten für Berechnung eingeben

Währung: €

Kosten für die Installation/Durchführung der Sparmaßnahmen (€): 500000,00

Darlehenszinssatz (%): 6,00

Kosten der Dienstleistungen im Vertragszeitraum im 1. Jahr (€): 145000,00

Jährliche Steigerungsrate der Dienstleistungskosten im Vertragszeitraum (%): 2,40

Direkte und indirekte Energiekostensparnis im 1. Jahr (€): 500000,00

Jährliche Steigerungsrate der Kostenersparnis (%): 2,00

Anteil der Kostenersparnis, der dem Vertragspartner gezahlt wird (%): 99,00

Jährliche Vorauszahlungen

Berechnen

Ergebnis der Berechnung

Vertragslaufzeit (Jahre): 23

Zinszahlungen insgesamt: 4674313,05 €

Zahlungen für gesamte Dienstleistungen während der Laufzeit: 4382846,04 €

Gebrauch der Tabelle

Beim Energieeffizienz-Contracting wird ein Vertrag (EPC) abgeschlossen, der ein Darlehen zur Installation bzw. Durchführung von Energieeinsparungsmaßnahmen an einem Objektstandort beinhaltet. Durch die Energieeinsparungsmaßnahmen wird eine Senkung der direkten und indirekten Energiekosten erzielt, die stattdessen zur Finanzierung des Darlehens verwendet werden sowie für Dienstleistungen wie z.B. Betriebs- und Instandhaltungskosten (O&M) oder Messungen und Verifizierung (M&V). Im allgemeinen beginnt der Vertragszeitraum eines Energieeinsparungsvertrags (ESPC) nach Installation der Einsparmaßnahmen, wenn die ersten Ersparnisse realisiert werden und endet, wenn die Finanzierung abgezahlt worden ist. Dieses Rechenprogramm beruht auf einem einfachen Finanzmodell für das Energiespar-Contracting. Es erfordert folgende Angaben:

1. Kosten für die Installation/Durchführung der Sparmaßnahmen (d.h. der zu finanzierende Betrag)
2. Darlehenszinssatz
3. Kosten der Dienstleistungen im Vertragszeitraum im 1. Jahr
4. Jährliche Steigerungsrate der Dienstleistungskosten im Vertragszeitraum
5. Direkte und indirekte Energiekostensparnis im 1. Jahr
6. Jährliche Steigerungsrate der Kostenersparnis
7. Prozentsatz der jährlich eingesparten Kosten, der dem Vertragspartner bei einem energetischen PPP-Projekt für Finanzierungskosten und Dienstleistungen gezahlt wird

Aus diesen Angaben errechnet das Programm die Laufzeit des Projekts in Jahren. Die Dauer der Laufzeit hängt davon ab, ob Zahlungen am Anfang oder am Ende des Jahres erfolgen. Wenn das Kästchen "Jährliche Vorauszahlungen" angekreuzt wurde, wird angenommen, dass Zahlungen zu Jahresbeginn erfolgen; andernfalls finden Zahlungen am Ende des Jahres statt. Außerdem ermittelt das Rechenprogramm den Gesamtbetrag der Zahlungen, die auf Zinskosten und Dienstleistungen im Vertragszeitraum entfallen. Entwickelt durch John Shonder, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, USA

Einfaches Berechnungstool für die Analyse von möglichen Sanierungen mit Energiedienstleistungsverträgen.

Ergebnisse:

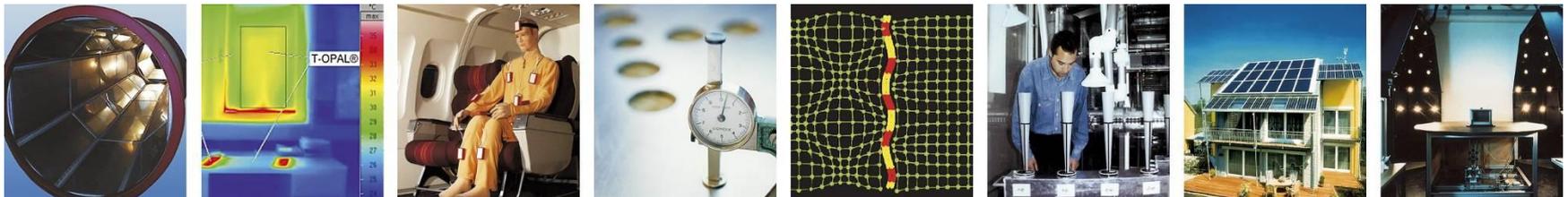
- Lebenszykluskosten
- Vertragslaufzeit

Kostenfreier Download  
[www.annex46.de](http://www.annex46.de)

---

# EU FP7 School of the Future – Towards Zero Emission with High Performance Indoor Environment

---



© Fraunhofer IBP

# School of the future is...

1. Design, demonstration and evaluation of **highly energy efficient retrofitting of schools** in 4 different European countries with differing climate
2. Development of **guidelines and tools** – building upon existing knowledge and tools – applicable throughout the EU countries
3. **Dissemination of results, guidelines and tools** – including also **training activities**



# Objectives

- Development of people's consciousness to save energy by exemplary realisations of highly energy efficient retrofit projects of school buildings that will lead the way to carbon free approaches with at the same time high performance indoor environment.
- The success of the retrofits shall be measured by the realisation of the following goals:
  - Reduction of the total energy use > factor 3, verified through monitoring
  - Reduction of the heating energy use > 75 %, verified through monitoring
  - Improvement of the indoor environment quality (air, daylight, acoustic, thermal comfort) with impact on the pupils' performance to be analysed by short-term measurements and questionnaires
- Demonstration that such big energy savings can be achieved with limited additional costs (< 100 €/m<sup>2</sup>). This will motivate other actors in the sector to multiply the concepts. Schools of the future can be realised already today.
- Cutback on reservations against innovative energy saving retrofit concepts in public building administrations by provision of reliable information, energy saving potentials and costs.
- Development of national and European benchmarking systems including estimation of potentials for innovative, cost-efficient energy retrofit strategies

# BUILD UP Community School of the Future

**BUILD UP**  
energy solutions  
for better buildings

Home News Events Publications Links Case Tools People

Welcome Heike Erhorn-Kluttig

The European portal for energy efficiency in buildings

Discover in BUILD UP:

- Realised case studies and software tools ...
- Energy efficiency related events in your country and across Europe...
- Top News from all over Europe...
- Publications on energy efficiency in buildings and relevant legislation...

**HIGHLIGHTED CASE**  
**Stuttgart-Burgholzhof: 800 low-energy residential units with solar supported local district heating**

The Burgholzhof project is a good example for the development, realisation and monitoring of 800 residential units plus a school building all designed to be in low energy quality. The heating and ...

Submitted by Heike Erhorn-Kluttig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 636 visits | Rating : 4.5/5

**TOP NEWS** 645 ITEMS

**EU Commission presents its new energy strategy towards 2020**  
12 November 2010 | Pan European , EU Institutions

The EU Commission presented on 10 November 2010 its new strategy for a competitive, sustainable and secure energy. The Communication "Energy 2020" defines the energy priorities for the next ten ...

Submitted by Heike Erhorn-Kluttig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 388 visits | Rating : 5/5

**UK Housing Minister Grant Shapps: New common sense code to build greener homes**  
22 November 2010 | United Kingdom

Housing Minister Grant Shapps published on 11 November 2010 an improved green rating for new homes that will help deliver the next generation of green properties, which are built to the highest ...

Submitted by Heike Erhorn-Kluttig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 69 visits | Rating : No votes

**TOP EVENTS** 42 ITEMS

**World Sustainable Energy Days 2011**  
2 - 4 March 2011 | Wels ( Austria )

Energy Performance of Buildings Directive Community

What's new in BUILD UP!

Frequently Asked Questions

<b>BUILD UP</b>		
1837 Publications	154 Cases	4627 Users
146 Tools	42 Upcoming Events	0 Regist. Users

project news  
reports, articles, papers  
demonstration buildings  
project tools  
community 'School of the Future'

# BUILD UP Community School of the Future



www.buildup.eu

© Fraunhofer IBP

**BUILD UP**  
energy solutions  
for better buildings

**THE BUILD UP  
Communities**

Admin My profile Logout About

Search English (en)

Welcome Heike Erhorn-Klützig

My Communities

EXIT the community

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

Community Home News Events Publications Links Cases Tools Members Blogs

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

Unsubscribe from the community

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.

Display all description

Facilitators: Hans Erhorn | Ove Morck

Latest News and Events 24 items VIEW ALL NEWS / EVENTS

**Klimaschutz-Kampagne sucht Schülerprojekte**  
22 November 2010 | Germany  
Im Rahmen der vom Bundesumweltministerium geforderten Kampagne „Klima sucht Schutz“ werden Schüler dazu aufgerufen eine Klima-AG zu gründen und die eigenen Ideen noch bis zum 30. November ...  
Submitted by Heike Erhorn-Klützig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 56 visits | Rating: 3/5

**Deutschland: BMU weicht Anzeigetafel für schulische Solaranlage in Beelitz/Brandenburg ein**  
8 November 2010 | Germany  
Solarstromanlagen auf den Dächern von Schulen sollen auch für den Unterricht genutzt werden. Das ist der Grundgedanke von "Solarsupport: Erneuerbare Energien sichtbar machen", einem Projekt, das ...  
Submitted by Heike Erhorn-Klützig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 164 visits | Rating: No votes

**Neues Schulgebäude als Vorbild für energieeffizientes Bauen in China**  
26 October 2010 | Germany, China  
Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) hat am 19. Oktober 2010 zusammen mit deutschen und chinesischen Partnern in Mianyang in der Provinz Sichuan das Schulgebäude der Mianyang Experimental ...  
Submitted by Heike Erhorn-Klützig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 220 visits | Rating: No votes

Latest Cases and Tools 15 items VIEW ALL CASES / TOOLS

20 November 2010 | Germany  
**Olbendorf: Comprehensive refurbishment of a school listed as a historic monument**  
A model project for the research topic of "Energy-efficient schools": The school in Olbendorf provides an example of a successful compromise between historic conservation and energy-based ...  
Submitted by Heike Erhorn-Klützig (Fraunhofer Institute for Building Physics) | 39 visits | Rating: No votes  
Tags: school building | retrofit | listed building | 3-liter-house

22 July 2010 | Italy  
**Lecture Halls, Milan (Italy)**  
The amount of air change compared to the needs is higher than what is necessary. Moreover the energy recovery is disabled because of a failure due to freezing of the water into the heat exchanger. ...

PROPOSE CONTENT:  
Blog entry Post

Send to a friend  
Print this page  
SHARE

RSS Subscribe to the Community RSS

LATEST MEMBERS TO JOIN

malinova malinova

Mark Dansie (MDC)

A van Luin (Industrie en handelmaatschappij Bergschenhoek bv)

View All

COMMUNITY FACILITATORS

Hans Erhorn (Fraunhofer Institute for Building Physics)

Ove Morck (Cenergia Energy Consultants)

View All

Frequently Asked Questions

# Die nächste Aktivität

*IEA SHC Renovation of Non-Residential Buildings towards sustainable standards*

---



**TASK xx**

**Renovation of Non-Residential Buildings  
towards sustainable standards.**

# Informationen

Alle Informationen zu den Projekten (und zum Symposium)  
verfügbar über

[www.EnEff-Schule.de](http://www.EnEff-Schule.de)

oder auf der Webseite vom Fraunhofer-IBP

[www.ibp.fraunhofer.de/wt](http://www.ibp.fraunhofer.de/wt)