

# Der Energy Concept Adviser – Ein Sanierungsratgeber für Entscheidungsträger



Initiative „Partner für Innovation“ - Impulskreis Energie  
Symposium Energieeffiziente Schulsanierung  
**Der Energy Concept Adviser – Ein Sanierungsratgeber für Entscheidungsträger**

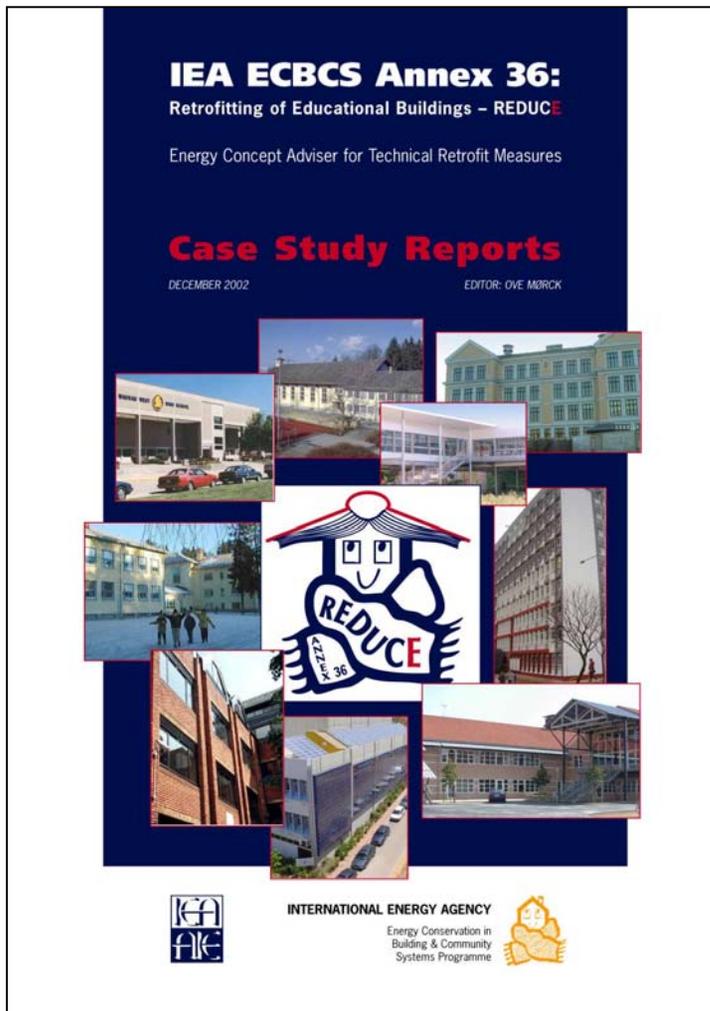
Heike Erhorn-Kluttig  
Fraunhofer-Institut  
für Bauphysik





IEA ECBCS ANNEX 36:  
 Retrofitting in Educational  
 Buildings – REDUCE  
 Energy Concept Adviser for  
 Technical Retrofit Measures

# Annex 36: Case Study Reports



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

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



### 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 synergetic 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  $-1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; the warmest month is August with a mean of  $18,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 4 Building description /typology

#### 4.1 Typology / Age

Typology/Age	Pre 1910	1910-1930	1930-1950	1950-1970	1970-
The multistorey school – The side corridor school			•	•	•

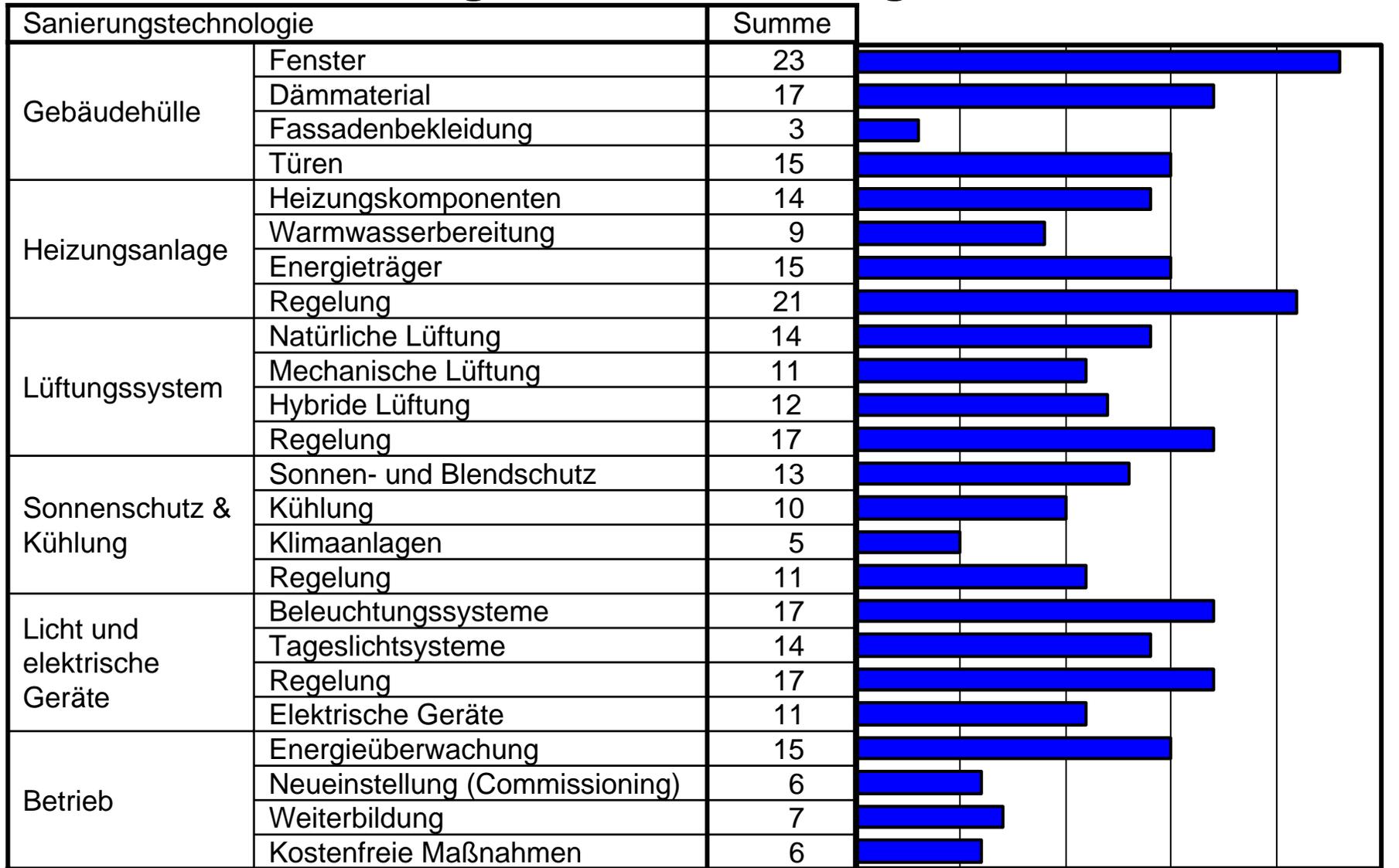
The building consists of three parts with different ages and is used as a primary school and a secondary school (Hauptschule). This combination is common in Germany.

# 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 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 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: Eingesetzte Sanierungsmaßnahmen

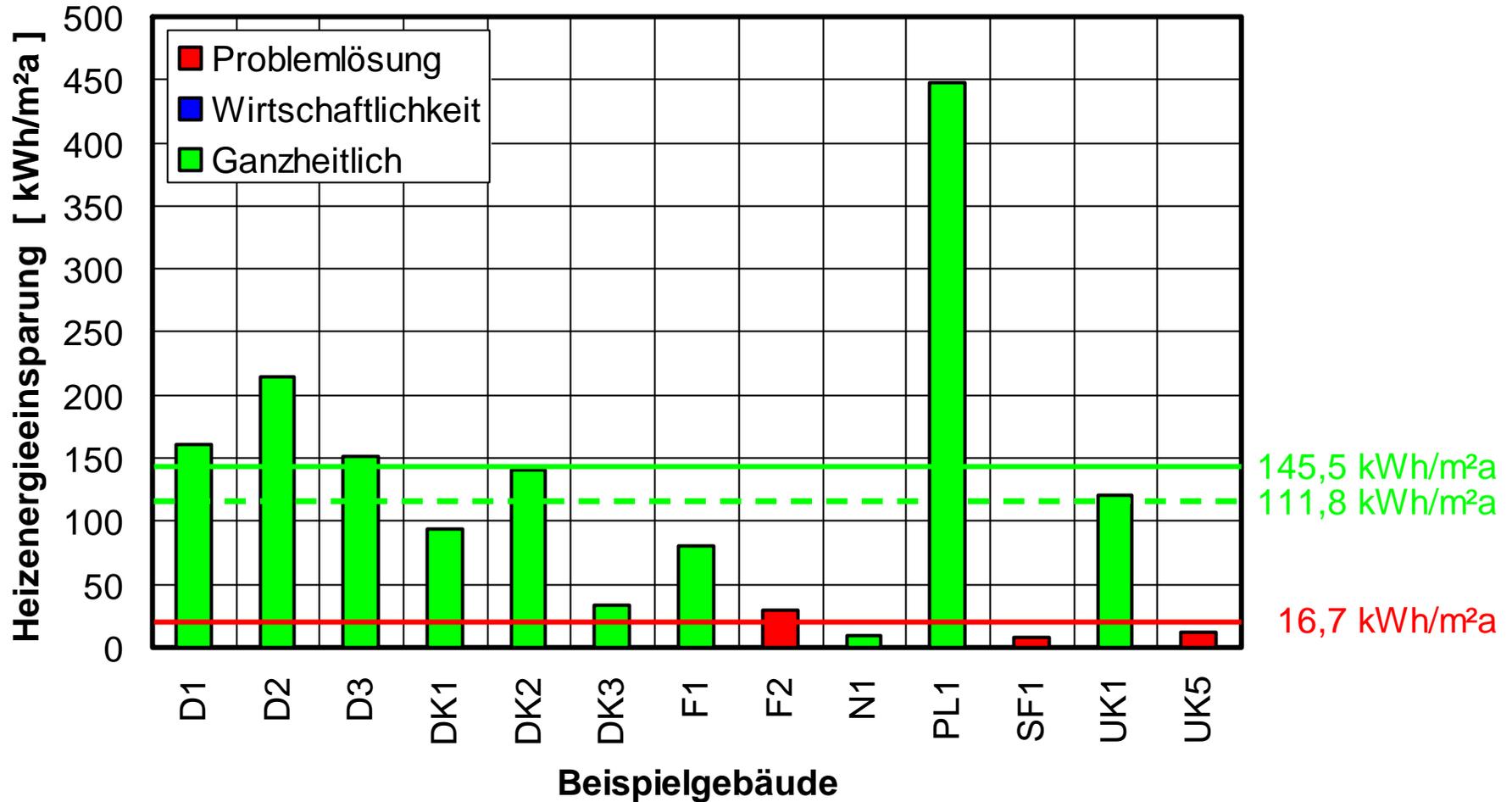


# Annex 36: Ziele der Sanierungsprojekte

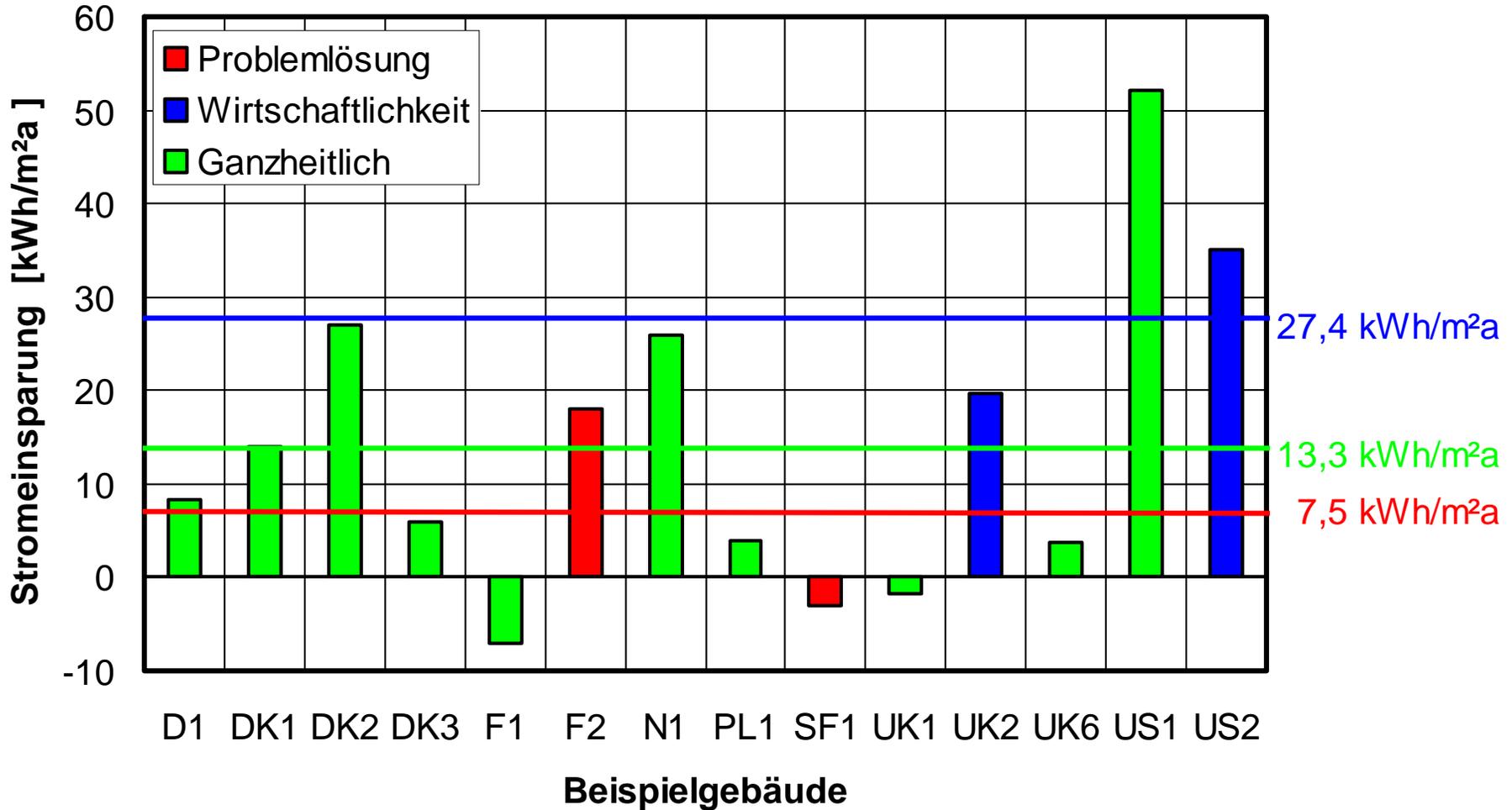
**Die Projektziele können in 3 Gruppen unterteilt werden:**

- 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



# Annex 36: Lüftungsstrategien

Die Länder verfolgten unterschiedliche Lüftungsstrategien in den Schulsanierungsprojekten:

	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

# 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:



Initiative „Partner für Innovation“ - Impulskreis Energie  
Symposium Energieeffiziente Schulsanierung  
Der Energy Concept Adviser – Ein Sanierungsratgeber für Entscheidungsträger

Heike Erhorn-Kluttig  
Fraunhofer-Institut  
für Bauphysik



# 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 - Problemlösungen



**Problemlösungen**



Allgemeine Informationen

**Diese auf Erfahrung basierende Liste mit Vorschlägen zu Sanierungsmaßnahmen paßt vielleicht nur teilweise zu Ihrem Gebäude. Wählen Sie Ihr Problem in der linken Spalte. In der rechten oberen Spalte können Sie die Sanierungsmaßnahmen in Gruppen unterteilen. Klicken Sie auf Sanierungsmaßnahmen und erfahren Sie Details zur gewählten Maßnahme im unteren Bereich.**

Auswahl des vorliegenden Problems

- Allgemeine Probleme**
  - Hoher Stromverbrauch
  - Hoher Heizenergieverbrauch**
  - Hoher Wasserverbrauch
  - Probleme mit der Raumluftqualität
- Spezielle Probleme**
  - Undichte Gebäudehülle
  - Feuchteschäden
  - Fenster müssen ausgewechselt werden
  - Dacheindeckung muß erneuert werden
  - Heizungsregelung muß verbessert werden
  - Rohrleitungen müssen erneuert werden
  - Kessel oder Brenner muß ersetzt werden
  - Schlechte Dämmung der Hüllflächen
  - Schlechte Dämmung der Rohrleitungen
  - Zuglufterscheinungen
  - Heizung nicht ausreichend im Winter

Unterteilung der Maßnahmen in Gruppen

**Alle Maßnahmen**

Vorschläge für Sanierungsmaßnahmen

Amortisationsdauer	<b>sehr kurz (weniger als 2 Jahre)</b>
<b>Abdichtung der Fenster und anderer Undichtstellen an ...</b>	Amortisationsdauer <b>sehr kurz (weniger als 2 Jahre)</b>
<b>Anpassung der Regelungssysteme</b>	Amortisationsdauer <b>sehr kurz (weniger als 2 Jahre)</b>
<b>Anpassung der Energiesparfunktionen der Gebäudeleit...</b>	Amortisationsdauer <b>sehr kurz (weniger als 2 Jahre)</b>
<b>Anbringung einer Reflexionsfolie hinter den Radiatoren</b>	Amortisationsdauer <b>sehr kurz (weniger als 2 Jahre)</b>

Ausgewählte Maßnahme

**Anbringung einer Reflexionsfolie hinter den Radiatoren**

Amortisationsdauer **sehr kurz (weniger als 2 Jahre)**

Die Reflexionsfolie reduziert die Wärme die gewöhnlicher Weise durch die Wand hinter dem Heizkörper verloren geht. Wenn es sich um eine schlecht gedämmte Wand handelt kann der Wärmeverlust beträchtlich sein.

**Kann jederzeit ausgeführt werden**

Damit verbundene Informationen

**Sanierungsmaßnahmen**

 **Heizungsanlage - Heizungsanlage**

# ECA - Problemlösungen



**Problemlösungen**



Allgemeine Informationen

**Diese auf Erfahrung basierende Liste mit Vorschlägen zu Sanierungsmaßnahmen paßt vielleicht nur teilweise zu Ihrem Gebäude. Wählen Sie Ihr Problem in der linken Spalte. In der rechten oberen Spalte können Sie die Sanierungsmaßnahmen in Gruppen unterteilen. Klicken Sie auf Sanierungsmaßnahmen und erfahren Sie Details zur gewählten Maßnahme im unteren Bereich.**

Auswahl des vorliegenden Problems

- Schlechte Dämmung der Hummarnen
- Schlechte Dämmung der Rohrleitungen
- Zuglufterscheinungen
- Heizung nicht ausreichend im Winter
- Zu lange Aufheizzeiten der Räume
- sommerliche Überhitzung
- Blendungsprobleme durch die Fenster
- Blendungsprobleme durch die Oberlichter
- Zonenweise Beheizung nicht möglich
- Frostschäden an den Verteilleitungen
- Rohrleitungen aus Blei
- Rohrleitungen verrostet/überdimensioniert
- Beleuchtungssituation schlecht
- Unzureichende Lüftungsregelung
- Türen müssen ausgetauscht werden
- Asbesthaltige Verkleidungen oder Decken
- Asbest in Kessel- und Speicherdämmung

Unterteilung der Maßnahmen in Gruppen

Alle Maßnahmen

Vorschläge für Sanierungsmaßnahmen

- Abdeckung von offenen Kaminen, um Lüftungsverluste...**  
Amortisationsdauer **sehr kurz (weniger als 2 Jahre)**
- Abdichtung der Fenster und anderer Undichtstellen an ...**  
Amortisationsdauer **sehr kurz (weniger als 2 Jahre)**
- Anpassung der Regelungssysteme**  
Amortisationsdauer **sehr kurz (weniger als 2 Jahre)**
- Garagenartige Türen: Abdichtung der Türen**  
Amortisationsdauer **kurz (2 bis 5 Jahre)**
- Anbringung von Windabdeckungen oder verschließbar...**

Ausgewählte Maßnahme

**Abdeckung von offenen Kaminen, um Lüftungsverluste und Zugerscheinungen zu verhindern**  
  
Amortisationsdauer **sehr kurz (weniger als 2 Jahre)**

Wenn sichergestellt ist, daß eine ausreichende Lüftung vorhanden ist, können Lüftungsgitter auf die Kamine aufgesetzt werden, um eine kontrollierte Schachtlüftung zu erreichen.

**Kann jederzeit ausgeführt werden**

Damit verbundene Informationen

**Sanierungsmaßnahmen**

# ECA – Matrix zu Beispielgebäuden und Sanierungsmaßnahmen

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

# ECA – Matrix zu Beispielgebäuden und Sanierungsmaßnahmen

		<b>Beispielgebäude &amp; Sanierungsmaßnahmen</b>					
<b>Ordnen von:</b> Beispielgebäuden		<input type="text" value="Baujahr"/>					
Sanierungsmaßnahmen		<input type="text" value="Technologie"/>					
Land	 Sanierungsmaßnahmen  Beispielgebäude						
<b>Vor 1930</b>							
			✓	✓	✓	✓	
		✓	✓	✓	✓	✓	
<b>1930-1950</b>							
		✓	✓		✓	✓	✓
				✓			
		✓	✓		✓	✓	✓
		✓	✓	✓	✓	✓	
						✓	

# ECA – Beispielgebäude

	<b>Beispielgebäude</b>	<b>Modellhafte Sanierung einer Schule (MOSES) in Stuttgart-Plieningen, Deutschland</b>	<b>Download BERICHT (PDF-Datei)</b>													
<b>Allgemeine Daten</b>	<b>Allgemeine Daten</b>															
<b>Lage, Typologie</b>																
<b>Vor der Sanierung</b>																
<b>Sanierungskonzept</b>																
<b>Energieeinsparung</b>																
<b>Nutzerbewertung</b>																
<b>Kosten</b>																
<b>Erfahrungen</b>																
<b>Zusatzinformationen</b>																
	<table border="1"><tr><td>Projektadresse</td><td>Grund- und Hauptschule Plieningen Paracelsusstraße 4 70599 Stuttgart Deutschland</td></tr><tr><td>Baujahr</td><td>1936 / 1957 / 1970</td></tr><tr><td>Sanierung</td><td>1996 - 1997</td></tr><tr><td>Gesamtgrundfläche</td><td>5260 m<sup>2</sup></td></tr><tr><td>Anzahl Schüler</td><td></td></tr><tr><td>Anzahl Klassenzimmer</td><td>25 + 3 Fachräume</td></tr><tr><td>Typisches Klassenzimmer</td><td>60 m<sup>2</sup> 20 - 25 Schüler</td></tr></table>	Projektadresse	Grund- und Hauptschule Plieningen Paracelsusstraße 4 70599 Stuttgart Deutschland	Baujahr	1936 / 1957 / 1970	Sanierung	1996 - 1997	Gesamtgrundfläche	5260 m <sup>2</sup>	Anzahl Schüler		Anzahl Klassenzimmer	25 + 3 Fachräume	Typisches Klassenzimmer	60 m <sup>2</sup> 20 - 25 Schüler	 <p>◀ Südansicht des Schulgebäudes ▶</p>
Projektadresse	Grund- und Hauptschule Plieningen Paracelsusstraße 4 70599 Stuttgart Deutschland															
Baujahr	1936 / 1957 / 1970															
Sanierung	1996 - 1997															
Gesamtgrundfläche	5260 m <sup>2</sup>															
Anzahl Schüler																
Anzahl Klassenzimmer	25 + 3 Fachräume															
Typisches Klassenzimmer	60 m <sup>2</sup> 20 - 25 Schüler															

## Projektzusammenfassung

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.

## Sanierungsmaßnahmen

- Wärmedämmverbundsystem, teilweise Innendämmung
- Wärmeschutzverglasung
- Polystyrolämmung der obersten Geschoßdecke in Eigenarbeit durch Lehrer und Schüler
- Ersatz des Beleuchtungssystems, tageslichtabhängige Kunstlichtregelung
- neue Gaskessel (Brennwertkessel/Niedertemperaturkessel), neue Heizkörper

# ECA – Beispielgebäude

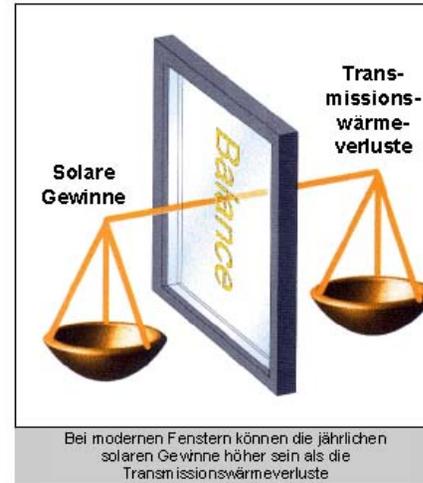
	<b>Beispielgebäude</b>	Egebjerg Schule, Ballerup, Dänemark	<b>Download BERICHT (PDF-Datei)</b>
<b>Allgemeine Daten</b>	<b>Erfahrungen</b> Einige Eltern von Schülern mit Allergien waren besorgt, daß es im neuen natürlichen Lüftungssystem keinen Pollenfilter gibt. Es war jedoch nicht möglich, Pollen in den Zuluftrohren oder im Kriechkeller, der als Sammelstelle der Zuluft genutzt wird nachzuweisen. Außerdem wird der Pollengehalt niemals das Außenniveau überschreiten, dem die Schüler die meiste Zeit ausgesetzt sind. Falls es nötig ist, kann ein elektrostatischer Filter installiert werden, der nur einen geringen Widerstand für die Luftströmung bietet.		
<b>Lage, Typologie</b>			
<b>Vor der Sanierung</b>			
<b>Sanierungskonzept</b>			
<b>Energieeinsparung</b>			
<b>Nutzerbewertung</b>			
<b>Kosten</b>			
<b>Erfahrungen</b>			
<b>Zusatzinformationen</b>			
	<b>Planungshilfen - Lüftung</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Die Nutzung des Kriechkellers zur Verteilung der angesaugten Frischluft ersetzt das Vorwärmen der Zuluft. Dafür notwendig ist die sorgfältige Planung der Dämmung der Kellerdecke.</li><li>■ Die Erdleitungen zur Frischluftzuführung müssen zu den Drainagerohren in ausreichendem Abstand verlegt werden, um das Einsickern von Wasser bei höherem Grundwasserspiegel zu vermeiden.</li><li>■ Die Messergebnisse zeigen, dass die Steuerung der natürlichen Lüftung durch Anwesenheitssensoren anstelle von CO<sub>2</sub>-Fühlern vereinfacht werden kann (preiswerter und zuverlässiger). Das gilt auch für die Zuluftregelung, indem anstatt der CO<sub>2</sub>-Fühler eine Zeitschaltung das Schließen der Auslassfenster einfacher regulieren kann.</li></ul>		
	Planungshilfen		
	<p>Natürliche Lüftungssysteme sind sehr robust gegenüber geöffneten Fenstern - der Luftdruck muß im Gegensatz zu mechanischen Lüftungsanlagen nicht aufrechterhalten werden. Schüler und Lehrer öffnen oftmals die Fenster, um von der Frischluft zu profitieren, nicht nur weil die Innenluftqualität schlecht ist. Das automatische Öffnen und Schließen des Solarkamins sorgt manchmal für Probleme, weil der Motor die Abdeckungen etwas zu verziehen scheint. Deshalb sollte der Motor mit Bedacht angeordnet werden.</p> <p>Die Regelung der Anlagentechnik ist stark automatisiert. Es ist den Nutzern (Schüler und Lehrer) nicht möglich, die Sollwerte zu verändern. Nur der Hausmeister der Schule hat vollen Zugriff auf den Hauptrechner des Gebäudemanagementsystems. Es gibt eine sehr effiziente Regelung des Innenklimas (Raumtemperatur und Lüftungsströme) und es war bis jetzt noch nicht nötig daß der Hausmeister die Heizkörperregelung oder andere Sollwerten verändern. Die Nutzer können die Fenster öffnen, um die Lüftung zu verbessern, dies ist der einzige Parameter, den die Nutzer direkt beeinflussen können. Das System hat viele neue Regeleinheiten, die korrekt funktionieren müssen, um ein zufriedenstellendes Innenraumklima zu erreichen. Es gab bisher nur einige wenige Probleme mit zwei der CO<sub>2</sub>-Sensoren, die danach ausgetauscht wurden.</p>		

# ECA – Matrix zu Beispielgebäuden und Sanierungsmaßnahmen

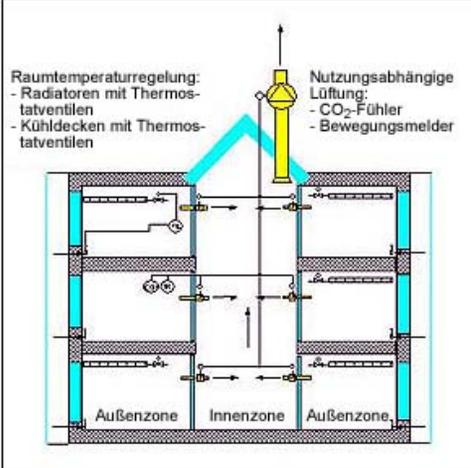
		<b>Beispielgebäude &amp; Sanierungsmaßnahmen</b>			
Ordnen von:					
Beispielgebäuden		<input type="text" value="Land"/>			
Sanierungsmaßnahmen		<input type="text" value="Gebäudehülle"/>			
Land		Gebäudehülle			
		Fenster	Dämmung	Fassadenbekleidung	Türen
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# ECA – Sanierungsmaßnahmen

	<b>Sanierungsmaßnahmen</b>	<b>Gebäudehüllfläche</b>	<b>Download of REPORT as PDF</b>
<b>Einleitung</b>			
<b>Fenster</b>			
<b>Dämmung</b>			
<b>Fassadenbekleidung</b>			
<b>Türen</b>			
	<p><b>Fenster</b> Die Fenster sind immer noch der am schlechtesten gedämmte Teil der Gebäudehülle. Der U-Wert, ein Maßstab für die Dämmwirkung eines Bauteils, ist normalerweise 4 bis 10 mal höher als der von anderen Hüllflächenbauteilen. In manchen Ländern führte das zum Einsatz sehr kleiner Fensterflächen, aber derzeit wird wieder mit größeren Fensterflächen geplant, da sich die Verglasungen im thermischen Bereich deutlich verbessert haben. In der pdf-Datei wird in Englisch über den derzeitigen Stand der Fenster vor allem im energetischen Bezug berichtet. Der Bericht ist unterteilt in die folgenden Kapitel: "Sealed units" = Verglasung (Low-E-Beschichtungen, Gasfüllungen, Abstandhalter), "Frame constructions" = Rahmenkonstruktionen, "U-value/g-value" = U-Wert/g-Wert, "An overview of existing solutions" = Überblick über vorhandene Lösungen und "Research and development" = Forschung und Entwicklung (Dreifachverglasung, gedämmte Rahmen und verbesserte g-Werte). Spezialprodukte wie Sonnenschutzverglasung und Sicherheitsglas werden nicht beschrieben.</p> <p>Fenster bestehen aus einer Menge einzelner Komponenten (Verglasung, Gasfüllung, Abstandhalter, Rahmen) die unterschiedlich kombiniert werden können, damit das Fenster die Anforderungen an den Wärmeschutz, das Tageslichtangebot, den Sonnenschutz und den Lärmschutz, etc. erfüllt. Es ist nicht immer klar, wie der U-Wert gegenüber dem g-Wert gewichtet werden soll, da auch andere Faktoren Einfluß auf die Leistung des Fensters bzw. die Anforderungen an ein Fenster haben, wie z.B. die Orientierung des Fensters, außenliegende Verschattungen, die Gebäudemasse, interne Gewinne, etc. Bei jeder Sanierung sollte eine Bewertung oder Berechnung durchgeführt werden, um das optimale Fenster für einen geringen Energieverbrauch zu bestimmen.</p> <p>Gut gedämmte Verglasungen, d.h. Verglasungen mit einem U-Wert in Scheibenmitte von weniger als 1 W/m<sup>2</sup>K weisen manchmal an der Außenseite Kondensation auf, ein rein ästhetisches Problem. Dies tritt vor allem bei klaren, windstillen Nächten auf, verschwindet aber am späten Morgen. Es muß sich zeigen, wie stark dies die Anwendung von gut gedämmten Verglasungen beeinträchtigt.</p> <p>Die meisten Fensterglaserhersteller verwenden heutzutage einen Abstandhalter aus 0,4 mm starkem verzinkten Stahl aber manchmal wird auch ein gedämmter (Kunststoff-) Abstandhalter eingesetzt, neben der Energieeinsparung kann dadurch auch eine mögliche Kondensation im Inneren der Scheibe vermieden werden.</p> <p>Im Bereich der Rahmen fand in den meisten Ländern in den letzten Jahren keine Weiterentwicklung statt, da man sich hier vor allem auf die Reduzierung der Instandhaltungskosten konzentriert hat. Es werden</p>		



# ECA – Sanierungsmaßnahmen

	<b>Sanierungsmaßnahmen</b>	<b>Lüftung</b>	<b>Download of REPORT as PDF</b>
<b>Einleitung</b>	<b>Hybride Lüftungssysteme</b>		
<b>Natürliche Lüftung</b>	Natürliche Lüftung verursacht oftmals einen geringeren Energieverbrauch, aber unter bestimmten Bedingungen kann sich eine unbefriedigende Lernumgebung einstellen. Die Funktion eines Lüftungssystems sollte regelmäßig kontrolliert werden. Bei einer Sanierung muß oft zwischen einem natürlichen und einem mechanischen Lüftungssystem entschieden werden. Es ist jedoch möglich, aus beiden Systemen die besten Eigenschaften zu kombinieren und so ein neuartiges Lüftungssystem, eine hybride Lüftung zu kreieren. Die Grundprinzipien für ein hybrides Lüftungssystem sind:		
<b>Mechanische Lüftung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Natürliche und mechanische Lüftung</li></ul> Basiert auf zwei gänzlich unabhängigen Systemen, bei denen die Regelung entweder zwischen den Systemen wechselt oder ein System genutzt wird, um spezifische Aufgaben zu erfüllen und das andere für die restlichen Aufgaben.		
<b>Hybride Lüftung</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Natürliche Lüftung mit Unterstützung durch Ventilatoren:</li></ul> Natürliche Lüftung in Kombination mit Abluft oder Zuluftventilatoren		
<b>Regelung &amp; Info</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mechanische Lüftung mit Unterstützung durch Auftriebs- und Windeffekte</li></ul> Basiert auf einem mechanischen Lüftungssystem, das die vorhandenen natürlichen Antriebskräfte optimal ausnutzt.		
			
<p>Hybrides Lüftungskonzept: Mechanische Abluft + Außenwandluftdurchlässe</p>			
<p>Die hybride Lüftung ist eine relativ neue Technologie und könnte in vielen Sanierungen eingesetzt werden. Sie kann jedoch auch zu Problemen führen. Hybride Lüftungssysteme benötigen eine sorgfältige Planung. Gemäß bereits gemachter Erfahrungen kann sowohl eine gute Raumluftqualität als auch eine gute thermische Behaglichkeit erreicht werden. Eine besonders gute Energieeffizienz ist jedoch schwierig zu erreichen. In der Zukunft wird es neue Entwicklungen im Bereich der Regelung geben. Die Regelung kann auf der Raumluftqualität oder der Raumtemperatur (z.B. bei Nachtlüftung) basieren.</p>			

# ECA – Energieverbrauchsbewertung



Beschreibung des Gebäudes

Das Gebäude ist ein(e):    
 Gebäudenutzfläche [m<sup>2</sup>]:

Das Bezugsklima ist: **mittleres Klima Deutschland**   
 Hier klicken für weitere Informationen zur gewählten Klimazone

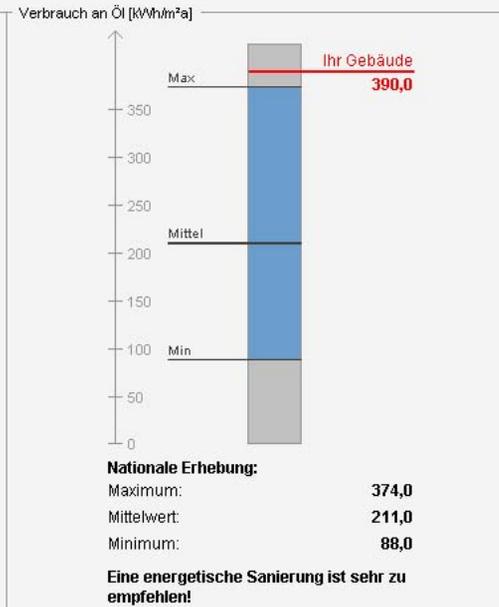
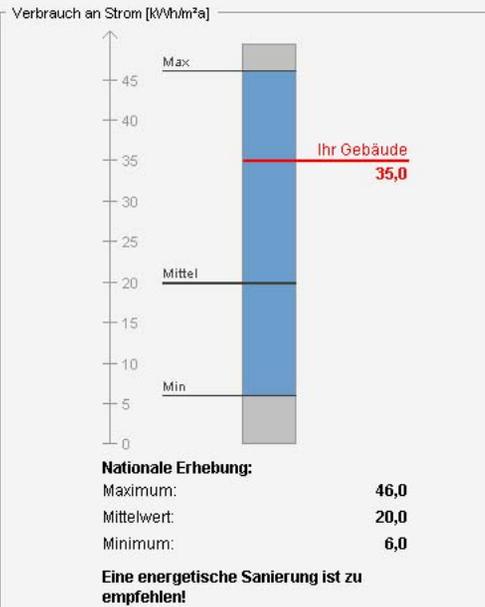
Stromverbrauch

Beinhaltet bereits den Heizenergieverbrauch   
 Verbrauchseinheit:    
 Verbrauch:

Heizenergieverbrauch

Energieträger:    
 Verbrauchseinheit:    
 Verbrauch:

**Achtung: Alle Werte werden in kWh/m<sup>2</sup>a angezeigt.**



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

# 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

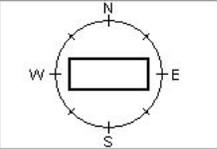
### Beschreibung des Gebäudes im Ist-Zustand

**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	mehrgeschössige 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>	<b>weitere Informationen zum Beispielgebäude per Bildklick</b>
	
Orientierungswahl: Diagramm klicken!	Wausau West High School, Wisconsin, USA
<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

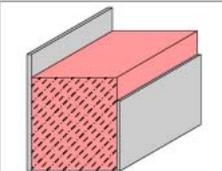
beheiztes Bruttovolumen [m <sup>3</sup> ]	26986	beheizte Grundfläche [m <sup>2</sup> ]	5802
AM-Verhältnis [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,39	Summe Gebäudehüllflächen [m <sup>2</sup> ]	10391

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 [m <sup>2</sup> ]	3510,21	Instandhaltungskosten 8,00 €/m <sup>2</sup> a
Aufbau	30 cm Ziegelmauerwerk	
	30 cm Ziegelmauerwerk und beidseitiger Putz	
U-Wert Ist-Zustand	1,2 W/m <sup>2</sup> K	

Dies ist eine Sowiesomaßnahme

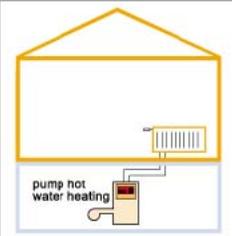
### Heizungs- und Lüftungssystem

Auswahl der Anlagentechnik im Ist-Zustand

Energieträger für Heizzwecke Pumpenheißwasserheizung, 90/70 °C

Lüftungsart natürliche Lüftung

Details der Anlagentechnik



#### Detaillierte Beschreibung der gewählten Anlage

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

Instandhaltungskosten	10,00 €/m <sup>2</sup> K
neue Regelung	keine Absenkung
Energieträger	Öl

Dies ist eine Sowiesomaßnahme

# ECA – Entwicklung eines Sanierungskonzepts

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

verbessertes 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

verbessertes 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

verbessertes 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)

# 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 – 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>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: **Finanzielle Kennwerte** Ergebnisse: **flächenbezogen**

Auswahl: **Kapitalwert** Bedarfswerte Einsparungen

**Kapitalwert**  
alle Werte in €/m²

Konzept	Kapitalwert (€/m²)
Konzept 1	-71,0
Konzept 2	-110,0
Konzept 3	-110,0
Konzept 4	30,0
Konzept 5	-15,0

# 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
- Liste liegt vor dem Hörsaal am Demonstrationsrechner aus

**kostenfrei**