

Stefan Schirmer

Erfahrungsbericht zu den dena-Modellvorhaben

„Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“

03. November 2009, Kongress Zukunftsraum Schule, Stuttgart

## Die Gesellschafter der Deutschen Energie-Agentur.

**dena**

**Bundesrepublik  
Deutschland**

**50%**

- **Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie**
- **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**
- **Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung**
- **Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

**KfW Bankengruppe**

**26%**

**Allianz SE**

**8%**

**Deutsche Bank AG**

**8%**

**DZ Bank AG**

**8%**

**Geschäftsführung**

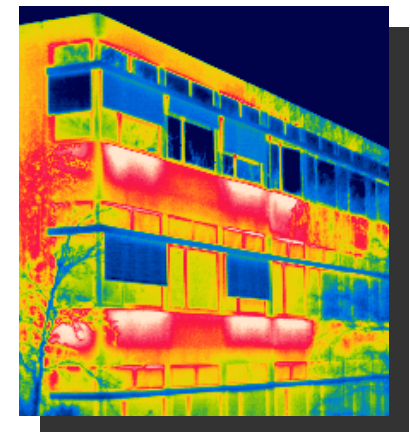
**Stephan Kohler – Vorsitzender  
Andrea Weinert**

## Energieeffizienzziele in Deutschland.

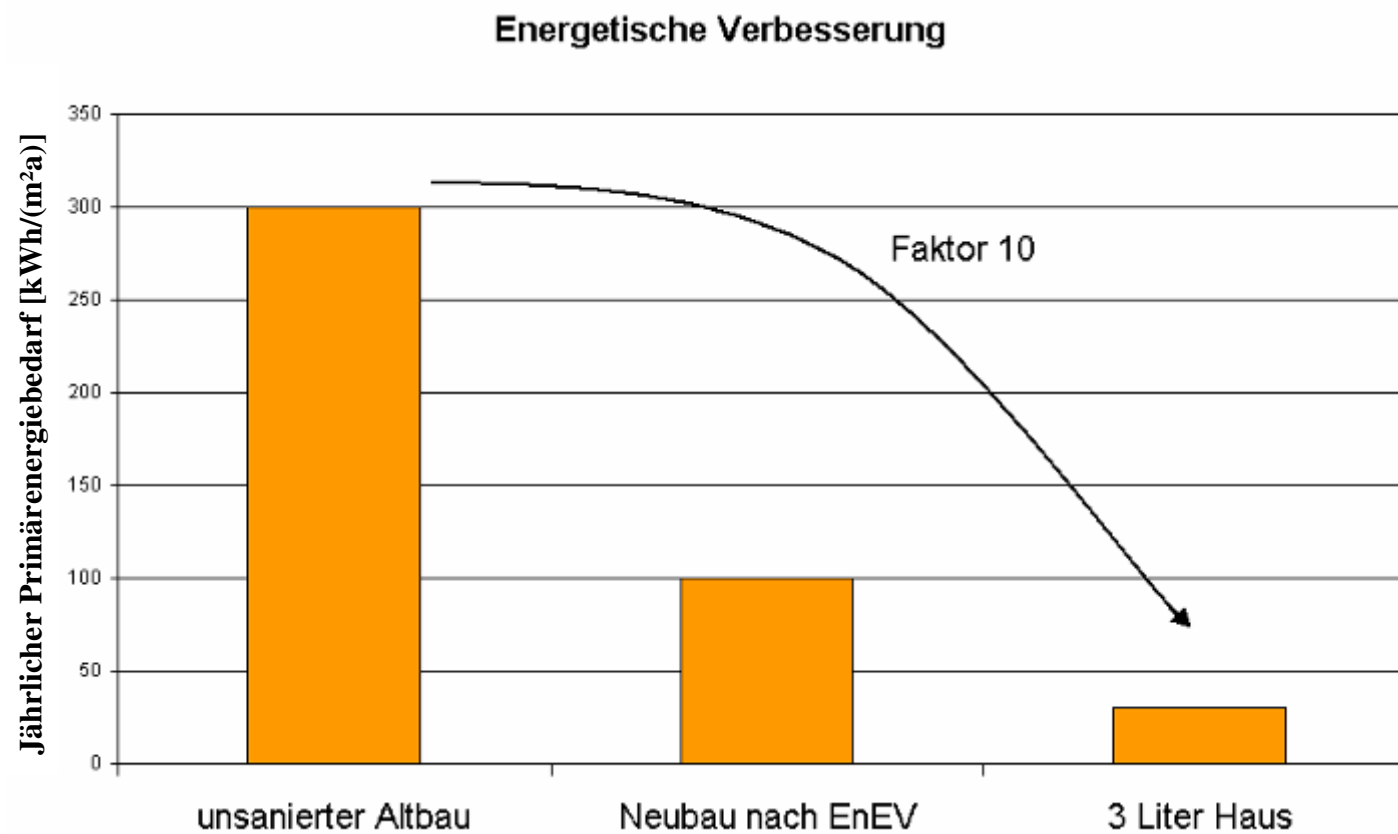
- Reduktion des Treibhausgasausstoßes um 40% (2020 gegenüber 1990)
- Verdopplung der Energieproduktivität (BIP pro PEV; 2020 gegenüber 1990)
- Steigerung des Anteils der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf 25-30% bis 2020
- Steigerung der Erneuerbaren Energien im Wärmesektor auf 14% bis 2020
- Steigerung des Anteils von Strom aus KWK an der Stromerzeugung auf 25% bis 2020

## Handlungsfeld öffentliche Gebäude.

- **Zweit Drittel** der kommunalen Emissionen verursachen 176.000 kommunale Gebäude (rund 16 Mt CO<sub>2</sub>).
- Energiekosten für kommunale Gebäude: rund **2,6 Mrd €**
- Mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs entfällt dabei auf die rund **40.000** allgemeinbildenden Schulen.
- Einsparpotenzial energetische Sanierung in NWG: ca. **70%**
- Einsparpotenzial durch Energiespar-Contracting: ca. **30%** in geeigneten Liegenschaften



## Technisches Potenzial der energieeffizienten Sanierung: Reduzierung um Faktor 10.







dena-Modellvorhaben

„Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“

Pilotphase ab April 2007

2. Projektphase ab 1. Oktober 2009

## Modellvorhaben

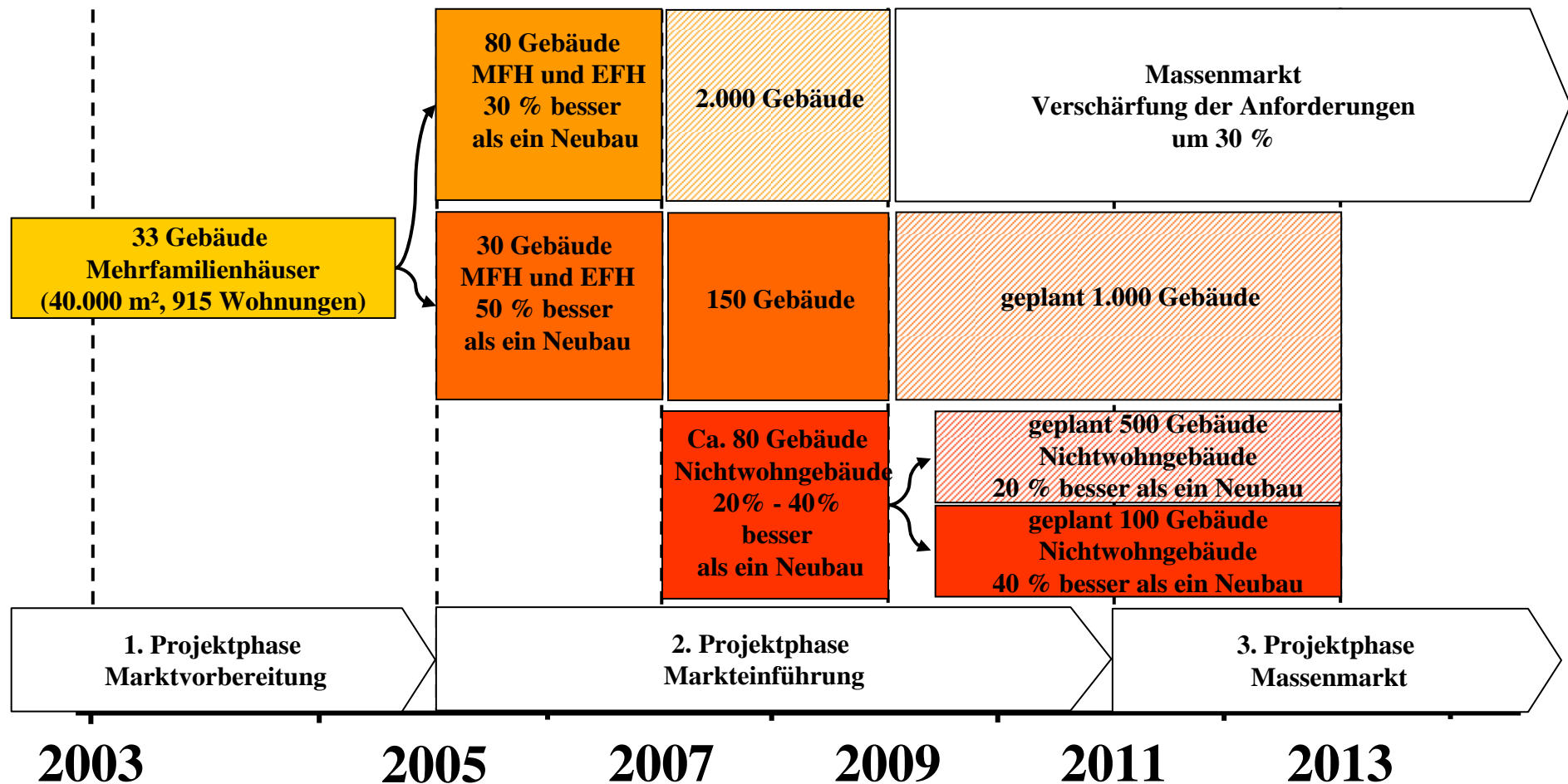
### „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“.

- Entwicklung von energetischen Standards für Nichtwohngebäude
- Anregen von Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien
- Verstärkte Markteinführung energieeffizienter Technologien
- Erzeugung von Nachahmungseffekten durch Wissenstransfer und Öffentlichkeitsarbeit
- dena-Support:
  - Begleitung durch dena und externe Fach-Coaches
  - Workshops für Teilnehmer zu Planungsdetails, Energiemanagement
  - Wissensdatenbank mit unterstützenden Planungshilfen, Servicepaket „Presse- und Öffentlichkeitsarbeit“





## Best-Practices als Marktvorbereitung.



## Regionale Verteilung der 56 Teilnehmer mit 74 Gebäuden.



Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ - Pilotphase ab 2007

Länderverteilung	Projekte Stand 23.10.2009	Projekte Stand 12 / 2007
Baden-Württemberg	8	9
Bayern	17	19
Berlin	0	2
Brandenburg	1	3
Bremen	0	0
Hamburg	0	1
Hessen	6	7
Mecklenburg-Vorpommern	1	1
Niedersachsen	4	6
NRW	9	13
Rheinland-Pfalz	3	4
Saarland	0	0
Sachsen	1	3
Sachsen-Anhalt	1	3
Schleswig-Holstein	4	4
Thüringen	1	3
<b>Summe</b>	<b>56</b>	<b>78</b>

## Projektstand Pilotphase.

- Restliche Teilnehmer am Modellvorhaben: 56 Projekte mit 74 Gebäuden
- 5 fertiggestellte Projekte:
  - 26129 Oldenburg, Niedersachsen, Berufsbildende Schule Haarentor
  - 37351 Dingelstädt, Thüringen, Kindertagesstätte „Bummi“
  - 67059 Ludwigshafen, Rheinland-Pfalz, Wilhelm-Hack-Museum
  - 79862 Höchenschwand, Baden-Württemberg, Hauptschule Höchenschwand
  - 97753 Karlstadt, Bayern-Mainfranken, Hallenbad mit Turnhalle
- Weitere 2 fertiggestellte Gebäude als erster Bauabschnitt:
  - 93049 Regensburg, Bayern, Goethe Gymnasium Mittagsbetreuung (ehem. Turnhalle)
  - 93426 Roding, Bayern, Grundschule und Hauptschule, Rundsporthalle
- 31 Gebäude sind im Bau
- Standard:
  - 15 Gebäude EnEV – 20%
  - 59 Gebäude EnEV – 40%
- 49 Kommunen und 7 gemeinnützige Vereine
- 51 Schulgebäude, 10 Sportbauten, 5 Gemeinschaftsstätten, 3 Kindergärten, 4 Gemeinschaftsunterkünfte und 1 Museum

## Baualterklassen.



Baualter: inkl. 9 Denkmale

- 1 Gebäude 1591  
(Rathaus im Fachwerkensemble  
Wienhausen bei Celle)
- 6 Gebäude 1850 – 1899
- 9 Gebäude 1900 – 1945
- 14 Gebäude 1946 – 1959
- 22 Gebäude 1960 – 1969
- 22 Gebäude 1970 – 1979
- 0 Gebäude 1980 – 1990

## Denkmalgeschützte Gebäude in den dena - Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand“.

Wohn- und Nichtwohngebäude Denkmalschutz		Modellvorhaben NEHB gesamt	Modellvorhaben unter Denkmalschutz	
Wohn- gebäude	Standard EnEV minus 30%	90	11	12%
	Standard EnEV minus 50%	237	18	7,6%
	Summe Wohngebäude	327	29	8,9%
NWG	Standard EnEV minus 20%	15	2	13%
	Standard EnEV minus 40%	59	7	14,8%
	Summe NWG (Gebäude)	74	9	11,8%
<b>Gesamtsumme WG + NWG</b>		<b>401</b>	<b>38</b>	<b>9,5%</b>



## Maßnahmen der energetischen Sanierung in den Modellvorhaben.

### 1. Gebäudehülle: Minimierung der Wärmeverluste:

- Dämmung der Außenwand 12 – 30 cm
- Dämmung Dach 20 – 40 cm
- Dämmung Kellerdecke 5 – 20 cm
- Fensteraustausch 2- oder 3-Scheiben-Verglasung,  $U_w = 0,8 – 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Lückenlose Luftdichtigkeit
- Minimierung der Wärmebrücken

### 2. Effiziente Anlagentechnik:

- Effiziente Heizungstechnik
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

### 3. Integration Erneuerbarer Energien



## Drei Gründe für eine Lüftungsanlage

Lüftungsanlage möglichst mit Wärmerückgewinnung zur Vermeidung von Lüftungswärmeverlusten aus 3-fachem Grund:

1. Primärenergieeinsparung durch Wärmerückgewinnung
2. Konstante Frischluft – auch bei Nacht sowie Reduzierung von Pollen, Sporen und Hausstaub
3. Bauschadensvermeidung durch Reduzierung von Feuchte und damit von Schimmelpilzbildung.

Bauphysik:

Es ist zu prüfen, ob nach der energetischen Sanierung eine Verschlechterung der bauphysikalischen Situation zu erwarten ist (insbesondere bei Innendämmung)



## Lüftungsanlagen in den Pilotprojekten

### Pilotphase des Modellvorhabens NEHBS:

- Vor Sanierung: 16 Gebäude mit Lüftungsanlage (von 78 Gebäuden)
- Nach Sanierung: 68 Gebäude mit Lüftungsanlage

davon

- Ca. 25% dezentrale Geräte in den Klassenräumen
- Ca. 25% Abluftanlagen, zum Teil mit WRG über Abluftwärmepumpen
- Ca. 40% zentrale Lüftungsanlage mit WRG
- Wenige ohne Lüftungsanlage – nur Lüftungsampeln

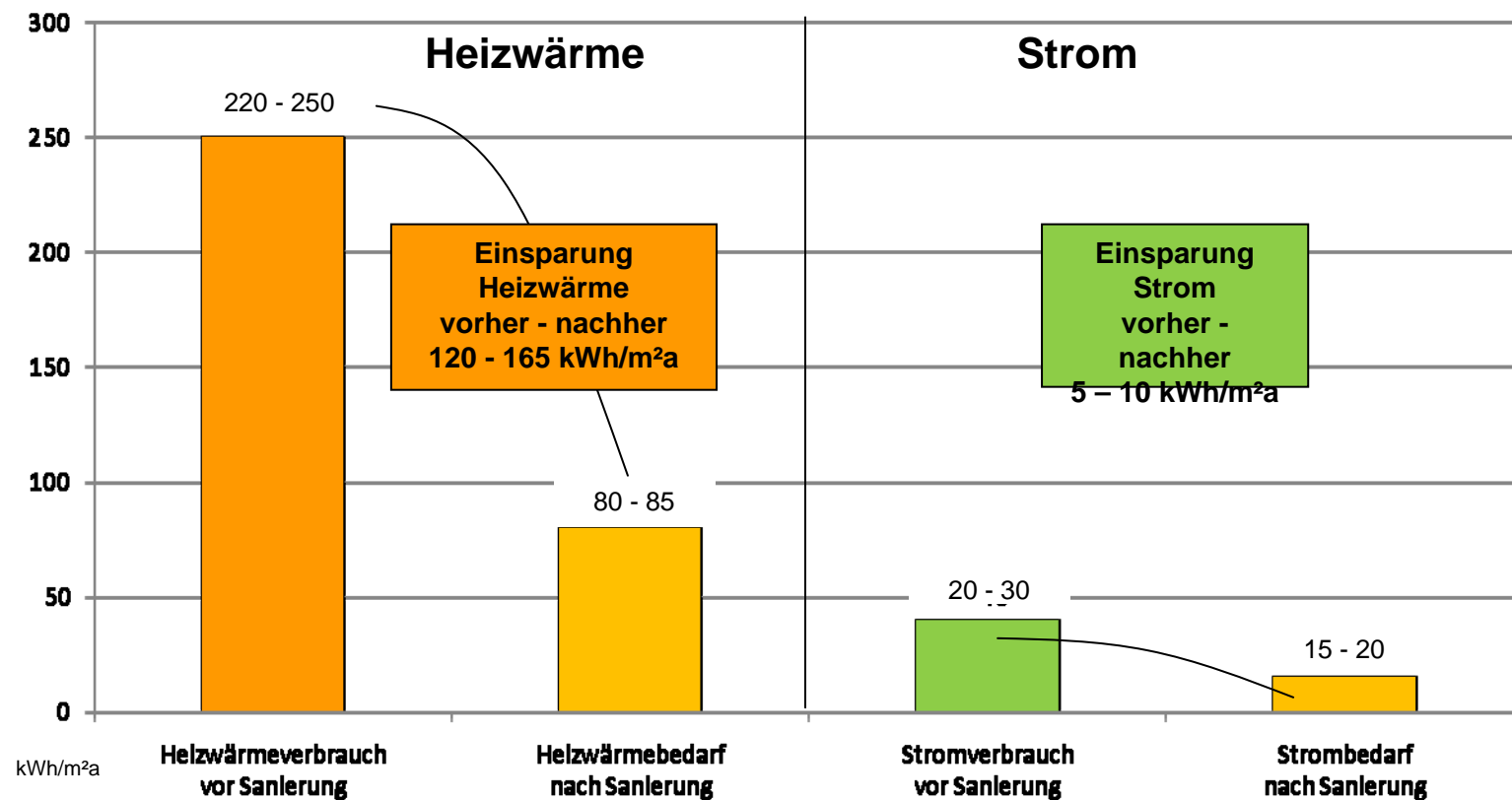
### Entscheidungsgründe:

- Investitionskostenabwägung
- Einbausituation (Leitungsführung, Gebäudeaufteilung etc.)
- Brandschutz



## Energie - Einsparpotenzial durch energetische Sanierung.

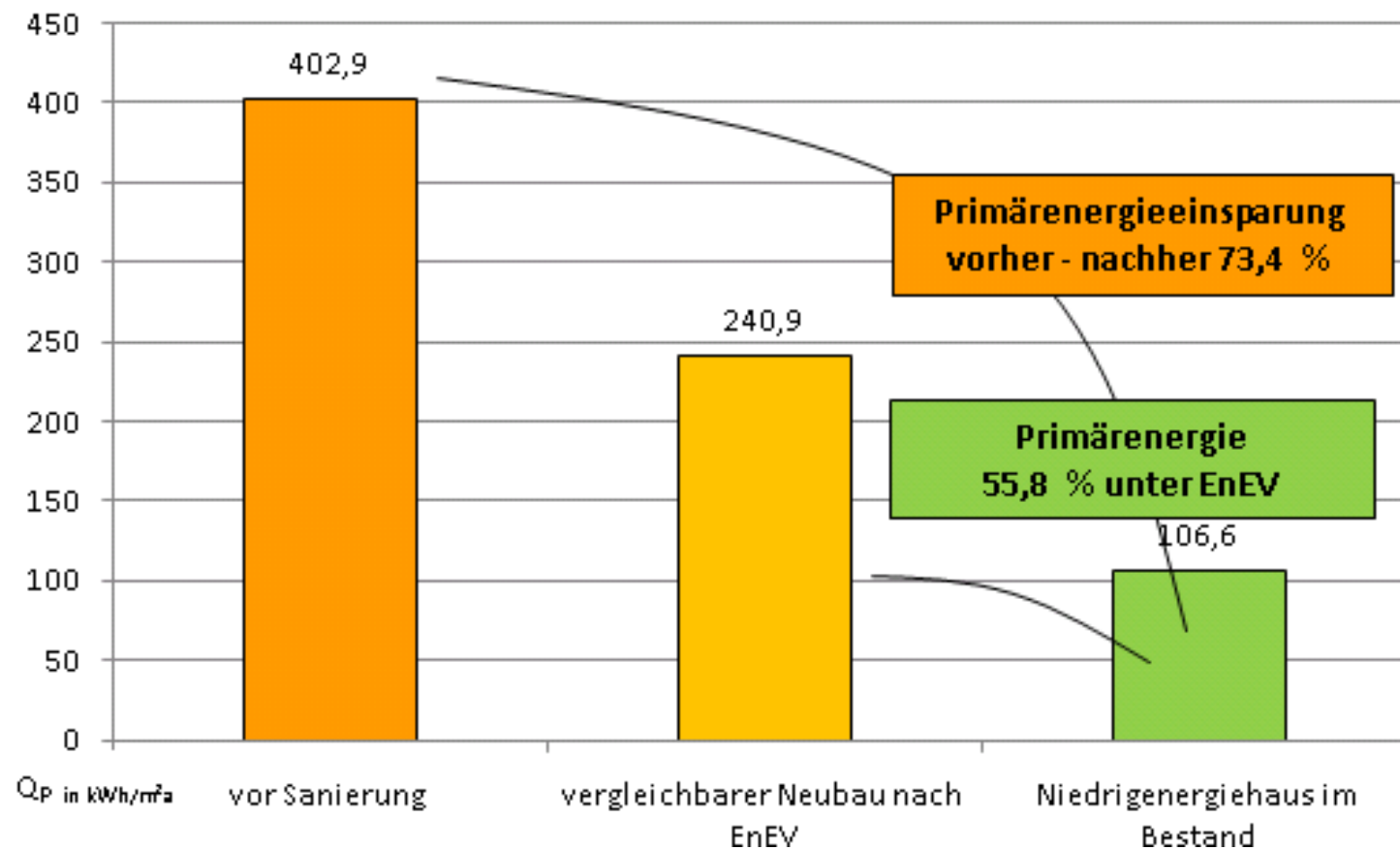
im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“



Auswertung der Pilotphase dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“

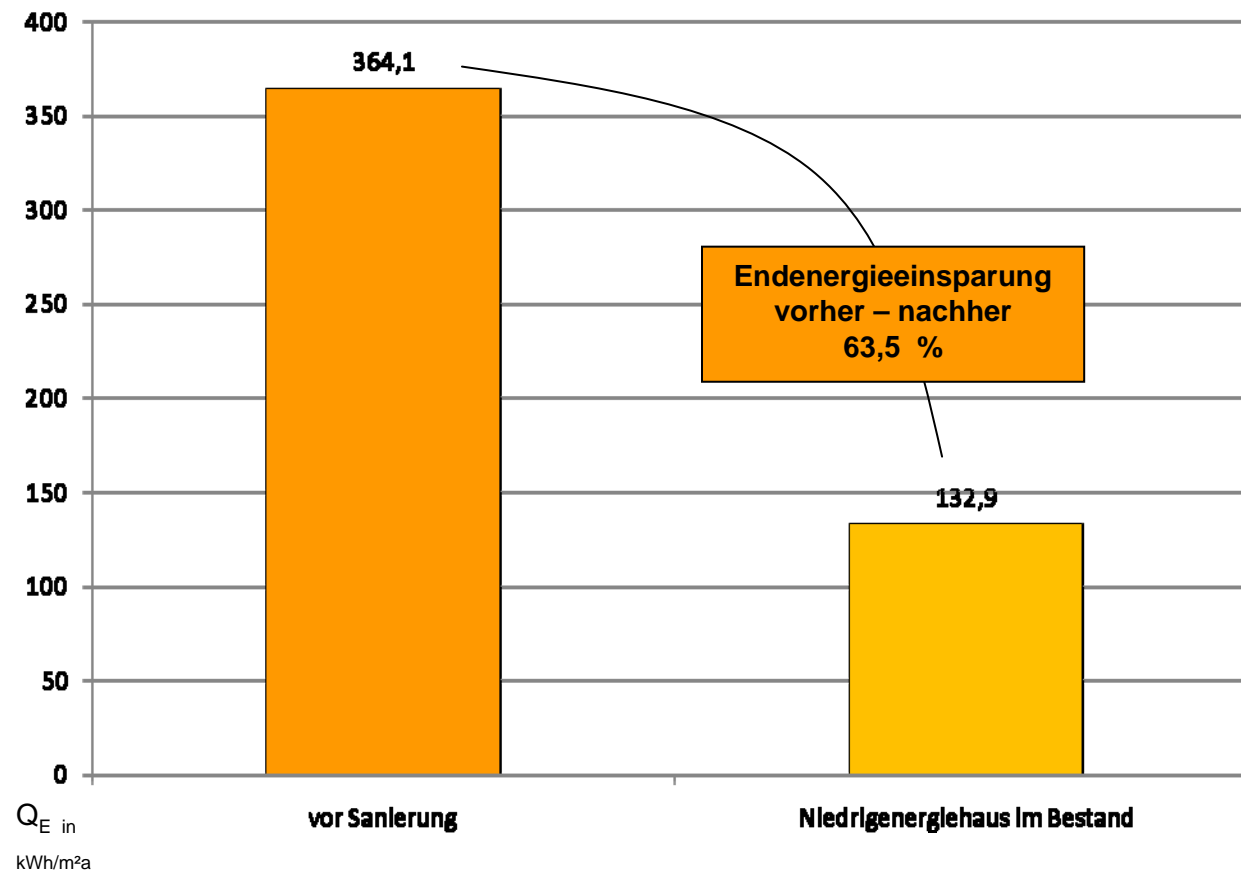
## Primärenergie - Einsparpotenziale

im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“

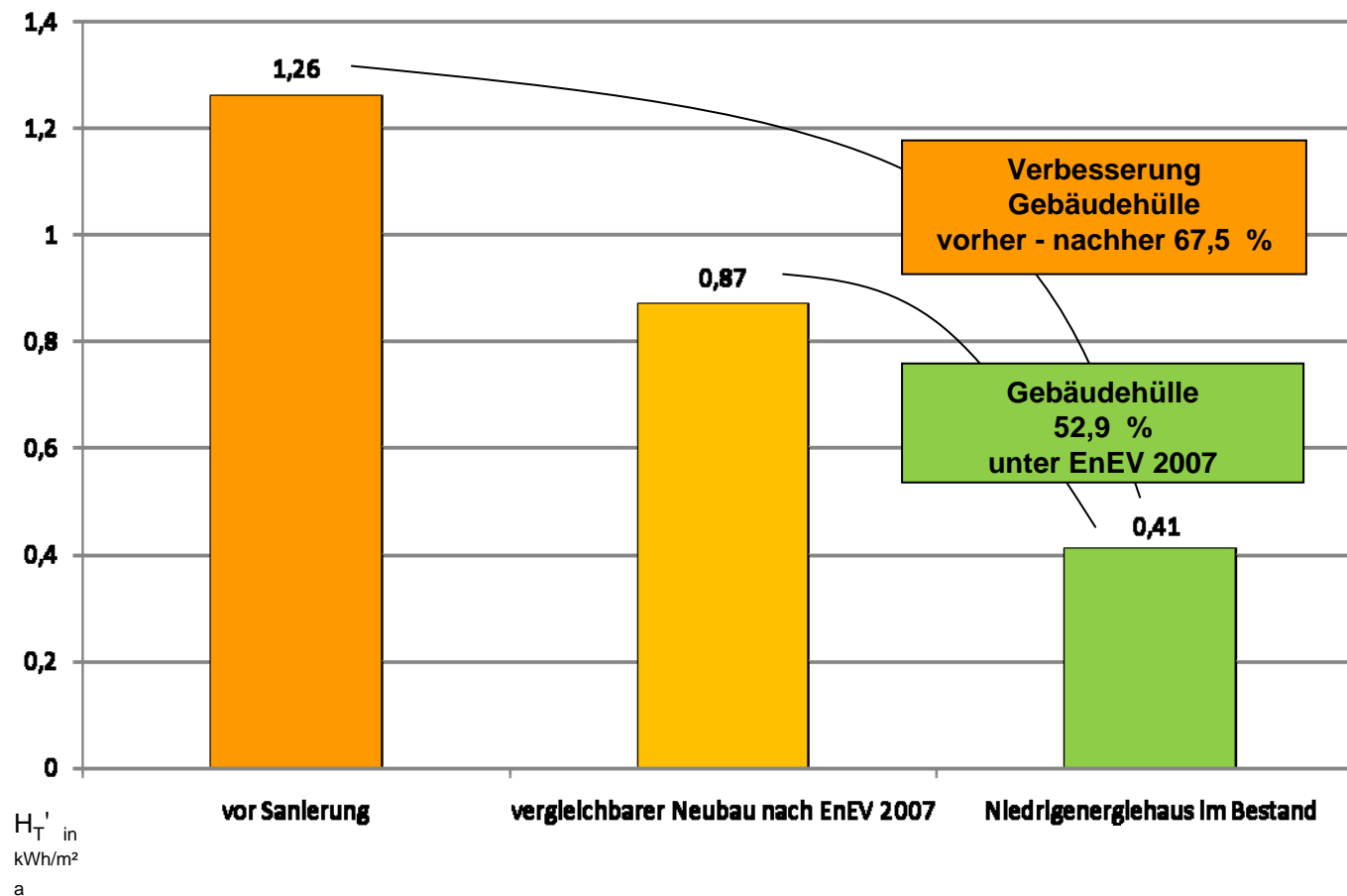


## Endenergie - Einsparpotenziale

im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“



## Potenziale zur Verbesserung der Gebäudehülle $H_T'$ im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“



## Erste Erfahrungen aus der Pilotphase.

- Umfassende **Bestandsaufnahme** vor Planungsbeginn
- Genaue **Dokumentation** der Annahmen, geplanten und durchgeführten Maßnahmen
- Besonderer Augenmerk auf die **Qualität der Hülle** bei der Verwendung von Fernwärme und Holzpellets für die Wärmeversorgung
- Umgang mit der **DIN 18599** noch ungeübt
- **Planungsprozess**: zahlreiche Planer (Architekten und Ingenieure) „üben“ noch
- Kosten für langfristiges **Energiemanagement** mit automatischer Datenerfassung (GLT) werden meist noch gespart



## 2. Projektphase des Modellvorhabens „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen und andere Nichtwohngebäude“

## 2. Projektphase.

<b>Energetische Anforderungen – finanzielle Förderung auf Basis der EnEV 2009</b>	
Antragsstellung des dena-Modellvorhabens vom 15.10.2009 bis zum 10.12.2009	
	dena - Effizienzhaus 85
Jahres-Primärenergiebedarf ( $Q_p''$ )	85 %
Transmissionswärmeverlust ( $H_T'$ ) (bezogen auf das Referenzgebäude)	100 %
Jahres-Endenergiebedarf ( $Q_E''$ )	85 % der Anforderung an $Q_p''$ für einen Neubau
KfW – Kredit bis zu	600 Euro pro m <sup>2</sup> NGF nach Sanierung

## 2. Projektphase - Anzahl und Auswahl.

Förderung der energetischen Sanierung von ca. 50 Nichtwohngebäuden öffentlicher und gemeinnütziger Träger nach folgenden Kriterien:

- Energieeinsparung bei den Bautypen:
  - Kommunale Verwaltungsgebäude
  - Gebäude mit zweischaligem Mauerwerk und Kerndämmung
  - Gebäude mit Innendämmung
- denkmalgeschützte Objekte oder sonstige erhaltenswerte Bausubstanz
- Einsatz innovativer Technologien und Konzepte
- Projekte aus den Bundesländern Niedersachsen (außer Hannover), Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen
- Projekte mit wirtschaftlichen Lösungen bei höchst möglicher Energieeinsparung
- architektonische Qualität des Entwurfes im Sinne der Baukultur

Begleitung der Projekte durch dena und regionale Partner





Sanierungsbeispiele –  
erste fertiggestellte Objekte des Modellvorhabens  
„Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“

## Berufsbildende Schule Haarentor in 26129 Oldenburg

fertig gestelltes Projekt im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ - Pilotphase



### Primärenergiebedarf $Q_p$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
271 kWh/m <sup>2</sup> a	154 kWh/m <sup>2</sup> a	70 kWh/m <sup>2</sup> a

### Spez. Transmissionswärmeverluste $H_T$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
1,81 W/m <sup>2</sup> K	1,07 W/m <sup>2</sup> K	0,54 W/m <sup>2</sup> K

**Primärenergieeinsparung**  
**CO<sub>2</sub>-Einsparung**

**74 %**  
**205 t pro Jahr**

Baujahr: 1970  
Nutzfläche: 4.082 m<sup>2</sup>  
Sanierung: 04 / 2007 – 04 / 2008  
Standard: EnEV 2007 minus 40%

Dämmung: WDVS 16 cm, Dach 22 cm  
Fenster: 2-Scheiben, gedämmter Rahmen  
Heizung: Grundlast Pellets +  
Spitzenlastkessel Gasbrennwert  
Klassenräume Lüftungsampeln  
Lüftungsanlage mit WRG in WC-Räumen

## Kindertagesstätte „Bummi“ 37351 Dingelstädt, Thüringen.

fertig gestelltes Projekt im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ - Pilotphase



### Primärenergiebedarf $Q_p$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
349 kWh/m <sup>2</sup> a	217 kWh/m <sup>2</sup> a	86 kWh/m <sup>2</sup> a

### Spez. Transmissionswärmeverluste $H_T$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
1,22 W/m <sup>2</sup> K	0,65 W/m <sup>2</sup> K	0,34 W/m <sup>2</sup> K

**Primärenergieeinsparung**

**81 %**

**CO<sub>2</sub>-Einsparung**

**89 t pro Jahr**

Baujahr: 1972  
Nutzfläche: 1.572 m<sup>2</sup>  
Sanierung: 11 / 2007 – 8 / 2008  
Standard: EnEV 2007 minus 40%

Heizung, TWW: Gas-Brennwert +  
Solarthermie 18 m<sup>2</sup> Vakuumröhren  
2 x 750 Litern Warmwasserspeicher  
Zentrale Lüftungsanlage mit WRG 85%



## Hallenbad mit Turnhalle in 97753 Karlstadt, Mainfranken

fertig gestelltes Projekt im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ - Pilotphase



### Primärenergiebedarf $Q_p$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
133 kWh/m <sup>2</sup> a	190 kWh/m <sup>2</sup> a	69 kWh/m <sup>2</sup> a

### Spez. Transmissionswärmeverluste $H_T$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
0,92 W/m <sup>2</sup> K	0,59 W/m <sup>2</sup> K	0,35 W/m <sup>2</sup> K

**Primärenergieeinsparung**  
**CO<sub>2</sub>-Einsparung**

**48 %**  
**33 t pro Jahr**

Baujahr: 1970  
Nutzfläche: 2.400 m<sup>2</sup>  
Sanierung: 08 / 2007 – 07 / 2008  
Standard: EnEV 2007 minus 40%

Heizung, TWW: Gas-BHKW +  
Spitzenlastkessel Hackschnitzel  
Zentrale Lüftungsanlage mit WRG 70%

## Wilhelm-Hack-Museum in 67059 Ludwigshafen

fertig gestelltes Projekt im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ - Pilotphase



### Primärenergiebedarf $Q_p$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
348,9 kWh/m <sup>2</sup> a	501,3 kWh/m <sup>2</sup> a	94,7 kWh/m <sup>2</sup> a

### Spez. Transmissionswärmeverluste $H_T$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
0,99 W/m <sup>2</sup> K	0,81 W/m <sup>2</sup> K	0,38 W/m <sup>2</sup> K

**Primärenergieeinsparung**  
**CO<sub>2</sub>-Einsparung**

**73 %**  
**592 t pro Jahr**

Baujahr:	1976-79
Nutzfläche:	6.678 m <sup>2</sup>
Sanierung:	04 / 2008 – 02 / 2009
Standard:	EnEV 2007 minus 40%

Dämmung: 16 - 20 cm  
 Fenster: 2-Scheiben Alu mit gedämmtem Rahmen  
 Wärmeversorgung: Fernwärme  
 Lüftung: zentral mit WRG, adiabatische Kühlung;  
 Sonstiges: Photovoltaik

## Grund- und Hauptschule in 79862 Höchenschwand

fertig gestelltes Projekt im dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ - Pilotphase



### Primärenergiebedarf $Q_p$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
209,3 kWh/m <sup>2</sup> a	264,5 kWh/m <sup>2</sup> a	72,0 kWh/m <sup>2</sup> a

### Spez. Transmissionswärmeverluste $H_T'$ :

vor Sanierung	nach EnEV-Neubau	nach Sanierung
0,82 W/m <sup>2</sup> K	0,87 W/m <sup>2</sup> K	0,51 W/m <sup>2</sup> K

**Primärenergieeinsparung**  
**CO<sub>2</sub>-Einsparung**

**74 %**  
**82 t pro Jahr**

Baujahr:	1972
Nutzfläche:	1808 m <sup>2</sup>
Sanierung:	05 / 2008 – 06 / 2009
Standard:	EnEV 2007 minus 40%

Aussenwand: 14 cm PS-Dämmung  
 Fenster: 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung  
 Wärmeversorgung: Holzhackschnitzel-Heizung  
 Lüftung: Klassenräume Fensterlüftung,  
 Lüftungsampel, Lüftungsanlage mit WRG;  
 Sonstiges: 100m<sup>2</sup> Photovoltaik





## Qualitätssicherung - Energiemanagement

## Datenerfassung.

### **Elektronische Checkliste zur Aufnahme von Bestandsgebäuden für die Berechnung nach DIN V 18599**

- **In Papierform oder elektronisch ausfüllbar zum kostenlosen Download unter:  
[www.ibp.fhg.de/wt/formularcheckliste.html](http://www.ibp.fhg.de/wt/formularcheckliste.html)**
- **Teil 1: Checkliste für die vorbereitenden Arbeiten**
- **Teil 2: Checkliste für die Gebäudebegehung**
- **Teil 3: Checkliste für die Nachbereitung**
- **Anlagen**

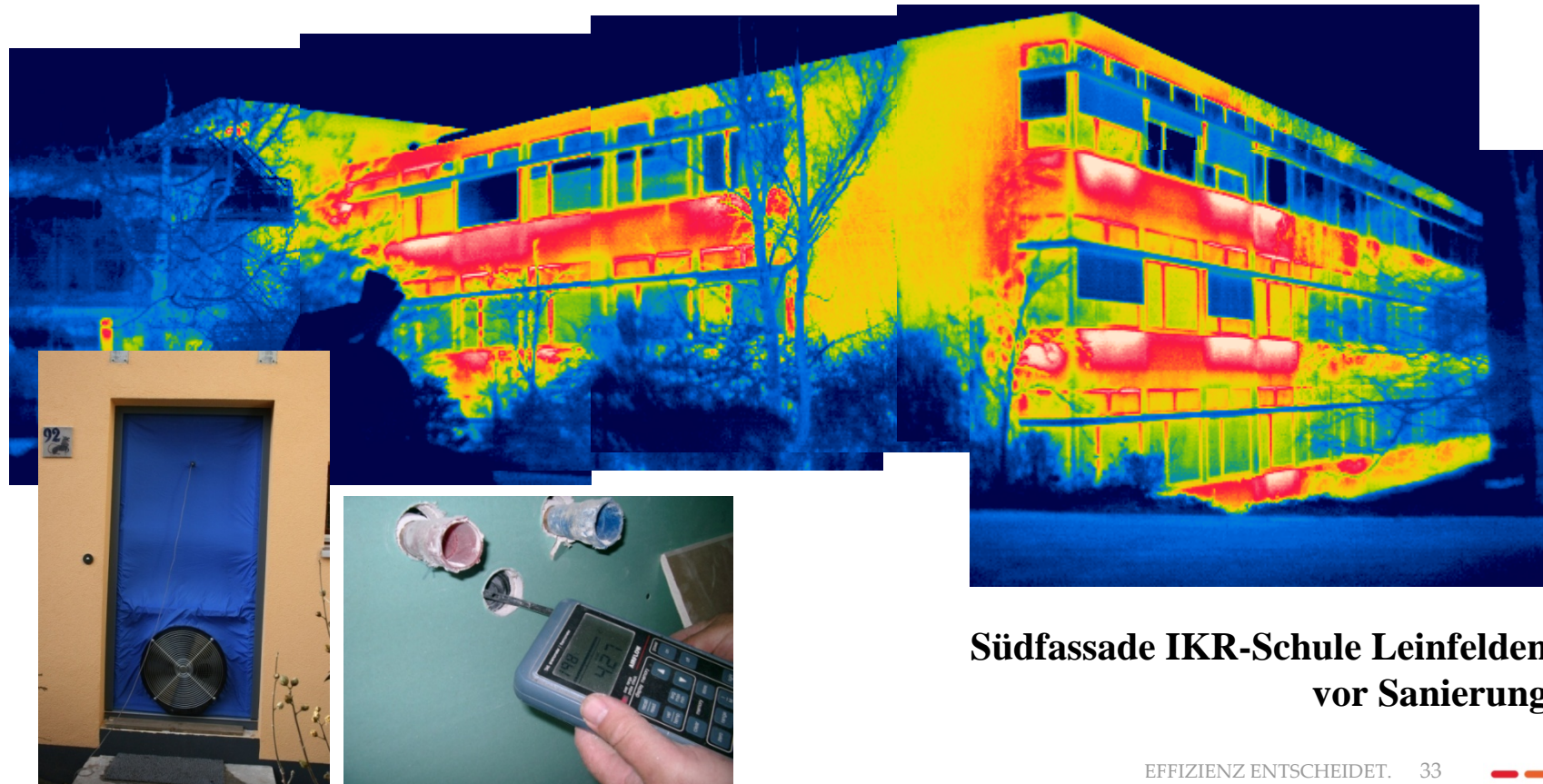




## Qualitätssicherung für Planung und Bau

**Blower-Door-Test baubegleitend und nach Fertigstellung**

**Thermographie – Visualisierung des Wärmeverlustes**



**Südfassade IKR-Schule Leinfelden  
vor Sanierung**

## Qualitätssicherung, Verbrauchsmessung

### Qualitätssicherung der Baudurchführung

- Blower-Door-Messungen
  - eine nach Abschluss der luftdichten Ebene
  - eine nach Beendigung der Bauarbeiten
- eine Thermografie-Untersuchung nach der Sanierung durch einen ausgewiesenen Fachingenieur durchgeführt werden
- Vorlage der entsprechenden Fachunternehmererklärungen mit der Dokumentation

### Verbrauchsmessung nach Fertigstellung über 3 Jahre

- Endenergieverbrauch des Wärmeerzeugungssystems nach Energieträgern [kWh, l, m<sup>3</sup>/Mon]
- Wärmeabgabe an den Heizkreis inkl. Leitungsverluste [kWh/Mon]
- Wärmeabgabe Trinkwassererwärmung [kWh/Mon] inkl. Leitungsverluste und Verbrauch [m<sup>3</sup>/Mon]
- Stromverbrauch unterteilt nach Heizungs-, Lüftungs-/Klimatisierungs-/Kühlungs-, Solar- und evt. photovoltaische Anlagen [kWh/Mon].

### Energiemanagement

- Automatisches Datenerfassung – Gebäudeleittechnik kostet nur einmal Geld, manuelle Erfassung regelmäßige Arbeitszeit → Ungenauigkeit „Faktor Mensch“



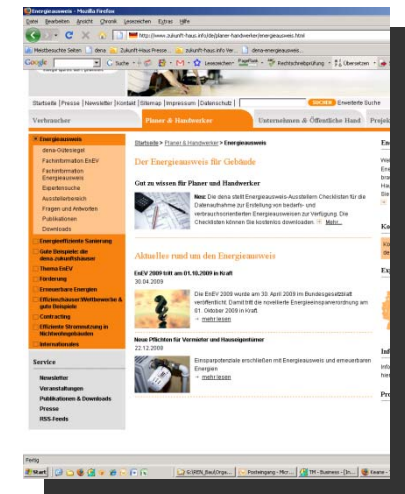
Informationsangebote der dena.

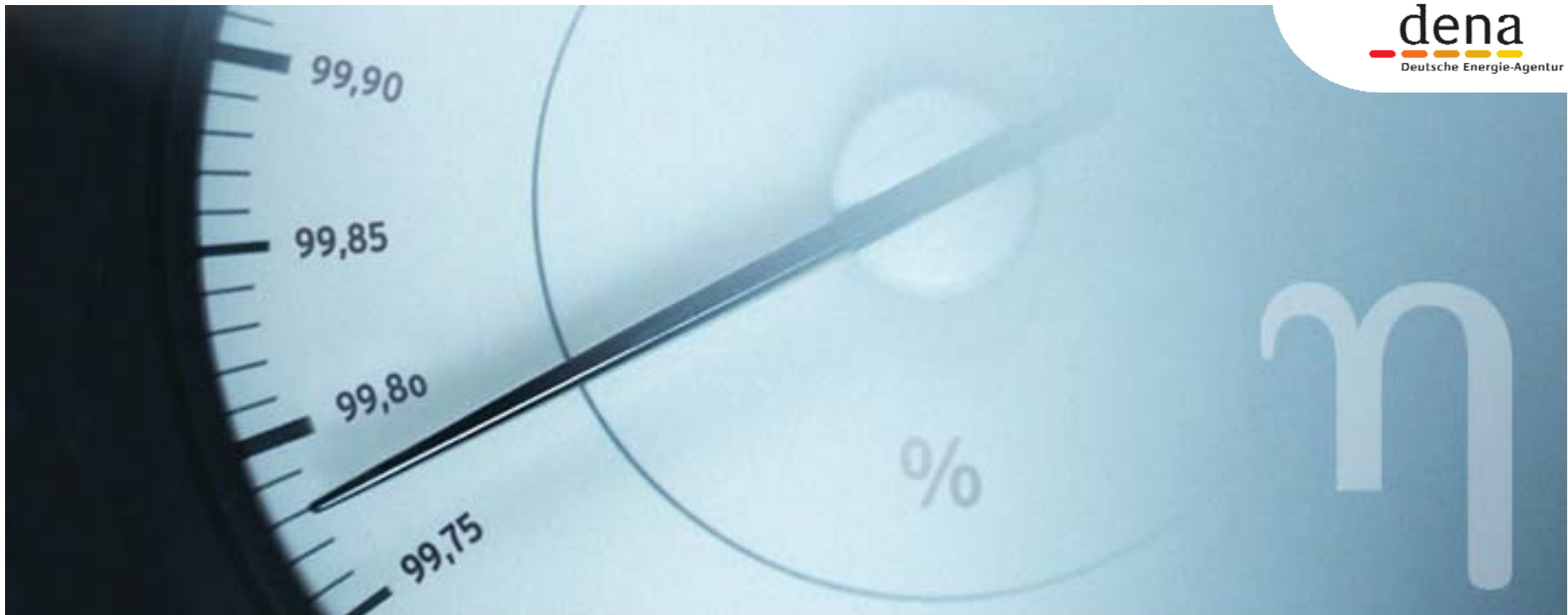
## dena – Fachmaterialien und Informationen.

Fachinformationen in Broschüren und Internet

[www.zukunft-haus.info](http://www.zukunft-haus.info)

- Textsammlung zur EnEV (Verordnungstexte und Begründungen)
- Gebäude-Datenbank „Effizienzhäuser zum Anschauen“
- Leitfäden
  - Energieausweis für Wohngebäude und Nichtwohngebäude
  - Wärme aus Erneuerbaren Energien
  - Wärmebrückenberechnung
  - Contracting
  - Beschaffungsleitfaden Strom
- Veranstaltungen, z. B. dena-Dialog kommunal





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.