



Geschäftsmodelle für die integrale Gebäudesanierung

Michael Pietzner (E1) und Rüdiger Lohse (KEA)

ERGEBNISSE DES PROJEKTES EDLIG (FKZ 03 ET1170A)

Herausforderung des klimaneutralen Gebäudebestands 2050

- **Sanierungsquote im Gebäudebestand deutlich zu gering**
- **Sanierungsziele zu unambitioniert:** Vielzahl der Gebäudesanierungen verfolgen die EnEV Mindeststandards, das reicht bei weitem nicht aus um die 2050 Ziele zu erreichen
- **Vielzahl vertaner Chancen:** bei einem Sanierungszyklus im Gebäudesektor 30-40 Jahre müssen Sanierungen perspektivisch geplant werden
- **Öffentlicher Gebäudebestand:** Ausgaben für Gebäudesanierungen haben nicht oberste Priorität
- **Glaubwürdigkeit:** Wie sicher sind die prognostizierten Einsparungen bei einer Gebäudesanierung?
- **Scheibchenstrategie:** Sanierungsfahrpläne suggerieren schrittweises Vorgehen sei sinnvoll, dabei werden viele technische und betriebswirtschaftliche Kompromisse eingegangen

Herausforderung des klimaneutralen Gebäudebestands 2050



Projekt EDLIG (Energiedienstleistungen für die integrale Gebäudesanierung)

„Wie können wir es schaffen die Sanierung des öffentlichen Gebäudebestandes risikoarm und ohne wesentliche finanzielle Belastungen umzusetzen?“

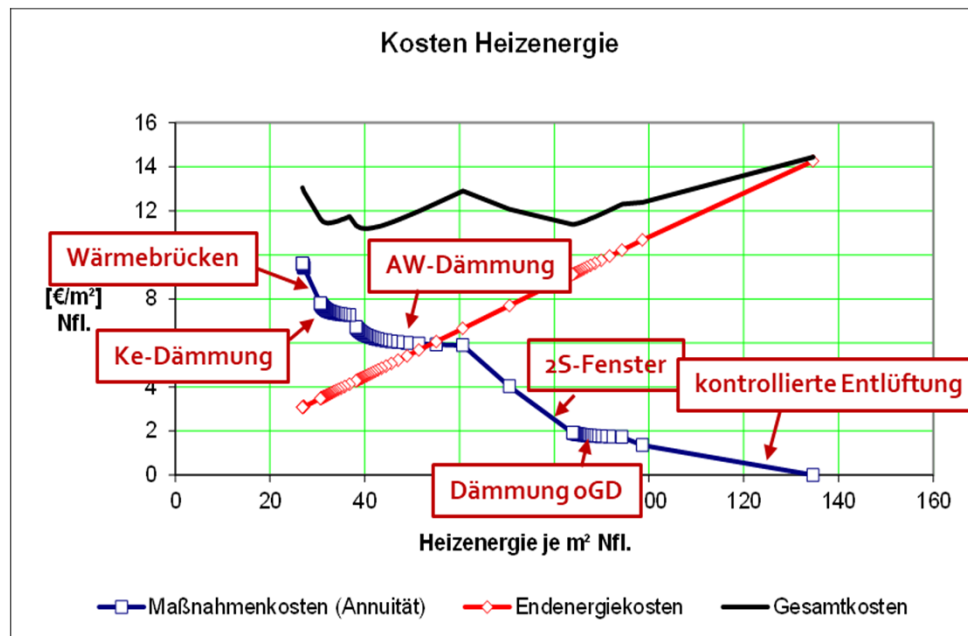
Übersicht Projekt EDLIG



- **Projektpartner:** Passivhausinstitut, VfW, LBBW, St. Gobain, Volkswohnung, Reinhard Jank
- **Erweiterte Projektgruppe: IEA Annex 61 Technical and Business Models for Deep Energy Retrofit of Public Buildings:** USA, CAN, DK, AUT, UK, EE, N
- **Projektlaufzeit: 2013- 2017 mit folgenden wesentlichen Schritten**
 - Analyse von 22 abgeschlossenen integralen Gebäudesanierungen (mit ausreichender Datenlage vor und nach der Sanierung)
 - Analyse von Rechentools (Hottgenroth, PHPP, Energy Plus...) anhand von Sanierungsobjekten
 - Analyse: Wie können Gebäudesanierungen wirtschaftlicher werden?

Wesentliche Ergebnisse des Projektes

- **Optimierungsrechner für die integrale Gebäudesanierung (DEROM)**
Optimierung von Dämmung, Wärme- und Stromerzeugung, Lüftung;



Bsp.: Studenten-Wohnhaus
in Mannheim

Wesentliche Ergebnisse des Projektes



- **Erstes deutsches Projekt mit Einspargarantie für die Sanierung der Gebäudehülle (ESC PLUS)**
 - Modell für die Beschleunigung von energetischen Sanierungen im Gebäudebestand
 - Garantierte Einsparungen und garantierte Investitionssumme
- **Schulsanierung:** Modell insbesondere für die energetische Sanierung von Schulen in Kombination mit Fördermitteln des Landes und des Bundes



Integrale Sanierung von öffentlichen Gebäuden Energiespar-Contracting Studentensiedlung Ludwig Frank, Mannheim

Stuttgart, 14.11.2019



Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Allgemeine Projektbeschreibung



- Energiespar-Contracting für die Studentensiedlung Ludwig Frank in Mannheim
 - Wohnanlage mit insg. 8 Wohnhäusern für Studierende
 - In allen Wohnhäusern umfangreiche gebäudetechnische Maßnahmen
 - Energetische Sanierung eines Wohnhauses als Effizienzhaus KfW 70
- **Garantierte Energie- und Wasserkosteneinsparung:** ca. 145 T€/a (netto), das entspricht 32%
- Garantierte CO₂-Einsparung: 160 t/a, das entspricht 20%
- Investitionen durch E1 Energiemanagement: ca. 2,4 Mio. € (netto)



Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Allgemeine Projektbeschreibung

Einsparung	Verbrauch	In %	Kosten
Strom	115.153 kWh	19%	30.416 €
Fernwärme	470.203 kWh	18%	61.423 €
Wasser	14.151 m ³	31%	53.209 €
gesamt			145.049 €

Kosten	Kosten
Gebäudehülle	703.607 €
Technik	1.470.633 €
Projektmanagement	242.895 €
gesamt	2.417.135 €

- Leistungsumfang E1:
 - Planung, Umbau und Gesamt-Projektmanagement
 - Energiemanagement und Nachweis der Einsparungen
 - Instandhaltung aller Neuanlagen
 - bauliche Instandhaltung Haus 42
 - Einweisung des Personal des AG in den Betrieb der Anlagen
- Finanzierung vorgesehen über Forfaitierungsmodell mit Einrede- und Einwendeverzicht des Auftraggebers sowie Energieeffizient Sanieren-Kredit 151 der KfW für die energetische Sanierung von Haus 42



Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Evaluation Ist-Zustand Energiekosten

Objekt Nr.	Haus	Fernwärme	Strom	Wasser/Abwasser	Gesamt (Netto)
1	42	19.736 €	13.199 €	15.297 €	48.232 €
2	43	20.691 €	11.871 €	16.207 €	48.769 €
3	1	24.700 €	24.698 €	21.826 €	71.224 €
4	2	24.435 €	19.416 €	23.986 €	67.837 €
5	3	29.402 €	9.419 €	14.648 €	53.468 €
6	4	19.563 €	13.793 €	31.455 €	64.811 €
7	5	15.011 €	11.789 €	27.763 €	54.562 €
8	6	14.992 €	10.609 €	18.782 €	44.384 €
Summen		168.531 €	114.793 €	169.964 €	453.288 €
Anteile		37,2%	25,3%	37,5%	100,0%

Energie- und Medientarife

Strom	Hochtarif	Nachttarif	Leistung	Häuser
ohne Leistung	19,655 ct/kWh	18,275 ct/kWh	- €	42, 3, 5, 6
mit Leistung	15,976 ct/kWh	14,527 ct/kWh	70,67 €	43, 1, 2, 4

Fernwärme	Arbeit	Leistung
	4,590 ct/kWh	106,21 €/kW.a

Wasser	Frischwasser	Abwasser
	2,08 €/m ³	1,68 €/m ³



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Evaluation Ist-Zustand Energieverbrauch (spezifische Verbräuche)

Objekt Nr.	Haus	Wohnfläche	Anzahl Wohneinheiten	Anzahl Bewohner	Spezifische Energie- und Medienverbräuche								
					Strom			Fernwärme			Wasser		
					[kWh/m²]	[kWh/WE]	[kWh je Bewohner]	[kWh/m²]	[kWh/WE]	[kWh je Bewohner]	[Liter/m²]	[Liter/WE]	[Liter je Bewohner]
1	42	2.222 m²	43	97	30,8	1.589,3	704,6	147,7	7.635	3.384	1.821	94.124	41.725
2	43	2.222 m²	43	97	27,6	1.428,7	633,3	156,6	8.091	3.587	1.930	99.752	44.220
3	1	3.076 m²	87	139	45,2	1.597,2	999,7	124,9	4.418	2.765	1.880	66.479	41.609
4	2	2.681 m²	51	111	40,0	2.101,4	965,5	155,6	8.178	3.758	2.372	124.673	57.282
5	3	1.124 m²	27	43	43,2	1.799,2	1.129,7	270,5	11.258	7.069	3.452	143.654	90.202
6	4	2.667 m²	49	110	27,5	1.494,9	665,9	115,7	6.299	2.806	3.130	170.381	75.897
7	5	1.889 m²	35	88	32,3	1.740,5	692,3	125,6	6.777	2.695	3.900	210.476	83.712
8	6	1.881 m²	35	91	29,0	1.557,9	599,2	125,9	6.765	2.602	2.645	142.124	54.663

- Haus 1: Waschmaschinen (Warm-/Kaltwasser) + Trockner vorhanden
Antennenanlagen (E-Plus, O2) auf dem Dach
- Haus 2: baugleich mit Haus 4, aber Haus 4 komplett gedämmt
zentrale EDV / Server installiert
- Haus 5: Waschmaschinen (Warm-/Kaltwasser) + Trockner vorhanden



Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Allgemeine Projektbeschreibung



- **Leistungsumfang E1:**
 - Planung, Umbau und Gesamt-Projektmanagement
 - Energiemanagement und Nachweis der Einsparungen
 - Instandhaltung aller Neuanlagen
 - bauliche Instandhaltung Haus 42
 - Einweisung des Personal des AG in den Betrieb der Anlagen
- **Finanzierung:** Forfaitierungsmodell mit Einrede- und Einwendeverzicht des Auftraggebers sowie Energieeffizient Sanieren-Kredit 151 der KfW für die energetische Sanierung von Haus 42 (Plan)



Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Maßnahmenübersicht

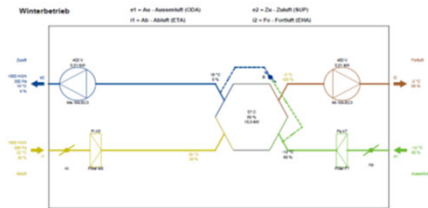


- **Energetische Sanierung Haus 42 auf KfW-Effizienzhaus-Standard 70**
 - Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems als Außendämmung
 - Erneuerung der Fenster und Außentüren
 - Kellerdeckendämmung,
 - Perimeter-Dämmung,
 - Nachdämmung Dach
 - Einbau einer mechanischen Lüftungsanlage zur kontrollierten Be- und Entlüftung der Räume inkl. Wärmerückgewinnung, komplett neue Kanal- und Rohrinstallationen
 - Nachweisführung der Zielerreichung einschl. Blower-Door-Test



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Erste Planungen ...



- **Installation von zwei zentralen Lüftungsgeräten mit 1.800 m³/h bzw. 2.000 m³/h Volumenstrom im Kellerbereich:**
 - Hocheffizienz-Ventilatoren, Wärmerückgewinnung (Wirkungsgrad bis 89%)
 - Keller: Schalldämpfer in den Zu- und Fortluftkanälen
 - Erschließung der Stockwerke in vorhandenen Schächten,
 - Installation von Brandschutzklappen in Deckendurchbrüchen
 - Installation der Lüftungskanäle (Ausführung als Flachkanäle und Wickelfalzrohr).
 - Anschluss der Räume über Brandschutzklappen (insgesamt 44) bzw. Brandschutz-Tellerventile nach K90-4102 bzw. EI 90S (insgesamt 76)
 - Anschluss der Einzelapartments und der Zimmer der Wohngemeinschaften von den Flachkanälen im Flurbereich durch Stichleitungen (Flachkanal oder Wickelfalzrohr)

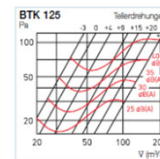
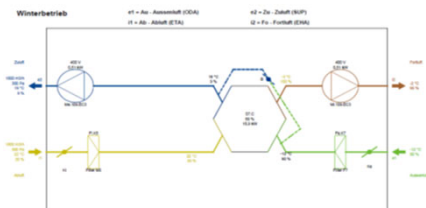


Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Erste Planungen ...



- **Installation von zwei zentralen Lüftungsgeräten mit 1.800 m³/h bzw. 2.000 m³/h Volumenstrom im Kellerbereich:**
 - Anschluss der Räume über Brandschutzklappen (insgesamt 44) bzw. Brandschutz-Tellerventile nach K90-4102 bzw. EI 90S (insgesamt 76)
 - Installation von Brandschutzklappen in der Trennwand zwischen den Einzelapartments und den Wohngemeinschaften
 - Anschluss der Zimmer der Wohngemeinschaften über Tellerventil
 - Abluftabsaugung über Tellerventil aus den o.g. Bereichen. Sofern notwendig, Überströmöffnungen für die Abluftbereiche
 - Installation eines Kanalrauchmelders je Etage und Lüftungsgerät





Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen

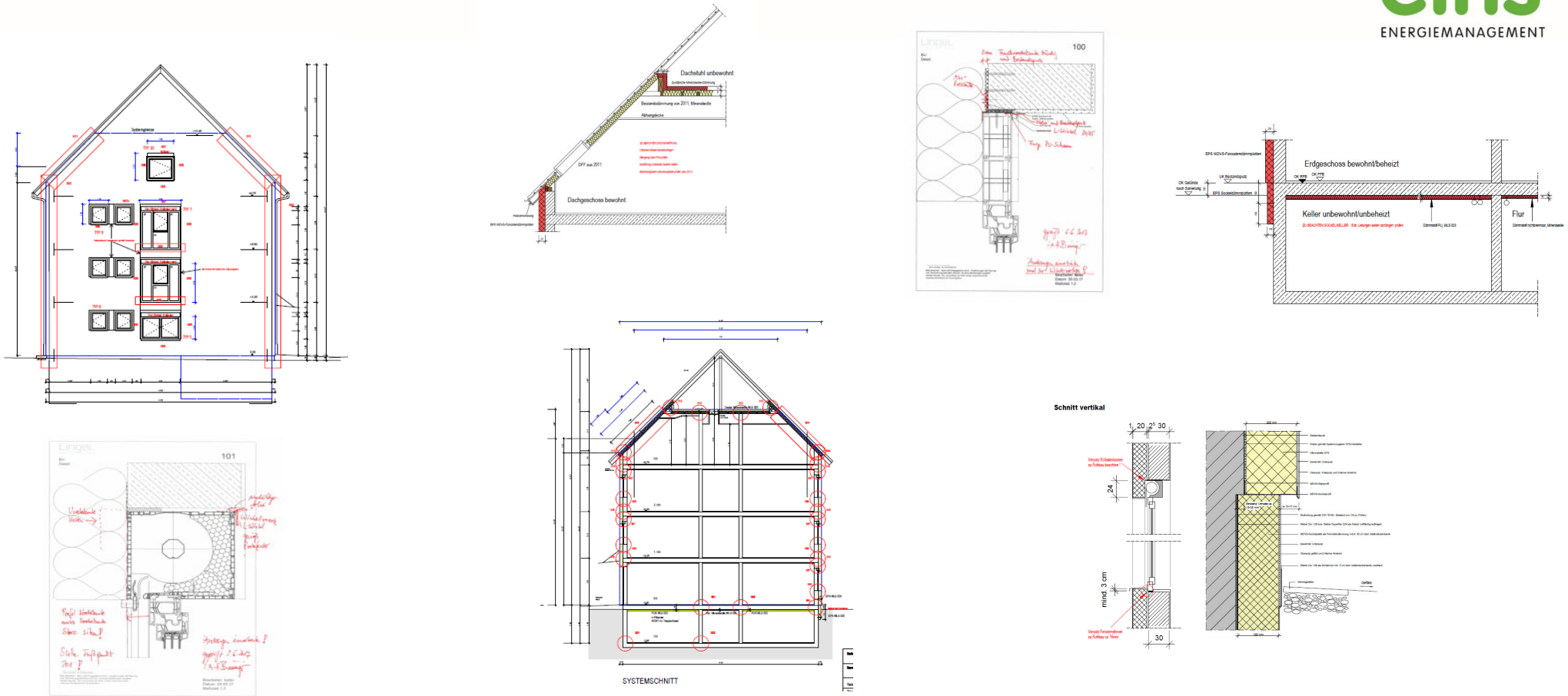


Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Der Teufel steckt im Detail





Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen

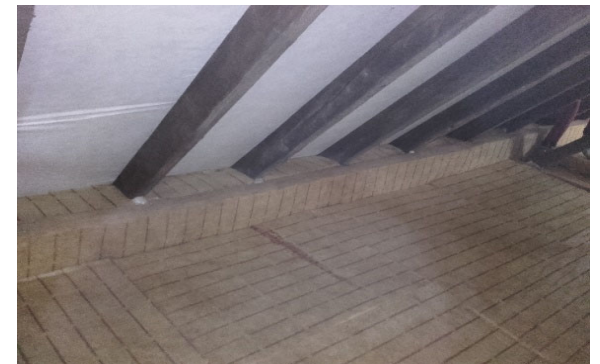


Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Vorher ... und hinterher





Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



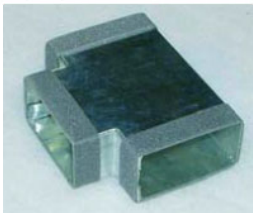
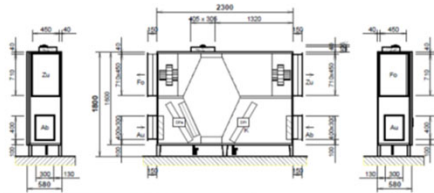
Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

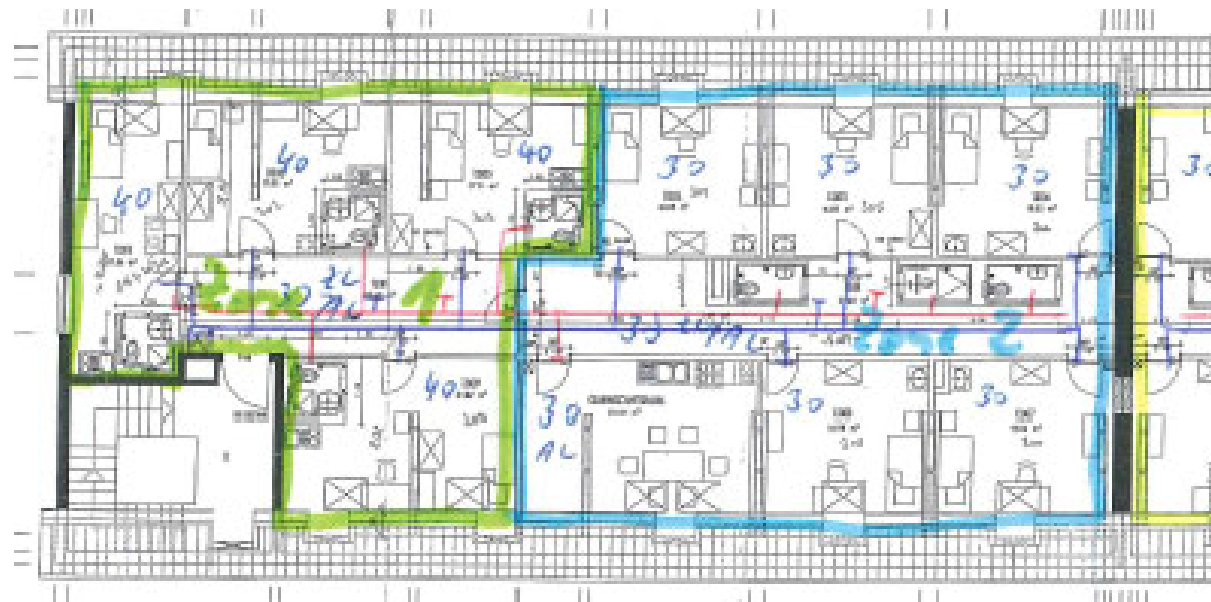
Erste Planungen ...

Ausführung 10/0 Standmontage Front-Ansicht (Von der Türseite)
Gewicht: ca. 349 kg, Hygieneausführung gemäss VDI 6022, geteilte Lieferung



Volumenströme für Auslegung

- Einzelapartments: Zuluft 40 m³/h, Abluft 40 m³/h
- Wohngemeinschaften: Zuluft 30 m³/h je Zimmer
Abluft 30 m³/h je WC, Dusche, Küche
- Flure: Zuluft 30 m³/h, Abluft 30 m³/h





Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Und die Realität ...





Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Maßnahmenübersicht



- **Technische Maßnahmen an allen Wohnhäusern:**
 - Erneuerung der Fernwärme-Übergabestationen (Systemtrennung und Pufferspeicher)
 - Umstellung der Trinkwarmwasserbereitung auf Frischwassersysteme
 - Installation von ca. 1.500 Thermostatventilen inkl. Durchführung des hydraulischen Abgleichs
 - Montage von ca. 3.000 LED-Leuchten
 - Komplette Erneuerung der Regelungstechnik, Anpassung der Regelstrategie
 - Installation einer Gebäudeleittechnik- und Energiemanagement-Plattform (Cloud-Lösung)
 - Installation von wassersparenden Armaturen



Winner European Energy Service Award 2019:
Bestes Europäisches Energiedienstleistungsunternehmen



Contracting Preis Baden Württemberg 2019:
Sanierung Bestandsgebäude



Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Vorher ... und hinterher

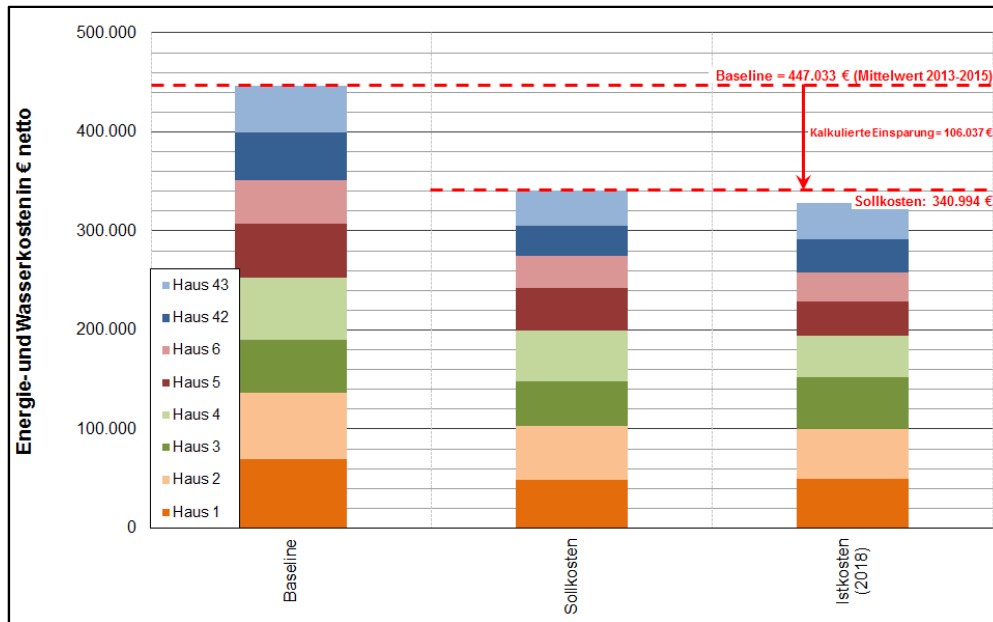




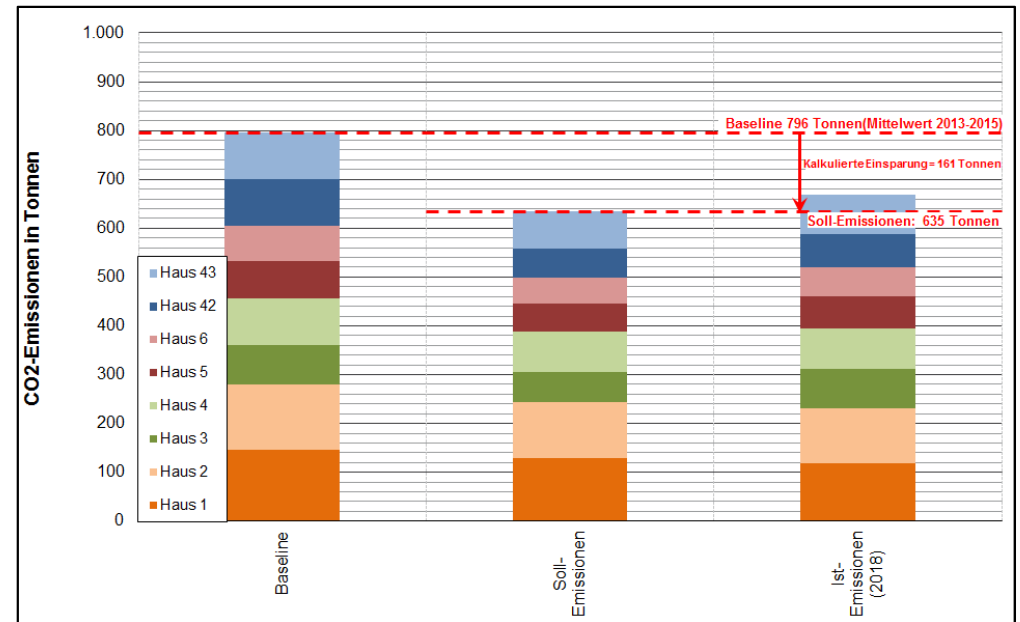
Energiespar-Contracting Studierendenwerk Mannheim

Nachgewiesene Ergebnisse des ersten Betriebsjahres

Kosteneinsparung



CO2-Einsparung



Ohne verbrauchs- und leistungsunabhängige Kosten
Ohne Kosteneinsparung Fernwärmeleistung

Zusammenfassung

- **Vorbildcharakter:** Das Projekt „Studierendenwerk Mannheim“ zeigt die erfolgreiche Anwendung einer Gebäudesanierung mit Erfolgsgarantie
- **Leicht nachahmbar:** Das Modell lässt sich insbesondere in öffentlichen Wohn- und Nichtwohngebäude replizieren
- **Wirtschaftlich:** Durch die Kombination von nicht- energetischen Einsparungen, dem Einsatz von erneuerbaren Energien und durch die Optimierung in einem least- cost Pfad wurde die Wirtschaftlichkeit der Gebäudesanierung um mehr als 30% verbessert
- Fragen bitte an Michael.Pietzner@e1-energie.com und Ruediger.Lohse@KEA-BW.de



Ihr Partner für Energieeffizienz. Garantiert.