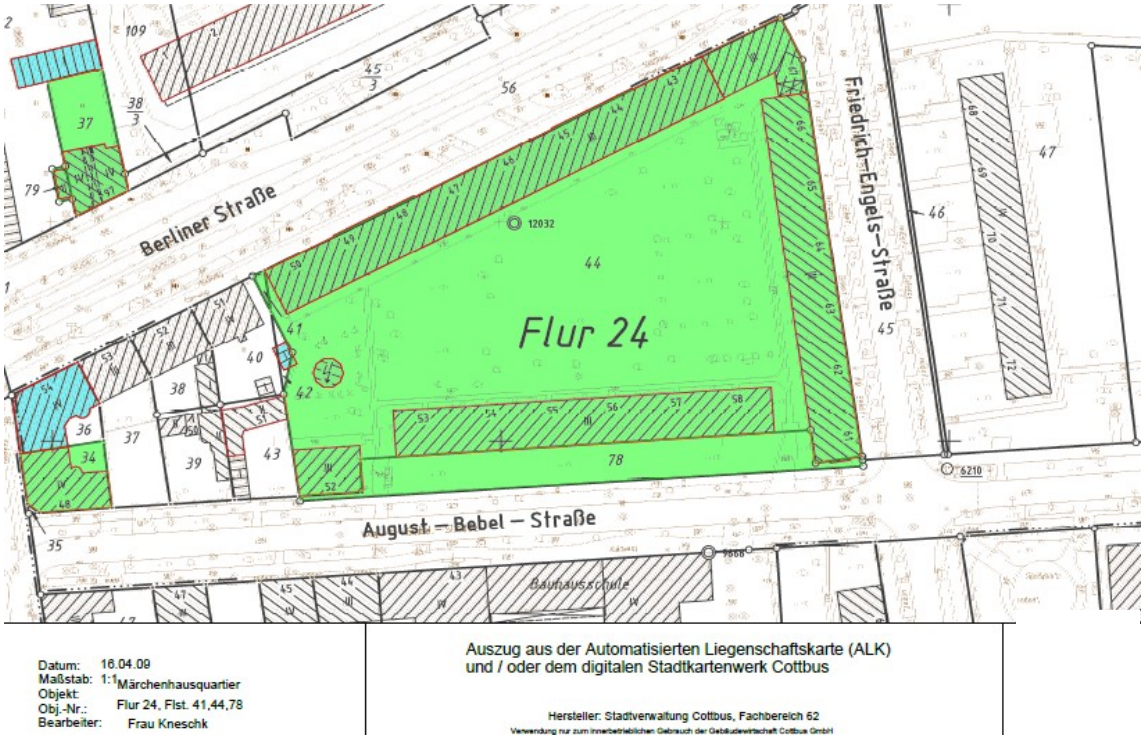
Energieberatungsbericht zur sparsamen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort

Entwurfsfassung 03



Auftraggeber: **XXXXXXXXXXX**

Projekt: **Märchenhausquartier**

Aufsteller: **Ingenieurbüro für Bauwerkserhaltung**
Jörg Lorenz
Daniel Zielinski
Diplom-Bauingenieur(FH)
Energieberater nach BAFA-RL
Berater-Nr.: 10 77 84
Holstweg 17
14136 Berlin

15-07-2009

ZUSAMMENFASSUNG

Das Gebäude hat einen spezifischen Heizwärmebedarf von 152,93 kWh/m^{2}a.

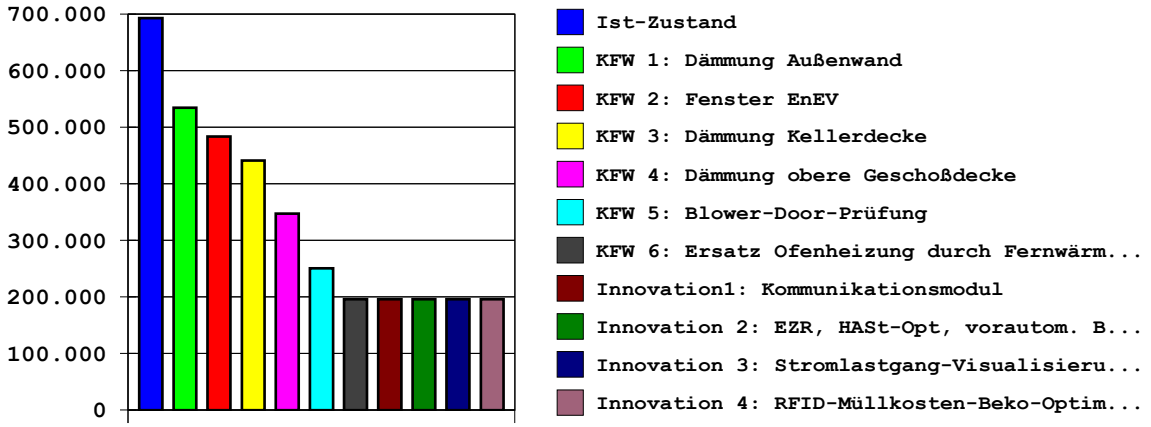
Ein vergleichbares Gebäude nach Energieeinsparverordnung gebaut hätte einen Heizwärmebedarf von ca. 70 kWh/m^{2}a. Der spezifische Energiebedarf - incl. Warmwassererwärmung und Verlusten des Heizungssystems - beträgt 270,45 kWh/m^{2}a.

Der spezifische Primärenergiebedarf berücksichtigt zusätzlich die Verluste, die durch vorgelagerte Prozesse wie z.B. Energieerzeugung bzw. –umwandlung entstehen. Dieser Kennwert liegt bei 344,28 kWh/m²a.

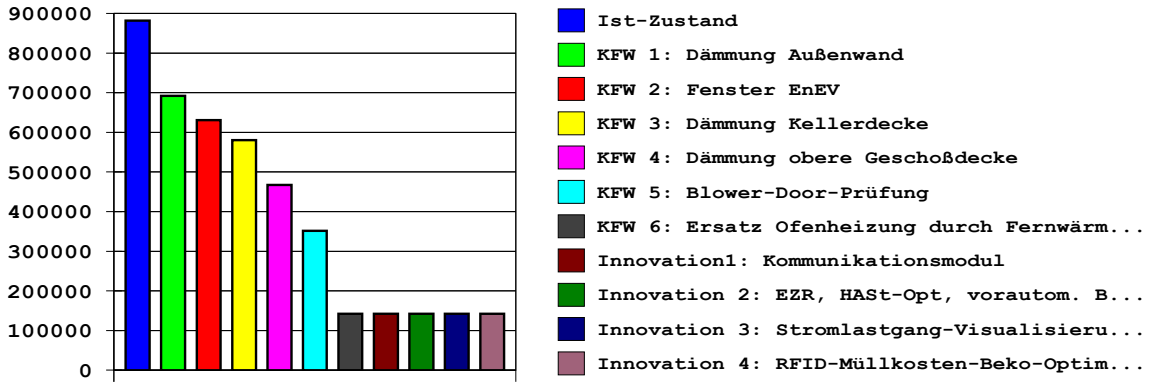
Konkret wurden in dem vorliegenden Bericht die unter Punkt 4 beschriebenen Maßnahmen durchgerechnet und bewertet.

Die unterschiedlichen Energie- und Emissionswerte sind in den folgenden Grafiken für das Gebäude vergleichend dargestellt.

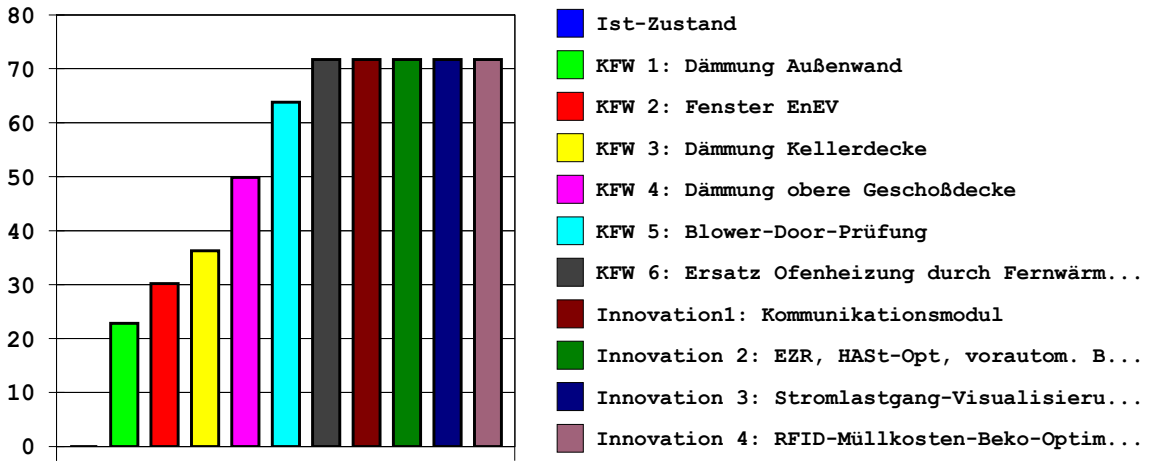
Jährlicher Endenergiebedarf in kWh



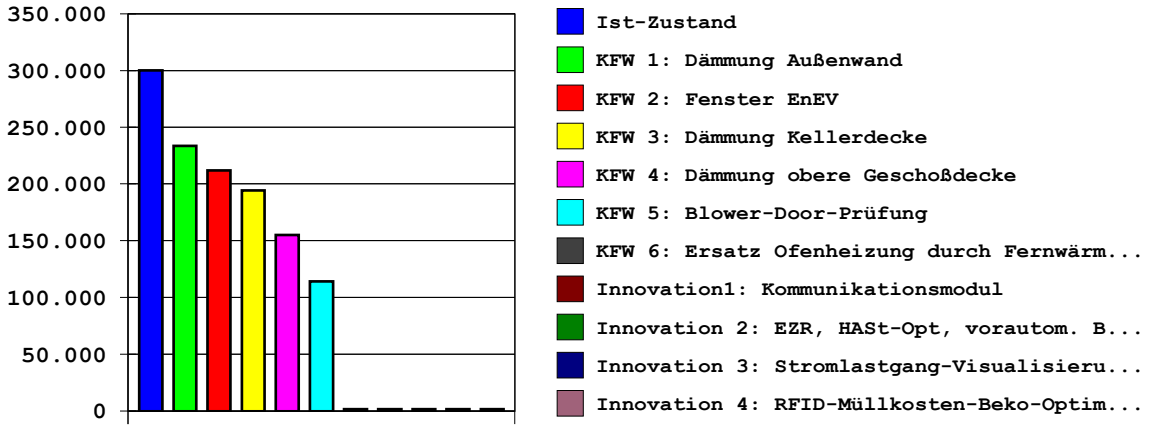
Jährlicher Primärenergiebedarf in kWh



Prozentuale Energieeinsparung



Jährliche CO2 Emission in kg



INHALTSVERZEICHNIS

2

ZUSAMMENFASSUNG3

INHALTSVERZEICHNIS 5

1 ALLGEMEINE HINWEISE 7

1.1 DAS BILANZVERFAHREN DER ENEV 8
1.2. DER BERECHNUNGSWEG 9

2 IST-ANALYSE 10

2.1 OBJEKTBESCHREIBUNG 10
2.2 ALLGEMEINE DATEN 11
2.3 BAUTEILE DES GEBÄUDES 11
2.3.1 Kellerdecke: 12
2.3.2 Außenwände: 12
2.3.3 Oberste Geschoßdecke oder Dach: 12
2.4 ZUSTAND DER KONSTRUKTION 13
2.5 BESCHREIBUNG DER HEIZUNGS- UND WARMWASSERANLAGE 14
2.5.1 Heizungsanlage 14
2.5.2 Warmwasseranlage 15
15
2.6 KLIMADATEN 16

3 ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES 16

3.1 ENERGIEBEDARF 16
3.2 VERGLEICH DES TATSÄCHLICHEN ENERGIEBEDARFS MIT DEM RECHNERISCH ERMITTELTEN 19

4 VARIANTEN DER OPTIMIERUNGSMASSNAHMEN 19

Heizöl....20
0,00....20
0,065....20
Kellerdecke....21
21
4.2 VARIANTENAUFSTELLUNG 23
4.2.1 Variante 1....23
4.2.2 Variante 2....24
4.2.3 Variante 3....25
4.2.4 Variante 4 26
4.2.5 Variante 5....27
4.2.6 Variante 6 28
4.2.7 Variante 7 30
4.2.8 Variante 8 32
4.2.9 Variante 9....37
4.2.10 Variante 10 39

5 SONSTIGE MASSNAHMEN 43

6 NACHRÜSTVERPFLICHTUNG NACH ENEV 2009 UND EEWÄRMEG 43

Kellerdecke....43

7 HINWEISE ZUR STROMEINSPARUNG (FÖRDERBONUS) 44

AUF GRUND DES ZUNEHMENDEN STROMVERBRAUCHS UND DER STEIGENDEN ENERGIEKOSTEN ERÖFFNEN SPARSAME STROMVERBRAUCHER IN VERBINDUNG MIT EINEM OPTIMIERTEN NUTZERVERHALTEN AUCH IM WOHNGEBÄUDEBEREICH HÄUFIG EIN NICHT UNERHEBLICHES EINSPARPOTENTIAL. SOFERN DER BERATUNGSBERICHT ZU

EINER DIESBEZÜGLICHEN SENSIBILISIERUNG BEITRÄGT UND KONKRETE ANREGUNGEN FÜR VERBESSERUNGEN ENTHÄLT, WIRD DIES DURCH EINEN BONUS UNTERSTÜTZT. DIE VARIANTE INNOVATION 3 VERFOLGT EXAKT DIESES NOCH UNAUSGESCHÖPFTE POTENZIAL BZW. ZIEL. 44

8 SCHADSTOFFBILANZ44

47

9 FAZIT 48

10 WARUM ENERGIE SPAREN? 48

11 FÖRDERUNG VON ENERGIESPARMASSNAHMEN 49

11 GLOSSAR 51

12 ANHANG 54

1 ALLGEMEINE HINWEISE

Der nachfolgende Bericht wurde nach den Richtlinien des Bundes zur Förderung der "Vor-Ort-Beratung" in Wohngebäuden erstellt. Auf Grundlage der Ortsbegehung und den zur Verfügung gestellten Unterlagen wurde eine computergestützte Energiediagnose erstellt.

Hierzu wurden aus den bau- und heizungstechnischen Daten die Energieströme des Gebäudes ermittelt. Die Energieströme setzen sich hierbei aus den Transmissionswärmeverlusten (Wärmedurchgang) der Gebäudehülle, insbesondere Fenster, Außenwände, Geschossdecken und Dachflächen, sowie den Lüftungsverlusten und den Verlusten in der Heizungsanlage, sowie denen der Warmwasserbereitung zusammen.

Nach der Ermittlung des Ist-Zustandes werden die Schwachstellen analysiert und Maßnahmen zur Sanierung vorgeschlagen. Die Effektivität der Maßnahmen wird anhand der voraussichtlichen Energieeinsparung, Wirtschaftlichkeit und Schadstoffbelastung beurteilt. Im folgenden werden weitere Maßnahmen vorgeschlagen, die jedoch aufgrund des hohen Innovationsgrades noch nicht komplett validiert werden können. Die hier angewandten Verfahren stellen eine zusätzliche Wertschöpfungskette aus Ressourcen des Brandenburgischen Netzwerkes „MOBKOM.NET“ (www.mobkom.net), speziell des dort etablierten Kompetenzfeldes „CO_2-Minimierung“, dar (MOBKOM-Kompetenzfeld 1).

Es gibt unterschiedliche Ansätze zur Erstellung einer Energiediagnose von Gebäuden. Die Verfahren unterscheiden sich im Wesentlichen im Grad der Detaillierung und der Einbeziehung des Nutzerverhaltens. In dem vorliegenden Bericht wurden die Berechnungen u.a. in Anlehnung an die DIN-Normen, den VDI-Richtlinien und der EnEV 2009 durchgeführt, um den künftig geltenden Anforderungen dort zu genügen. Anschließend wurde das Gebäude mit der EnEV 2007 nachgewiesen, um zu zeigen, daß mit den geplanten Maßnahmen die aktuellen Rahmenbedingungen der KfW zur günstigen Kreditnahme getroffen werden.

Einflüsse des Nutzerverhaltens sind bei diesem Verfahren weitgehend ausgeklammert. Dies erlaubt eine Beurteilung der reinen Bausubstanz sowie der Anlagentechnik. Da von einem "Normnutzerverhalten" ausgegangen wird, lässt der Vergleich des theoretisch berechneten Energiebedarfs und des tatsächlich in Anspruch genommenen Energiebedarfs unter Umständen Rückschlüsse auf das tatsächliche Nutzerverhalten zu. Da es sich im untersuchten Fall um ein Gebäude mit Einzelfeuerstätten handelt, konnte das Nutzerverhalten nicht ermittelt werden. In der Summe umfasst das Gebäude 36 Haushalte in sechs Aufgängen, deren Mieter jeweils selbst den Brennstoffverbrauch organisieren. Eine – sonst übliche – zentrale Abrechnung wie bei einer zeitgemäßen zentralen Heizwärmeversorgung liegt hier nicht vor.

Dieser Bericht soll durch detaillierte Beschreibungen helfen, die wirtschaftlich sinnvollen und Umwelt entlastenden Maßnahmen zur Energieeinsparung für das Antragsverfahren der KfW-Förderung einerseits zu unterstützen, andererseits die zusätzlichen Innovationen trennscharf zu den KfW-Fördermaßnahmen als Zusatzmaßnahmen transparent zu machen. Die im Bericht genannten Kosten und voraussichtlichen Einsparungen sind intern zwischen den Bau- und Anlagentechnikern abgestimmt und sollen Richtwerte darstellen. Die Innovationen eröffnen zusätzliche Einsparoptionen, deren Einspar-Effekte noch nicht in gesetzlich verankerten Formeln nachgewiesen werden können. Gleichwohl liegen hier

belastbare Vorergebnisse vor, deren Quellen in den einzelnen Innovationsstufen beschrieben werden.

Alle Wärmedurchgangswerte (U-Werte) setzen sich, soweit dies erforderlich war, aus zusammengesetzten Konstruktionen zusammen, d.h. dass z.B. der Sparrenanteil mit berücksichtigt wurde.

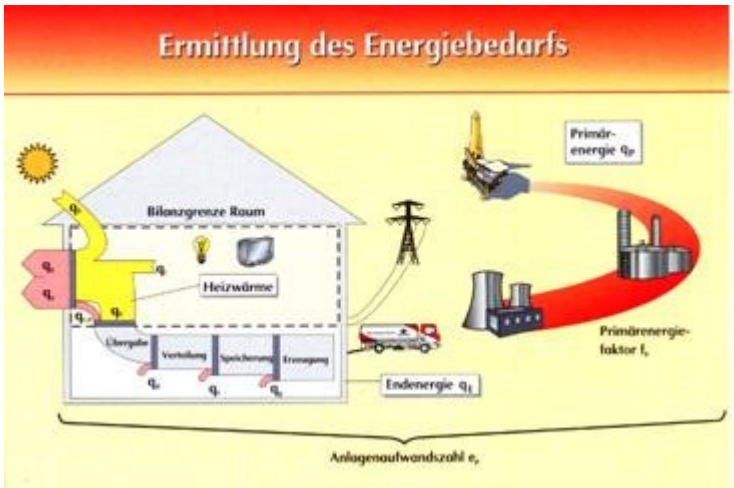
1.1 Das Bilanzverfahren der EnEV

Eine wesentliche Kenngröße der heutigen energetischen Bewertung von Neubauten und Bestandsgebäuden ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Die Primärenergie berücksichtigt alle unterschiedlichen Prozessketten bei der Energieumwandlung und den Hilfsenergiebedarf, der zum Beispiel zum Betrieb von Heizungspumpen oder Zirkulationspumpen notwendig ist.
Die Bewertung der Primärenergie wurde mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 eingeführt. Der frühere Bezug auf den Endenergiebedarf eines Gebäudes ermöglichte ungerechtfertigte Vorteile für einzelne Wärmeversorgungsarten. Gerade der Energieträger Strom, dessen einzelne Schritte der Energieumwandlung außerhalb der „Bilanzgrenze“ Gebäude stattfinden, erhielt deutliche Vorteile gegenüber anderen Energieträgern wie z.B. Gas und Erdöl. Die Einsparung einer Kilowattstunde (kWh) Strom kann die Umwelt um etwa den gleichen Anteil entlasten wie die Einsparung von knapp drei Kilowattstunden Gas.

Das Bilanzverfahren der EnEV

Das oben dargestellte vereinfachte Schema skizziert die ausschlaggebenden Einflussfaktoren des so genannten Primärenergiebedarfs. Beim Übergang von einer Stufe zur nächsten treten Verluste auf wie z. B. bei der Umwandlung von Kohle in Strom, oder bei der Verbrennung von Erdgas in einem Heizkessel.

1.2. Der Berechnungsweg



Das Berechnungsschema geht den umgekehrten Weg des Stoffstromes.

Zunächst werden die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste sowie die internen und solaren Gewinne eines Gebäudes ermittelt. Daraus ergibt sich der Heizwärmebedarf.
Anschließend werden die Verluste des Heizwärmesystems einschl. des Warmwassersystems mit ihren Hilfsenergien berechnet
(Endenergiebedarf = Heizenergiebedarf + Trinkwasserenergiebedarf + Hilfsenergie).
Dieser Endenergiebedarf multipliziert mit dem Primär-Energiefaktor des eingesetzten Brennstoffs ergibt den Primärenergiebedarf.

Der Wirkungsgrad der gesamten Kette (Verhältnis von Aufwand zu Nutzen) wird als Anlagenaufwandszahl ausgegeben (Kehrwert des Wirkungsgrades). Eine kleine Anlagenaufwandszahl beschreibt also ein effizientes Heizsystem.

2 IST-ANALYSE

Das „Märchenhausquartier“ umfasst Mehrfamilienhäuser der 30'er Jahre des letzten Jahrhunderts. Die Ausstattung der Gebäude wurde seit dem Errichtungszeitraum nur durch nachträglich installierte elektrische Warmwasser-Bereiter verändert und ist ansonsten typisch für den Errichtungszeitraum: monolithische Mauerwerkskonstruktion aus Vollziegeln, Kasten-Doppelfenster, Holzetagendecken etc.

Zur Berechnung der CO_2-minimierenden Maßnahmen wurde ein Block mit sechs Aufgängen im Bereich der August-Bebel-Str. 53 – 58 repräsentativ ausgewählt, weil

- die Ausrichtung der Himmelsrichtungen repräsentativ ist
- der Anteil der Giebel- zu den Längsseiten typisch für die Gesamtkubatur ist
- sämtliche Gebäude im Ensemble von identischer Bauart sind.

Dieser Block wurde anhand der mietvertraglich vereinbarten Flächen mit 1945,08 qm quantifiziert. Diese als „Nettofläche“ bezeichnete Darstellung wird für die kostentechnische Betrachtung maßgeblich, weil hier alle bautechnischen, doch nicht in Mietverträgen berücksichtigte Flächen (Treppenhäuser, Schornsteine, ggf. vorhandene Balkon-Mehranteile usw.) nicht berücksichtigt worden sind.

Das gesamte Ensemble umfasst in der Berliner Str. 43-50 und der Friedrich-Engels-Str. 61-67 „netto“ 8173,14 qm, so dass sich eine entsprechende Umrechnungsbasis repräsentativ für das gesamte Ensemble bzw. die gesamte Kubatur ergibt.

2.1 Objektbeschreibung

Es handelt sich um ein unterkellertes, 3-geschossiges Mehrfamilien-Reihenhaus im verdichteten Innenstadtbereich von XXXXXX in einem vierseitig geschlossenem Ensemble. Drei der vier Seiten des Ensembles werden aus den hier untersuchten Beständen gebildet. Der energetische Zustand des Gebäudes ist schlecht, weil die aus dem Errichtungszeitraum stammenden Grundkonstruktionen der Außenwände, der Fenster, der Kellerdecken und der obersten Geschoßdecken zum unbeheizten Dachraum keinesfalls heutigen energetischen Ausstattungs-Standards an Hüllflächen entspricht.

Die Treppenhäuser sind unbeheizt, so dass die angrenzenden Wohnungswände gegen ungeheizte Räume grenzen. Die Kubatur der Treppenhäuser wurde volumentechnisch mit erfasst bzw. deren Kubatur mit eingerechnet, was zu einem besseren A/V-Verhältnis führt, jedoch auch zu einem größeren zu beheizenden Volumen.

Die Einzelfeuerstätten in sich sind ebenso unzeitgemäß, zudem noch mit dem energetisch schlechtest möglichen Heizmedium, sprich Braunkohle, befeuert. Die Emissionswerte der Braunkohleverbrennung rangieren am untersten Ende der Gesamtskala. Da die Mieter selbst die Öfen mit der ortsüblichen Braunkohle beheizen, fehlt dem Vermietungsunternehmen der Zugriff auf Informationen über die eingesetzte Menge Brennstoffs. Bei zentral beheizten Miethäusern werden diese quantitativen Informationen mit der jährlichen Betriebskosten-Abrechnung erfasst und

können so als Verbrauchsmenge dem berechneten Bedarf gegenüber gestellt werden.

2.2 Allgemeine Daten

Tabelle 1: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	Wohngebäude / Mehrfamilienhäuser
Standort	xxxxxxxxxxxxxx
Straße	August-Bebel-Straße 53-58
Flurstück	44
Gemarkung	Gemarkung
Baujahr	ca. 1938
Bezugsfläche	2321 m² brutto, 1945,03 qm netto nach Verträgen
Beheizte Volumen	7254 m³, Anteil Treppenhäuser nicht berücksichtigt
Lüftung	Natürliche Lüftung
Maßbezug	Außenmaße
Wärmebrücken	Gebäudeecken, Fensteranschlüsse, Treppenhauswände
Anzahl der Bewohner	Es werden in 36 untersuchten Wohnungen je 2 Bewohner eingerechnet

Das beheizte Volumen wurde gemäß Energieeinsparverordnung unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt. Dadurch werden geometrisch bedingte Wärmebrücken (Hausecken etc.) mit berücksichtigt.

Nutzerverhalten:

Das Nutzerverhalten ist stark bedarfsgeprägt, da zentrale Heizungssysteme nicht zur Verfügung stehen. Die Öfen werden selbst je nach Witterungslage befeuert. Brennstoff wird in Keller-Räumen zwischengelagert.

2.3 Bauteile des Gebäudes

Im folgenden werden alle wärmeübertragenden Flächen des Gebäudes mit Einbauzustand, U-Werten, Flächen und den Konstruktionsnamen aufgelistet, sowie den maximalen U-Werten der EnEV 2009.

Tabelle 2 : Übersicht der wärmeübertragenden Flächen

P.	Bauteil	Einbau-zustand	U-Wert W/m²K	max. U-Wert EnEV W/m²K	max. U-Wert Passivh. W/m²K	Fläche m²	Fxi	H_T W/K	Konstruktion
1	Wand	Außenluft	1,18	0,35	0.15	1347,3	1,0	1.593,86	AW Märchen
2	Fenster,Nord	Außenluft	3,00	1,7	0.80	53,97	1,0	161,91	KastenDF m Jalousie
3	Fenster,Nord	Außenluft	3,00	1,7	0.80	107,94	1,0	323,82	KastenDoppelfenster
4	Fenster,Süd	Außenluft	3,00	1,7	0.80	58,05	1,0	174,15	KastenDF m Jalousie
5	Fenster,Süd	Außenluft	3,00	1,7	0.80	116,1	1,0	348,30	KastenDoppelfenster
6	Fenster,West	Außenluft	3,00	1,7	0.80	5,04	1,0	15,12	KastenDF m Jalousie
7	Fenster,West	Außenluft	3,00	1,7	0.80	10,08	1,0	30,24	KastenDoppelfenster
8	Fenster,Ost	Außenluft	3,00	1,7	0.80	5,04	1,0	15,12	KastenDF m Jalousie
9	Fenster,Ost	Außenluft	3,00	1,7	0.80	10,08	1,0	30,24	KastenDoppelfenster
10	Grundfläche	Kellerdecke	1,30	0,3	0.12	810,85	0,5	473,62	Kd Bestand 1919 - 1948
11	Deckenfläche	ungedämmter Dachraum oberhalb	1,34	0,3	0.12	810,85	0,8	867,29	De Bestand 1919 - 1948

2.3.1 Kellerdecke:

Einbauzustand: :	Grundfläche / Kellerdecke				
Kommentar:	Aufbau unverändert seit Erstellung				
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/m²K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,298	0,770	-	481,46	824,27	420,9

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1700	100,0
1	Buche/Eiche	25,00	0,180	0,1389	100,0
2	Fichte/Kiefer	60,00	0,130	0,4615	10,0
3	Luftzwischenraum-waagerecht	40,00	0,235	0,1702	90,0
4	Lose_Schüttung_Sand	20,00	0,700	0,0286	90,0
5	Beton	160,00	2,100	0,0762	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1700	100,0

2.3.2 Außenwände:

Einbauzustand: :	Wand / Außenluft				
Kommentar:	Aufbau unverändert seit Erstellung				
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/m²K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,500	0,667	-	1.648,11	1098,74	729,0

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
2	Voll-Hochlochziegel_1800	365,00	0,810	0,4506	100,0
3	Kalkzementputz	20,00	0,870	0,0230	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

2.3.3 Oberste Geschoßdecke oder Dach:

Einbauzustand: :	Deckenfläche / ungedämmter Dachraum oberhalb				
Kommentar:	Aufbau unverändert seit Erstellung				
U-Wert W/m²K	R-Wert m²K/W	g-Wert -	H_T W/m²K	Fläche m²	Flächengewicht kg/m²
1,337	0,748	-	881,64	824,27	63,3

Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m²K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1000	100
1	Fichte/Kiefer	22,00	0,130	0,1692	100
2	Luft ruhend Wärmestrom aufwärts	50,00	0,313	0,1597	100
3	Lehm	50,00	0,930	0,0538	88
4	Fichte/Kiefer	100,00	0,130	0,7692	12
5	Fichte/Kiefer	12,00	0,130	0,0923	100
6	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1000	100

2.4 Zustand der Konstruktion

Fenster / Türen:

Die Türen und Fenster weisen aufgrund ihres hohen Alters und ihrer unzulänglichen Konstruktionen im Hinblick auf Dichtheit einen hohen Nachrüstbedarf auf und müssten aufgrund erheblicher Materialmängel zu einem hohen Anteil instandgesetzt bzw. ausgetauscht werden.

Wärmebrücken:

Wärmebrücken sind außer den rein konstruktiven (Bauteilanschlüsse) zunächst nicht zu verzeichnen und sind in der Berechnung pauschal berücksichtigt.

Lüftungswärmeverluste:

Entsprechend des Alters der Bauteile von ca. 70 Jahren wird von einem hohen Grad der Undichtigkeit ausgegangen. Der natürliche Lüftungswechsel wurde mit dem faktor 0,7 berechnet. Folglich wird in einer separat angestzten Variante „Blower Door-Messung“ davon ausgegangen, dass nach einer Komplettsanierung der Lüftungswechsel auf 0.6 begrenzt sein wird.

Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen:

Keine

2.5 Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage

Die Einzelfeuerstätten (Öfen) zur Beheizung haben eine schlechte Energieeffizienz und sollten aufgrund ihres hohen CO_2-Ausstoßes dringend durch ein zeitgemäßes Heizungssystem ersetzt werden.

Die Warmwasserbereitung durch Boiler/Durchlauferhitzer befindet sich aufgrund deren Alter in einem schlechten Zustand. Eine Rohrleitungsdämmung ist unvollständig oder gar nicht vorhanden.

2.5.1 Heizungsanlage

Erzeuger

Nutzfläche An :	2561,30 m²
Baujahr:	2009
Leistung:	212,7 kW
Wärmeerzeugertyp :	Kachelofen, < 1995, im beheizten Bereich
Kombibetrieb(auch WW)	nein
Brennstoffart :	Braunkohle
Primärenergiefaktor :	1,20
Aufwandszahl :	1,550
Hilfsenergiebedarf :	0,00 kWh/(m²a)

Speicherung

Speichertyp :	kein Speicher

Verteilung keine Verteilung

spezif. Wärmebedarf :	3,47 kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf :	0,53 kWh/(m²a)

Übergabe

Art der Übergabe :	Einzelfeuerstätte
spezif. Wärmebedarf :	9,6 kWh/(m²a)

2.5.2 Warmwasseranlage

Erzeuger

Nutzfläche An :	2321,10 m²	
Baujahr :	1920	
Leistung:	253,8 kW	
Wärmeerzeugertyp :	Elektrodurchlauferhitzer	
Brennstoffart :	Strom allgemein nach DIN 4701-10	
Primärenergiefaktor :	2,70	
Aufwandszahl :	1,010	
Hilfsenergiebedarf :	0,00	kWh/(m²a)
Kesselwirkungsgrad:	86,00	%

Speicherung

Speichertyp : kein Speicher

Verteilung **ohne**

2.6 Klimadaten

Bei der Berechnung des Wärmebedarfs und zur Beurteilung der Heizungsanlage wurde die Klimazone Deutschland gewählt. Im einzelnen wird mit folgenden Daten gerechnet:

Tabelle 3: Klimadaten

Höhe	- m
Heiztage	274 d/a
mittl. Außentemperatur	8,9 °C
tiefste Außentemperatur	-12 °C
Innentemperatur	19 °C
mittlere Gradtagszahl	3380,1 d °C/a

3 ENERGIEBILANZ DES BESTEHENDEN GEBÄUDES

3.1 Energiebedarf

Im folgenden werden alle Energieverluste und Gewinne des Gebäudes dargestellt.

Tabelle 4: Energiebilanz des Gebäudes

Transmissionsverluste	459.222,37 kWh/a
Lüftungsverluste	120.422,42 kWh/a
Heizungsverluste	265144,16 kWh/a
Warmwasser Nutzwärmebedarf	29013,75 kWh/a
Warmwassererwärmung Verluste	290,14 kWh/a
Summe Verluste	**874092,84 kWh/a**
solare Gewinne	104.391,40 kWh/a
interne Gewinne	78.667,62 kWh/a
Nachtabsenkung	0,00 kWh/a
zugeführte Heizenergie	661.729,92 kWh/a
zugeführte Energie Warmwassererwärmung	29.303,89 kWh/a
Summe Gewinne	**874092,84 kWh/a**

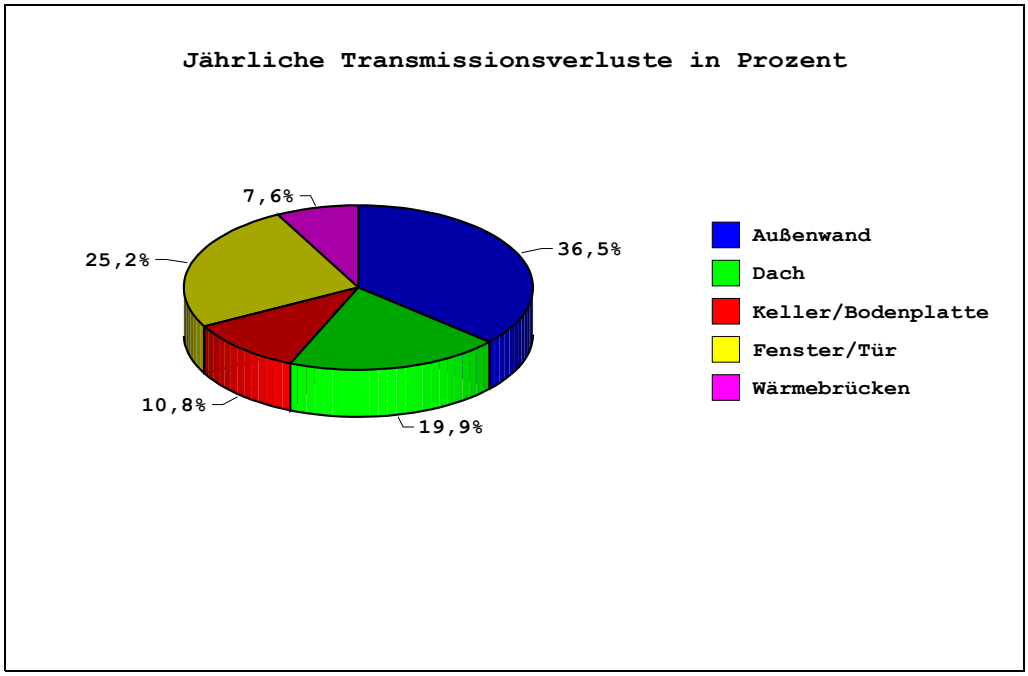
Aus den zuvor genannten Werten lassen sich folgende spezifischen Kennzahlen ermitteln:

Tabelle 5:

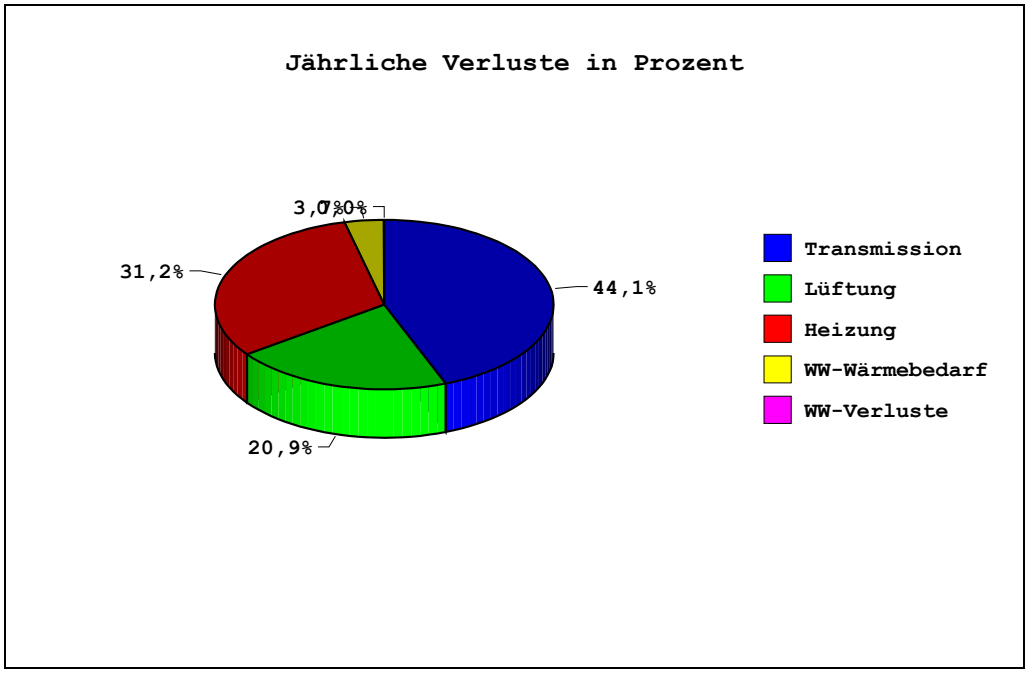
Heizwärmebedarf	396.585,76 kWh/a
Endenergiebedarf	692.263,99 kWh/a
Primärenergiebedarf	876.517,87 kWh/a
Aufwandszahl, primärenergiebezogen	2,06 -

Die nachfolgende Grafik beschreibt die Aufteilung der gesamten Transmissionsverluste auf die einzelnen Flächen.

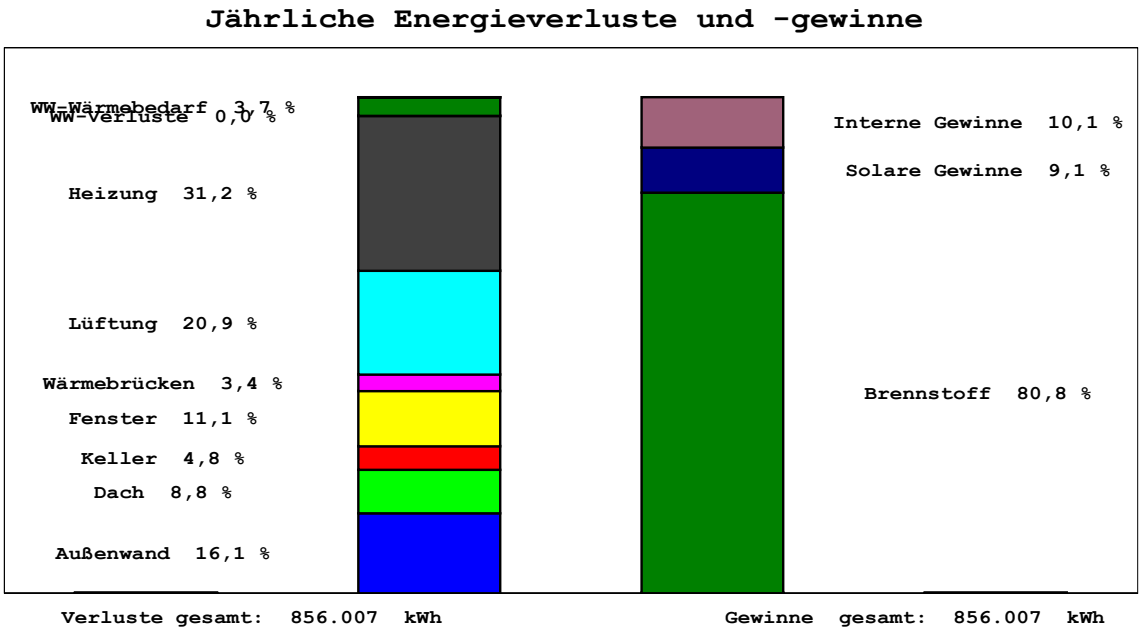
Grafik 1 : prozentuale Verteilung der Transmissionsverluste



Grafik 2 : prozentuale Verteilung der gesamten Verluste pro Jahr

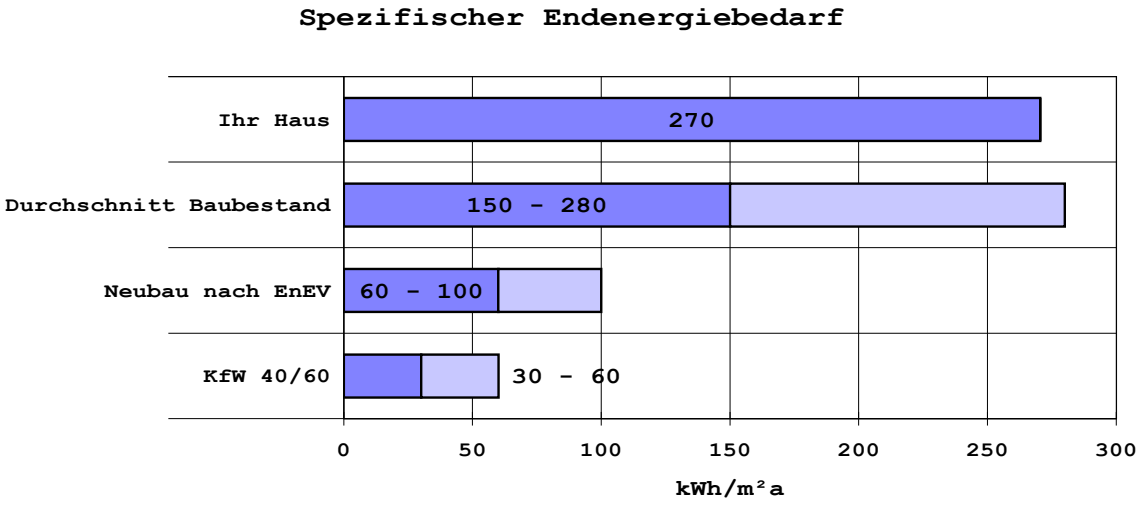


Grafik 3 : Energieverluste und Gewinne anteilig:



Einen Vergleich des Endenergiebedarfs Ihres Hauses mit dem Gebäudebestand entnehmen Sie bitte der folgenden Grafik.

Grafik 4 : Vergleich des Endenergiebedarfs:



Das Bestandsgebäude befindet sich energetisch in dringend zu optimierendem Zustand.

3.2 Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch ermittelten

Da keine Verbrauchswerte vorliegen, wird dieser Punkt außer Betracht gelassen.

Der theoretisch ermittelte Energiebedarf beträgt 691033,8 kWh/a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung.

4 VARIANTEN DER OPTIMIERUNGSMASSNAHMEN

Im folgenden Kapitel werden verschiedene Varianten zur Energieeinsparung miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit überprüft.

Eine Übersicht der durchgeführten Varianten ergibt sich aus folgender Tabelle:

4.1 Maßnahmenbeschreibung

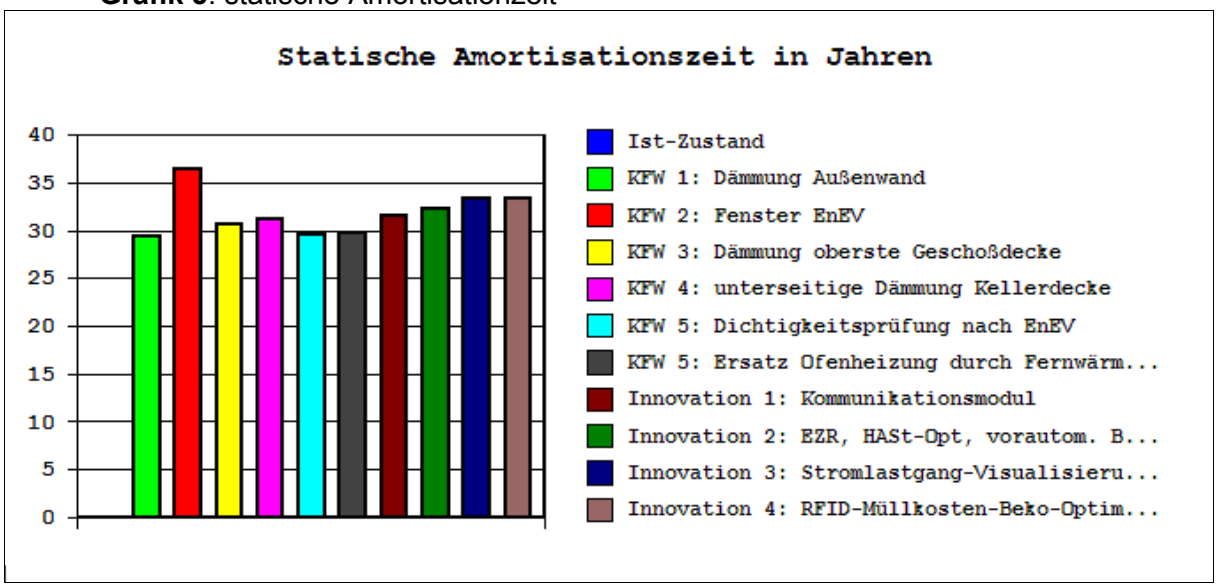
Tabelle 6: Berechnete Varianten

Nr.	Variante	jährlicher Energie-bedarf [kWh/a]	jährliche Energie-einsparng [%]	jährliche Energie-kosten [EUR/a]	Investitions-kosten gesamt [EUR]	stat.jährliche Gesamt-kosten [EUR/a]
1	Ist-Zustand	692.716,3	0,0	27.490,56	0,00	27.490,56
2	KFW 1: Dämmung Außenwand	534.496,0	22,8	22.427,51	137.088,00	25.854,71
3	KFW 2: 2 + Fenster EnEV	483.344,8	30,2	20.790,67	265.293,00	27.884,07
4	KFW 3: 3 + Dämmung oberste Geschoßdecke	441.305,3	36,3	19.445,40	289.618,50	27.336,91
5	KFW 4: 4 + unterseitige Dämmung Kellerdecke	347.399,1	49,8	16.440,41	330.161,00	25.688,62
6	KFW 5: 5 + Dichtigkeits-prüfung nach EnEV	250.536,1	63,8	13.340,79	332.661,00	22.845,39
7	KFW 6: 6 + Ersatz Ofen-heizung durch Fernwärme	196.005,5	71,7	10.155,27	442.661,00	23.329,70
8	Innovation1: 7 + Kommunikationsmodul	196.005,5	71,7	10.155,27	462.661,00	25.324,48
9	Innovation2: 8 + EZR, HASt-Opt, vorautom. Beko	196.005,5	71,7	10.155,27	480.661,00	27.139,76
10	Innovation3: 9 + Stromlast-gang-Visualisierung Mieter-TV	196.005,5	71,7	10.155,27	485.661,00	27.625,09
11	Innovation4: RFID-Müllkosten-Beko-Optimierung, Zugang	196.005,5	71,7	10.155,27	485.661,00	27.625,09

Bei den Kosten der einzelnen Maßnahmen wurde davon ausgegangen, dass die Maßnahmen von Fachbetrieben durchgeführt werden. Statistische Mittelwerte liegen vor und sind in die Berechnung eingeflossen.

Die Maßnahmen wurden kumulierend angesetzt, d.h., die nachfolgende Variante beinhaltet jeweils die vorangegangenen. Die ungefähren Einzelauswirkungen lassen sich durch Differenzbildung ermitteln.

Grafik 5: statische Amortisationzeit



Die statischen Gesamtkosten setzen sich aus den jährlichen Investitionskosten und den jährliche Energiekosten zusammen.
Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden folgende Kosten angesetzt:

Tabelle 7: Energiepreisteuerung und Zinssatz

Energiepreis-Teuerung	8,00 %
Zinssatz	4,00 %

Tabelle 8: Kosten in EUR

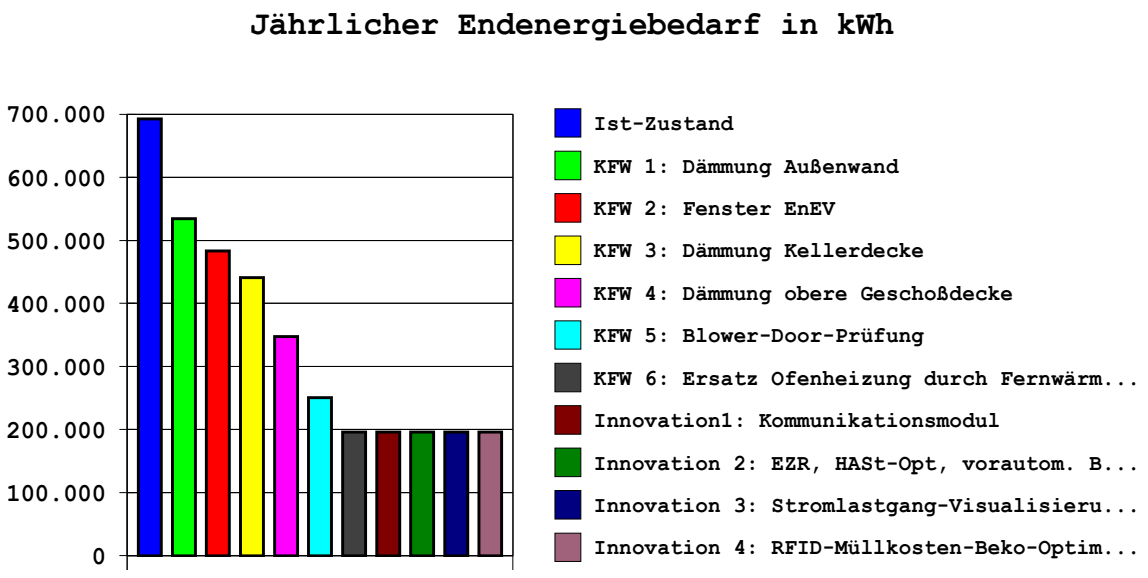
Energieträger	Grundkosten in EUR/Jahr	Verbrauchskosten EUR/kWH
Erdgas	0,00	0,07
Flüssiggas	0,00	0,07
Heizöl	0,00	0,065
Steinkohle	0,00	0,032
Braunkohle	0,00	0,032
Tagstrom	0,00	0,19
Nachtstrom	0,00	0,13
Fern/Nahw. KWK fossil	0,00	0,05
Fern/Nahw. KWK ern.	0,00	0,05
Fern/Nahw. HW fossil	0,00	0,05
Fern/Nahw. HW ern.	0,00	0,05
Holz	0,00	0,03
Holz-Pellets	0,00	0,038
Sonstiges	0,00	0,00

Tabelle 9: Darlegung der Basiswerte:

Bauteil	Einbauzustand	U-Wert IST-Zustand W/m²K	U-Wert neu ab Variante6 W/m²K	Umax MFH EnEV 2009	Forderung MFH EEWärmeG
Außenwand	gegen Außenluft	1,18	0,26	0,28	0,22
Kellerdecke	unbeheizt unterhalb	1,3	0,33	0,3	0,3
Fenster	gegen Außenluft	3,0	1,3/ 0,6	1,3/ 0,6	0,9/ 0,55
Decke	unbeheizt oberhalb	1,34	0,19	0,2	0,18
		Aufwandszahl	Aufwandszahl		
Heizungs-anlage		1,55	1,01		

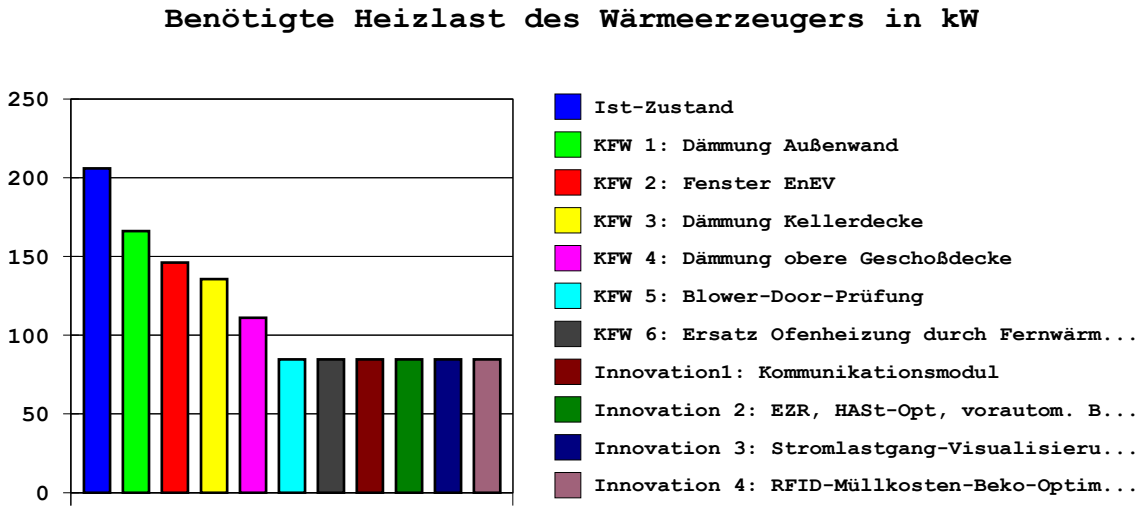
Die folgende Grafik veranschaulicht die möglichen Energieeinsparungen. Es sind die einzelnen zuvor beschriebenen Varianten auf ihren Energiebedarf untersucht worden.

Grafik 6: Energiebedarf des Gebäudes



Die Heizlast verändert sich entsprechend der nachfolgenden Grafik. Die Heizlast kann zur näherungsweisen Dimensionierung des Wärmeerzeugers nach der Sanierung genutzt werden.

Grafik 7: Heizlast



4.2 Variantenaufstellung

4.2.1 Variante 1

KFW 1: Dämmung Außenwand

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Preisannahme € 80,- netto/qm einschließlich Gerüst, Neuputz und Schlußanstrich:

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten		
Investitionskosten:	137.088,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00 €	
Verbleibende Kosten:	137.088,00	€
Energie		
Energiebedarf:	534.496,00	kWh/a
Energieeinsparung:	158.220,27	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	22,84 %	
Energiekosten:	22.427,51	€/a
Energiekosteneinsparung:	5.063,05	€/a
Wirtschaftlichkeit		
Mittlere Lebensdauer	40,00	a
Stat. Amortisation	27,08	a
Dyn. Amortisation	19,44	a

4.2.2 Variante 2

KFW 2: KFW 1 + Fenster EnEV

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K, neue Fenster IV 68 Kunststoff mit Winkelmontage in Dämmebene außerhalb der ursprünglichen Hüllfläche im Wärmebrücke-optimierten Dämmbereich, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K bei angenommenem Glaswert von 0,9 W/m²K und einem g-Wert von 0,6, verwendet in jeder Himmelsrichtung, Preisannahme netto € 350,-/qm:

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	265.293,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00 €	
Verbleibende Kosten:	265.293,00	€

Energie

Energiebedarf:	483.344,78	kWh/a
Energieeinsparung:	209.371,50	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	30,22	%
Energiekosten:	20.790,67	€/a
Energiekosteneinsparung:	6.699,89	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer	37,40	a
Stat. Amortisation	39,60	a
Dyn. Amortisation	25,15	a

4.2.3 Variante 3

KFW 3: KFW 2 + unterseitige Dämmung Kellerdecke

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neue Fenster IV 68, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K

Grundfläche Kellerdecke unterseitig mit 80 mm WLG 035 dämmen , neuer U-Wert: 0,326 W/m²K, Preisannahme € 30,- netto, Kopfhöhe geprüft:

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	289.618,50	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00 €	
Verbleibende Kosten:	289.618,50	€

Energie

Energiebedarf:	441.305,27	kWh/a
Energieeinsparung:	251.411,00	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	36,29	%
Energiekosten:	19.445,40	€/a
Energiekosteneinsparung:	8.045,16	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	36,70	a
Stat. Amortisation:	36,00	a
Dyn. Amortisation:	23,63	a

4.2.4 Variante 4

KFW 4: KFW 3 + Dämmung oberste Geschoßdecke

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neue Fenster IV 68, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K

Kellerdecke unterseitig mit 80 mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,326 W/m²K

Bodenfläche des ungedämmten Dachraumes oberseitig mit 160mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,188 W/m²K:

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	330.161,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00 €	
Verbleibende Kosten:	330.161,00	€

Energie

Energiebedarf:	347.399,14	kWh/a
Energieeinsparung:	345.317,13	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	49,85	%
Energiekosten:	16.440,41	€/a
Energiekosteneinsparung:	11.050,15	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	35,70	a
Stat. Amortisation:	29,88	a
Dyn. Amortisation:	20,83	a

4.2.5 Variante 5

KFW 5: KFW 4 + Dichtigkeitsprüfung nach EnEV (Blower-Door)

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neue Fenster IV 68, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K

Kellerdecke unterseitig mit 80 mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,326 W/m²K

Bodenfläche des ungedämmten Dachraumes oberseitig mit 160mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,188 W/m²K

Blower-Door-Prüfung gemäß DIN EN 13 829:

Messung der Luftdurchlässigkeit der Hülle von Gebäuden oder Gebäudeteilen vor Ort durch die Anwendung von Über- und Unterdruck in Gebäuden oder Gebäudeteilen sowie die Messung der resultierenden Luftvolumenströme in Abhängigkeit von verschiedenen statischen Druckdifferenzen zwischen innen und außen. Preisannahme € 2.500,- netto pauschal, Verbesserung der Luftwechselrate von 0.7 auf 0.6 1/h bei einer Option auf tatsächlich bessere Werte, die dann nach exakter Vorlage weiter abmindernd in die Energiebilanz eingerechnet werden könnten.

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	332.661,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00 €	
Verbleibende Kosten:	332.661,00	€

Energie

Energiebedarf:	250.536,07	kWh/a
Energieeinsparung:	442.180,20	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	63,83	%
Energiekosten:	13.340,79	€/a
Energiekosteneinsparung:	14.149,77	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	35,00	a
Stat. Amortisation:	23,51	a
Dyn. Amortisation:	17,56	a

4.2.6 Variante 6

KFW 6: KFW 5 + Ersatz Ofenheizung durch Fernwärme

Maßnahmen dieser Variante:
Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neue Fenster IV 68, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K

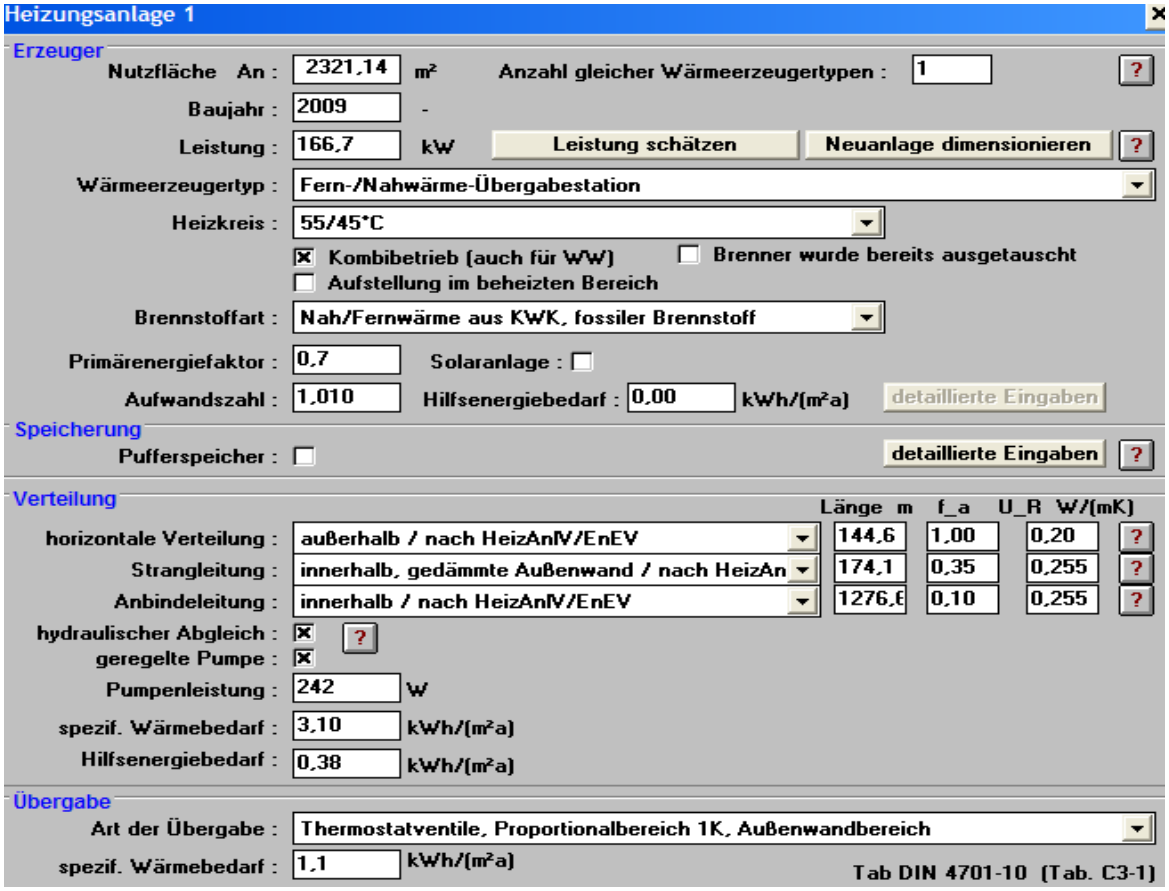
Kellerdecke unterseitig mit 80 mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,326 W/m²K

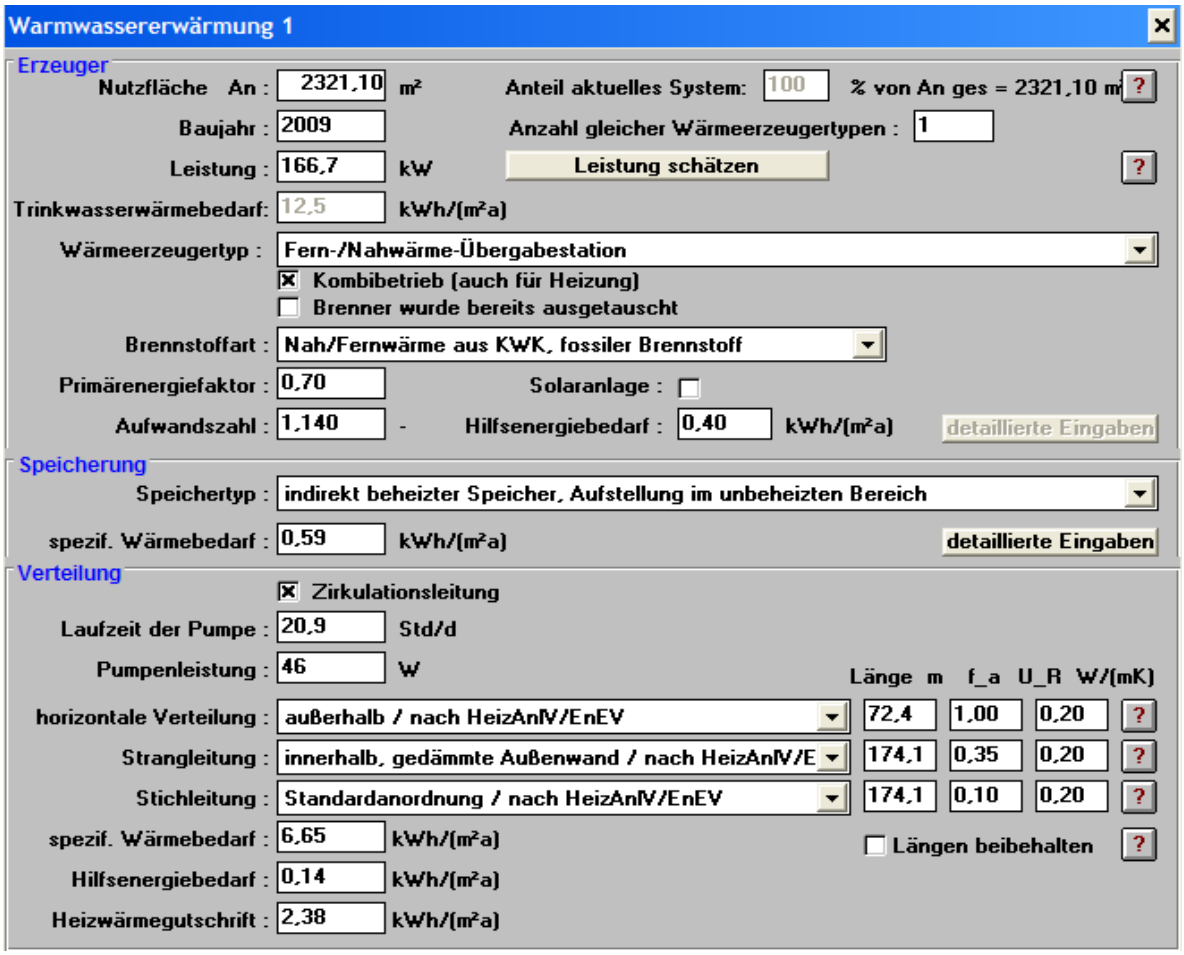
Bodenfläche des ungedämmten Dachraumes oberseitig mit 160mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,188 W/m²K

Blower-Door-Prüfung gemäß DIN EN 13 829

Austausch der Kachelöfen durch Einbau einer kompletten Heizungsanlage inkl. Fernwärme-Anschluß, Verteilung und Endübergabe (Heizkörper/ ~flächen, Thermostaten usw.):

siehe hierzu nachfolgende Grafik:





Wirtschaftlichkeitsübersicht KFW 6

Kosten

Investitionskosten:	442.661,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	442.661,00	€

Energie

Energiebedarf:	196.005,50	kWh/a
Energieeinsparung:	496.710,77	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	71,70	%
Energiekosten:	10.155,27	€/a
Energiekosteneinsparung:	17.335,29	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	33,60	a
Stat. Amortisation:	25,54	a
Dyn. Amortisation:	18,65	a

4.2.7 Variante 7

Innovation 1: KFW 6 + Kommunikationsmodul

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neue Fenster IV 68, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K

Kellerdecke unterseitig mit 80 mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,326 W/m²K

Bodenfläche des ungedämmten Dachraumes oberseitig mit 160mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,188 W/m²K

Blower-Door-Prüfung gemäß DIN EN 13 829

Austausch Kachelöfen durch Einbau Fernwärme-Heizungsanlage

Heizkosten- u.a. Visualisierung mit dem Smart Living Manager (SliM):

Alle Lieferantenoptionen, medizinischen Dienste, Infos rund um den Kirchturm, Dialog- und sonstige Services als Kalender-, Bestell- oder Notrufdienste werden über ein zentrales Mieter-Infoportal abgewickelt, welches extern von einem Dienstleister betrieben wird. Die Grundkosten zur Einrichtung wurden mit € 20.000,- berechnet. Für weitere energiewirksame Maßnahmen wie Einzelraum-Regelungen und deren Bilanzvisualisierung, Strom-Lastgangvisualisierung, Lastgangoptimierung des Heizerzeugers/der HASt ist dies als Voraussetzung zu sehen.

Die Wirtschaftlichkeit ist über „weiche Faktoren“ der Mieterbindung, der Leerstandsbekämpfung vorhanden, aber noch nicht hinreichend mit gesicherten Daten untersetzt. Ein Musterprojekt wird hiermit begonnen. Ziel ist es, belastbare Erkenntnisdaten zur energetischen und kommunikativen Verbesserung zu erheben, zu sammeln, zu dokumentieren und zu evaluieren.

Eine genauere Beschreibung ist unter SliM-Beschreibung hinterlegt

Wirtschaftlichkeitsübersicht

Kosten

Investitionskosten:	462.661,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00 €	
Verbleibende Kosten:	462.661,00	€

Energie

Energiebedarf:	196.005,50	kWh/a
Energieeinsparung:	496.710,77	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	71,70	%
Energiekosten:	10.155,27	€/a
Energiekosteneinsparung:	17.335,29	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	30,50	a
Stat. Amortisation:	26,69	a
Dyn. Amortisation:	19,25	a

4.2.8 Variante 8

Innovation 2: Innovation 1 + EZR, HASt-Opt, vorautom. Beko

Maßnahmen dieser Variante:
Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neue Fenster IV 68, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K

Kellerdecke unterseitig mit 80 mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,326 W/m²K

Bodenfläche des ungedämmten Dachraumes oberseitig mit 160mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,188 W/m²K

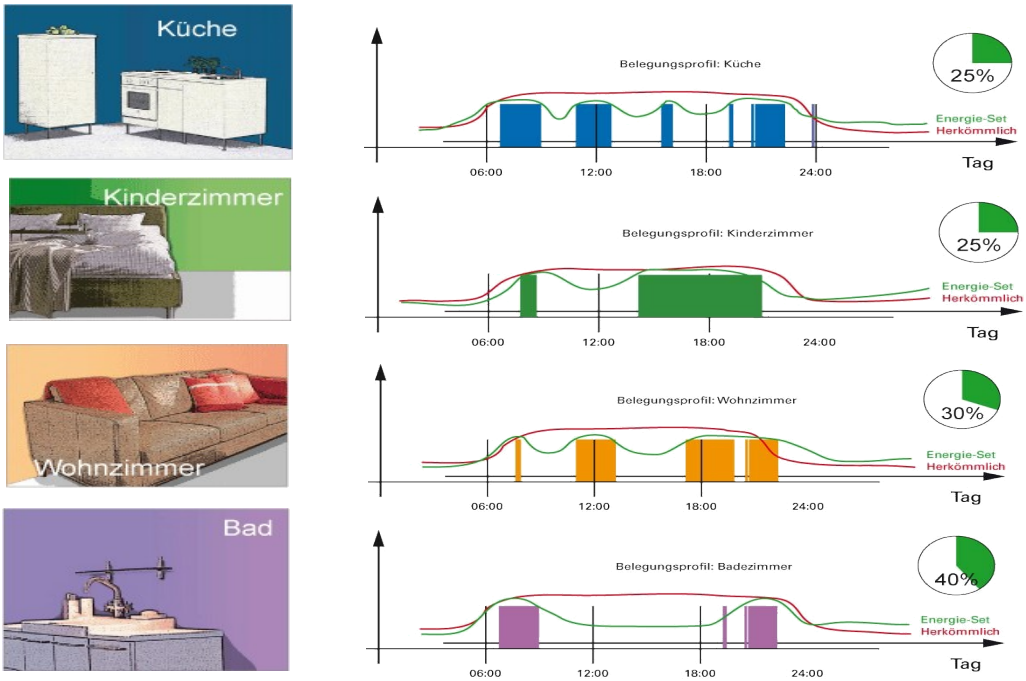
Blower-Door-Prüfung gemäß DIN EN 13 829

Austausch Kachelöfen durch Einbau Fernwärme-Heizungsanlage

Heizkosten- u.a. Visualisierung mit dem Smart Living Manager (SliM):

<u>Einzelraumregelung, Lastgang-Optimierung HASt, Visualisierung von Heizverbrauchswerten auf dem Mieter TV:</u>
entsprechend aufbauend auf den SliM, Kostenannahme pauschal € 18.000,- im Alltagsbetrieb (wurde hier so eingestellt).
Im Feldversuch entstehen höhere Kosten, die mit ca. € 40.000,- für ergänzendes Engineering, GLT-Module, Montage, Evaluation und Dokumentation quantifiziert werden (nicht eingerechnet in dieses Projekt)

Darstellung der Ziele am IST-Zustand (keine Einzelraumregelung) gegenüber dem SOLL-Zustand (stundenweise Parametrierung aller Räume durch einen Profiler). Ein Display zum Bedienen wird nicht mehr benötigt; Zielstellung ist die Ausstattung einer durchschnittlichen Wohnung im Bereich zwischen € 350,- - €400,- netto bei Übernahme der Kosten durch die Mieter.

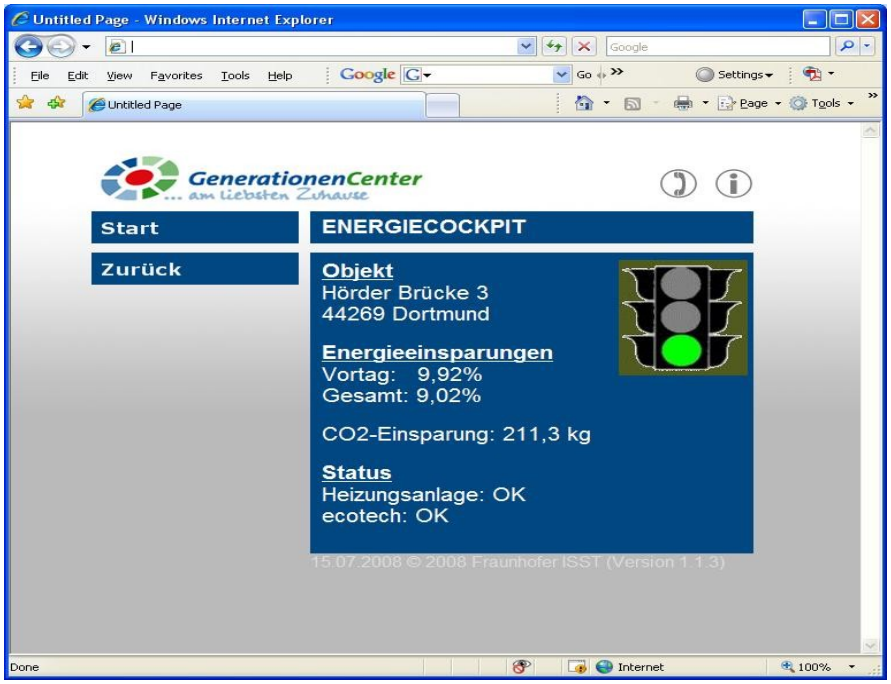


Basis „Solarfunk“ mit EnOcean Funktechnologie
Produkte für Raum- und Zonenbereich
Sensor zur Erfassung und automatischen Generierung des Nutzzeitprofils
Sollwertkorrektur
Zentrale Vorgabe für Betriebsart (Auto/ Urlaub/ Party/ Schnellaufheizen..)
Anbindung der Funk- Aktorik
Überwachung der Funkkommunikation
Weitestgehend wartungsfrei
Kommunikation drahtlos bidirektional
Rückmeldung über MMI und Funkprotokoll

Strategie	Wochen- und Jahres-programm	Stunden-plan	Fenster-kontakt	Präsenz-melder	Einsparung gegenüber Trakt C3
A	aktiv	aktiv			25 %
B	aktiv		aktiv		37 %
C	aktiv	aktiv	aktiv		39 %
D	aktiv	aktiv	aktiv	aktiv	40 %

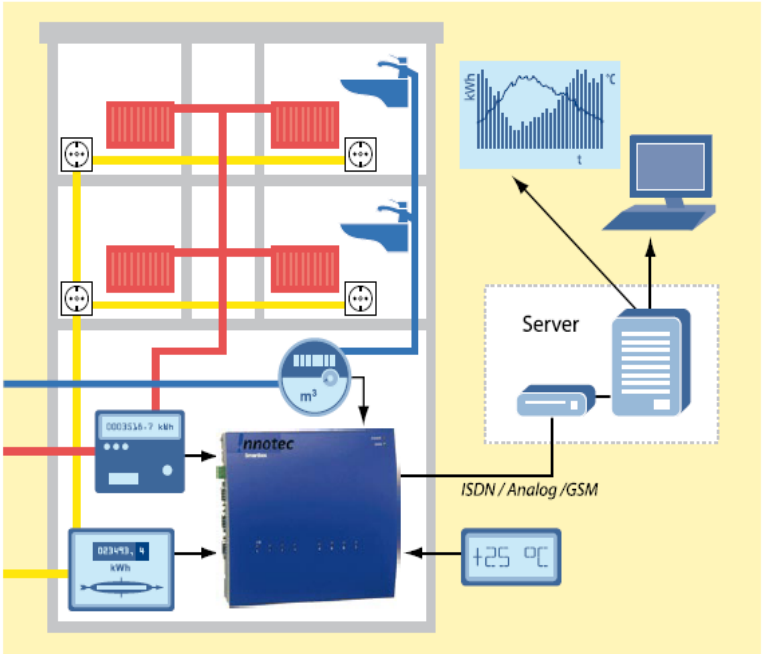
Der vorhandene Smart-Living-Manager visualisiert die Heizkostenverbräuche und weitere Betriebskostenarten auf dem Mieter-TV. Somit ist es Mietern möglich, während der Heizperiode Informationen zum Trend der anstehenden Heizwärmekosten zwischen den jährlichen Abrechnungsperioden zu erhalten.

Ein Wohngebiet in Brandenburg (Cohnsches Viertel) wurde so bereits ausgestattet, wobei der aktuelle Zulieferant der Heizkostendaten (Fa. Techem) die Daten monatlich dem Betreiber des SliM zustellt (Fraunhofer ISST), welcher diese dann wiederum wohnungsgenau zustellt.



Parallel dazu wird ggf. die vorhandene Haus-Anschluß-Station (HASt) so optimiert, dass die Grundlast bis zu 50% reduziert wird. Hier konnten bereits diverse HASt in der Region Berlin-Brandenburg ausgestattet und der Nutzen in ersten Betriebsjahren evaluiert werden. Der ROI dieser Maßnahme bleibt hier zunächst unberücksichtigt, da aktuell nur die technologischen Möglichkeiten im Kontext mit den weiteren benannten Maßnahmepaketen dargestellt werden sollen. Im Neubaufall wird eine HASt gleich von vornherein optimal ausgestattet (eingerechnet in die Variante der Heizungs-erneuerung).

Die so ausgestatteten Wohnungen und HASt sind in der Lage, die nach Betriebskosten-Verordnung notwendigen Schritte zur Abrechnung von Heizkosten vorautomatisiert den ERP-Systemen der Wohnungswirtschaft bereit zu stellen.



Wirtschaftlichkeitsübersicht ohne Berücksichtigung weicher Faktoren (reine Kostenbelastung ohne Annahme eines Nutzens)

Kosten

Investitionskosten:	480.661,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00 €	
Verbleibende Kosten:	480.661,00	€

Energie

Energiebedarf:	196.005,50	kWh/a
Energieeinsparung:	496.710,77	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	71,70	%
Energiekosten:	10.155,27	€/a
Energiekosteneinsparung:	17.335,29	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	28,30	a
Stat. Amortisation:	27,73	a
Dyn. Amortisation:	19,77	a

4.2.9 Variante 9

Innovation 3: Innovation 2 + Stromlastgang-Visualisierung auf Mieter-TV

Maßnahmen dieser Variante:

Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neue Fenster IV 68, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K

Kellerdecke unterseitig mit 80 mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,326 W/m²K

Bodenfläche des ungedämmten Dachraumes oberseitig mit 160mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,188 W/m²K

Blower-Door-Prüfung gemäß DIN EN 13 829

Austausch Kachelöfen durch Einbau Fernwärme-Heizungsanlage

Heizkosten- u.a. Visualisierung mit dem Smart Living Manager (SliM)

EZR, Lastgang-Optimierung HASt, Visualisierung Heizverbrauch auf Mieter TV

Visualisierung der Strom-Lastgänge im Stundentakt auf dem Mieter-TV:

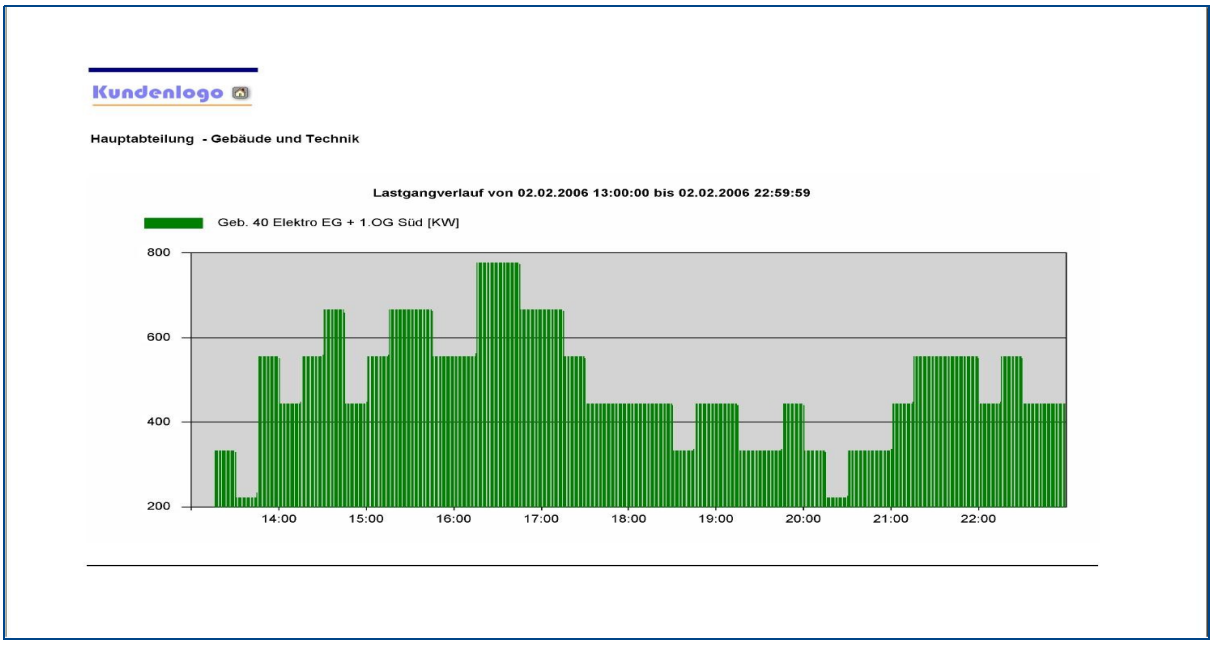
Ergänzend zu den vorherigen Maßnahmen werden Datenlogger zur stündlichen Aufnahme und Zwischenspeicherung von Strommengen-Daten installiert. Auf der vorhandenen Infrastruktur läßt sich nun auch ergänzend der Lastgang der Mieter-individuellen Stromabnahme visualisieren.

Nach Angaben der TFH Wildau sinkt der Stromverbrauch bereits dann um 11%, wenn dem Endnutzer die Konsequenz des eigenen Verhaltens, speziell die Höhe der als – vernachlässigbar erachteten – stand-by und Schein-Aus-Zustände einzelner Verbraucher transparent dargestellt wird.

Es bedeutet im Alltag, dass bei visueller Vorlage einer stundenaktuellen Lastgangkurve wie selbstverständlich ein Bügeleisen während eines Telefonats abgestellt wird etc.

Die Kosten eines solchen Projektes werden inkl. begleitender Evaluation und Maßnahmen zur Mieterinfo mit € 17.500,- im Versuchsstadium angenommen; im späteren Alltagsbetrieb sinken die Kosten rapide.

Hier laufen € 15.000,- als Grundkosten mit (externe Evaluation), die bei der Erweiterung dieser Maßnahme auf das gesamte Wohngebiet nicht erneut entstehen.



Die hier im ganzheitlichen Betrachtungswinkel erzielbaren Einsparpotenziale sind beachtlich, jedoch in der EnEV nicht berücksichtigt, folglich in gesetzlich anerkannten Berechnungsverfahren nicht abmindernd berücksichtigungsfähig.

Dieses Projekt wird diesen Teil optionaler CO2-Minimierungen separat bearbeiten. Hier sind, wie auch in den anderen Innovations-Schritten, restliche F + E-Aufwändungen enthalten, deren Gesamtkosten einem einzigen Projekt nicht zugeordnet werden dürfen. Daher wird parallel versucht, ein separates Projekt für exakt diese, in keiner Berechnungsiteration hinterlegten Einsparoption begleitend zum „Standard“, hier als „KFW“ titulierten Varianten, aufzusetzen.

Wirtschaftlichkeitsübersicht (ohne abmindernde Berücksichtigung)

Kosten

Investitionskosten:	485.661,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	485.661,00	€

Energie

Energiebedarf:	196.005,50	kWh/a
Energieeinsparung:	496.710,77	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	71,70	%
Energiekosten:	10.155,27	€/a
Energiekosteneinsparung:	17.335,29	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	27,80	a
Stat. Amortisation:	28,02	a
Dyn. Amortisation:	19,92	a

4.2.10 Variante 10

Innovation 4: Innovation 3 + RFID-Müllkosten-Beko-Optimierung, Zugang

Maßnahmen dieser Variante:
Wand Außenluft mit 120 mm WLG 040 dämmen, neuer U-Wert: 0,260 W/m²K

Fenster- Austausch, neue Fenster IV 68, neuer U-Wert: 1,300 W/m²K

Kellerdecke unterseitig mit 80 mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,326 W/m²K

Bodenfläche des ungedämmten Dachraumes oberseitig mit 160mm WLG 035 dämmen, neuer U-Wert: 0,188 W/m²K

Blower-Door-Prüfung gemäß DIN EN 13 829

Austausch Kachelöfen durch Einbau Fernwärme-Heizungsanlage

Heizkosten- u.a. Visualisierung mit dem Smart Living Manager (SliM)

EZR, Lastgang-Optimierung HASt, Visualisierung Heizverbrauch auf Mieter TV

Visualisierung der Strom-Lastgänge im Stundentakt auf dem Mieter-TV

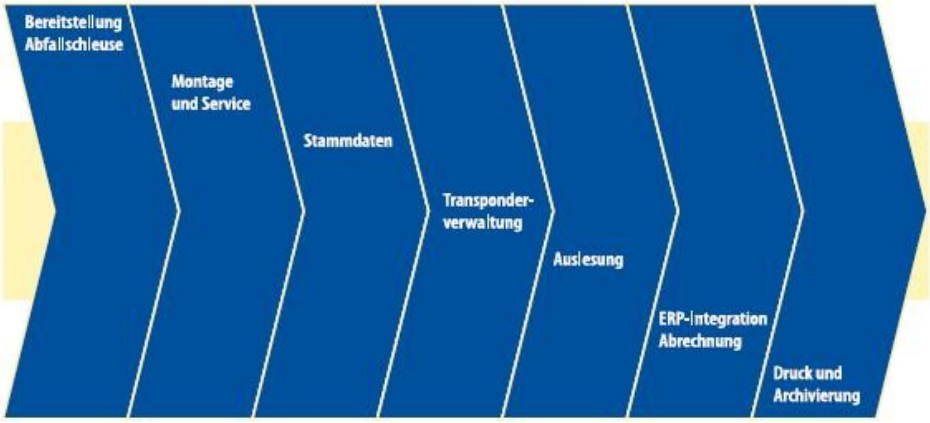
RFID-Betriebskostenentlastung:

Am Beispiel „Restmüll“ wird im Zusammenhang mit definierten Maßnahmen des sogenannten „performance contractings“ ein weiterer, wichtiger Posten der „kalten“ Betriebskosten zur Optimierung und Kostenreduzierung herangezogen.

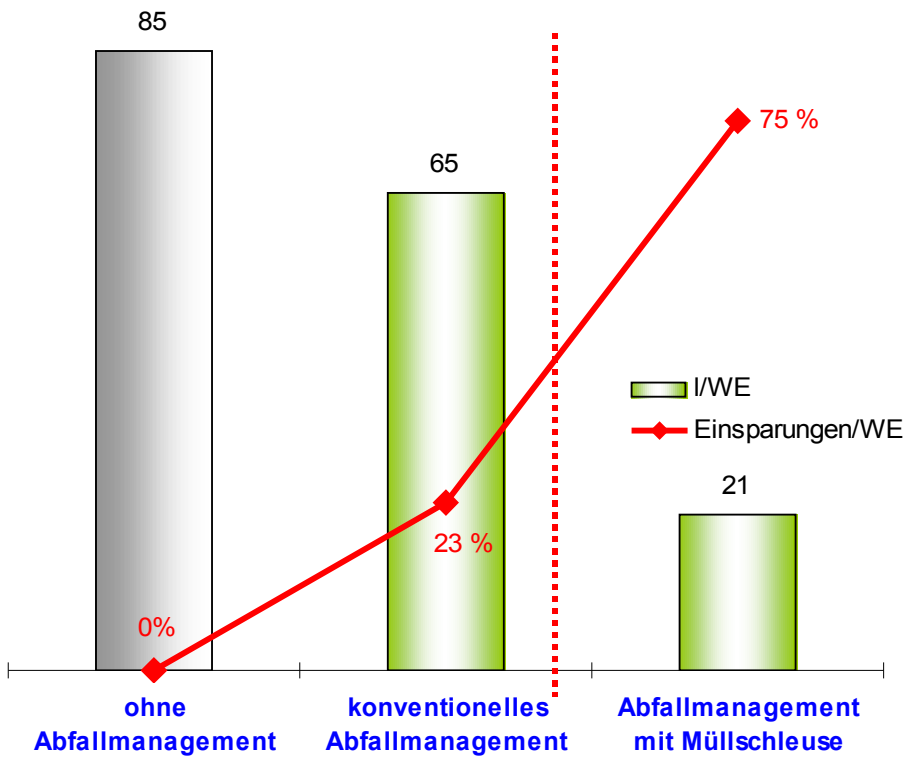
Eine Beschreibung ist unter Verfahrensbeschreibung
hinterlegt und kann kostenabmindernd, sprich ROI-fördernd, eingestellt werden, da nachweislich ein performance-contracting dazu führt, dass die Mieter an den eintretenden Einsparungen beteiligt werden. Belastbare Ergebnisse aus Brandenburg und Berlin liegen vor.

Die hier optional vorliegenden Einsparpotenziale sind Gegenstand detaillierter Diskussionen in vielen deutschen Stadtparlamenten, da die Müllentsorgung häufig in der Hand kommunal geführter Unternehmen liegt.

Auch hier wird nochmals die ERP-Integrationsfähigkeit präzisiert:



Der ganzheitliche Ansatz wird wie folgt verdeutlicht:



Mit dem ersten performance-contracting sind automatisch alle Mieter grundausgestattet, d.h., alle Mieterhaushalte verfügen über die RFID-Clips. Folgeverfahren wie etwa

- zentraler Zugang
- Wohnungszugang
- Türen zum Fahrradkeller, Müllplatz
- Aufzugsidentifikation
- schlüssellosen Briefkastensystemen
- Abrechnung kleinteiliger haushalsnaher Dienste

können nun hinzugefügt werden, ohne dass eine neue Infrastruktur wie RFID grundfinanziert werden müsste.

Erste Versuche haben gezeigt, dass Mieter geneigt sind, auch hier, zusätzlich zur Einzelraumregelung, selbst zu investieren.

Haushaltsnahe Dienste können hier z.B.auch in Kleinbeträgen erfasst und abgerechnet werden.

Wirtschaftlichkeitsübersicht (ohne Berücksichtigung von abmindernden Faktoren aus performance contracting und weiteren „weichen“ Faktoren)

Kosten

Investitionskosten:	485.661,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	485.661,00	€

Energie

Energiebedarf:	196.005,50	kWh/a
Energieeinsparung:	496.710,77	kWh/a
Proz. Energieeinsparung:	71,70	%
Energiekosten:	10.155,27	€/a
Energiekosteneinsparung:	17.335,29	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	27,80	a
Stat. Amortisation:	28,02	a
Dyn. Amortisation:	19,92	a

5 SONSTIGE MASSNAHMEN

- Da ab 01.10.2009 die neue EnEV 2009 in Kraft tritt, sind bei Umbaumaßnahmen an bestehenden Gebäuden vorzugsweise regenerative Energiequellen zu berücksichtigen. Details folgen unter 11.

6 NACHRÜSTVERPFLICHTUNG NACH ENEV 2009 UND EEWÄRMEG

Es bestehen objektbezogene Verbesserungspflichten nach EnEV 2009 gemäß Tabelle 9, Seite 23:

Bauteil	Einbauzustand	U-Wert IST-Zustand W/m²K	U-Wert neu ab Variante7 W/m²K	U_{max} MFH EnEV 2009	Forderung MFH EEWärmeG 2009
Außenwand	gegen Außenluft	1,18	0,26	0,28	0,22
Kellerdecke	unbeheizt unterhalb	1,3	0,33	0,3	0,3
Fenster	gegen Außenluft	3,0	1,3/ 0,6	1,3/ 0,6	0,9/ 0,55
Decke	unbeheizt oberhalb	1,34	0,19	0,2	0,18

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, Ersatzmaßnahmen zu ergreifen:
- Nutzung von Abwärme (beispielsweise aus Produktionsprozessen).
- Nutzung von Wärme aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mit einem Deckungsanteil des Wärmeenergiebedarfs von mind. 50 %.
- Anschluss an ein Netz der Nah- oder Fernwärmeversorgung, das auf Basis erneuerbaren Energien über Kraft-Wärme-Kopplung oder Abwärme betrieben wird.
- Auch mit verbessertem Wärmeschutz, der zu einer Unterscheitung der (jeweils gültigen) EnEV-Anforderungen um mindestens 15 % führt, werden die
- Anforderungen des Gesetzes im Sinne einer Ersatzmaßnahme erfüllt.

Wer weder erneuerbare Energien nutzen noch Ersatzmaßnahmen ergreifen kann, ist von der Nutzungspflicht befreit
(Quelle: Vortrag Prof. Hauser, FhG IB, 12.03.2009, München).

Im vorliegenden Fall sind die Verbesserungen gegenüber den Forderungen der EnEV 2009 gemäß Tabelle 9 gegeben, so dass der vorgesehene Rahmen für „Ersatzmaßnahmen“ übertroffen worden ist; ein Zwang zum Einsatz erneuerbarer Energien besteht nicht.

7 HINWEISE ZUR STROMEINSPARUNG (FÖRDERBONUS)

Auf Grund des zunehmenden Stromverbrauchs und der steigenden Energiekosten eröffnen sparsame Stromverbraucher in Verbindung mit einem optimierten Nutzerverhalten auch im Wohngebäudebereich häufig ein nicht unerhebliches Einsparpotential. Sofern der Beratungsbericht zu einer diesbezüglichen Sensibilisierung beiträgt und konkrete Anregungen für Verbesserungen enthält, wird dies durch einen Bonus unterstützt. Die Variante Innovation 3 verfolgt exakt dieses noch unausgeschöpfte Potenzial bzw. Ziel.

8 SCHADSTOFFBILANZ

Die Gefahr einer Klimakatastrophe verstärkt zur Zeit die öffentliche Diskussion um einen umweltverträglichen Energieeinsatz. Hauptverantwortlich für die drohende Klimaveränderung ist das Kohlendioxid. Aber auch andere Gase, wie z.B. unverbrannte Kohlenwasserstoffe, tragen das Ihrige dazu bei.

Neben der Gefahr der Klimaveränderung tragen die Emissionen, die durch die Verbrennung fossiler Energiequellen (Kohle, Öl, Gas etc.) verursacht werden, aber auch zu einer Vielzahl von weiteren Umweltbelastungen bei. Das Waldsterben, Atemwegserkrankungen, Schäden an Kulturdenkmälern, um nur eine kleine Auswahl zu nennen, gehören auch dazu.

Kohlendioxid (CO2) ist mit etwa 50% am sogenannten Treibhauseffekt beteiligt. CO2 vermindert die Wärmeabstrahlung der Erde in den Weltraum. Dieser Effekt ist in einem bestimmten Umfang erwünscht, wäre ohne ihn doch ein Leben auf der Erde unmöglich. Wird das Gleichgewicht, das sich in Jahrmillionen eingestellt hat, durch eine Erhöhung des CO2-Gehalts der Atmosphäre gestört, kommt es zu einer Aufheizung der Erdatmosphäre mit unberechenbaren Folgen für alle Lebensbereiche.

Die Menge des bei der Verbrennung entstehenden Kohlendioxids hängt von der Kohlenstoffmenge des Brennstoffes pro Energieinhalt ab. Ein Vergleich heute üblicher Energieträger ist der Tabelle 13 zu entnehmen. Bei dem Faktor für elektrischen Strom ist der durchschnittliche Kraftwerksmix der BRD zugrundegelegt.

Die Umweltbelastung durch Kohlendioxid kann durch Energieeinsparung, die Verwendung kohlenstoffärmerer Energieträger und die Verwendung regenerativer Energieträger wie Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, etc. reduziert werden.
Schwefeldioxid (SO2) entsteht bei der Verbrennung von Schwefel oder Schwefelverbindungen, die vielfach als Verunreinigungen im Brennstoff enthalten sind. SO2 bildet in der Atmosphäre Schwefelsäure und wird als Hauptverursacher des sauren Regens (⇒Waldsterben) angesehen. Die mit Abstand höchsten SO2-Emissionen werden durch die Kohlefeuerung, insbesondere Braunkohle, verursacht. Leichtes Heizöl emittiert erheblich weniger SO2 gegenüber Kohle. Diese Emissionen lassen sich durch den Kauf von schwefelarmem Heizöl weiter reduzieren. Die SO2-Emissionen bei Erdgas sind praktisch zu vernachlässigen.

Staub entsteht bei der Verbrennung dadurch, dass feste unverbrannte Bestandteile des Brennstoffes oder der Verbrennungsluft, die nicht in die Asche mit eingebunden werden, den Schornstein als Staub verlassen. Je nach Größe der Partikel wird zwischen Grob- und Feinstaub unterschieden. Staubemissionen treten hauptsächlich

bei der Kohlefeuerung und im geringen Maß bei der Ölfeuerung auf. Bei der Verbrennung von Erdgas entstehen keine nennenswerten Staubemissionen.
Stickoxide (NOx) entstehen bei hohen Temperaturen und sind im wesentlichen von der Feuerungstechnik und weniger vom eingesetzten Brennstoff abhängig. NOx ist wesentlich für das Waldsterben und andere Umweltauswirkungen sowie für Gesundheitsschäden bei Mensch und Tier, z.B. durch die Bildung von Ozon in Zusammenhang mit Sonneneinstrahlung, verantwortlich.

Kohlenmonoxid (CO) entsteht bei unvollständiger Verbrennung, vorwiegend bei schlecht arbeitenden Feuerungsanlagen (z.B. infolge mangelnder oder unzureichender Wartung) oder bei unzureichend belüfteten Heizräumen.

Durch Verbesserung der Feuerungstechnik an Heizkesseln konnte in den letzten Jahren der Ausstoß von Kohlendioxid und Stickoxid erheblich reduziert werden. Achten Sie bitte deshalb bei Kauf eines neuen Kessels und Brenners darauf, dass diese mit dem Blauen Umweltengel ausgezeichnet sind. Solche Fabrikate zeichnen sich durch besonders niedrige Umweltbelastungen aus.

Außerdem sollten Kessel und Pumpen nicht überdimensioniert sein, da dies häufig zu einem Takten der Anlage führen kann. Dies bewirkt, neben einem höheren Verschleiß, dass während der Startphasen die Verbrennung unvollständig und alles andere als schadstoffarm verläuft.

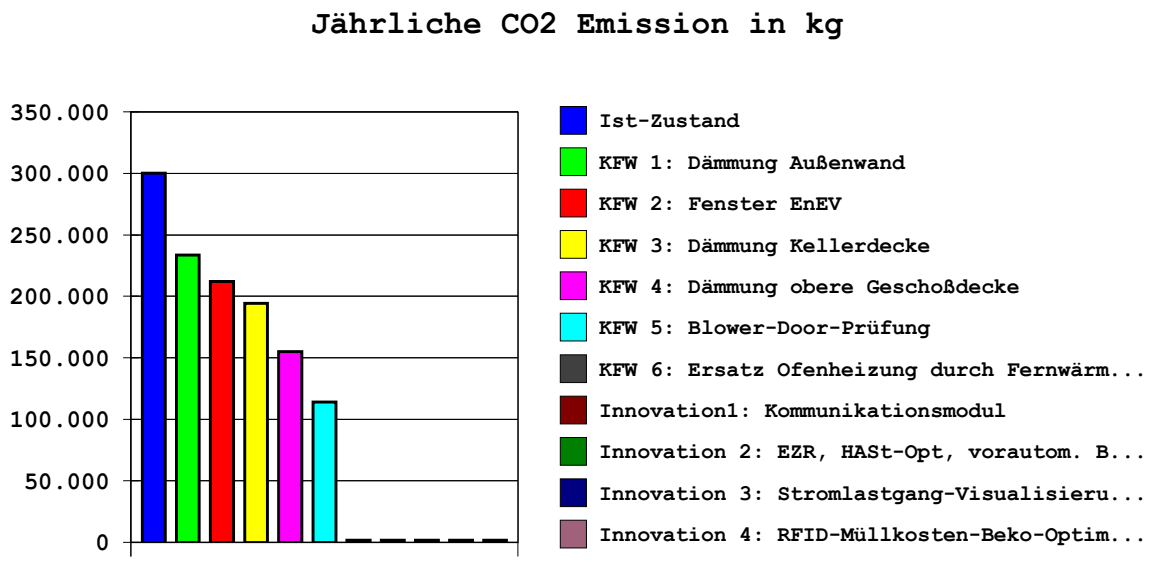
Für die Berechnung der Schadstoffemissionen wurden folgende spezifischen Emissionsfaktoren zugrunde gelegt.

Tabelle 11: Spezifische Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger[1]

Energieträger	Emissionsfaktoren kg/kWh					Primär-energie-faktor
	CO_2	**CO**	**Staub**	**SO_2**	**NO_x**	
Erdgas	0,254	0,00015	0,0000004	0,000004	0,00011	1,1
Flüssiggas	0,254	0,00015	0,0000004	0,000004	0,00011	1,1
Heizöl	0,318	0,00019	0,000007	0,000643	0,000227	1,1
Steinkohle	0,425	0,0175	0,000439	0,0024	0,00035	1,1
Braunkohle	0,4205	0,01425	0,000404	0,000921	0,000342	1,2
Tagstrom	0,683	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	2,7
Nachtstrom	0,683	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	2,7
Fern/Nahw. KWK fos.	-0,000154	0,000356	0,000009	-0,000134	0,000357	0,7
Fern/Nahw. KWK ern.	-0,000329	0,000936	0,00012	0,000567	0,001068	0,0
Fern/Nahw. HW fossil	0,406	0,034	0,00003	0,00047	0,00063	1,3
Fern/Nahw. HW ern.	0,1082	0,00112	0,000296	0,000606	0,000477	0,1
Holz	0,0208	0,0128	0,000152	0,00636	0,000208	0,2
Holz-Pellets	0,0701	0,0021	0,000152	0,000215	0,000208	0,2
Sonstiges	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

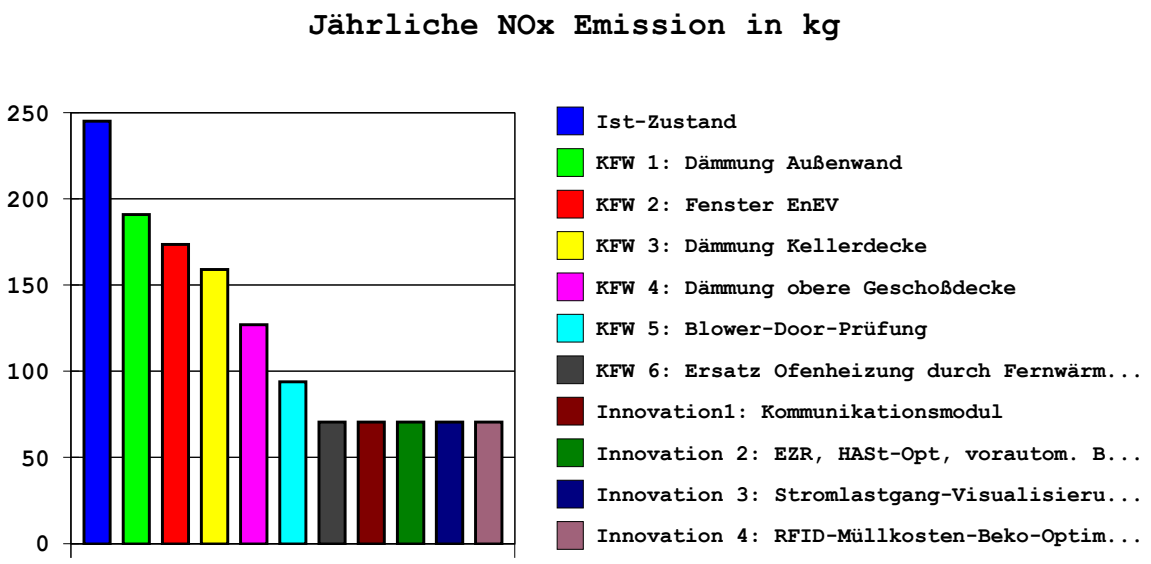
Die Auswirkungen der vorgeschlagenen Energiesparmaßnahmen auf den Schadstoffausstoß für CO_2 und NO_X sind den nachstehenden Grafiken zu entnehmen.

Grafik 8: CO_2 -Emissionen verschiedener Varianten

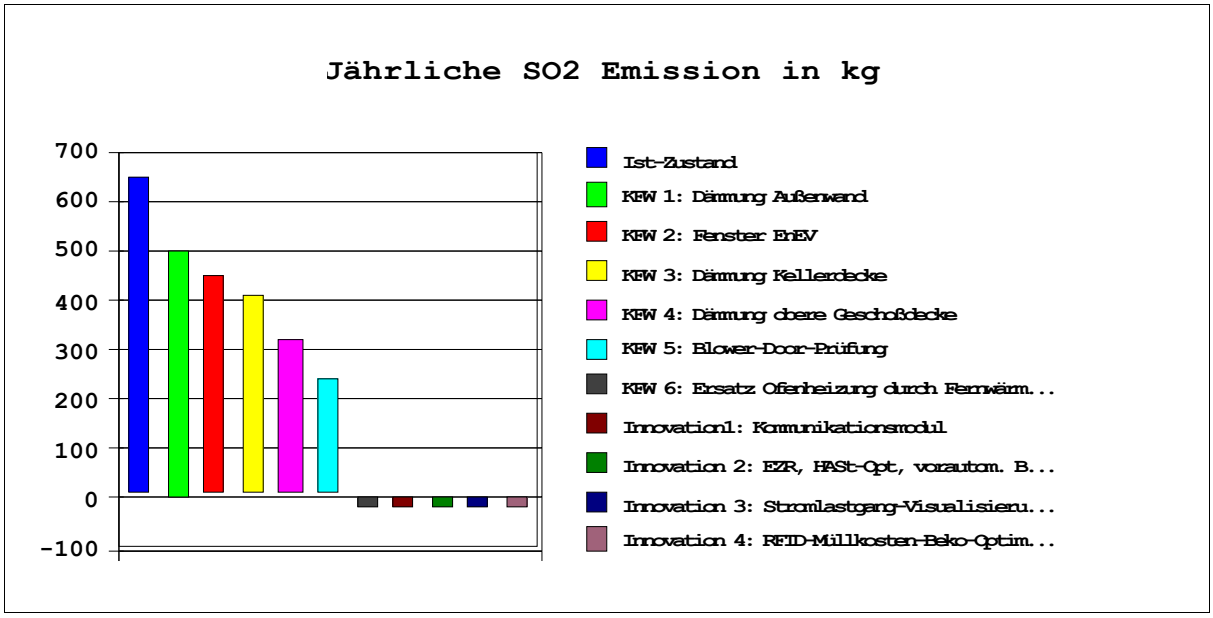


1 Quelle: Jahresbilanz 1990 der VDEW

Grafik 9: NO_X - Emissionen verschiedener Varianten



Grafik 10: SO_2 - Emissionen verschiedener Varianten



9 FAZIT

Ziel dieser Energiesparberatung sollte sein, Maßnahmen zur energetischen Optimierung zu erarbeiten, durch die nach deren Umsetzung das Gebäude den Anforderungen der EnEV 2009 genügt. Dieses Ziel wird erst ab Variante 6 erreicht:

Zwar wird die zur energetischen Bewertung entscheidende Anforderungsgröße der EnEV, der **Transmissionswärmeverlust H'_T** nach EnEV 2009 mit Variante 4 unterschritten (bei Berechnung nach EnEV 2007 bereits ab Variante 3), jedoch führt die schlechte Effizienz der Braunkohleheizung dazu, daß die andere entscheidende Anforderungsgröße **Primärenergiebedarf Q_P** ohne den Austausch der veralteten Kachelöfen und der Umstellung auf ein zeitgemäßes Heizungssystem nicht zu bewerkstelligen ist, die Dämm-Maßnahmen und den Austausch der Fenster der vorgestellten Varianten vorausgesetzt.

Die zur Zeit geltenden Kreditkonditionen der KfW sehen für die 30%ige Unterschreitung („KfW-70“) der aktuell gültigen Anforderungen (EnEV 2007) einen Bonus (Zuschußförderung) in Höhe von 12,5% der Kreditsumme vor. Dies ist mit Umsetzung der Maßnahmen ab Variante 6 möglich:

$Q_{P,vorh\ Variante\ 6}$: 55,55 / $Q_{P,zul(EnEV2007)}$: 100,11 [$^{kWh}/_{m^2 a}$] = 0,55 < 0,7

$H'_{T,vorh\ Variante\ 6}$: 0,42 / $H'_{T,zul(EnEV2007)}$: 0,66 [W/m²K] = **0,63 < 0,7**

nach der ab 01.10.2009 in Kraft tretenden Fassung der EnEV (EnEV 2009):

$Q_{P,vorh\ Variante\ 6}$: 55,45 / $Q_{P,zul(EnEV2007)}$: 67,81 [$^{kWh}/_{m^2 a}$] = **0,82 < 1,0**

$H'_{T,vorh\ Variante\ 6}$: 0,42 / $H'_{T,zul(EnEV2007)}$: 0,50 [W/m²K] = **0,84 < 1,0**

Da davon auszugehen ist, daß sich die Anforderungen an eine Kreditvergabe mit Inkrafttreten der neuen EnEV ebenfalls verschärfen werden, ist zu einer Kreditnahme bis zum 01.10.2009 zu raten.

10 WARUM ENERGIE SPAREN?

Niemand hat letztlich ein Interesse daran, Energie zu "verbrauchen". Das Interesse besteht darin, eine Energiedienstleistung in Anspruch zu nehmen. Beispiel für eine Energiedienstleistung ist zum Beispiel die warme Wohnung, ein beleuchteter Arbeitsplatz oder auch eine schnelle Fortbewegung. Vielfach ist es möglich, ein und dieselbe Energiedienstleistung mit einem unterschiedlichen Energieeinsatz zu erreichen. Zum Beispiel kann eine warme Wohnung bei entsprechender Wärmedämmung mit einem erheblich geringeren Energieeinsatz erreicht werden. Dies bedeutet, dass durch Wärmedämmung die Energieproduktivität gesteigert werden kann.

Jeglicher Energieverbrauch stellt einen Eingriff in die Natur dar. Die Folgen sind Ressourcenverknappung, Klimaveränderung, Luftverschmutzung und sonstige

Emissionen wie Schall und Wärme etc. Die Enquêtkommission des Deutschen Bundestages hat ermittelt, dass es, um die Folgen unseres Energieverbrauchs in erträglichen Grenzen zu halten, erforderlich ist, bis zum Jahre 2050 den CO_2-Ausstoß (und damit annähernd 80% des Energiebedarfs) um 80% (Basis 1987) zu reduzieren und dies bei wachsender Weltbevölkerung. Diese Zahl verdeutlicht, die Dringlichkeit von Energiesparmaßnahmen.

11 FÖRDERUNG VON ENERGIESPARMASSNAHMEN

Da es eine Vielzahl von Förderprogrammen gibt, erhebt die nachfolgende Übersicht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Teilweise sind die Programme, je nach den jeweils zur Verfügung stehenden Mitteln, auch nur zeitweise verfügbar.

Europäische Gemeinschaft

- Thermie ⇨①
  Bis zu 40% Zuschuss für Demonstrations-Vorhaben zur Energieeinsparung, erneuerbare Energien.

Bund

- Nutzung erneuerbarer Energiequellen ⇨②

  Solarthermische Anlagen ab 3 m² werden mit 60,- EUR/m² für die Brauchwassererwärmung (min. jedoch 410,- €) und mit 105,- EUR/m² für eine kombinierte Nutzung bezuschusst. Für Anlagen in Mehrfamilienhäusern oder die Erweiterung bestehender Anlagen gelten andere Bestimmungen.

  Darüber hinaus gibt es Förderungen für Wasser- und Windkraftanlagen sowie für Biomasse- und Biogasanlagen

- Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden (Vor-Ort-Beratung). ⇨②

Land

- Richtlinien über die Gewährung von Zuwendung zur Modernisierung von Wohnungen, Förderung für bauliche Maßnahmen, z. B. Verbesserung der Wärmedämmung, zentrale Heizungs- und Warmwasserversorgung, Wärmepumpen, Solaranlagen usw. ⇨④

Kommune

- In einigen Kommunen werden zum Teil Solaranlagen, Brennwertkessel, Wärmedämmung, Dachbegrünung, Regenwassernutzung und ähnliche Maßnahmen gefördert.

Geldinstitute

- Die KfW vergibt zinsgünstige Kredite (ca. 2 % - 4 % unter Kapitalmarktzins) für energiesparende Maßnahmen. Dieses Programm wird über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) abgewickelt.

Bei der Vermietung von Wohnraum besteht das Problem, dass Investitionen vom Vermieter zu tragen sind, die Energie- und damit Kosteneinsparung dem Mieter zugute kommt. Deshalb darf die Miete nach der Durchführung von energiesparenden Maßnahmen angepasst werden.

Vermieter im sozialen Wohnungsbau haben die Möglichkeiten, bei entsprechend energiesparender Bauweise eine erhöhte Kaltmiete anzusetzen. Mieterhöhungen für energiesparende Maßnahmen im Rahmen von Modernisierungen bedürfen unter Umständen eines Wirtschaftlichkeitsnachweises.

Adressen für Förderanträge:

① Kommission der EG, Generaldirektion Energie, Programm Thermie, 200 rue de la Loi, B-1049 Brüssel

② Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Postfach 51 71, D-65726 Eschborn, 06196/404-493, www.bafa.de

⑤ Kreditanstalt für Wiederaufbau, Postfach 11 11 41, D-60046 Frankfurt am Main, 069/7431-0 www.kfw.de

11 GLOSSAR

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

Wärmeleitfähigkeit: Die Wärmeleitfähigkeit in W/(mK) gibt an, welche Wärmemenge in einer Stunde durch einen Quadratmeter einer 1 m dicken Baustoffschicht hindurchgeht, wenn der Temperaturunterschied zwischen den beiden Oberflächen 1 Kelvin beträgt. Sie ist ein wichtiges Kriterium für die Qualität von Dämmstoffen. Je kleiner die Wärmeleitfähigkeit, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaften des Baustoffs. Die Wärmeleitfähigkeit wird von der Dichte des Baustoffes und der Feuchtigkeit beeinflusst. Je mehr Poren ein Baustoff hat, desto geringer ist die Wärmeleitfähigkeit, da Luft gut dämmt. Je mehr Feuchtigkeit ein Baustoff hat, desto höher ist die Wärmeleitfähigkeit. Ein Baustoff mit einer geringen Dichte und einer geringen Feuchtigkeit hat also gute Dämmeigenschaften.

U-Wert: Wichtige Energiespargröße. Der U-Wert, der s. g. Wärmedurchgangskoeffizient, ist eine bauphysikalische Größe, die angibt, wie viel Energie (Watt) pro Bauteilfläche (m²) bei einem Grad Temperaturdifferenz (K = Grad Kelvin) durch das Bauteil transmittiert (Einheit: W/m²K). Je kleiner der U-Wert, desto besser ist die Wärmedämmung des Bauteils und umso geringer der Wärmeverlust.

Temperatur-Korrekturfaktor(Fxi): Dimensionsloser Faktor zur Berechnung des Heizwärmebedarfs.

Transmissionswärmeverlust (HT): Er entsteht infolge der Wärmeableitung über die Umschließungsflächen beheizter Räume, wie Wände, Fußböden, Decken oder Fenster. Nach der EnEV stellt der Transmissionswärmeverlust den Wärmestrom durch die Außenbauteile je Grad Kelvin Temperaturdifferenz dar (W/K). Es gilt: Je kleiner der Wert, umso besser ist die Dämmwirkung der Gebäudehülle. Durch zusätzlichen Bezug auf die wärme übertragende Umfassungsfläche liefert der Wert (HT' / W/m²K) einen wichtigen Hinweis auf die Qualität des Wärmeschutzes.

Lüftungswärmeverlust: Der Lüftungswärmeverlust stellt jene Wärmemenge dar, die in der Praxis durch Lüftungsvorgänge, Undichtheiten, Schornsteinzug usw. mit der Abluft aus dem Haus entweicht.

Heizwärmebedarf: Hierbei handelt es sich um die Wärmemenge, die erforderlich ist, um Transmission und Lüftung eines Gebäudes zu decken. Heizungsverluste und Warmwasser sind hierin nicht enthalten.

Heizenergiebedarf: Der Heizenergiebedarf ist diejenige Endenergie, die der Heizungsanlage eines Gebäudes zugeführt werden muss, damit sie den Heizwärmebedarf des Gebäudes decken kann. Die Heizenergie ist gleich der Heizwärme zuzüglich der Verluste in der Heizungsanlage und in der Verteilung.

Trinkwasserwärmebedarf: ist die Energiemenge, die zur Erwärmung dem Trinkwasser zugeführt werden muss. Verluste bei der Energieumwandlung (z. B. Verluste des

Heizkessels), der Verteilung und sonstige technische Verluste sind nicht enthalten. Er wird bei einer Berechnung nach der EnEV pauschal mit 12,5 kWh/m²a angesetzt. Dies entspricht einem Bedarf von 23 l/Person/Tag.

Endenergiebedarf: Der Endenergiebedarf ist die berechnete Energiemenge, die zur Deckung des Heizwärmebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs einschließlich der Verluste der Anlagentechnik benötigt wird. Die Endenergie sollte dabei im Allgemeinen der vom Energieerzeuger berechneten Menge Heizöl (Liter), Erdgas (m³ oder kWh) oder Strom (kWh) entsprechen. Für den Verbrauch bedeutet dies im Normalfall bei Wohngebäuden den Heiz- oder Warmwasserenergieverbrauch, wie er auf den Verbrauchsabrechnungen zu finden ist Wie groß diese Energiemenge tatsächlich ist, hängt von den Lebensgewohnheiten der Gebäudebenutzer und den jeweiligen örtlichen Klimaverhältnissen ab.

Endenergieverbrauch: Auch wenn es im physikalischen Sinne keinen Verbrauch gibt, da es sich immer nur um Energieumwandlungen handelt, wird dieser Begriff dennoch verwendet, um die tatsächlich in Anspruch genommene bzw. umgesetzte Energie zu beschreiben.

Anlagenaufwandszahl: Die Anlagenaufwandszahl stellt das Verhältnis von Aufwand und Nutzen (z. B. eingesetzter Brennstoff zu abgegebener Wärmeleistung) eines gesamten Anlagensystems dar. Je kleiner die A. ist, umso effizienter ist die Anlage. Die A. schließt auch die anteilige Nutzung erneuerbarer Energien ein. Deshalb kann dieser Wert auch kleiner als 1,0 sein. Bei A. ist die Primärenergie einbezogen. Die Zahl gibt also an, wie viele Einheiten (kWh) Energie aus der Energiequelle (z.B. einer Erdgasquelle) gewonnen werden müssen, um mit der beschriebenen Anlage eine Einheit Nutzwärme im Raum bereitzustellen. Die A. hat nur für die Gebäudeausführung Gültigkeit, für die sie berechnet wurde.

Primärenergiebedarf: Der Primärenergiebedarf berücksichtigt neben dem Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser auch die Verluste, die von der Gewinnung des Energieträgers an seiner Quelle über Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude und der Verteilung, Speicherung im Gebäude anfallen.

Brennwert: Bei Brennstoffen unterscheidet man zwei Wärmewerte: Den Brennwert Ho (früher: oberer Heizwert) und den Heizwert Hu (früher: unterer Heizwert). Der Brennwert gibt die gesamte Wärmemenge an, die bei der Verbrennung frei wird, also auch die Wärme, die im Wasserdampf der Abgase (Wasserdampfkondensation) gebunden ist. Der Heizwert dagegen berücksichtigt nur die Wärme, die ohne Abgaskondensation nutzbar ist. Bei Erdgas liegt der Brennwert deutlich höher als der Heizwert - um 11%.

Kesselwirkungsgrad: Die wesentlichen Verluste einer Kesselanlage entstehen durch**,** im Abgas mitgeführte Wärmeverluste (Abgasverluste)**,** Oberflächenverluste des Heizkessels während des Brennerbetriebs**.** Diese ergeben zusammen den Kesselwirkungsgrad (Verhältnis von abgegebner Kessel-Nennleistung zum Energieaufwand).

Energiebilanz: Differenzierte Darstellung der Energieflüsse zwischen dem Gebäude und der Umgebung. Die Summe aller Energieverluste abzüglich der Energiegewinne ist der Endenergiebedarf.

Gradtagzahl: Sie ist ein Maß für den Wärmebedarf eines Gebäudes während der Heizperiode mit der Einheit [Kd/a]. Sie stellt den Zusammenhang zwischen der gewünschten

Raumtemperatur und der Außenlufttemperatur dar und ist somit ein Hilfsmittel zu Bestimmung des Wärmebedarfes eines Wohnraumes.

Heizlast: Unter Heizlast versteht man die zum Aufrechterhalt einer bestimmten Raumtemperatur notwendige Wärmezufuhr, sie wird in Watt angegeben. Die Heizlast richtet sich nach der Lage des Gebäudes, der Bauweise der wärme übertragenden Gebäudeumfassungsflächen und dem Bestimmungszweck der einzelnen Räume. Nach der Heizlast richtet sich die Auslegung der Heizungsanlage.

Bezugsfläche: Die Bezugsfläche (Gebäudenutzfläche A_N) wurde gemäß Energieeinsparverordnung aus dem beheizten Gebäudevolumen abgeleitet. Die tatsächliche Wohnfläche liegt i.d. R. etwa 20 – 40 % unter dieser errechneten Fläche.

Luftwechselrate: Die Luftwechselrate n in der Einheit [1/h] ist eine Zahl welche angibt, wie oft das Raumvolumen/Gebäudevolumen in einer Stunde ausgetauscht wird. Sie spielt in der Lüftung von Gebäuden eine Rolle. Bei einem Luftwechsel von 0,7 /h wird in einer Stunde das 0,7-fache (= 70 %) des Raum-/Gebäudevolumens mit Außenluft ausgetauscht.

Wärmebrücken: Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich.

Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle, bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelbildung kommen.

Typische Wärmebrücken sind z. B. Balkonplatten, Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

EnEV(Energieeinsparverordnung): Seit dem 1.2.2002 gilt die Energieeinsparverordnung (EnEV) und löste damit die Wärmeschutzverordnung ´95 ab. Diese begrenzt nun den Transmissionswärmebedarf etwa auf den Stand der vorherigen Niedrigenergiehausqualität und begrenzt zusätzlich den Primärenergiebedarf. Damit wird zusätzlich die Qualität der gesamten Heizungsanlage, der Warmwasserbereitung sowie die Effizienz der Bereitstellung des verwendeten Energieträgers berücksichtigt. Es wird also die gesamte Prozesskette von der Primärenergiegewinnung bis zur Wärmeübergabe im Raum betrachtet.

Aktuell wird die Fassung 2009 berücksichtigt.

Dieser Energieberatungsbericht wurde nach bestem Wissen erstellt.

Berlin, 07.07.2009

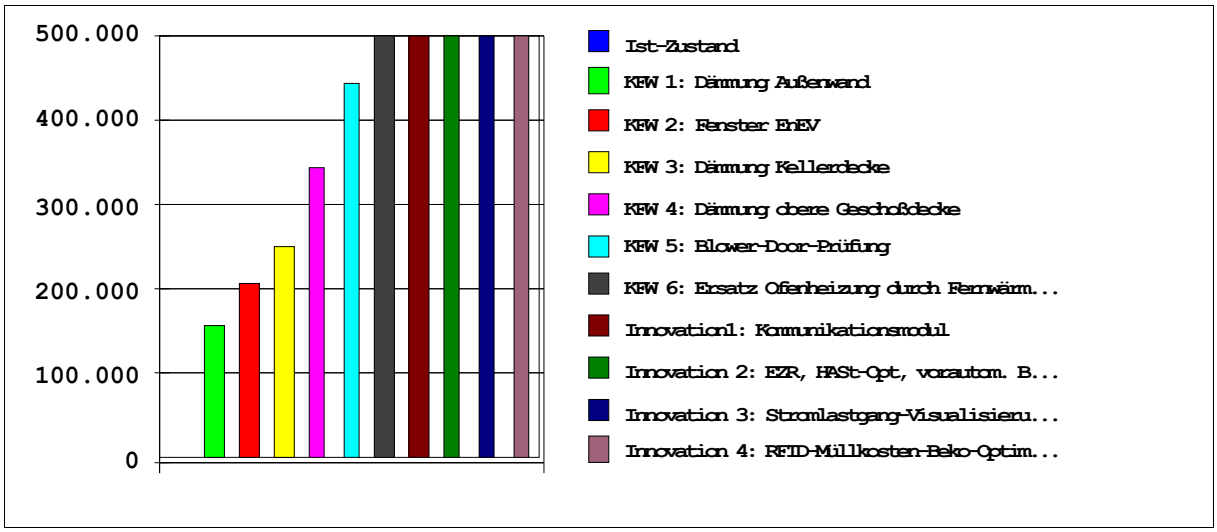
Ing. Büro Jörg Lorenz

Dipl-Ing (FH) Daniel Zielinski
Vor-Ort-Energiesparberater nach BAFA-Richtlinien
Berater-Nr.: 10 77 84

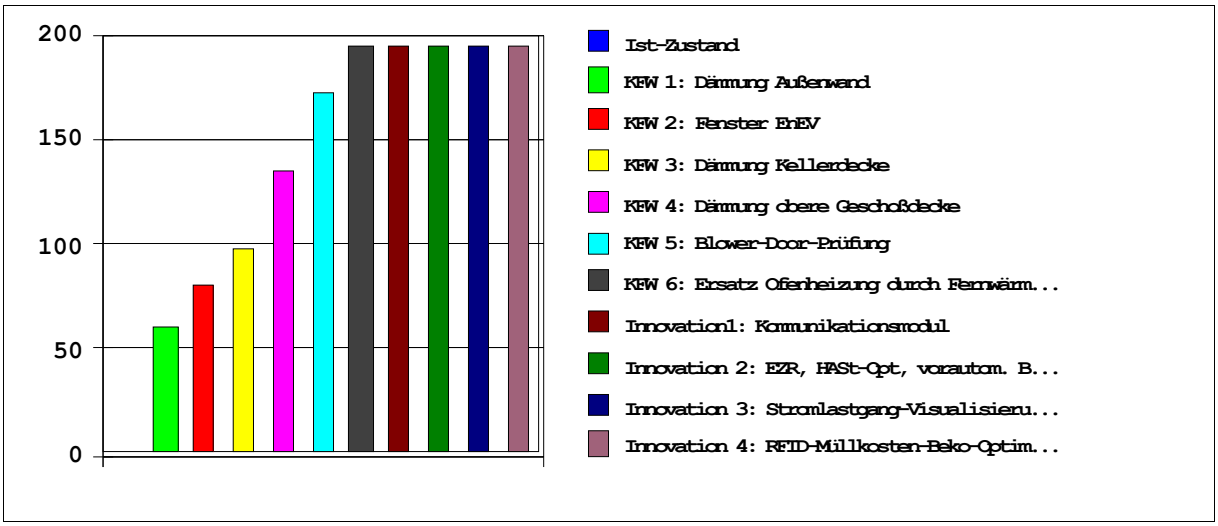
12 ANHANG

Nachfolgend sind die Programmausdrücke, die Grundlage des erstellten Berichts darstellen, angefügt.

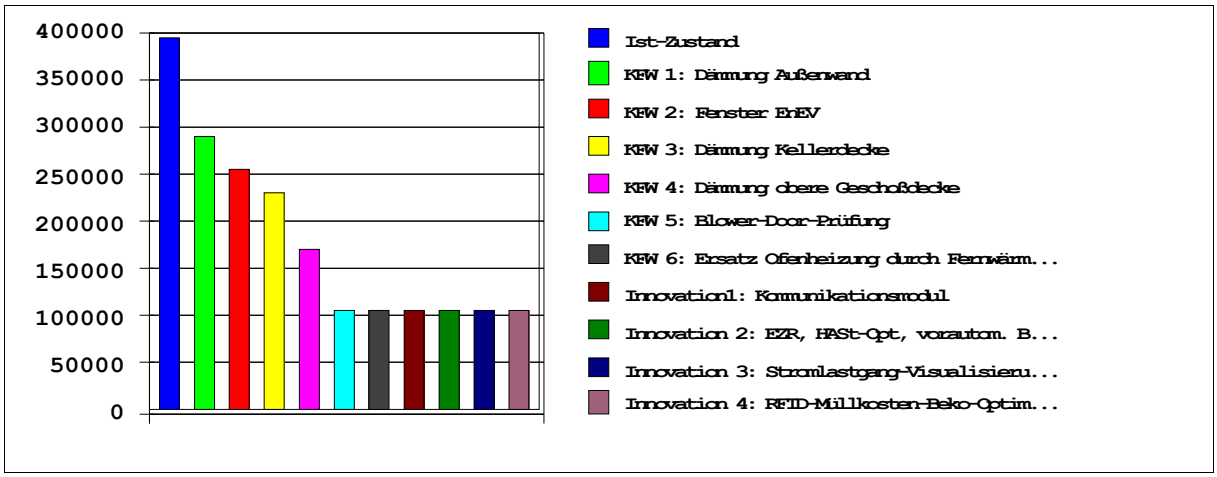
Grafik 11: Jährliche Endenergieeinsparung verschiedener Varianten in kWh



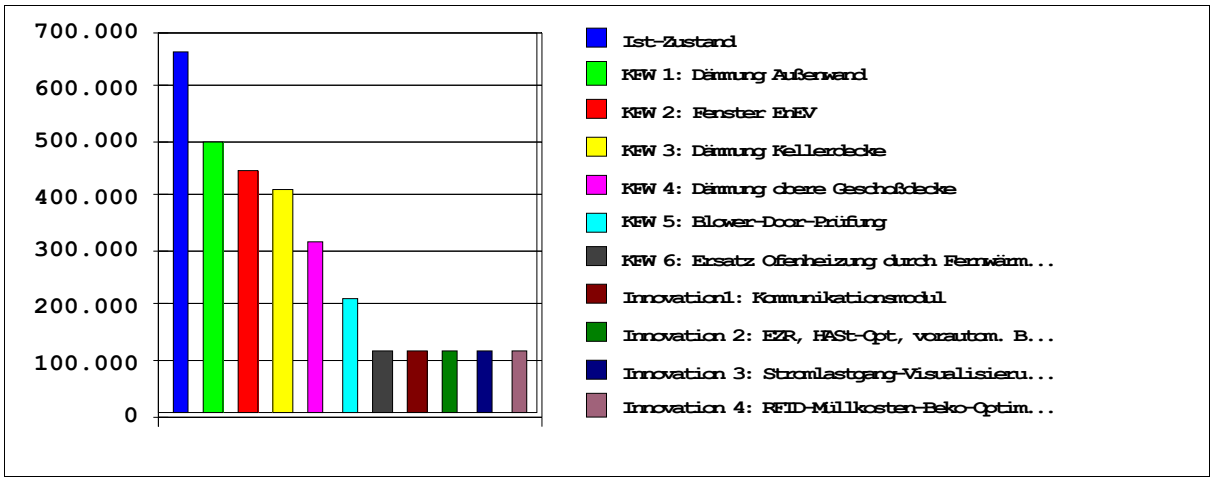
Grafik 12: Jährlicher Endenergieeinsparung verschiedener Varianten in kWh pro m²



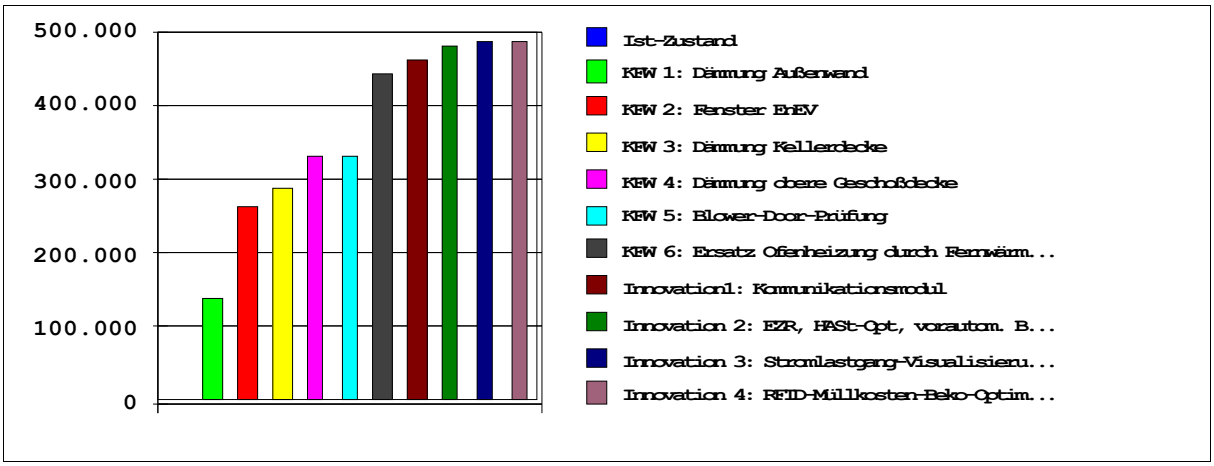
Grafik 13: Jährlicher Heizwärmebedarf verschiedener Varianten in kWh



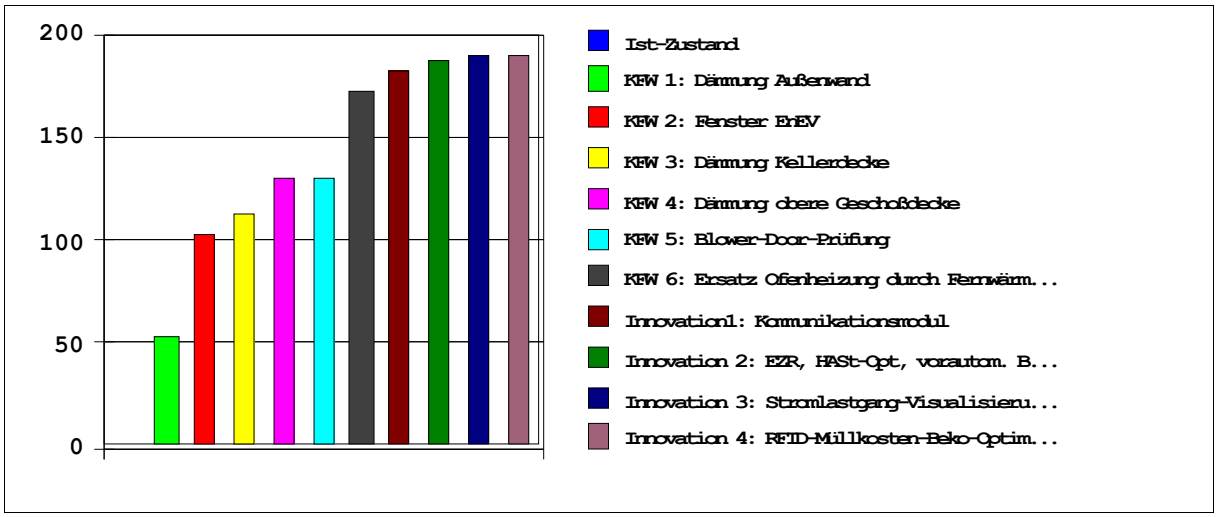
Grafik 14: Jährlicher Heizenergiebedarf verschiedener Varianten in kWh



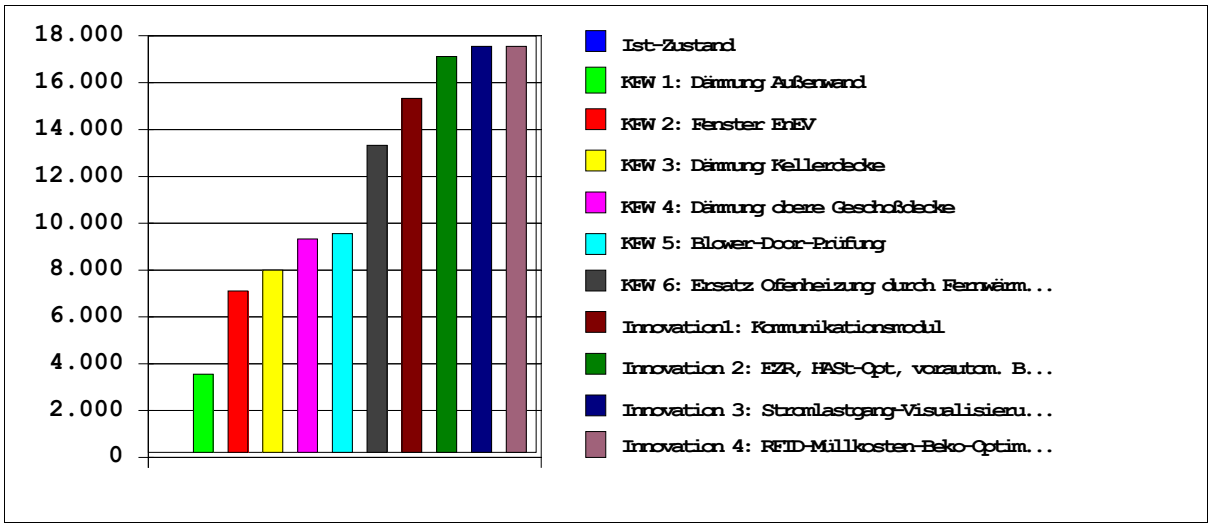
Grafik 15: Investitionskosten verschiedener Varianten in €



Grafik 16: Investitionskosten pro m² verschiedener Varianten in €/m²

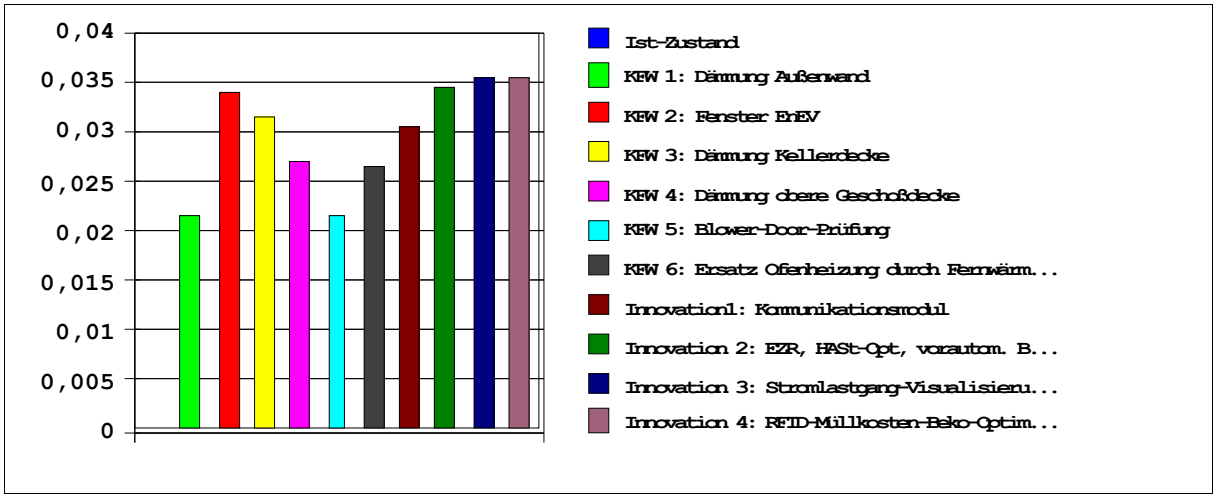


Grafik 17: Annuitäten (statisch) verschiedener Varianten

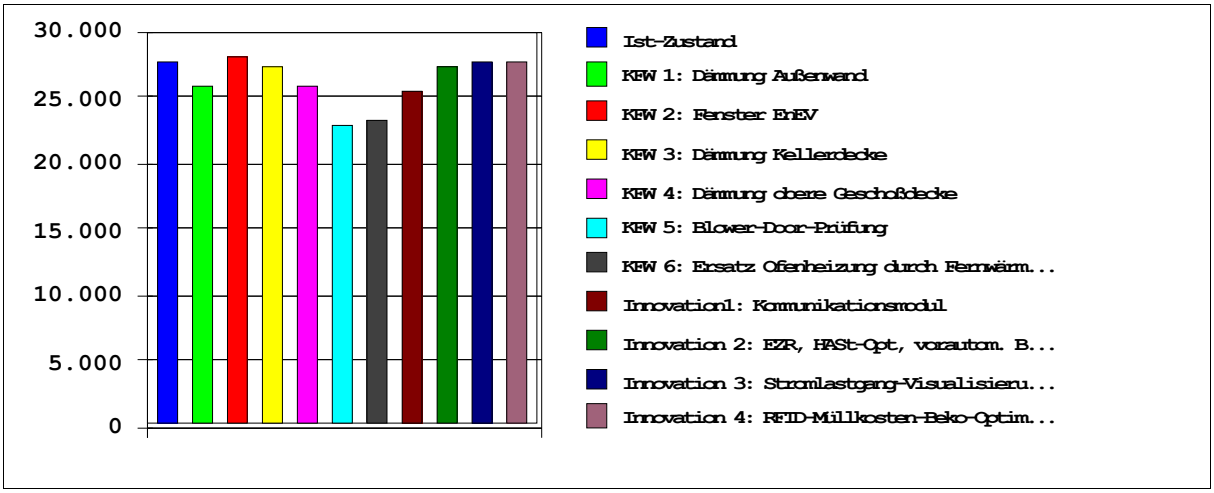
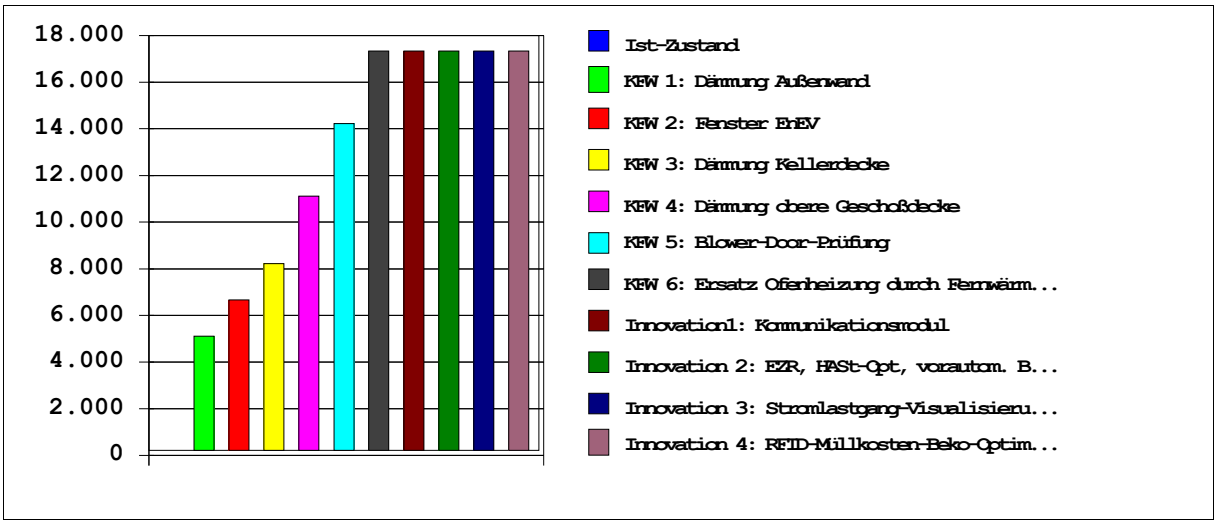


Grafik 18: Kosten je eingesparter kWh verschiedener Varianten in €

(statische Berechnung)



Grafik 19: Jährliche Gesamtkosten verschiedener Varianten in € (statische Berechnung)



Grafik 20: Jährliche Energiekosteneinsparung verschiedener Varianten in € (statische Berechnung)