



Energieberatungsbericht: Gebäudesimulation unter Verwendung gering investiver Maßnahmen der Energieeffizienz



Bauherr: xxxxxxxxxxxx

Adresse: xxxxxxxxxxxxer Str. 2-5, xxxxxxxx

Projekt: Pilotprojekt 1

Datum

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen	3
1.1	Allgemein	3
1.2	Hinweise	4
2.	Zusammenfassung	5
2.1	Übersicht.....	5
2.2	Übersicht Energie- und Kosteneinsparung	5
2.3	Grafiken Energie- und Kosteneinsparung.....	6
2.4	Emissionsfaktoren.....	8
3.	Einleitung.....	9
3.1	Warum Energie sparen	9
3.2	Vorteile der energetischen Sanierung	10
3.3	Das Bilanzverfahren der EnEV.....	10
3.4	Der Berechnungsweg	11
3.5	Nachrüstpflicht der EnEV	11
4.	Ist- Analyse.....	12
4.1	Objektbeschreibung	12
4.2	Allgemeine Daten.....	14
4.3	Bauteile des Gebäudes.....	15
4.4	Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage	15
5.	Energiebilanz des bestehenden Gebäudes	18
5.1	Einstufung gemäß Energieausweis nach EnEV	18
5.2	Energiebedarf	18
5.3	Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch Ermittelten	21
5.4	Übersicht.....	22
5.5	Wirtschaftlichkeit.....	26
5.6	KfW Förderungsübersicht	26
5.7	Lüftungskonzept nach der DIN 1946-6.....	51
5.8	Sonstige Maßnahmen	51
6.	Schadstoffbilanz	52
7.	Glossar	55
8.	Anhang.....	58

1. Vorbemerkungen

1.1 Allgemein

Das Netzwerk green with IT erarbeitet aktuell disruptive Ansätze, um Wohngebiete und Quartiere nachhaltig energetisch mit **zunächst gering investiven** Maßnahmen zu ertüchtigen. Innovationen aus der Hauptstadtregion wurden im Sinne des [ALFA-Projektes](#) des Verbandes Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen (BBU) als „gering investive Maßnahmen“ erforscht und sollen nun neue Impulse geben, um mit geringst möglichen Mitteln einen messbar nachhaltigen Energieoptimierungserfolg zu erzielen. Gering investiv deshalb, weil die **warmen Betriebskosten** der größte gemeinsame Interessenspunkt für Vermieter und Mieter gleichermaßen ist und bundesweit – nach den Kohlezertifikaten – die zweitgrößte klimaspezifische Stellschraube für die nationale CO₂-Bilanz darstellt: Heizenergie in Gebäuden hier: inklusive der Warmwassererwärmung.

Dieser Bericht soll allen Beteiligten wie Eigentümern, Stadtverwaltung, Energielieferanten, Heizkosten-Abrechnungsdienstleistern, Nahfeldversorgern, Mobilfunk- und Kabelprovidern den Einstieg in eine Diskussion zur langfristig optimierten Betrachtung des gesamten Quartiers ebnen. Dazu kann dieser Bericht vor der Erstellung eines umfassenden Langfristkonzeptes wertvolle Hinweise liefern, welche Maßnahmen an welcher Stelle sinnvoll sein könnten. Auch müssen Aspekte der Vorlieferanten, der städtischen kommunalen Versorger sowie die aktuellen technologischen Optionen von Mobilität und Breitbandanwendungen hier mit einfließen. Nicht zuletzt spielen Arbeitswelten und Kommunikations-Infrastruktur sowie Aspekte der E-Mobilität eine große Rolle bei der umfassenden Betrachtung

Der nachfolgende Bericht wurde nach den Richtlinien des Bundes zur Förderung der "Vor-Ort-Beratung" in Wohngebäuden erstellt und ist die Vorstufe zu einer umfassenden Konzeptbetrachtung. Auf Grundlage der Ortsbegehung und den zur Verfügung gestellten Unterlagen wurde eine computergestützte Energiediagnose erstellt. Dazu werden aus den bau- und heizungstechnischen Daten die Energieströme des Gebäudes ermittelt. Die Energieströme setzen sich aus den Transmissionswärmeverlusten (Wärmedurchgang) der Gebäudehülle, insbesondere der Fenster, der Außenwände, der Geschossdecken und den Dachflächen zusammen. Darin berücksichtigt sind die Lüftungsverluste, die Verluste in der Heizungsanlage sowie die der Warmwasserbereitung.

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 im Einzelnen hinsichtlich ihrer Einsparung und Wirtschaftlichkeit sowie Emission nachgewiesen wurden.

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 2013 durchgeführt.

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 Nutzerverhalten zu.

Dieser Bericht soll Ihnen helfen, wirtschaftlich sinnvolle und umweltentlastende Maßnahmen zur Energieeinsparung in Ihrem Hause durchzuführen. Bitte beachten Sie hierbei, dass die im Bericht genannten Kosten und voraussichtlichen Einsparungen Richtwerte darstellen und von den tatsächlichen Verhältnissen abweichen können.

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

1.2 Hinweise

Die Randdaten der Wirtschaftlichkeit sind ebenfalls gewissenhaft, weder zugunsten noch zuungunsten einer Investition gewählt. Insbesondere bei den Investitionskosten handelt es sich um praxisgeprüfte Kosten aus vorhergehenden Evaluationen. Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.

Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht.

2. Zusammenfassung

2.1 Übersicht

Das Gebäude hat einen spezifischen Heizwärmebedarf von 78,58 kWh/m²a.

Ein vergleichbares Gebäude nach Energieeinsparverordnung gebaut hätte einen Heizwärmebedarf von ca. 50 kWh/m²a. Der spezifische Energiebedarf - incl. Warmwassererwärmung und Verlusten des Heizungssystems - beträgt 142,92 kWh/m²a.

Der spezifische Primärenergiebedarf berücksichtigt zusätzlich die Verluste, die durch vorgelagerte Prozesse wie z.B. Energieerzeugung bzw. -umwandlung entstehen. Dieser Kennwert liegt bei 158,36 kWh/m²a.

Bei den oben angegebenen Werten, spezifischer Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf und Primärenergiebedarf, handelt es sich um Rechenwerte basierend auf der Grundlage der EnEV 2013. Diese Werte sind im Folgenden als „**Bedarf**“ ausgewiesen. Der tatsächliche Verbrauch stammt aus dem, vom Beratungsempfänger zur Verfügung gestellten Verbrauchsabrechnungen und wird im Folgenden als „**Verbrauch / Verbrauchsangepasst**“ ausgewiesen.

Tatsächlicher Endenergieverbrauch in kWh/a	Endenergiebedarf in kWh/a	Abweichung in %	Umrechnungs faktor
272.427,1	260.901,4	-4,2	1,044

2.2 Übersicht Energie- und Kosteneinsparung

In der folgenden Tabelle sind die Prognose der Energiekosten für Heizung und Warmwasser nach Sanierung und die prognostizierte Energiekosteneinsparung den energetisch bedingten Sanierungskosten und öffentlichen Fördermitteln wie Zuschüsse und Zinseinsparungen durch Förderkredite gegenübergestellt. **Nach dem Prinzip einer Leiter** wurde hier zunächst die unterste Stufe eines Einstieges in gering investive, wirtschaftliche Varianten gewählt. Dies ist anerkanntermaßen die Optimierung des A/V-Verhältnisses und der hydraulische Abgleich des vorhandenen Rohrnetzes als basische Maßnahme für spätere Optimierungsschritte. Die folgenden „Sprossen“ der Investitions-„Leiter“ bauen jeweils auf die vorherigen Maßnahmen auf. **Die Kosten und alle anderen Werte werden stets aufkumuliert dargestellt.** Aus dem Verhältnis der energetisch bedingten Investitionskosten ergibt sich die Amortisationszeit. Öffentliche Fördermittel können hier zwar berechnet werden, doch wurde bewusst ein Vollkostenansatz gewählt, damit Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Pilotberechnungen hergestellt werden kann. Je kleiner die Amortisationszeit, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es entspricht einer statischen Amortisation ohne Berücksichtigung der marktüblichen Finanzierungskosten und Energiepreissteigerungen und dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

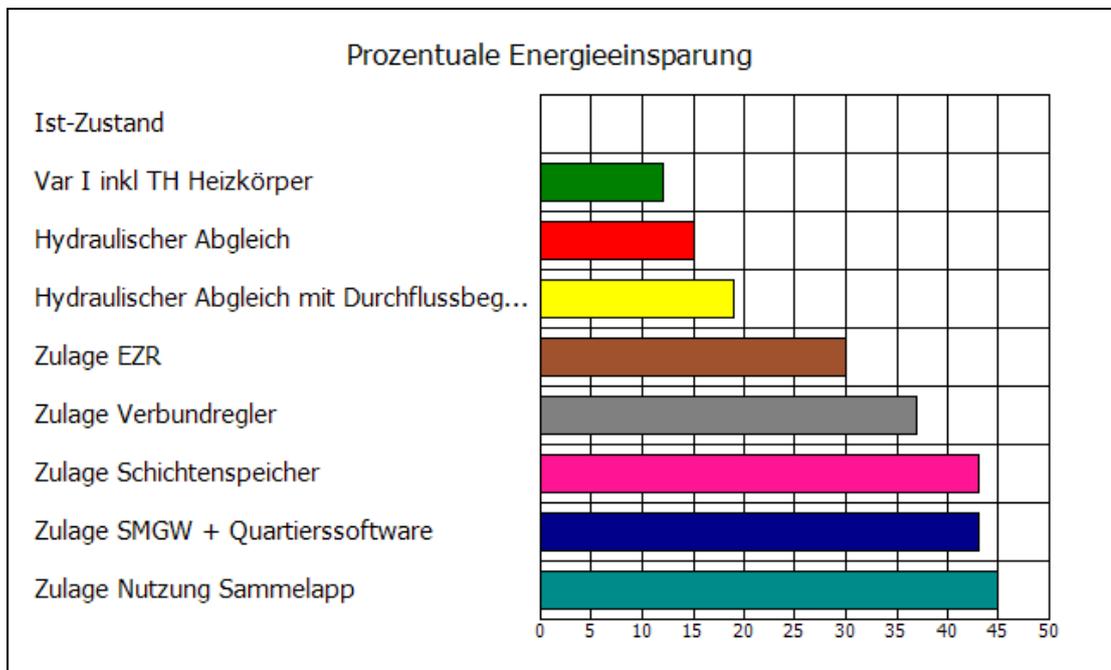
Sind die marktüblichen Zinsen – wie derzeit der Fall – geringer als die Energiepreissteigerung, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme weiter.

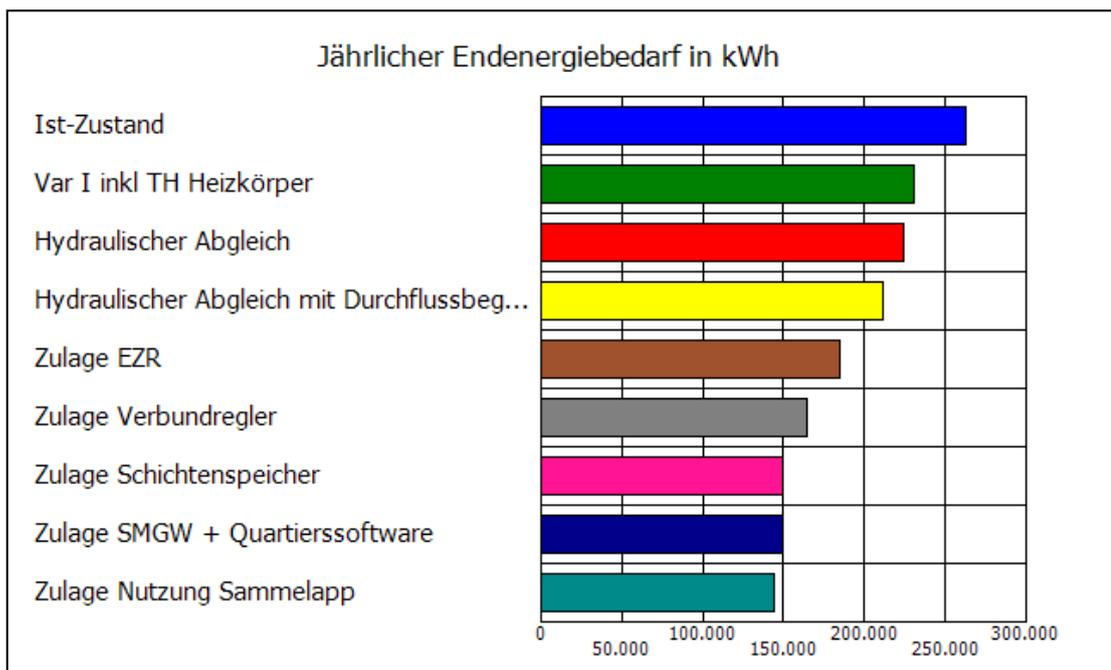
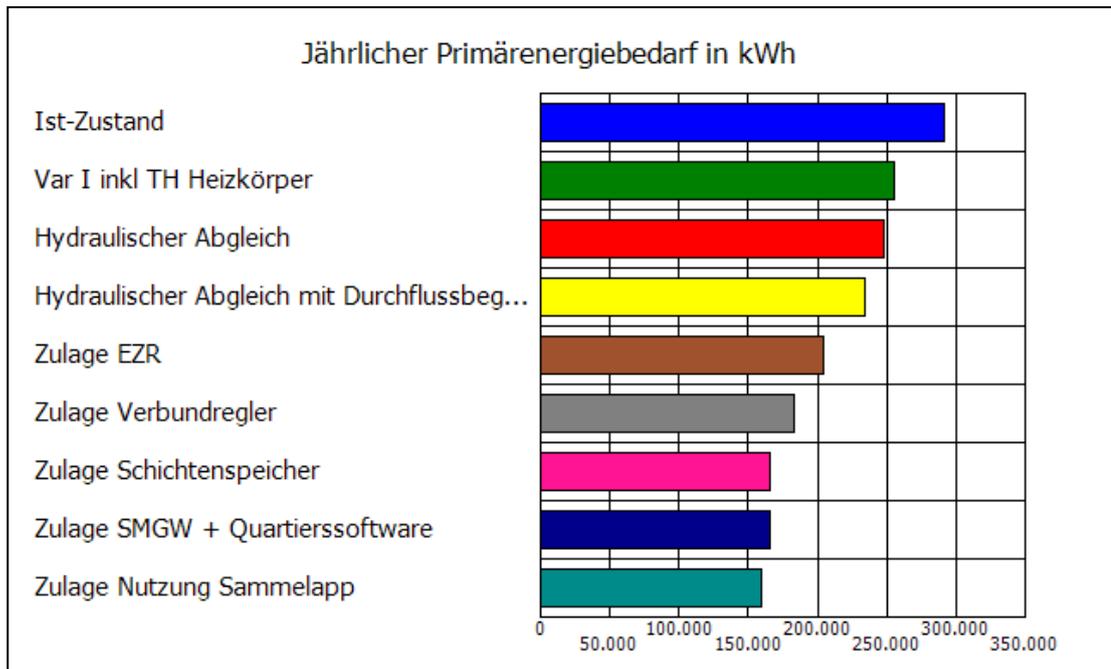
Tabelle – Variantenübersicht auf die Bedarfswerte bezogen

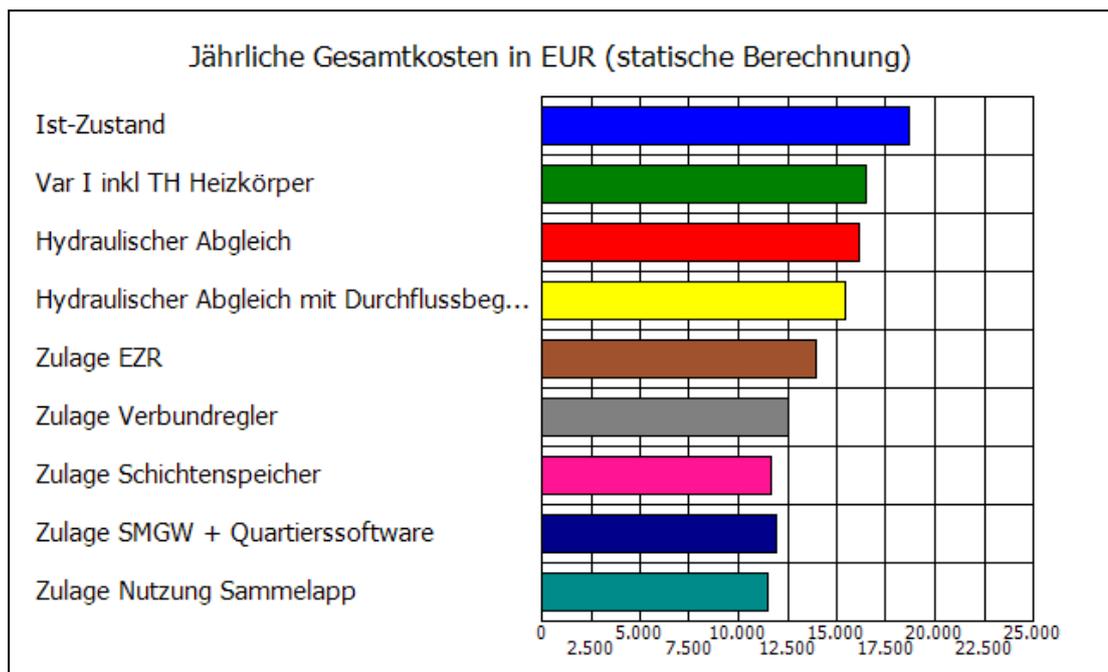
Variante	jährliche Energiekosten €/a	Investitions-kosten* €	Fördermittel €	jährlicher Endenergiebedarf kWh/a	jährliche Energieeinsparung %	jährliche Energiekosteneinsparung €	Amortisation
Ist-Zustand	18.721	0	0	262.536	0	0	0,0
Var I inkl TH Heizkörper	16.446	1.000	0	230.440	12	2.275	0,4
Hydraulischer Abgleich	15.952	4.000	0	224.097	15	2.769	1,4
Hydraulischer Abgleich mit Durchflussbegrenzer	15.082	7.000	0	211.727	19	3.639	1,9
Zulage EZR	13.170	16.000	0	184.596	30	5.551	2,9
Zulage Verbundregler	11.737	17.000	0	164.789	37	6.984	2,4
Zulage Schichtenspeicher	10.645	21.000	0	149.182	43	8.076	2,6
Zulage SMGW + Quartierssoftware	10.645	25.000	0	149.182	43	8.076	3,1
Zulage Nutzung Sammelapp	10.252	25.001	0	143.627	45	8.469	3,0

2.3 Grafiken Energie- und Kosteneinsparung

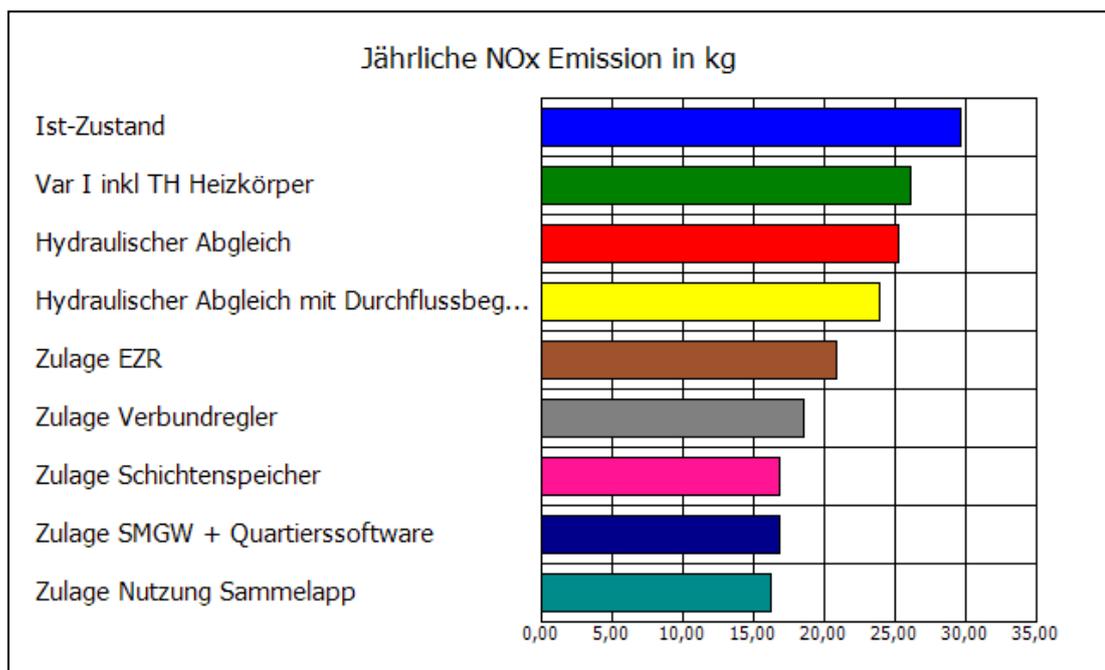
Die Einsparungen in den nachfolgenden Grafiken sind als kumulierte Werte zu verstehen, die sich einstellen, nachdem die vorherigen Varianten zusätzlich umgesetzt wurden.







2.4 Emissionsfaktoren



3. Einleitung

3.1 Warum Energie sparen

Energieeinsparungen werden zu einem wichtigen Schlüssel zur Entkoppelung von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum. So betont der Bericht, dass im Einsparen von Energie eine wesentliche Ressource künftiger Energieumwandlung liegt. Dieses riesige Potenzial zu nutzen, führt nicht zur Einschränkung von Lebensqualität, sondern hilft in seiner Nachhaltigkeit, künftigen Generationen sozialökologische Perspektiven aufzuzeigen. Ein besonderer Augenmerk gilt hier den sogenannten „gering investiven Maßnahmen“ im Sinne des [ALFA-Projektes des BBU](#), welches darauf abzielt, vor der Installation teurer Hüllflächenmaßnahmen zunächst gründlich zu prüfen, welche sinnvoll vorgeschalteten anlagentechnischen Maßnahmen wirtschaftlich-sinnvoll wären („Gehirnschmalz vor Styropor“). Hier wird das Potenzial deutscher Ingenieurkunst abgerufen. Statt teurer, simpler Styropor-Sofortheilungsmaßnahmen wird nach berechenbaren Alternativen gesucht, die es ermöglichen, die Immobilie weiter in optimal wirtschaftlichen Grenzen zu betreiben. Zu hohe Investitionskosten können zwar im Zweifelsfall „umgelegt“ werden, doch führt dies regional unterschiedlich zu sinkender Attraktivität ganzer Portfolien, wenn die Mieterstruktur den erhöhten Wert zwar gesunkener Betriebskosten, doch signifikant erhöhter Nettokaltmieten nicht tragen kann. Alle in diesem Bericht dargestellten Innovationen sind Teil einer Serie von Pilotanlagen. Die Details wurden in mehreren Betriebsjahren vorgeprüft bzw. befinden sich in der Prüfphase. Die Annahmen zur Energieeinsparung wurden aufgrund eigener, teils mehrjähriger Demonstrationsanlagen zusammen mit Wohnungsunternehmen der GdW-Landesverbände Berlin, Brandenburg, Niedersachsen, Sachsen und Hamburg ermittelt. Diesen Ermittlungen lagen stets Referenzanlagen zugrunde. Details dazu werden auf Anfrage gern weiter präzisiert bzw. belegt.

Besonderer Wert lag hier bei der Integration der Mieter in die Aktionskette zur eigenen positiven Gestaltung des Klimawandels über die Reduzierung der Heizwärme mit einfachen, aber hoch effektiven Maßnahmen. Dabei wurde berücksichtigt, dass es Mietern einfach gemacht werden muss, hier partizipieren zu können. So wurden alle Maßnahmen so konzipiert, dass Mieter keine eigenen Programmierungen oder kabel- bzw. leitungsgeführte Geräte annehmen müssen, sondern von allen Zusatzmaßnahmen und –kosten befreit bleiben. Alle Maßnahmen wurden umlagefähig konzipiert. Eine „Sammel-App“ soll ein datenschutztechnisch einwandfreies Instrument werden, um die „eigene“ Mietwohnung frei von Identitätsnutzung amerikanischer Konzerne gestalten zu können.

Zentraler Augenmerk gilt auf der Visualisierung der Heizwärme, die zum zentralen Punkt des Interesses (neben der Stromverbrauchs-Visualisierung) und zum Ausgangspunkt der zu konzipierenden „Sammel-App“ wird. Die Begrenzung steigender Heizkosten ist immer im Interesse der Mieter, aber auch der Vermieter zwecks Erhaltung bzw. Erhöhung der Attraktivität des Portfolios. Eine neue Basis zur konstanten Information über das eigene Verbrauchsverhalten wird allorts stark gewünscht und nachgefragt. Smart Home Lösungen der Industrie kommen hier nicht zum Einsatz, da deren Grundkosten von Mietern kommunaler und genossenschaftlicher Wohnungen nicht oder nur sehr zögernd akzeptiert werden.

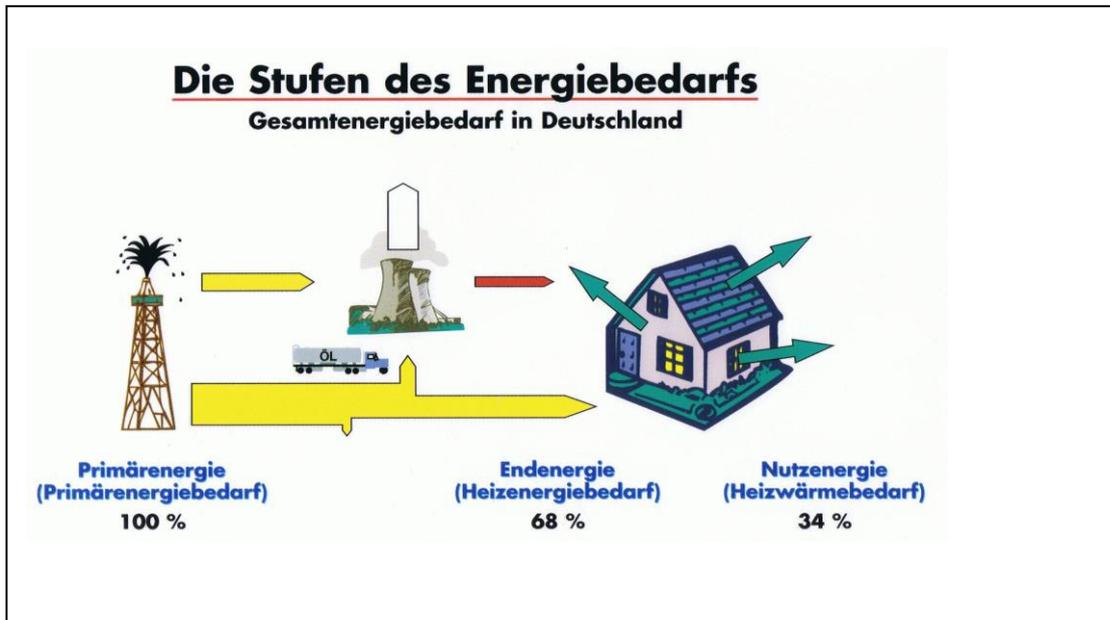
3.2 Vorteile der energetischen Sanierung

- Energiekosteneinsparung um bis zu 80%
- Steigerung der Attraktivität und Vermietbarkeit
- Wertsicherung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen
- Schutz der Umwelt durch CO² Reduzierung

3.3 Das Bilanzverfahren der EnEV

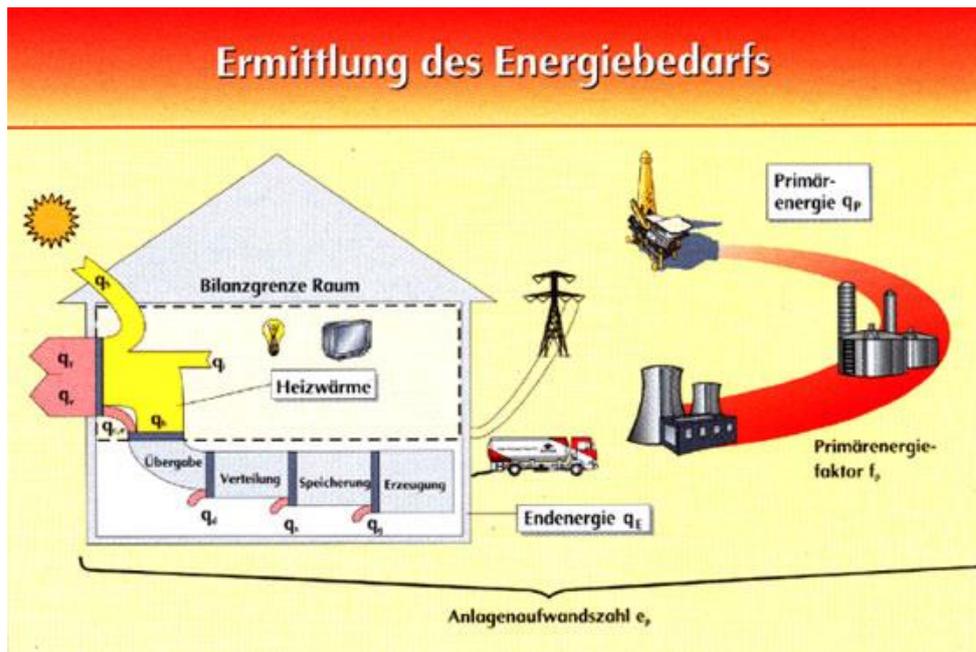
Eine wesentliche Kenngröße der heutigen energetischen Bewertung von Neubauten und Bestandsgebäuden ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes. Die Primärenergie berücksichtigt alle unterschiedlichen Prozessketten bei der Energieumwandlung und den Hilfsenergiebedarf, der zum Beispiel zum Betrieb von Heizungspumpen 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 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 oben dargestellte vereinfachte Schema skizziert die ausschlaggebenden Einflussfaktoren des so genannten Primärenergiebedarfs. Beim Übergang von einer Stufe zur nächsten treten Verluste auf, wie bei der Umwandlung von Kohle in Strom oder bei der Verbrennung von Erdgas in einem Heizkessel.

3.4 Der Berechnungsweg



Das Berechnungsschema geht den umgekehrten Weg des Stoffstromes.

Zunächst werden die Transmissions- und Lüftungswärmeverluste sowie die internen und solaren Gewinne des 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 Primärenergiefaktor 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.

3.5 Nachrüstpflicht der EnEV

Die Anforderungen im Einzelnen:

- Ungedämmte Heizungs- und Warmwasserleitungen müssen, sofern sie sich im unbeheizten Gebäudebereich befinden, ebenso wie Armaturen gemäß EnEV gedämmt sein.
- Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und vor dem **1. Oktober 1978** eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben. Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt werden und **vor dem 1. Januar 1985** eingebaut oder aufgestellt worden sind, ab **2015** nicht mehr betreiben. Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen beschickt

werden und nach dem 1. Januar 1985 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betreiben.

- Eigentümer von Wohngebäuden müssen dafür sorgen, dass zugängliche Decken beheizter Räume zum unbeheizten Dachraum (oberste Geschossdecken), die nicht die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2: 2013-02 erfüllen, nach dem **31. Dezember 2015** so gedämmt sind, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der obersten Geschossdecke **0,24 Watt/(m² · K)** nicht überschreitet.

4. Ist- Analyse

Die Energiebilanz des Gebäudes wird unter den vorgegebenen Randbedingungen der EnEV rechnerisch ermittelt. Dabei wird insbesondere von einem Norm-Nutzerverhalten und einem Norm-Außenklima, welches unabhängig vom Standort des Gebäudes ist, ausgegangen. Aufgrund der normierten Randbedingungen weicht die Bedarfsberechnung in aller Regel von den gemessenen Verbrauchswerten ab.

Sämtliche bauphysikalischen und anlagentechnischen Werte wurden vorab aufgenommen, nachdem die Zielstellung mit dem Bauherrn in einem Projektierungsgespräch festgelegt worden waren. Bei der Erhebung aller Daten wurden wir maximal von den Fachleuten des Bauherrn unterstützt.

4.1 Objektbeschreibung

Es handelt sich um einen typischen Blockbau in Stahlbetonbauweise, der Züge der Systembauweise kN 0,8 erkennen lässt. Diese Bauart ist durchaus repräsentativ für einige Siedlungsbereiche in Lübben. Der gegenüberliegende Block ist identisch; auch von der Positionierung nach Himmelsrichtungen, Mieterstruktur und Beheizungstechnik. Dieser Block eignet sich folglich als Referenz-Block für Evaluierungsmaßnahmen. Dieser angrenzende, freistehende Nachbar-Baukörper wird als Referenzbau für anstehende Pilotierungen bzw. deren Evaluation folglich fest eingeplant.

Das Objekt befindet sich in einem soliden Zustand, es sind lediglich leichte Gebrauchsspuren von außen zu erkennen. Die U-Werte der Außenwände sind besser als im Urzustand, da hier bereits Wärmedämm-Maßnahmen durchgeführt wurden. Ebenso sind die Fenster in einem sehr guten Zustand.



Foto 2 Strangregulierventile



Foto 3



Foto 4 Heizkessel

4.2 Allgemeine Daten

Tabelle 1: Übersicht der allgemeinen Daten

Haustyp	Wohngebäude
Standort	xxxxxxxxxxxxxxx
Straße	xxxxxxxxxxxxxer Str. 2-5
Flurstück	Flurstücknr
Gemarkung	Gemarkung
Baujahr	1953
Bezugsfläche An	1837 m ²
Beheizte Volumen	5740 m ³
Hüllfläche	3024 m ²
Lüftung	Natürliche Lüftung
A / Ve Verhältnis	0,53 l/ m

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

4.3 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.

Tabelle 2 : Übersicht der wärmeübertragenden Flächen

P.	Bauteil	Einbauzustand	Zusatz	U-Wert W/m ² K	max. U-Wert EnEV W/m ² K	max. U-Wert KfW W/m ² K	Fläche m ²	Fxi	H _f W/K	Konstruktion
1	Wand	Außenluft		0,481	0,24	0,20	106,45	1,0	51,20	Aw xxx Ost
2	Wand	Außenluft		0,481	0,24	0,20	31,05	1,0	14,94	Aw xxx Süd Gaube
3	Wand	unbeheizte Räume		0,579	0,3	0,25	14,96	0,5	4,33	Dachtrennwand xxx Ost
4	Wand	unbeheizte Räume		0,579	0,3	0,25	15,97	0,5	4,62	Dachtrennwand xxx West
5	Wand	unbeheizte Räume		0,579	0,3	0,25	23,06	0,5	6,68	Dachtrennwand xxx Nord
6	Wand	Außenluft		0,481	0,24	0,20	373,12	1,0	179,47	Aw xxx Süd
7	Wand	Außenluft		0,481	0,24	0,20	330,48	1,0	158,96	Aw xxx Nord
8	Wand	Außenluft		0,481	0,24	0,20	106,45	1,0	51,20	Aw xxx West
9	Wand	unbeheizte Räume		2,087	0,3	0,25	99,44	0,5	103,77	Treppenhauswand Süd xxx
10	Wand	unbeheizte Räume		2,087	0,3	0,25	212,44	0,5	221,68	Treppenhauswand Ost xxx
11	Wand	unbeheizte Räume		2,087	0,3	0,25	212,44	0,5	221,68	Treppenhauswand West xxx
12	Grundfläche	Kellerdecke		0,343	0,30	0,25	542,11	0,5	83,67	Kellerdecke xxx
13	Deckenfläche	unbeheizte Räume oberhalb		0,651	0,3	0,14	498,23	0,5	162,17	Dachdecke xxx
14	Fenster,Ost	Außenluft		1,300	1,3	0,95	7,68	1,0	9,98	Fenster xxx Ost
15	Fenster,Süd	Außenluft		1,300	1,3	0,95	10,0	1,0	13,00	Fenster xxx Süd Gaube
16	Fenster,West	Außenluft		1,300	1,3	0,95	7,68	1,0	9,98	Fenster xxx West
17	Fenster,Nord	Außenluft		1,300	1,3	0,95	165,92	1,0	215,70	Fenster xxx Nord
18	Fenster,Süd	Außenluft		1,300	1,3	0,95	222,72	1,0	289,54	Fenster xxx Süd
19	Dach	Außenluft		0,406	0,24	0,14	43,88	1,0	17,82	Dach xxx üb. Gaube

4.4 Beschreibung der Heizungs- und Warmwasseranlage

Heizungsanlage 1

Erzeuger

Nutzfläche An:	1837,00	m ²
Baujahr:	2000	
Leistung:	102,9	kW
Wärmeerzeugertyp:	Niedertemperatur-Kessel Gas-Spezial-Heizkessel, < 1995, im unbeh. Bereich	
Kombibetrieb(auch WW)	ja	
Brennstoffart:	Erdgas	
Primärenergiefaktor:	1,1	
Aufwandszahl:	1,123	
Hilfsenergiebedarf:	0,18	kWh/(m ² a)
mittlere Kesseltemp.:	49,5	°C
mittlere Heizkreistemp.:	49,54	°C

Bereitschaftsverluste bei 70°: 0,66 %
Bereitschaftsverluste: 0,392 %
30 % Teillast Wirkungsgrad: 89,0 %
Kesselwirkungsgrad: 89,02 %
Abgasverluste: - %

Speicherung

Speichertyp: Pufferspeicher im unbeheizten Bereich
Speichernenninhalt: 771 l
Bereitschaftsverluste: 4,071 kWh/d
spezif. Wärmebedarf: 0,52 kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf: 0,10 kWh/(m²a)

Verteilung

horizontale Verteilung: innerhalb / mäßiggedämmt
Strangleitung: innerhalb,Außenwand
Anbindeleitung: innerhalb / mäßiggedämmt
spezif. Wärmebedarf: 15,57 kWh/(m²a)
Hilfsenergiebedarf: 0,48 kWh/(m²a)

Länge	fa	U-Wert
73,4	0,15	0,40
137,8	0,48	1,40
1010,4	0,10	0,60

Übergabe

Art der Übergabe: Thermostatventile, Proportionalbereich 2K, Außenwandbereich
spezif. Wärmebedarf: 3,3 kWh/(m²a)

Kommentar :

1 Kesselanlage (Firma Weishaupt) / + 1x HK

- 2 Stufig / Gas (besser modulierend und Brennwert)
- Regeltechnik SIEMENS RVA 63.242 (keine Möglichkeit einer externen Sollwertübergabe)
- Ungeregelte Pumpe (F.Wilo)

Verteilung:

- Vier Strangreguliertventile / Einstellung sollte geprüft werden

Warmwasseranlage 1**Erzeuger**

Nutzfläche An:	1837,00	m ²
Baujahr:	2000	
Leistung:	102,9	kW
Wärmeerzeugertyp:	Niedertemperatur-Kessel Gas-Spezial-Heizkessel, < 1995	
Brennstoffart:	Erdgas	
Primärenergiefaktor:	1,10	
Aufwandszahl:	1,153	
Hilfsenergiebedarf:	0,13	kWh/(m ² a)
mittlere Kesseltemp.:	38,67	°C
Bereitschaftsverluste bei 70°:	1,36	%
Bereitschaftsverluste:	0,51	%
Kesselwirkungsgrad:	88,52	%

Speicherung

Speichertyp:	Direkt beheizter Speicher, Aufstellung im unbeheizten Bereich	
Speicher-Nenninhalt:	771	l
Bereitschaftsverluste:	51,462	kWh/d
spezif. Wärmebedarf:	8,24	kWh/(m ² a)
Hilfsenergiebedarf:	0,00	kWh/(m ² a)
Heizwärmegutschrift:	0,00	kWh/(m ² a)

Verteilung ohne Zirkulation

	Länge	fa	U-Wert
horizontale Verteilung: innerhalb / mäßig gedämmt	31,4	0,15	0,40
Strangleitung: innerhalb, Außenwand	69,8	0,48	1,40
Stichleitung: Standardanordnung / mäßig gedämmt	137,8	0,10	0,40
spezif. Wärmebedarf:	12,20	kWh/(m ² a)	
Hilfsenergiebedarf:	0,00	kWh/(m ² a)	
Heizwärmegutschrift:	5,32	kWh/(m ² a)	

Kommentar :

- Speicherladung
- Gesonderte Zählung
- Ca. 500 Liter WWB mit Vorrangschaltung
- Ungeregelte Pumpe (F.Wilo)
- Wahrscheinlich keine Legionellenprofilaxe da keine Sollwertumschaltung im vorh. Regler
- Kalkablagerungen da 60°C Vorhaltung

Klimadaten

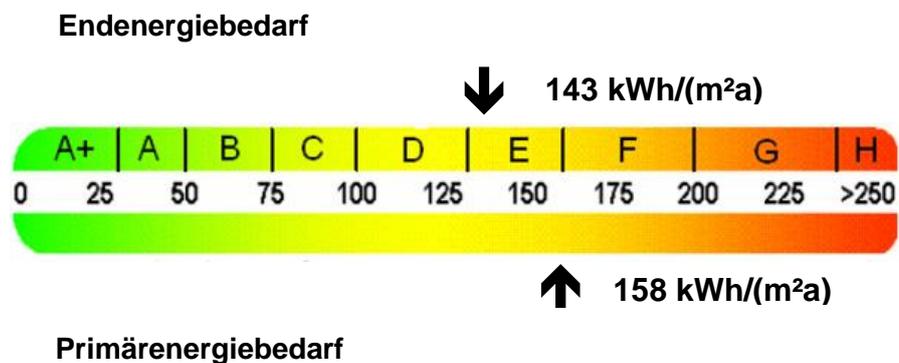
Bei der Berechnung des Wärmebedarfs und zur Beurteilung der Heizungsanlage wurde die Klimazone Deutschland gewählt. Im Einzelnen wird mit folgenden Daten gerechnet:

Tabelle 3: Klimadaten

Heiztage	241 d/a
mittl. Außentemperatur	9,5 °C
tiefste Außentemperatur	-12 °C
Innentemperatur	19 °C
mittlere Gradtagszahl	3125,8 d °C/a

5. Energiebilanz des bestehenden Gebäudes

5.1 Einstufung gemäß Energieausweis nach EnEV



5.2 Energiebedarf

Im Folgenden werden alle Energieverluste und Gewinne des Gebäudes dargestellt.

Tabelle 5: Energiebilanz des Gebäudes

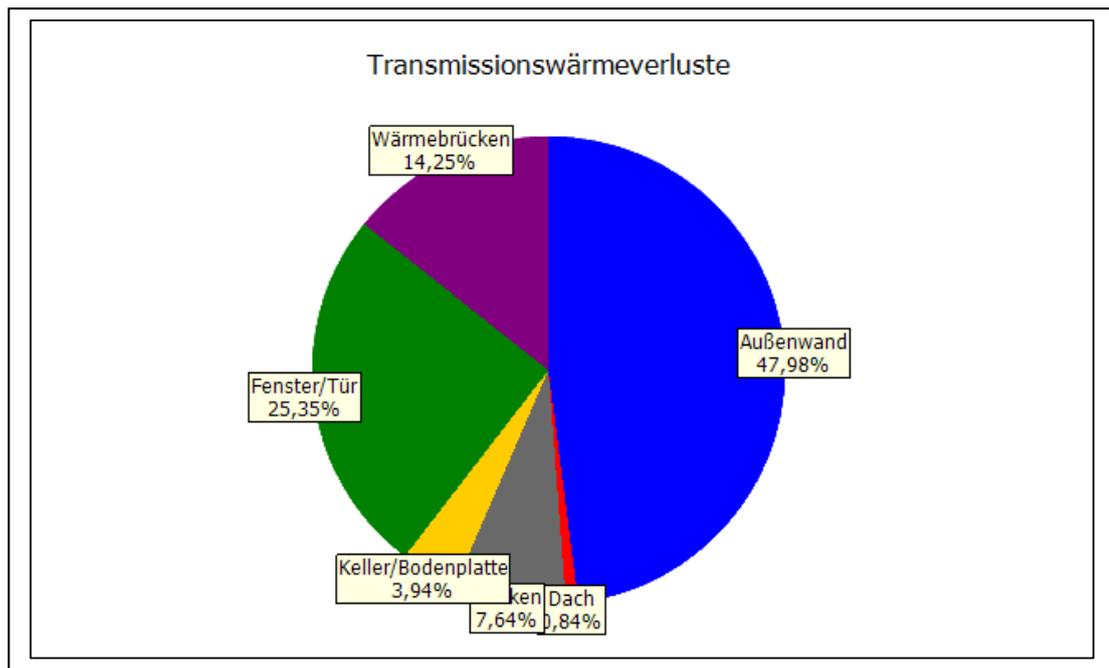
Transmissionsverluste	175.187,16 kWh/a
Lüftungsverluste	90.200,31 kWh/a
Heizungsverluste	46.780,95 kWh/a
Warmwasser Nutzwärmebedarf	22.962,50 kWh/a
Warmwassererwärmung Verluste	46.806,43 kWh/a
Summe Verluste	381.937,35 kWh/a
solare Gewinne	51.763,73 kWh/a
interne Gewinne	56.725,84 kWh/a
Nachtabenkung	12.546,42 kWh/a
zugeführte Heizenergie	191.132,43 kWh/a
zugeführte Energie Warmwassererwärmung	69.768,93 kWh/a
Summe Gewinne	381.937,35 kWh/a

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

Tabelle 6:

Heizwärmebedarf	144.351,48 kWh/a
Endenergiebedarf	262.536,29 kWh/a
Primärenergiebedarf	290.915,32 kWh/a
Aufwandszahl, primärenergiebezogen	1,74 -

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

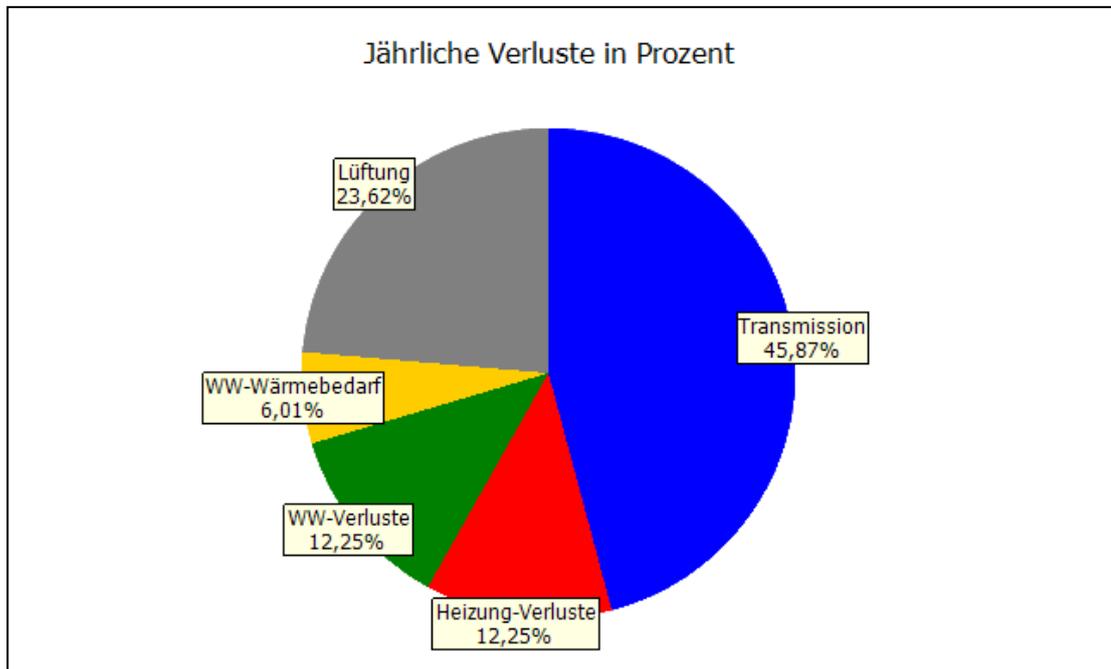


Grafik 1 : prozentuale Verteilung der Transmissionsverluste

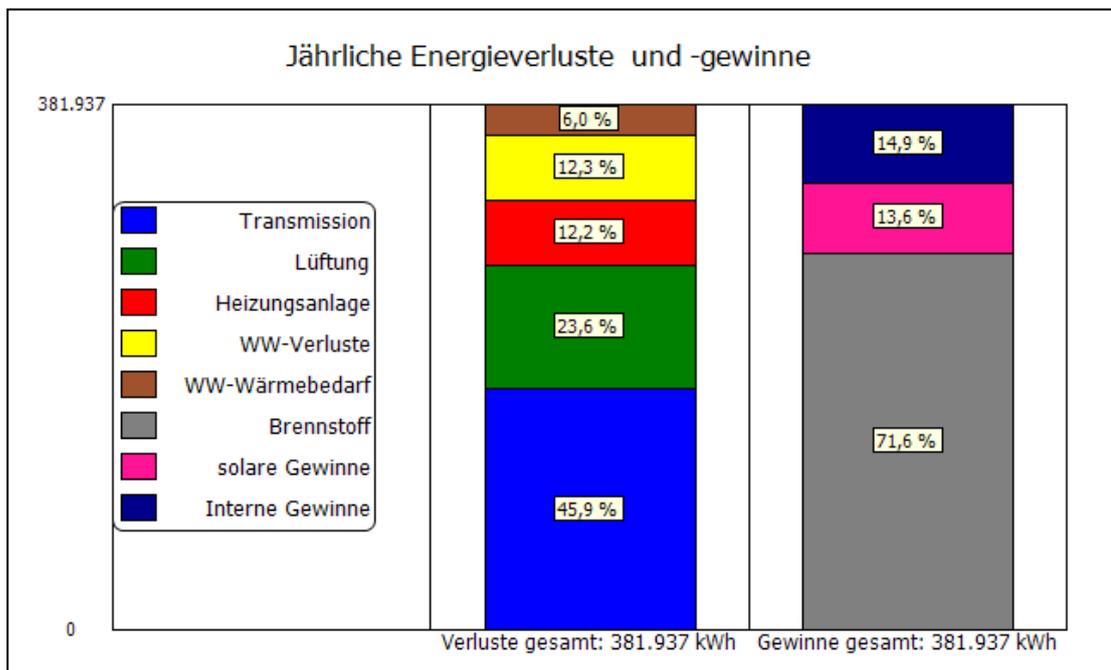
Tabelle 7:

Transmissionsverluste der Gebäudehülle	Jährlich kWh /a
Außenwände	84.056
Fenster / Türen	44.416
Dach	1.471
Keller / Bodenplatte	6.905
Decken	13.383
Wärmebrücken	24.957

Grafik 2 : prozentuale Verteilung der gesamten Verluste

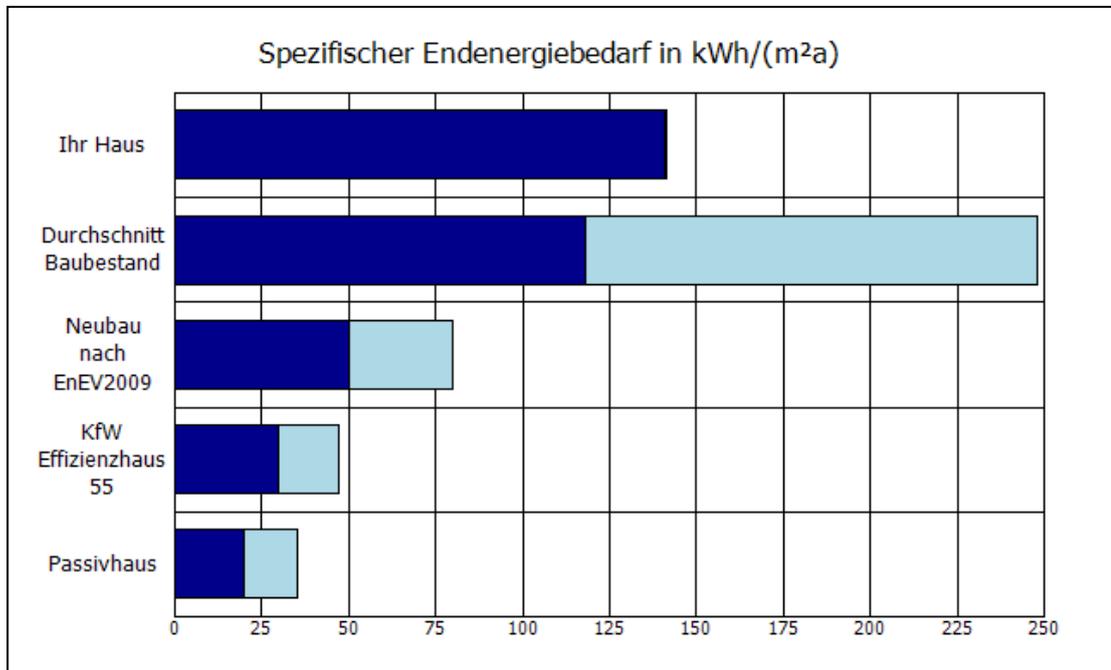


Grafik 3: Energieverluste und Gewinne



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

Grafik 4: Vergleich des Endenergiebedarfs



Die Verluste aus Transmission über die Gebäudehülle (45,9%) sind auf den ersten Blick bemerkenswert, doch bedeutet dies für den aktuellen Ansatz auch eine gute Chance, gering investive Maßnahmen vorn an zu stellen. Erfahrungsgemäß verlieren hoch gedämmte Gebäude gelegentlich den Marktbezug, weil die Kosten der Dämmung nach Umlage auf die Mieter zu neuen Erkenntnissen und Aspekten führen. Beginnen wir jedoch mit gering investiven, doch hoch wirksamen Maßnahmen, so lässt sich der Grad der Vermietungsattraktivität ggf. dennoch halten.

5.3 Vergleich des tatsächlichen Energiebedarfs mit dem rechnerisch Ermittelten

Im folgenden eine Übersicht über die Energieverbrauchswerte:

Energieträger 1	Zeitraum		Energieverbrauch kWh	Anteil Warmw. kWh	Klimafaktor [-]	Energiekosten EUR
	von	bis				
Erdgas	Jan 12	Dez 12	252.310	55683	1,03	17.661,70
Erdgas	Jan 13	Dez 13	286.245	58250	1,01	20.037,15
Erdgas	Jan 14	Dez 14	239.310	64911	1,18	16.751,70

Der vorhandene gemittelte Energieverbrauch für ein Jahr beträgt 272427,1 kWh/a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung.

Der theoretisch ermittelte Energiebedarf beträgt 260901,36 kWh/a für die Raumheizung mit Warmwasserbereitung.

Der tatsächliche Verbrauch stimmt mit dem theoretischen annähernd überein. Über den gemittelten Zeitraum beträgt die Abweichung 4%. Lediglich im Jahr 2013 gab es einen erhöhten Verbrauch (10% höher als zum theoretischen Endverbrauch), was durch den kälteren und längeren Winter zu erklären ist.

6. Varianten

6.1 Übersicht

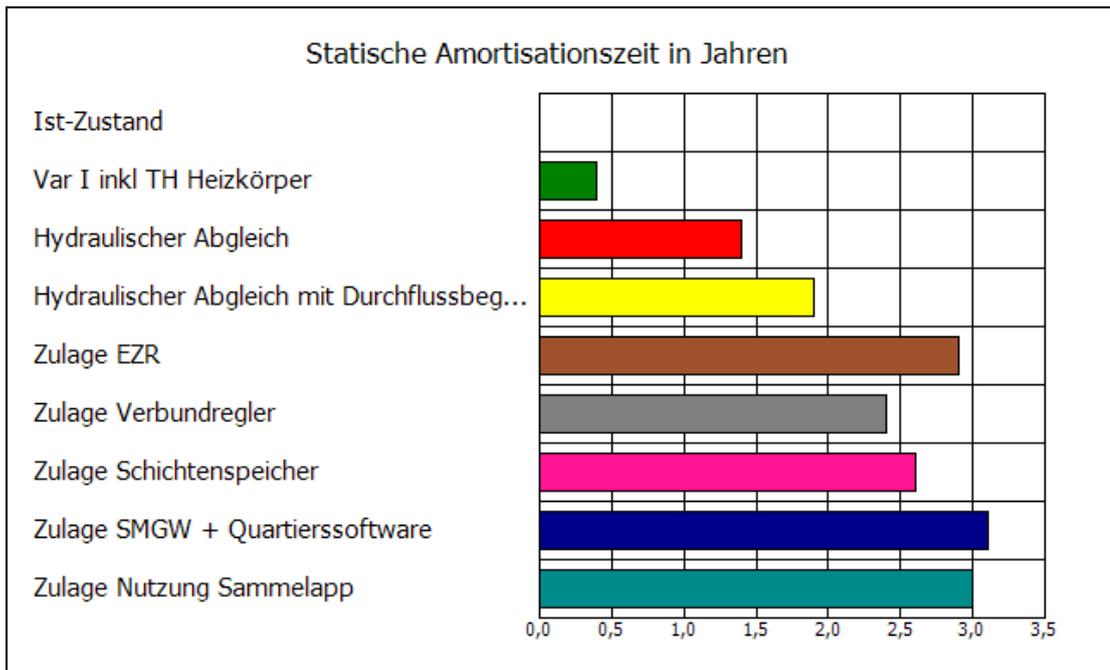
Im folgenden Kapitel werden verschiedene Varianten zur Energieeinsparung miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit überprüft.

Eine Übersicht der durchgeführten Varianten ergibt sich aus folgender Tabelle:

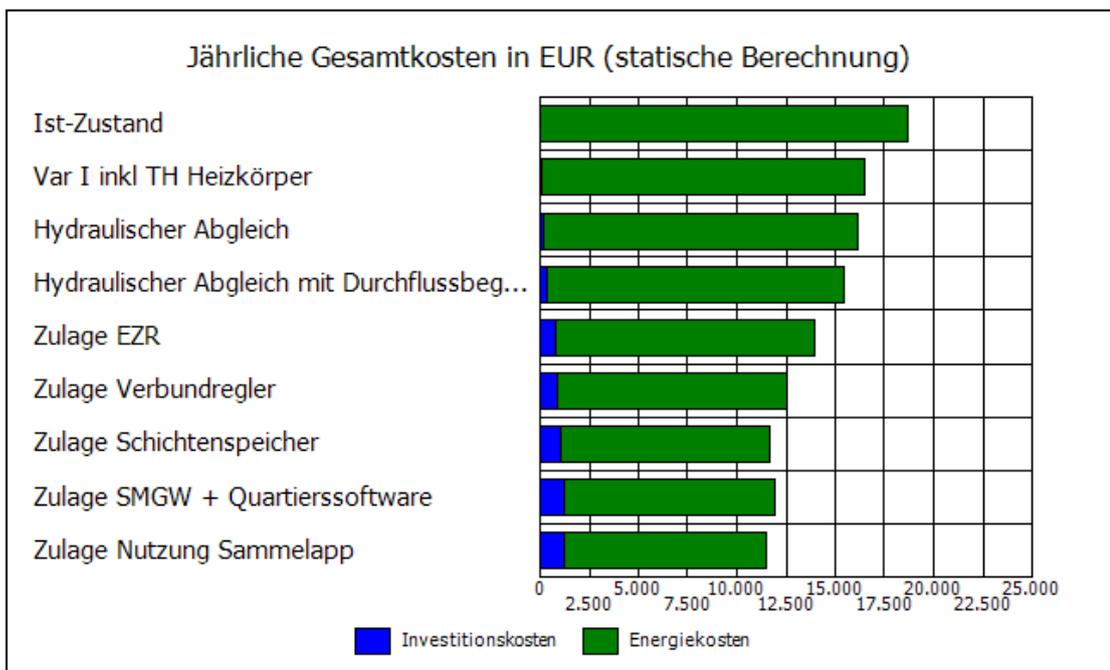
Tabelle 8: Berechnete Varianten – nach Bedarf

Nr.	Variante	jährliche Energiebedarf kWh/a	jährliche Energieeinsparung %	jährliche Energiekosten €/a	Investitionskosten gesamt €	stat.jährliche Gesamtkosten €/a
1	Ist-Zustand	262.536,29	0,0	18.720,88	0,00	18.720,88
2	Var I inkl TH Heizkörper	230.439,96	12,2	16.446,18	1.000,00	16.496,18
3	Hydraulischer Abgleich	224.096,85	14,6	15.951,70	4.000,00	16.151,70
4	Hydraulischer Abgleich mit Durchflussbegrenzer	211.727,47	19,4	15.081,64	7.000,00	15.431,64
5	Zulage EZR	184.595,74	29,7	13.169,80	16.000,00	13.969,80
6	Zulage Verbundregler	164.788,89	37,2	11.737,06	17.000,00	12.587,06
7	Zulage Schichtenspeicher	149.181,66	43,2	10.644,56	21.000,00	11.694,56
8	Zulage SMGW + Quartierssoftware	149.181,66	43,2	10.644,56	25.000,00	11.894,56
9	Zulage Nutzung Sammelapp	143.626,61	45,3	10.251,50	25.001,00	11.501,55

Grafik 5: statische Amortisationszeit - aufkumuliert -

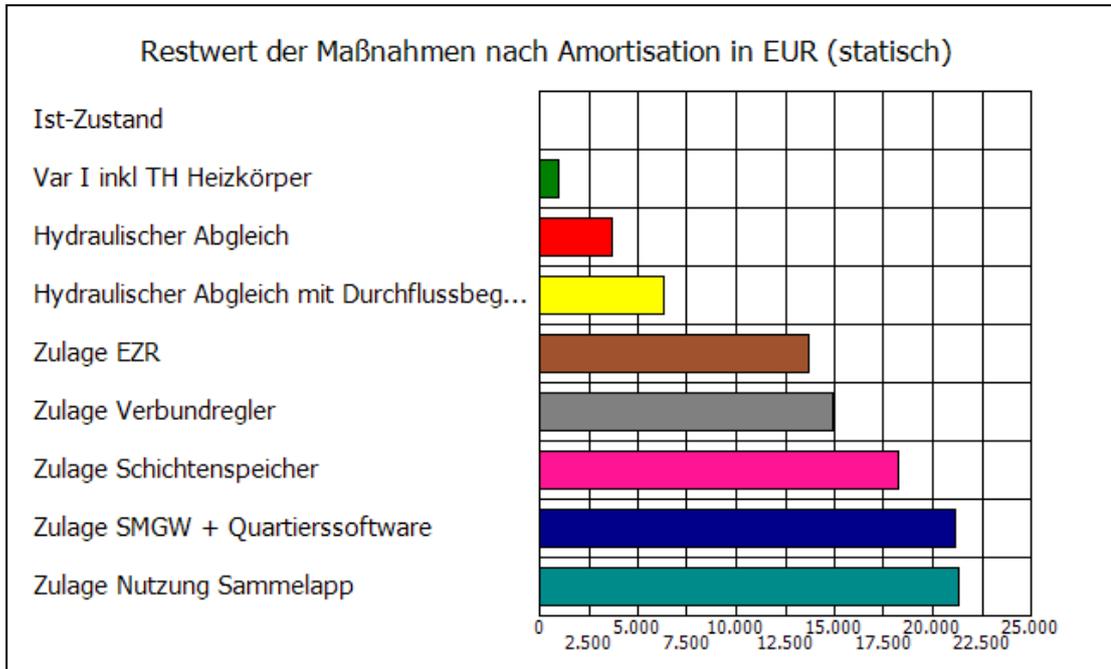


Grafik 6: statische Gesamtkosten - aufkumuliert -

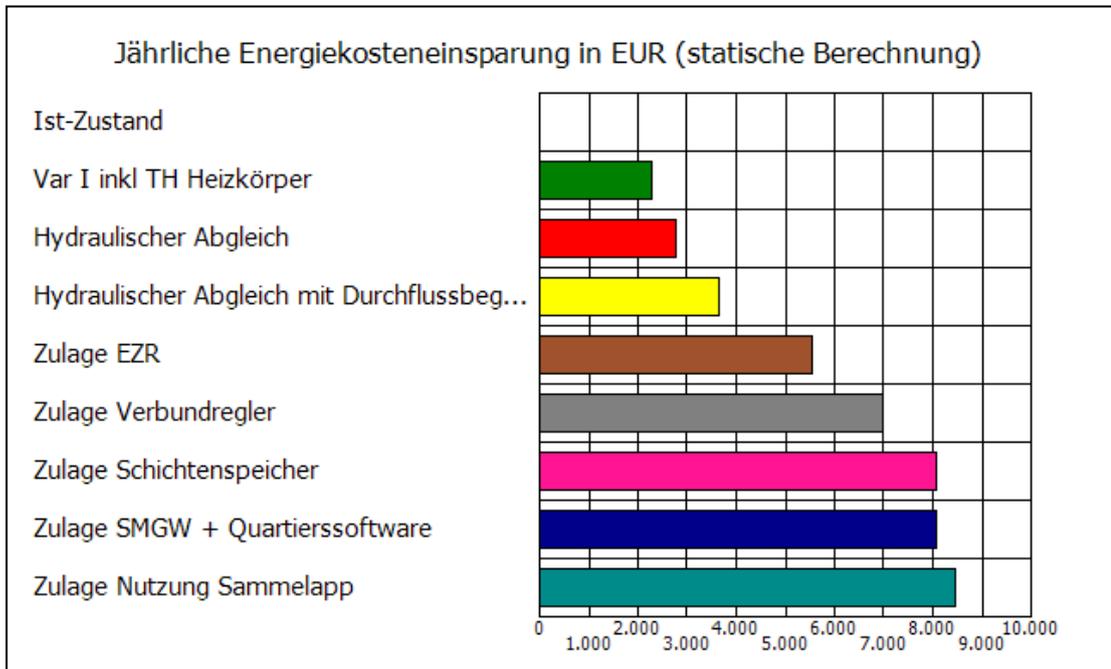


Die statischen Gesamtkosten setzen sich aus den jährlichen Investitionskosten und den jährliche Energiekosten zusammen.

Grafik 7: statischer Restwert der Maßnahme - aufkumuliert -



Grafik 8: jährliche Energiekosteneinsparung in € - aufkumuliert -



Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden folgende Kosten angesetzt:

Tabelle 9: Energiepreisteuerung und Zinssatz

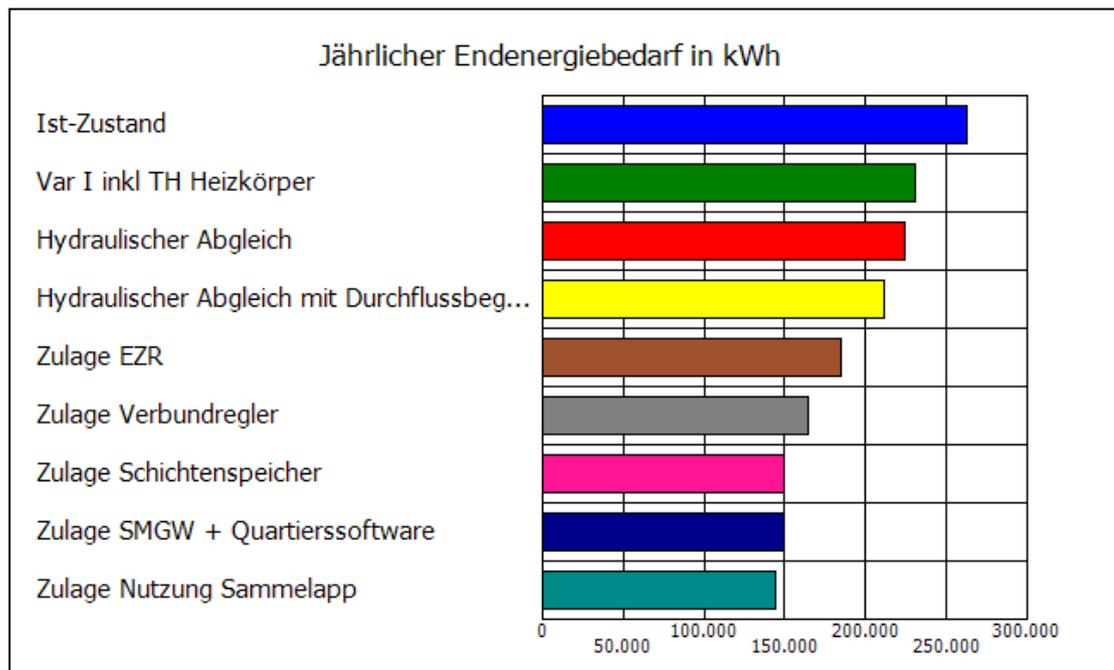
Energiepreisteuerung	5,00 %
Zinssatz	3,00 %
Betrachtungszeitraum	15,0 a

Tabelle 10: Kosten in EUR

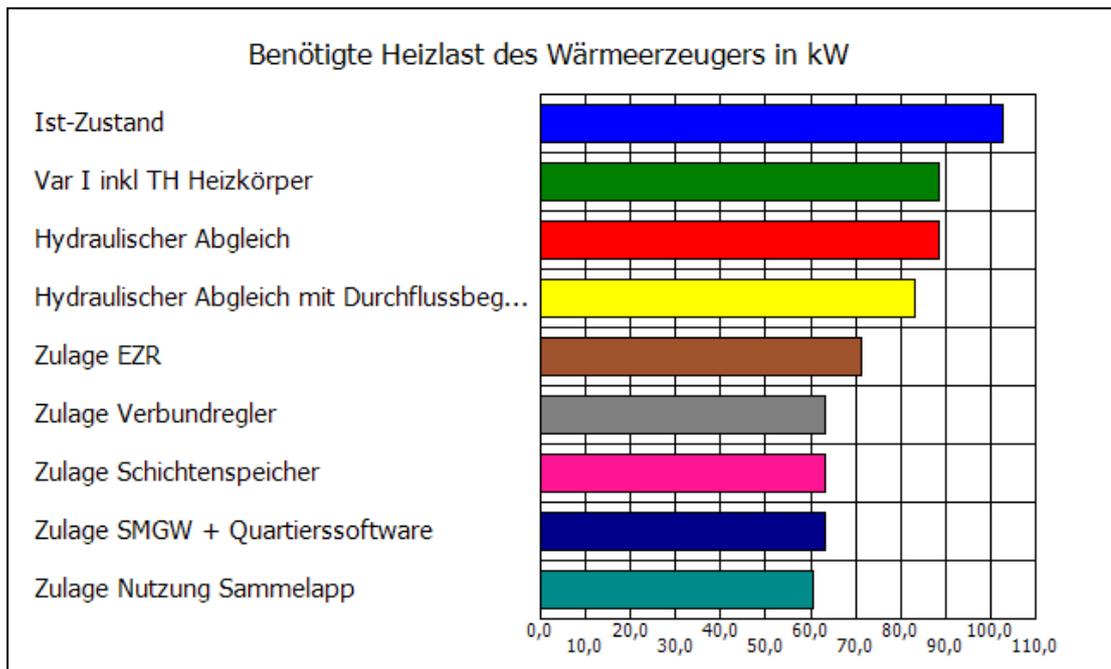
Energieträger	Grundkosten in EUR/Jahr	Verbrauchskosten EUR/kWh
Erdgas	0,00	0,07
Flüssiggas	0,00	0,07
Heizöl	0,00	0,08
Steinkohle	0,00	0,05
Braunkohle	0,00	0,05
Tagstrom	0,00	0,28
Nachtstrom	0,00	0,19
Fern/Nahw. KWK fossil	0,00	0,09
Fern/Nahw. KWK ern.	0,00	0,09
Fern/Nahw. HW fossil	0,00	0,09
Fern/Nahw. HW ern.	0,00	0,09
Holz	0,00	0,05
Holz-Pellets	0,00	0,06
Sonstiges	0,00	0,00

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

Grafik 9: Energiebedarf des Gebäudes - aufkumuliert -



Grafik 10: Heizlast - aufkumuliert -



5.4 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen wurde mittels des EDV-Programms zur Erstellung einer Gebäudediagnose dynamisch ermittelt. Das heißt, dass Kapitalkosten durch Verzinsung berücksichtigt sind. Ein Vergleich der Amortisationszeit mit der Lebensdauer gibt Aufschluss über die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme.

Die Kosten können als eine valide Größe angesehen werden und sind im Allgemeinen eher pessimistisch, d.h. die Maßnahmen sind u.U. kostengünstiger als angenommen.

5.5 KfW Förderungsübersicht

Tabelle 12: Förderübersicht der Varianten * Primärenergie und Transmissionswärmeverlust

Variantenname	Q _p * vorh.	H _T * vorh.	KfW-Haus Klasse
Ist-Zustand	158,36	0,702	keine KfW-Förderung
Var I inkl TH Heizkörper	127,57	0,608	KfW-Einzelmaßnahmen
Hydraulischer Abgleich	123,92	0,608	KfW-Einzelmaßnahmen
Hydraulischer Abgleich mit Durchflussbegrenzer	117,12	0,608	KfW-Einzelmaßnahmen
Zulage EZR	102,17	0,462	KfW-Einzelmaßnahmen
Zulage Verbundregler	91,15	0,367	KfW-Einzelmaßnahmen
Zulage Schichtenspeicher	82,58	0,367	KfW-Einzelmaßnahmen
Zulage SMGW + Quartierssoftware	82,58	0,367	KfW-Einzelmaßnahmen
Zulage Nutzung Sammelapp	79,51	0,335	KfW-Einzelmaßnahmen

Maßnahmenbeschreibung

Variante: Optimierung des A/V-Verhältnisses (Außenwandflächen/Volumen)

Maßnahmen dieser Variante:

Heizkörper in Treppenhaus installiert

In den Treppenhäusern wird jeweils ein Heizkörper im unteren Bereich installiert. Somit sind die Treppenhaus-Wandflächen als „beheizte Fläche“ rechenbar mit folgenden Konsequenzen: Die vorab als Treppenhaus-Abseitenwände gerechneten Flächen gegen „unbeheizte Flächen“ können nun komplett entfallen. Die ursprünglich nicht berücksichtigten Volumina der Treppenhäuser können nun voll berücksichtigt werden. Das A/V-Verhältnis bessert sich, die Konsequenzen sind sofort in der Energiebilanz nachweisbar. Je Heizkörper (5 Stck.) werden hier € 200,- netto als Montagepreis angenommen.

Tabelle alt:

IST-Zustand							
Pos	Bauteil	Einbauzustand	U - Wert	Fläche	Fx	Ht	Konstruktionsname
1	Wand	Außenluft	0,481	106,45	1	51,2	Aw xxx Ost
2	Wand	Außenluft	0,481	31,05	1	14,94	Aw xxx Süd Gaube
3	Wand	unbeheizte Räume	0,579	14,96	0,5	4,33	Dachtrennwand_ Ost
4	Wand	unbeheizte Räume	0,579	15,97	0,5	4,62	Dachtrennwand_ West
5	Wand	unbeheizte Räume	0,579	23,06	0,5	6,68	Dachtrennwand_ Nord
6	Wand	Außenluft	0,481	373,12	1	179,47	Aw Süd
7	Wand	Außenluft	0,481	330,48	1	158,96	Aw Nord
8	Wand	Außenluft	0,481	106,45	1	51,2	Aw West
9	Wand	unbeheizte Räume	2,087	99,44	0,5	103,77	Treppenhauswand Süd
10	Wand	unbeheizte Räume	2,087	212,44	0,5	221,68	Treppenhauswand Ost
11	Wand	unbeheizte Räume	2,087	212,44	0,5	221,68	Treppenhauswand West
12	Grundfläche	Kellerdecke	0,343	542,11	0,45	83,67	Kellerdecke
13	Deckenfläche	unbeheizte Räume oberhalb	0,651	498,23	0,5	162,17	Dachdecke
14	Fenster,Ost	Außenluft	1,3	7,68	1	9,98	Fenster_ Ost
15	Fenster,Süd	Außenluft	1,3	10	1	13	Fenster_ Süd Gaube
16	Fenster,West	Außenluft	1,3	7,68	1	9,98	Fenster_ West
17	Fenster,Nord	Außenluft	1,3	165,92	1	215,7	Fenster_ Nord
18	Fenster,Süd	Außenluft	1,3	222,72	1	289,54	Fenster_ Süd
19	Dach	Außenluft	0,406	43,88	1	17,82	Dach üb. Gaube

Tabelle neu, simuliert:

Opt. A/V							
Pos	Bauteil	Einbauzustand	U - Wert	Fläche	Fx	Ht	Konstruktionsname
1	Wand	Außenluft	0,481	106,45	1	51,2	Aw Ost
2	Wand	Außenluft	0,481	31,05	1	14,94	Aw Süd Gaube
3	Wand	unbeheizte Räume	0,579	14,96	0,5	4,33	Dachtrennwand_ Ost
4	Wand	unbeheizte Räume	0,579	15,97	0,5	4,62	Dachtrennwand_ West
5	Wand	unbeheizte Räume	0,579	23,06	0,5	6,68	Dachtrennwand_ Nord
6	Wand	Außenluft	0,481	373,12	1	179,47	Aw Süd
7	Wand	Außenluft	0,481	429,92	1	206,79	Aw Nord
8	Wand	Außenluft	0,481	106,45	1	51,2	Aw West
9	Grundfläche	Kellerdecke	0,343	542,11	0,45	83,67	Kellerdecke
10	Deckenfläche	unbeheizte Räume oberhalb	0,651	498,23	0,5	162,17	Dachdecke
11	Fenster,Ost	Außenluft	1,3	7,68	1	9,98	Fenster_ Ost
12	Fenster,Süd	Außenluft	1,3	10	1	13	Fenster_ Süd Gaube
13	Fenster,West	Außenluft	1,3	7,68	1	9,98	Fenster_ West
14	Fenster,Nord	Außenluft	1,3	165,92	1	215,7	Fenster_ Nord
15	Fenster,Süd	Außenluft	1,3	222,72	1	289,54	Fenster_ Süd
16	Dach	Außenluft	0,406	43,88	1	17,82	Dach üb. Gaube

Wirtschaftlichkeitsübersicht - Bedarfsbezogen

Kosten

Investitionskosten:	1.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	1.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	230.439,96	kWh/a
Energieeinsparung:	32.096,33	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	12,23	%
Statische Energiekosten:	16.446,18	€/a
Dynamische Energiekosten:	24.184,76	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	2.274,70	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	3.345,04	€/a

Wirtschaftlichkeit

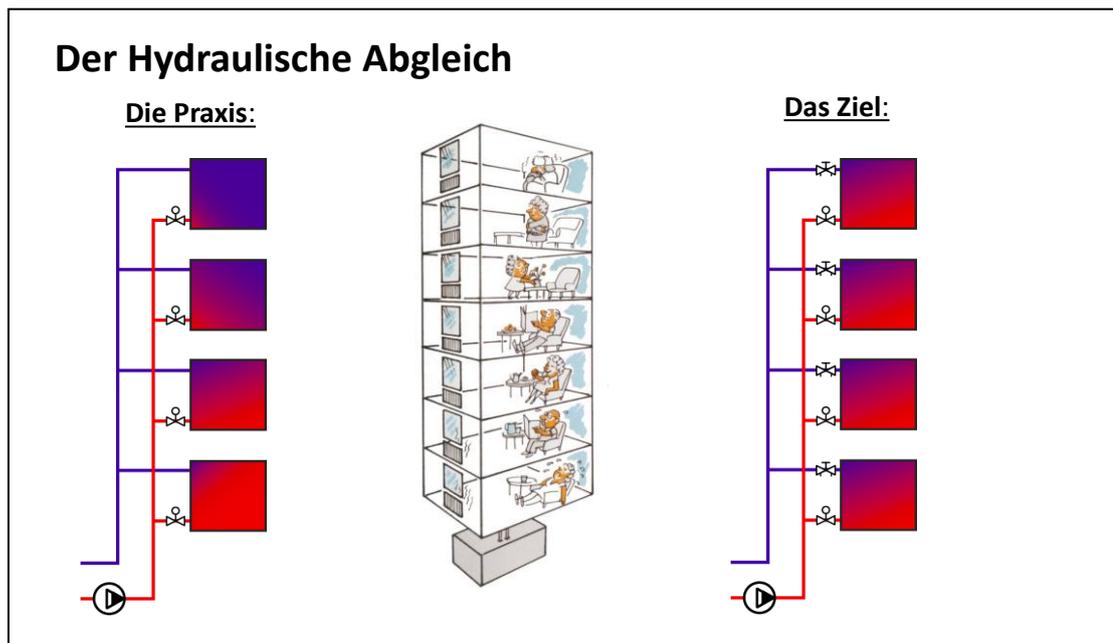
Mittlere Lebensdauer:	20,0 a
Statische Amortisation:	0,4 a
Dynamische Amortisation:	0,5 a
Co2 Einsparung:	4,29 kg/m²a

Variante: Hydraulischer Abgleich

Maßnahmen dieser Variante:

Heizkörper in TH installiert
Hydraulischer Abgleich

Hydraulischer Abgleich des Rohrnetzes im Bereich der aufgehenden Heizungsstränge. Dies ist mit definiertem Aufwand von geschulten SHK-Betrieben oder Ing.-Büros dann durchführbar, wenn die einzelnen Stränge mit Strang-Regulierventilen versehen sind. Hilfreich ist hier die meist bei Übergabe der Anlage angelegte „Rohrnetzrechnung“. Für dieses Objekt wurden pauschal € 3.000,- angenommen, da hier Ventile bereits vorhanden sind. Sind keine Regulierventile vorhanden, so sind individuelle Folgekosten zu kalkulieren.



Grafik 11: Schematische Darstellung hydraulischer Abgleich

Ein hydraulischer Abgleich ist deshalb auch erforderlich, weil die nachfolgenden Maßnahmen z.T. nur auf Basis eines abgeglichenen Netzes erfolgen können. So ist diese Maßnahme allein für sich genommen zwar nicht von herausragendem nachweislichem Erfolg im ersten Schritt. Dieser Erfolg stellt sich aber mit den weiter folgenden Maßnahmen ein. Ohne Abgleich könnten diese erfolgreichen Maßnahmen aber nicht greifen.

Wirtschaftlichkeitsübersicht (bedarfsbezogen) – alle Werte aufkumuliert -**Kosten**

Investitionskosten:	4.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	4.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	224.096,85	kWh/a
Energieeinsparung:	38.439,43	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	14,64	%
Statische Energiekosten:	15.951,70	€/a
Dynamische Energiekosten:	23.457,61	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	2.769,18	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	4.072,19	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	20,0	a
Statische Amortisation:	1,4	a
Dynamische Amortisation:	1,5	a

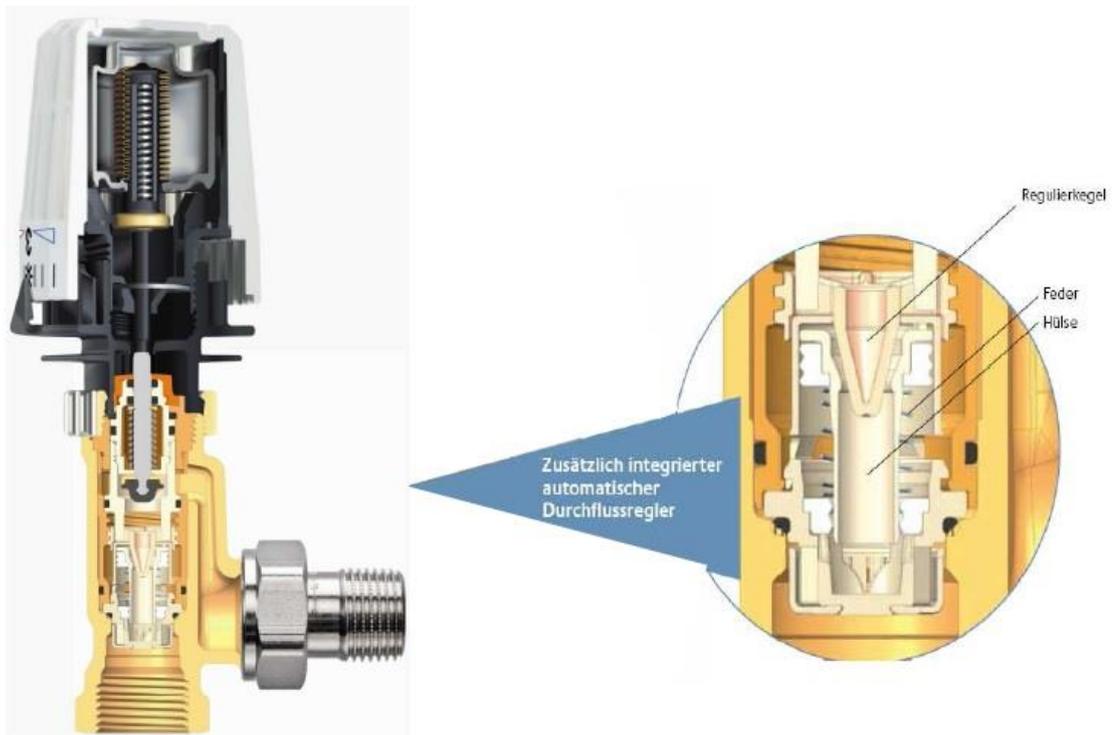
Co2 Einsparung:	5,18	kg/m ² a
------------------------	------	---------------------

Variante: Hydraulischer Abgleich zzgl. Durchflussbegrenzer

Maßnahmen dieser Variante:

Heizkörper in TH installiert
Hydraulischer Abgleich
hydr Abgl m. Durchlaufmes

Sämtliche Heizkörper erhalten Durchflussbegrenzer (Heimeier Eclipse o.ä.). Der erforderliche Durchfluss der einzelnen Heizkörper wird direkt am Thermostat-Ventilunterteil eingestellt. Dadurch ist der hydraulische Abgleich mit einem Dreh erledigt. Der eingestellte Durchfluss wird nicht überschritten. D.h. auch bei einem Überangebot, z.B. aufgrund schließender Nachbarventile oder während der morgendlichen Aufheizphase, regelt dieser Begrenzer den Durchfluss automatisch auf den eingestellten Wert. Das Ventil regelt den Durchfluss unabhängig vom Differenzdruck. Komplexe Berechnungen zur Ermittlung der Einstellwerte sind deshalb nicht erforderlich. Die Kosten der Variante 1 werden hier ggf. substituiert. Da dies jedoch in der Praxis noch nicht gegengeprüft wurde, ist hier konservativ der vorherige Kostenansatz zunächst beibehalten worden.



Durchflussbegrenzung, Quelle: TA Heimeier
Grafik 12: Durchflussbegrenzer

Diese Maßnahme ist die Eingangsvoraussetzung für folgende energetische Optimierungsschritte:

1. Vermeidung von unproportional großen Zufluss-Mengen je Heizkörper, Vermeidung übergroßer Anforderung bereitzustellender Wärme im System (gängige Bezeichnung: 100% nach DIN). Die Heizlast wird nun auf das tatsächlich von den Nutzern benötigte Maß abgesenkt. Die tatsächliche Lastanforderung sinkt, im Vergleich zur ursprünglichen DIN-Grundberechnung des Heizungingenieurs, auf Werte von 50 – 80% des ursprünglichen Ansatzes. Dies wird hier wie folgt eingestellt:

Mangels einer gesetzlichen Grundlage wird hier eine Blower-Door-Maßnahme simuliert, die im Anwendungsfall eine vergleichbare Einsparung erzielt hätte: Die Luftwechselrate wird von 0,7 auf 0,6 reduziert. In der Praxis wird die Einsparung als wesentlich höher eingestuft, was jedoch mit Pilotmaßnahmen zu erforschen ist.

2. Sammlung von kontrollierten Durchfluss-Mengen. Alle Heizkörper aller Mieter werden vergleichbar, da nach einer berechenbaren Routine im Durchfluss begrenzt. Alle Heizkörper-Volumenströme werden im Vorlauf zusammengefasst und gemessen. Hier ist auch der datenschutzrechtlich wichtige Knotenpunkt aller anonymisierten Einzel-Mengen aller Mieter messbar, nicht jedoch ein einzelner Heizkörper. So kann die Anonymität aller Mieter gewahrt bleiben. Allerdings ist hier auch erkennbar, dass Mieter ihre individuellen Heizkörper **nicht bidirektional von unterwegs aus steuern** könnten. Dies würde bedingen, dass auch möglicherweise Dritte von außen an die Einstellung des individuellen Mieterheizkörpers gelangen könnten. Nach common criteria wäre dies ein entsprechend TR 03109 schützenswerter Vorgang, welcher vorab zu zertifizieren wäre. Eine solche Zertifizierung existiert mit Stand Oktober 2015 allerdings noch nicht.

Hinweis: Die hier kalkulierten Kosten i.H.v. € 50,- je Durchflussbegrenzer (60 Stück/Aufgang) beinhalten auch die Montage durch einen Fachbetrieb; bereiten auch die Folgevariante „Verbundregler“ wie folgt vor: Ein solcher Energie-Sammelmanager ist dann sinnvoll eingesetzt, wenn die Summe aller (durchflussbegrenzten) Heizkörper-Verbrauchsinformationen sinnvoll gesammelt, als tatsächliche Lastannahme der ursprünglich nur nach DIN erstellten Lastannahme als Praxisfall entgegengesetzt werden und abmindernd berücksichtigt werden kann. In der späteren Kostenannahme „Verbundregler“ werden diese Kosten folglich nicht erneut einkalkuliert.

Wirtschaftlichkeitsübersicht – aufkumuliert -

Kosten

Investitionskosten:	7.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	7.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	211.727,47	kWh/a
Energieeinsparung:	50.808,82	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	19,35	%
Statische Energiekosten:	15.081,64	€/a
Dynamische Energiekosten:	22.178,15	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	3.639,24	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	5.351,65	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	20,0	a
Statische Amortisation:	1,9	a
Dynamische Amortisation:	2,0	a

Co2 Einsparung:	6,83	kg/m ² a
------------------------	------	---------------------

Variante: Zulage Einzelraumregelung (EZR)



Grafik 13: Selbstlernende Einzelraumregelung

Maßnahmen dieser Variante:

Heizkörper in TH installiert
Hydraulischer Abgleich
hydr Abgl m. Durchlaufmes
Zulage EZR

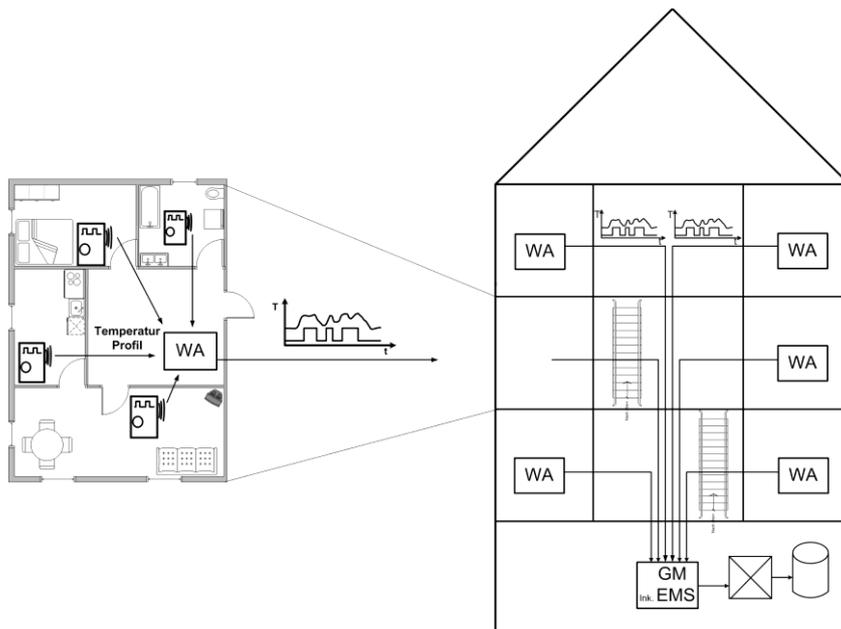
Installation von Einzelraum-Regelungen zur selbstlernenden, energieautarken und präsenzabhängigen Regelung der Raumtemperatur (plug and play) als unterste „Leiter“ einer Quartierslösung aus dem Einzelraum einer jeden Mietpartei heraus.

Autarke Eigenenergieversorgung ohne Kabelanschluss durch Energy-Harvesting unter Verwendung von EnOcean-Protokollen. Die Heizungsregelung wird auf Mieterbedürfnisse abgestimmt, indem es automatisch auf Ihre Gewohnheiten reagiert und so Energie spart.

- Einstellen der Komforttemperatur am gewohnten Ventilregler
- Automatische Energieeinsparung in ungenutzten Räumen und beim Verlassen der Wohnung durch Absenkung von 4 Grad Kelvin
- 20% Verbrauchsreduzierung im Sparbetrieb
- Umweltschonende Funkkommunikation auf energy harvesting Basis
- Einsatz ohne Batterien oder Verdrahtung zur Vermeidung von Folgekosten und –aktivitäten

Kosten: kalkuliert mit € 10,- je qm Nettokaltmiete-Fläche nach DIN.

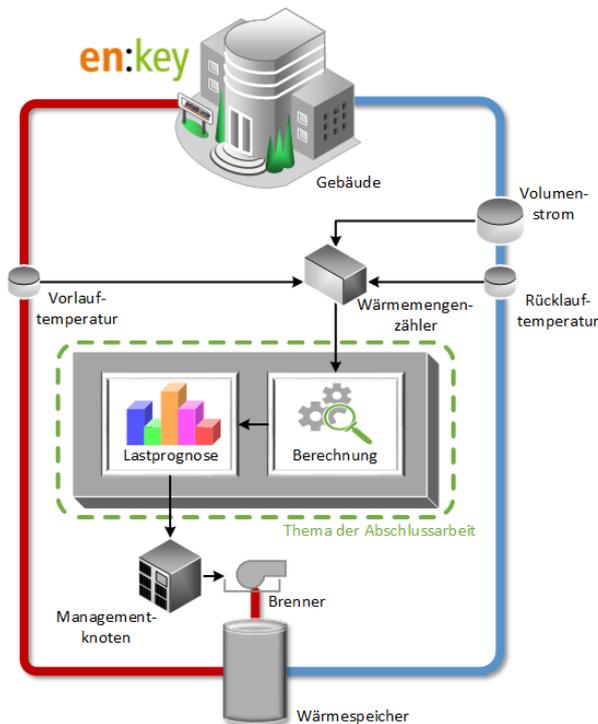
Option zur Erweiterung für die gesamte Wohnung unter einem elektronischen „Wohnungsassistenten“ (WA). **Dies könnte z.B. eine vorhandene Funksendeeinheit eines Heizkosten-Funksystems sein, falls dieses offen und kommunikativ ist. In diesem Falle wären Folgekosten durch extra neu zu installierende Wohnungsmanager substituiert.** Da die Tendenz immer weiter zur Nutzung offener Standards (innostatis, Qundis) geht, wird dies hier vorausgesetzt. Im Fall vorhandener unkommunikativer, proprietärer Protokolle entstünden weitere Kosten für einen sogenannten „Wohnungsassistenten“ (WA), die extra zu kalkulieren wären.



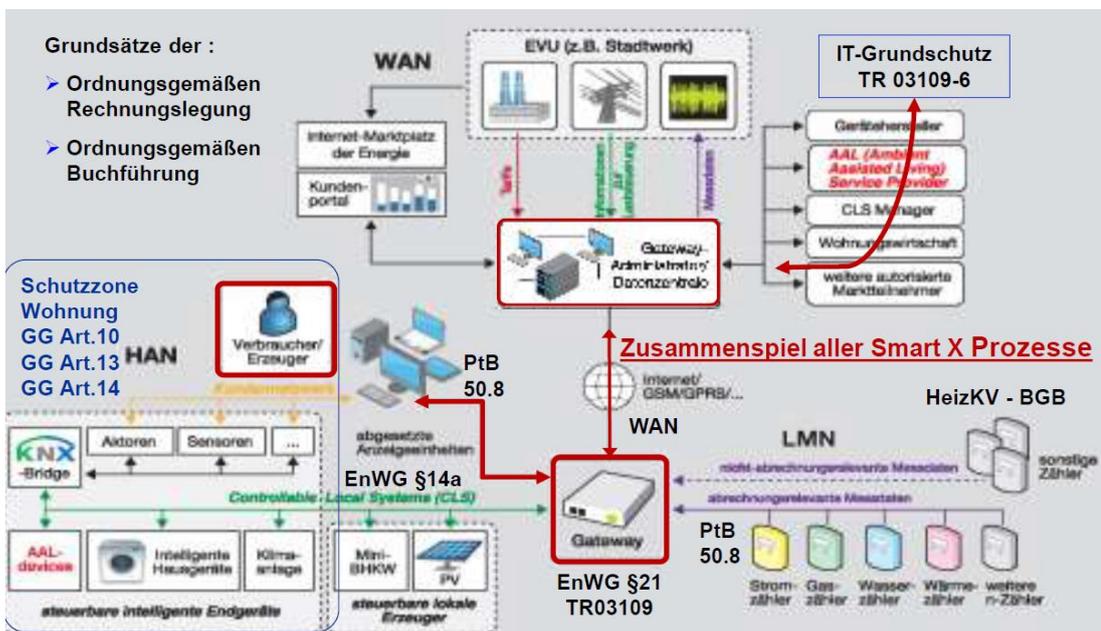
Grafik 14: Integration der EZR in eine Wohnungsinformation und Hausintegration für SMGW

Optionen zur Integration in einen später zu installierenden „Verbundregler“ sind somit ebenso gegeben wie eine Übergabe über einen sogenannten „Smart Meter Gateway“ in die Cloud; somit wäre eine Zustellung z.B. von Heizverbrauchs-Daten (files) gegeben. Doch dazu später mehr.

Wichtig ist hier die Betrachtung der Datensicherheit. Einzelraumregelungen der beschriebenen Art sind nicht von außen steuerbar, sondern managen alle Variablen über die Präsenz der Nutzer. Diese Präsenz der Nutzer wird eben nicht nach außen kommuniziert. Dies war der Grund, warum **dieses System von der ULD-Zertifizierungsstelle das Zertifikat „datenschutz-konform“** erhielt. Diese Einzelraumregelung (EZR) erfüllt somit die Voraussetzung, Mietern den Datenschutz, die Wahrung der Privatsphäre zuzusichern. Dies ist deshalb so wichtig, weil es auch vordergründige Aufgabe der Vermieter ist, Dritten (wie etwa Google oder Facebook) eben nicht zu ermöglichen, auf Daten der Mieter zuzugreifen (Safe-Harbour-Regelung EU-USA). Anders verhält es sich mit der freiwilligen Zulieferung persönlicher Daten direkt an Google & Co. durch die Mieter selbst. Dies ist üblich, aber eben auch eine bidirektionale Vertragsart zwischen Vermietern und Dritten wie etwa einem Stromanbieter.



Grafik 15: Sicherstellung des mieterseitigen Datenschutzes über Sammlung von EZR-Daten im anonymen Volumenstrom, Quelle: green with IT



Grafik 15a : Darstellung des BMWi zum Datenschutz nach TR 03109, Quelle: Uhlig, Rolf, Smart Building - Smart Services, in: Omnicard 22.01.2015

Diese EZR wird so kommunikativ ausgestattet, dass aus den Einzelräumen heraus dann die Wohnung in sich (als zweite Leiterstufe), aber dann auch das ganze Haus (als dritte Leiterstufe) und das ganze Quartier (als vierte Leiterstufe) angesteuert und bidirektional gelenkt werden kann.

Mangels einer gesetzlichen Abrechnungs-Grundlage der EnEV wird hier eine 20%ige Einsparung in Absprache mit dem Softwarehersteller simuliert, die im Anwendungsfall eine vergleichbare Einsparung erzielt hätte: Die U-Wer Werte ausgesuchter Hüllflächen wurden rechnerisch dazu abgesenkt:

EZR							
Pos	Bauteil	Einbauzustand	U - Wert	Fläche	Fx	Ht	Konstruktionsname
1	Wand	Außenluft	0,2	106,45	1	21,29	Aw Ost
2	Wand	Außenluft	0,2	31,05	1	6,21	Aw Süd Gaube
3	Wand	unbeheizte Räume	0,2	14,96	0,5	1,5	Dachtrennwand_ Ost
4	Wand	unbeheizte Räume	0,2	15,97	0,5	1,6	Dachtrennwand_ West
5	Wand	unbeheizte Räume	0,2	23,06	0,5	2,31	Dachtrennwand_ Nord
6	Wand	Außenluft	0,2	373,12	1	74,62	Aw Süd
7	Wand	Außenluft	0,2	429,92	1	85,98	Aw Nord
8	Wand	Außenluft	0,2	106,45	1	21,29	Aw West
9	Grundfläche	Kellerdecke	0,343	542,11	0,45	83,67	Kellerdecke
10	Deckenfläche	unbeheizte Räume oberhalb	0,35	498,23	0,5	87,19	Dachdecke
11	Fenster,Ost	Außenluft	1,3	7,68	1	9,98	Fenster_ Ost
12	Fenster,Süd	Außenluft	1,3	10	1	13	Fenster_ Süd Gaube
13	Fenster,West	Außenluft	1,3	7,68	1	9,98	Fenster_ West
14	Fenster,Nord	Außenluft	1,3	165,92	1	215,7	Fenster_ Nord
15	Fenster,Süd	Außenluft	1,3	222,72	1	289,54	Fenster_ Süd
16	Dach	Außenluft	0,406	43,88	1	17,82	Dach üb. Gaube

Wirtschaftlichkeitsübersicht – **aufkumuliert** -

Kosten

Investitionskosten:	16.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	16.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	184.595,74	kWh/a
Energieeinsparung:	77.940,55	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	29,69	%
Statische Energiekosten:	13.169,80	€/a
Dynamische Energiekosten:	19.366,71	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	5.551,08	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	8.163,08	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	20,0	a
Statische Amortisation:	2,9	a

Dynamische Amortisation:	2,9 a
Co2 Einsparung:	10,45 kg/m ² a

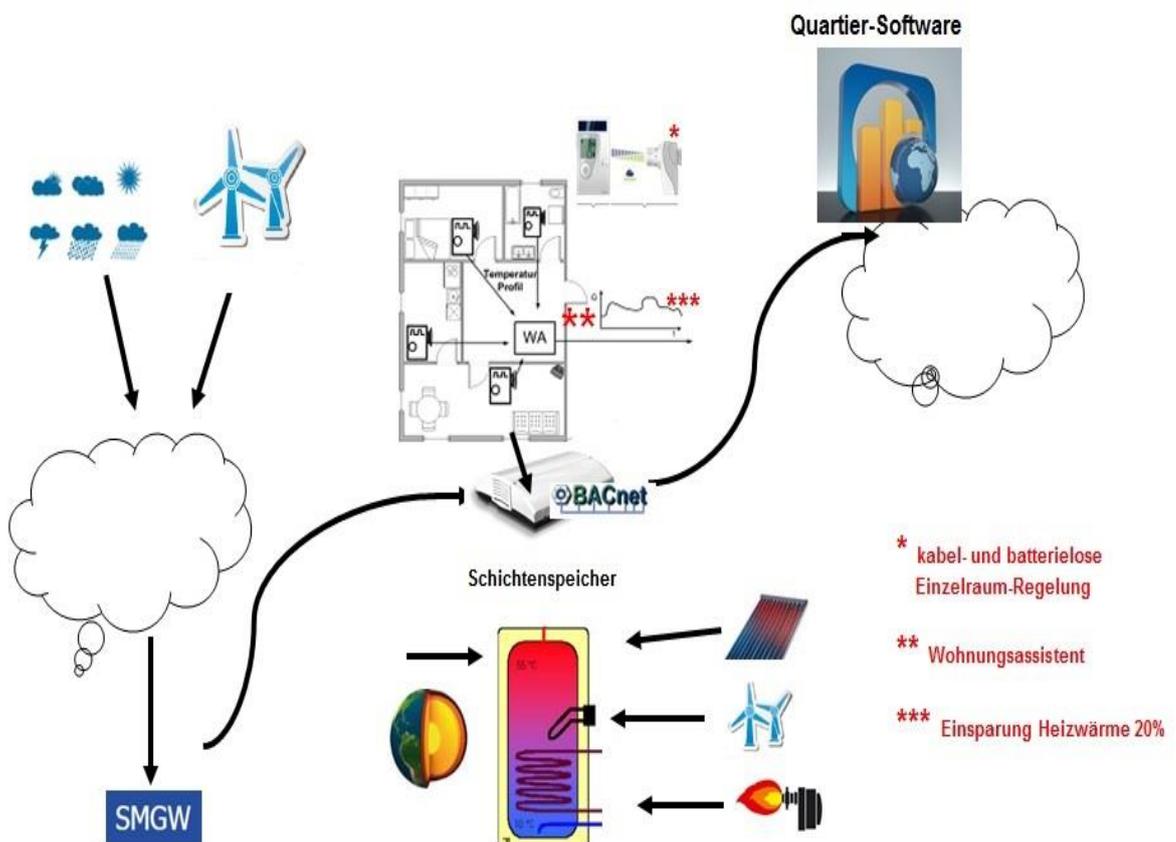
Variante: Zulage Verbundregler

Maßnahmen dieser Variante:

- Heizkörper in TH installiert
- Hydraulischer Abgleich
- hydr Abgl m. Durchlaufmes
- Zulage EZR
- Zulage Verbundregler

Installation eines Energiemanagers (Verbundreglers), welcher alle Lastfälle aller beteiligten Erzeuger, aller Verbraucher miteinander auf eine einzige optimale Fahrkurve matcht. Hier werden sowohl Heizungs-, Warmwasser- und Kühlvorgänge miteinander verbunden. Divergierende Kreisläufe werden unterbunden, Störfälle sofort dem beauftragten Wohnungswirtschaftler bzw. Fachbetrieb gemeldet. Störungen werden so beseitigt, bevor die Auswirkungen für den Endverbraucher messbar werden.

Die Kommunikationssprache des Verbundreglers ist u.a. auch „bacnet“, was die weltweite Kommunikationsfähigkeit mit allen Herstellern aller Heizanlagen-Komponenten (so diese nicht proprietär orientieren) sicherstellt



Grafik 16: Integration von wind-to-heat-storage in die Gebäude-Energiebilanz und Kommunikationsbasis für die B2C- und B2B-Ebene

Mangels einer gesetzlichen Abrechnungs-Grundlage wird hier eine 20%ige Einsparung simuliert, die im Anwendungsfall eine vergleichbare Einsparung erzielt hätte: Die U-Werte ausgesuchter Hüllflächen wurden rechnerisch dazu weiter abgesenkt, hier auf:

Verbund							
Pos	Bauteil	Einbauzustand	U - Wert	Fläche	Fx	Ht	Konstruktionsname
1	Wand	Außenluft	0,2	106,45	1	21,29	Aw Ost
2	Wand	Außenluft	0,2	31,05	1	6,21	Aw Süd Gaube
3	Wand	unbeheizte Räume	0,2	14,96	0,5	1,5	Dachtrennwand_ Ost
4	Wand	unbeheizte Räume	0,2	15,97	0,5	1,6	Dachtrennwand_ West
5	Wand	unbeheizte Räume	0,2	23,06	0,5	2,31	Dachtrennwand_ Nord
6	Wand	Außenluft	0,2	373,12	1	74,62	Aw Süd
7	Wand	Außenluft	0,2	429,92	1	85,98	Aw Nord
8	Wand	Außenluft	0,2	106,45	1	21,29	Aw West
9	Grundfläche	Kellerdecke	0,343	542,11	0,45	83,67	Kellerdecke
10	Deckenfläche	unbeheizte Räume oberhalb	0,35	498,23	0,5	87,19	Dachdecke
11	Fenster,Ost	Außenluft	0,7	7,68	1	5,38	Fenster_ Ost
12	Fenster,Süd	Außenluft	0,7	10	1	7	Fenster_ Süd Gaube
13	Fenster,West	Außenluft	0,7	7,68	1	5,38	Fenster_ West
14	Fenster,Nord	Außenluft	0,7	165,92	1	116,14	Fenster_ Nord
15	Fenster,Süd	Außenluft	0,7	222,72	1	155,9	Fenster_ Süd
16	Dach	Außenluft	0,406	43,88	1	17,82	Dach üb. Gaube

Der Verbundregler selbst wird mit Kosten von € 1000,- kalkuliert, jedoch werden diese Kosten erst dann richtig wirksam, wenn neue, CO2-neutrale Einspeiser sofort mit gemanagt werden können. In diese dieser Zeit existieren keine wirklichen sonstigen Nachfragen nach Windstrom; daher bleiben die Erzeuger auch zu diesen Zeiten meist abgeschaltet. Doch hier kann nun sinnvoll und in großen volkswirtschaftlichen Mengen ein sogenanntes „wind-to-heat-storage“, sprich die Speicherung regenerativer Energie in einem Warmwasser-Permanentbedarf gespeichert und als morgendlicher Duschvorgang massenweise abgerufen werden.

Durch Verwendung des bacnet-Protokolls spricht dieser Verbundregler in der „Cloud“ ein allgemeinverständliches „IP“ –Protokoll an, in einer weltweit standardisierten Kommunikationssprache; kann folglich Aktoren und Sensoren aller gängigen Hersteller ansprechen und deren Ergebnisse verwalten sowie kommunizieren und integrieren.

Wirtschaftlichkeitsübersicht – **aufkumuliert** -

Kosten

Investitionskosten:	17.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	17.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	164.788,89	kWh/a
Energieeinsparung:	97.747,40	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	37,23	%
Statische Energiekosten:	11.737,06	€/a
Dynamische Energiekosten:	17.259,81	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	6.983,82	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	10.269,98	€/a

Wirtschaftlichkeit

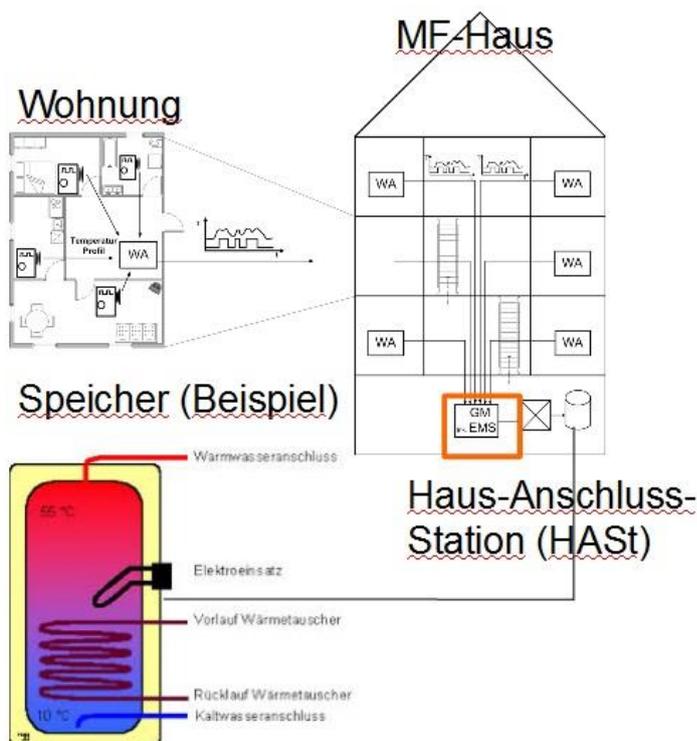
Mittlere Lebensdauer:	20,0	a
Statische Amortisation:	2,4	a
Dynamische Amortisation:	2,5	a

Co2 Einsparung: 13,13 kg/m²a

Variante: Zulage Schichtenspeicher

Maßnahmen dieser Variante:

- Heizkörper in TH installiert
- Hydraulischer Abgleich
- hydr Abgl m. Durchlaufmes
- Zulage EZR
- Zulage Verbundregler
- Zulage Schichtenspeicher



Grafik 17: Systemintegration von wind-to-heat-Einträgen und Kommunikationsbasis via SMGW

Installation eines sogenannten „Schichtenspeichers“, welcher

- unterschiedliche Warmwasser-Erzeugertemperaturen in unterschiedlichen Schichten speichern und in definierte Nutzungssysteme einspeisen kann.
- über eine intelligente Vor-Einstellung können unterschiedliche weitere Einträge, etwa aus wind-to-heat, Tiefen-Geothermie, Photovoltaik oder anderen Erzeugern energieoptimal verwaltet
- speziell Volumenströme aus in Strängen zusammengefassten Wohneinheiten erfassen und sammeln kann

Der Schichtenspeicher wird kostentechnisch mit € 4,000,- angesetzt und bilanziert nun den ursprünglichen Warmwasserbedarf „Fernwärme“, welche nun aus erneuerbarem Energiepotenzial (wind-to-heat/Nachtwind/Tauchsieder) stammt und einen Primärenergiefaktor von nur noch 0,10 aufweist. Dies verbessert die **Primär-Energiebilanz** spürbar.



Grafik 18: Paradigmenwechsel wind-to-heat aus Nachtwind (Windkraft aus Schwachlastzeiten)

Wirtschaftlichkeitsübersicht – aufkumuliert -

Kosten

Investitionskosten:	21.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	21.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	149.181,66	kWh/a
Energieeinsparung:	113.354,63	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	43,18	%
Statische Energiekosten:	10.644,56	€/a

Dynamische Energiekosten:	15.653,25	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	8.076,32	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	11.876,55	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	20,0	a
Statische Amortisation:	2,6	a
Dynamische Amortisation:	2,6	a

Co2 Einsparung: 15,20 kg/m²a

Variante: Zulage Smart Meter Gateway (SMGW)

Maßnahmen dieser Variante:

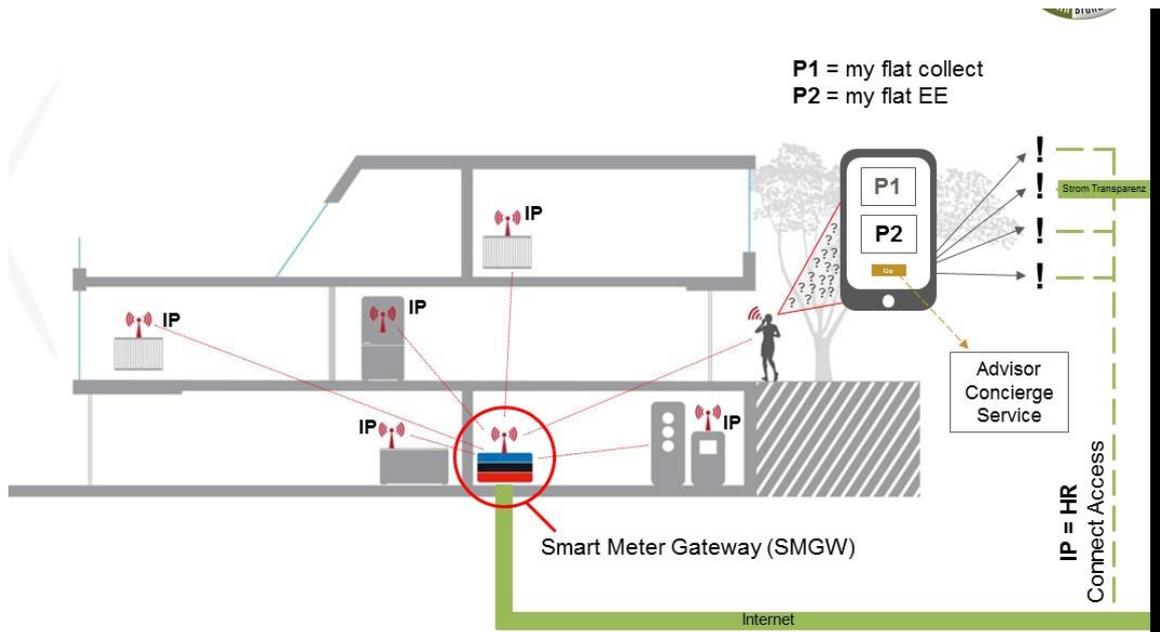
Heizkörper in TH installiert
 Hydraulischer Abgleich
 hydr Abgl m. Durchlaufmes
 Zulage EZR
 Zulage Verbundregler
 Zulage Schichtspeicher
 SMGW + Quartierssoftware

Hier entstehen Zusatzgewinne für Mieter separat, weil die hier erschlossene Strom-Visualisierung einen anerkannten Einspareffekt von einmalig (und nachhaltig) 11% erbringt. Die Nutzung einer komplexen Quartierssoftware (Beispiel: Quanteon) ist als Informationsgewinn für den **Vermieter (B2B-Prozess)** wie folgt messbar:

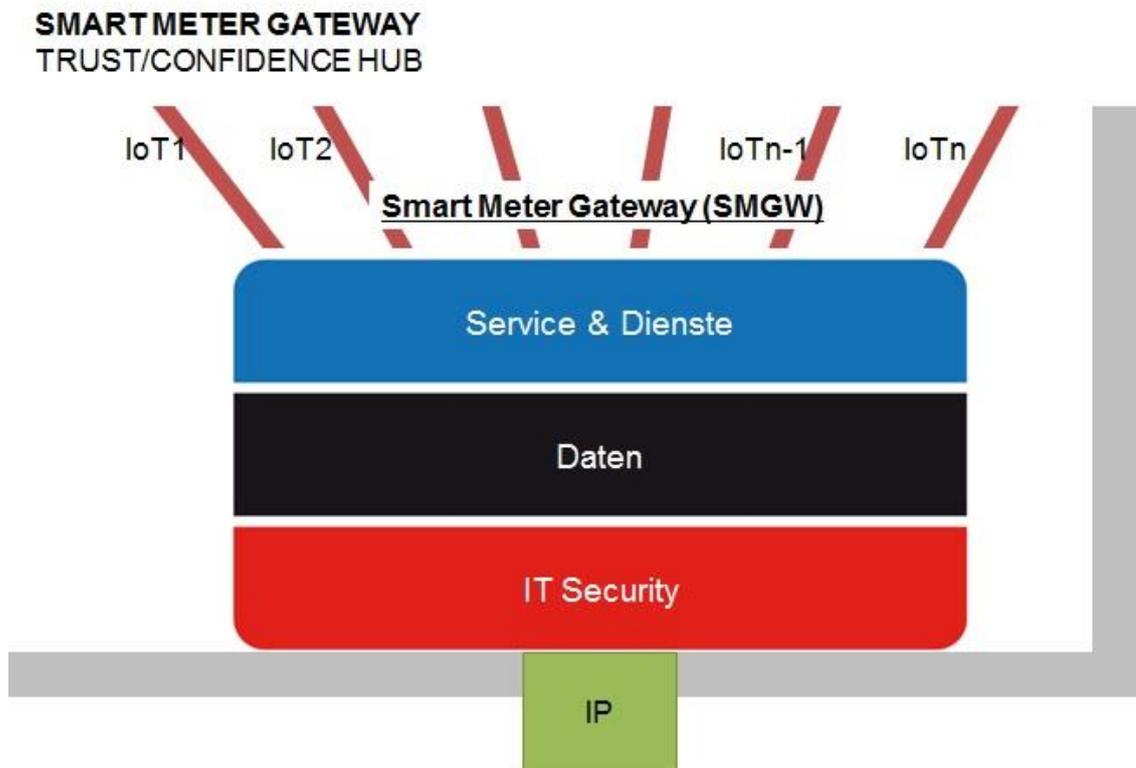
alt: kein bidirektionaler Zugriff auf Anlagenkomponenten, keine automatisierten Fehlermeldungen beim Wohnungsverwalter (über den unterbeauftragten Heizungsfachbetrieb oder über Stadttwerke-Protokolle des Primärkreislaufes hinaus).

neu: voller bidirektionaler Zugang mit Option zur internen Nutzung durch den Stromprovider und Weiterleitung via Cloud direkt an ein Internet-Konto der Mietpartei. Wird eine Kommunikationsbasis mit der Funkauslese-Hardware des HKV-Dienstleisters hergestellt, so können hier auch die wichtigen Heizverbrauchs-Daten analog zu den Stromverbrauchs-Daten weiter gegeben werden. Die Information über den größten Kostenpunkt der warmen Betriebskosten ist von sehr hohem Interesse für Mieter und kann als zentraler Sammelpunkt des Interesses als Betriebskosten-App aufgebaut werden.

Die hier entstehenden Kosten von € 300,- je SMGW (kalkuliert werden € 12 Stück . für einen Aufgang zzgl.€ 400,- für die Einrichtung der Quartiers-Software) werden für weitere Cloud-Prozesse in der nachfolgenden Variante "Sammel-App" für Vermieter wie Mieter gleichermaßen wirksam und sind an dieser Stelle als Anregungs-Investition zu sehen. Anregung deshalb, weil unterhalb 6 kV kein Installationszwang qua Gesetz besteht; ein geregelter Markt für SMGW-Nutzungen also (noch) nicht existiert. Mieter und Vermieter können jedoch davon beidseitig profitieren, was in der nachfolgenden Variante noch genauer beschrieben wird.

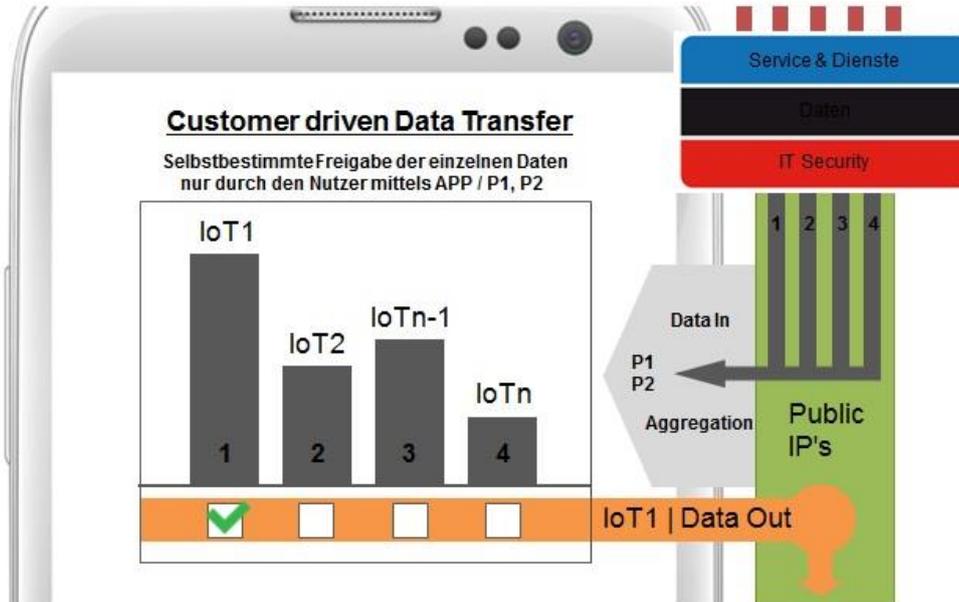


Grafik 11: Smart Meter Gateway (SMGW) als datenschutzkonforme Infrastruktur für Mieter- und Vermieter



Grafik 20: Der Endnutzer bestimmt über die Weitergabe seiner Daten

INTERNET OF THINGS
DAS ZUHAUSE SMART VERNETZT MIT GREEN-WITH-IT



Grafik 21: Sichere Heimvernetzung ohne Identitätsnutzung amerikanischer Konzerne

NUTZERAKZEPTANZKRITERIUM: TRUST/DATENSICHERHEIT AN
TOUCH POINT SERVICE (VERTRAUEN)



Grafik22: Kriterienerfüllung Nutzerakzeptanz für neue Sammel-Applikation (App)

Smart Meter Gateways müssen qua gesetzlicher Auflage ab einer Anschlussleistung von 6 kV installiert werden. Hier spricht man von einem „geregelten Markt“. Für Mieterhaushalte trifft dies nicht zu. Hier spricht man von einem „ungeregelten Markt“.

Folglich bleiben die volkswirtschaftlich wichtigen Aktiva wie etwa die weltweit erforschte Strom- Verbrauchssenkung von 11% nach Installation einer Visualisierung per Smart App ohne massenhafte Verbreitung. Fehlen SMGW, so bleibt dieses Senkungspotenzial unerschlossen.

Eine Forderung nach einem ad-hoc-Tausch aller alten Stromzähler (bekannt unter dem Markennamen Ferrari) ist zwar wohlfeil, doch von den Strom Providern ohne solide Gegenfinanzierung nicht zu leisten. Ohne gesetzliche Regelung dieser Frage bleibt es somit Pilotprojekten wie diesem überlassen, die Potenziale im Endverbrauchermarkt zu erforschen und für die Phase vorzubereiten, wenn SMGW auch für alle Endnutzer gesetzliche Verpflichtung werden. Als Beispiel sei hier nur die flexible Tarifwahl benannt. Wenn Verbraucher z.B. günstige Nachtstromtarife mit der intelligenten Gefriertruhe oder Waschmaschine (als Beispiel für Großverbraucher in Privathaushalten) verbinden können, so wird ein ähnlicher Effekt entstehen wie aktuell an den Kraftstoff-Tankstellen: Abends zwischen 17 und 20 h ist der Sprit am billigsten, da kann dann optional am günstigsten getankt werden. Morgens um 02.00 h kann dann die Gefriertruhe den aktuell günstigsten Tarif finden, ohne dass es eines Eingriffs des Endnutzers bedarf. Das SMGW „regelt“ das automatisch.

Aspekte wie etwa der erhöhte Schallschutzbedarf bei nächtlich laufenden Waschmaschinen sind zu Ende zu diskutieren. Eine deutlich verbesserte Dämpfung der Waschmaschinen-Auflager auf dem Fußboden wäre eine Anregung an Hersteller „intelligenter“ Waschmaschinen.

In diesem Pilotprojekt sollen die SMGW vom Netzwerk gestellt werden, um die Auswirkungen auszuprobieren. Unter vollen Marktbedingungen kann die Frage der Investition der SMGW nicht von der Wohnungswirtschaft gelöst werden. Allerdings ist hier eine Abkopplung von Kabel Providern erkennbar, die sogenannte Sternnetze in Miethäusern unterhalten. Mit dem SMGW besteht eine Option, hier eine Wettbewerbs-Situation aufzubauen und den Kabel Providern alternative Versorgungsszenen z.B. mit Glasfaserstrukturen hinter dem SMGW als Wettbewerb vorzuhalten. Die in diesem Bericht vorgedachte erste Nutzung der SMGW als cloudbasierte Strom-Visualisierungsgrundlage zwecks Einfügung in Mieterkonten auf Smart Devices bedarf keiner großen Bandbreite. Hingegen sind Bedarfsprozesse wie etwa Videostreaming und TV-Nutzung im High-End-Bereich nicht Gegenstand dieses Berichtes, jedoch durchaus eine große volkswirtschaftlich bedeutende Stellgröße. Eine Vertiefung des hier angerissenen Aspektes ist für die kommenden Jahre zu erwarten, wenn die Glasfasererschließung weiter voran schreitet.

Wirtschaftlichkeitsübersicht – aufkumuliert -

Kosten

Investitionskosten:	25.000,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	25.000,00	€

Energie

Energiebedarf:	149.181,66	kWh/a
Energieeinsparung:	113.354,63	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	43,18	%

Statische Energiekosten:	10.644,56	€/a
Dynamische Energiekosten:	15.653,25	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	8.076,32	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	11.876,55	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	20,0	a
Statische Amortisation:	3,1	a
Dynamische Amortisation:	3,1	a

Co2 Einsparung: 15,20 kg/m²a

Variante: Zulage Nutzung Sammelapp

Maßnahmen dieser Variante:

- Heizkörper in TH installiert
- Hydraulischer Abgleich
- hydr Abgl m. Durchlaufmes
- Zulage EZR
- Zulage Verbundregler
- Zulage Schichtspeicher
- SMGW + Quartierssoftware
- Nutzung der Sammelapp

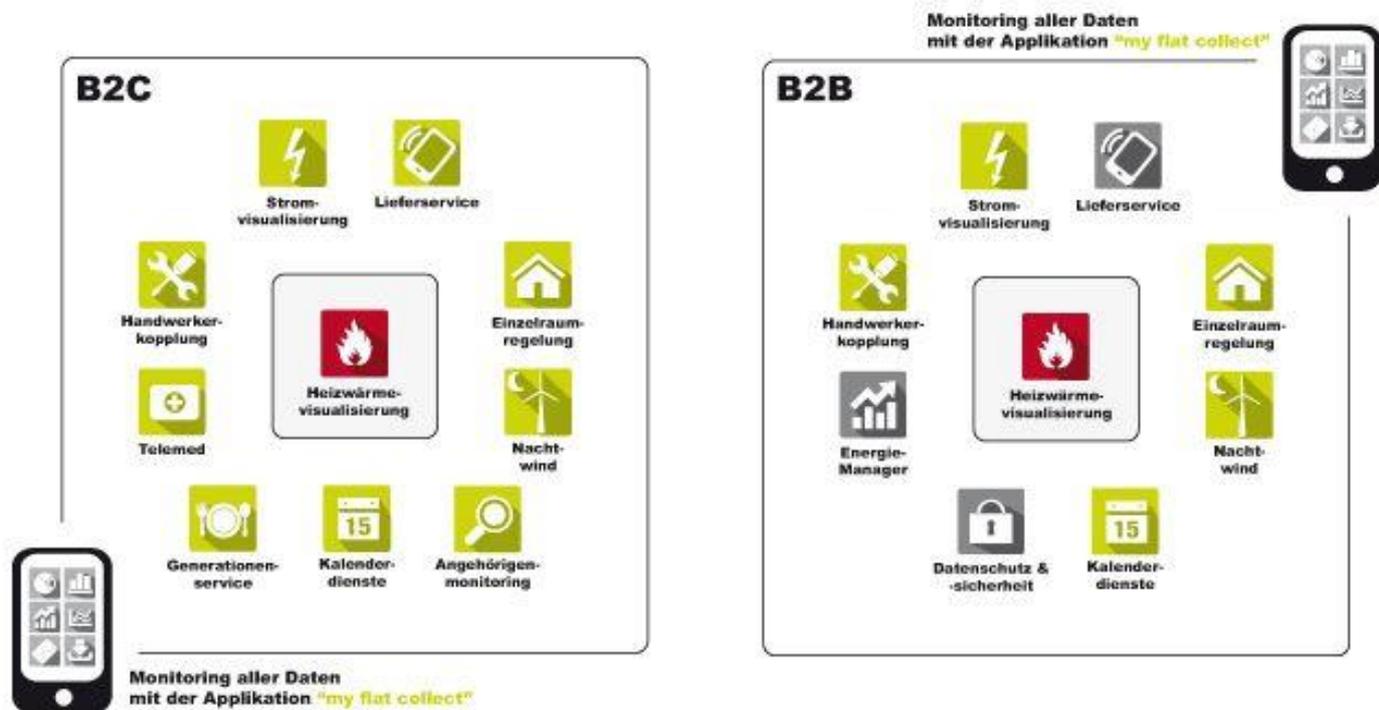
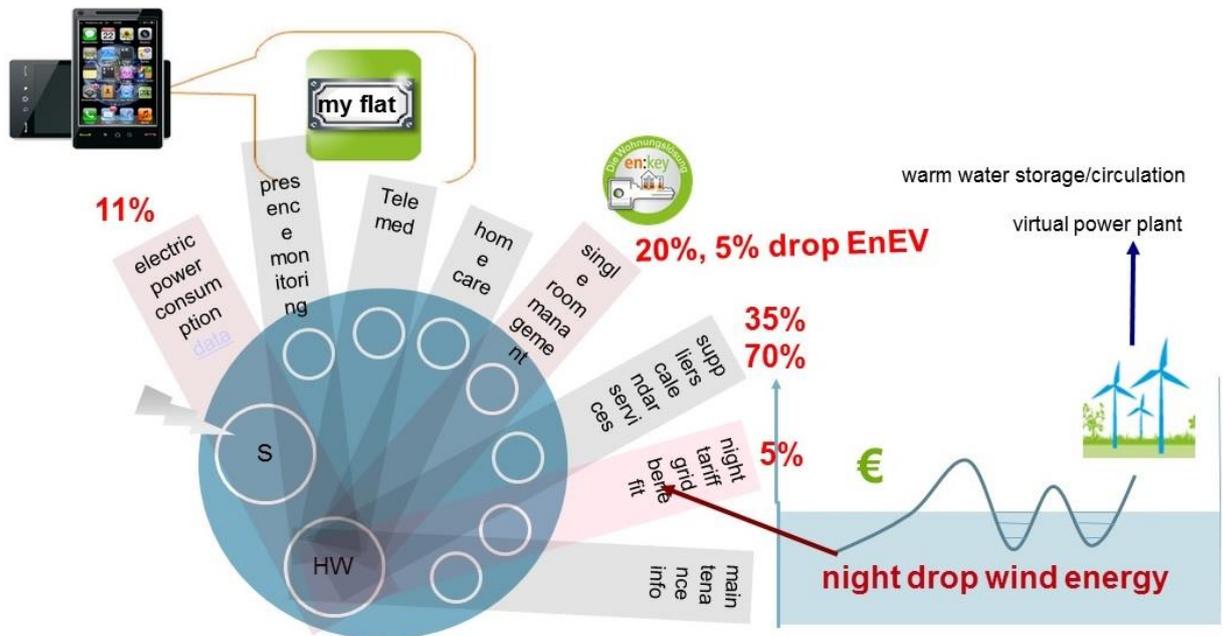


Abbildung 2: Sammel-App mit zentraler Heizverbrauchs-Visualisierung

Die Visualisierung der Heizkosten auf einer speziellen App beim Mieter ist mit den vorab beschriebenen Grundstrukturen der vorgeschalteten Varianten möglich. Dazu

- Ist eine neue und datenschutz-konforme API (application programming interface, zu deutsch Programmierschnittstelle) im Netzwerk green with IT speziell für diesen Fall entwickelt worden und stellt eine basische Infrastruktur dar („Meine Wohnung“ bzw „myflat“)
- kann ein vorhandener Heizkosten-Verbrauchsdaten-Sammler (sogenannte middleware) die jeweils individuellen Daten kostenfrei an die WoWi weiter geben (falls nicht bereits in direktem Zugriff des WoWi-Unternehmens), damit auf einem speziellen Mieter-Verbrauchskonto die Heizverbrauchsfiles individuell visualisiert werden können. Hierzu sind Außentemperatur- und Heiztemperatur (VDI 2067) zu berücksichtigen). Es wird hier davon ausgegangen, dass die vorhandenen HKV-Funkverteiler mit genutzt werden können, die dann wiederum die files in die Kommunikationsebene der SMGW einspeisen
- kann ein individuelles Mieterkonto in regelmäßigen Abständen mit aktualisierten Verbrauchsinformationen gespeist werden. Der gesetzlichen Auflage nach monatlicher (statt jährlicher) Ermittlung und Informationsweitergabe dieser Daten wird somit genüge getan
- kann rund um diese wichtige Größe der warmen Betriebskosten eine kostenfreie „Sammel-App“ mit dem Logo des Wohnungsunternehmens „gebrandet“ und den Mietern kostenfrei zur Verfügung gestellt werden. Die Wertschöpfung für den Betreiber wird aus der Partizipation von Transaktionsvorgängen (separates Projekt) dargestellt. Dies wird Mietern offen in extra ausgerichteten Infoveranstaltungen vermittelt, in welcher auch die Trennschärfe zu amerikanischen Geschäftsmodellen auf Basis der Identitätsnutzung offen dargestellt wird (siehe auch Safe Harbour Diskussion EU-USA).
- Können die nachfolgenden Prozesse hier als „Unter-App“ bezeichnet werden und vereinen die Bedürfnisse der Wohnungsunternehmen (B2B) mit denen der Mieter (B2C) auf einem Portal, welches allerdings den Mietern nur die Zugänge zu den endverbraucher-relevanten Prozessen ermöglicht. Für die Wohnungswirtschaft bleiben die wichtigen bidirektionalen Steuerungsprozesse z.B. der Quartiers-Software reserviert, bringen aber auch dort in gleichen Zuge messbare Kommunikationserfolge.
- kann an der Schnittstelle beider Interessen z.B. einfach eine Mieterkommunikation für beidseits interessierende Vorgänge wie etwa Reparaturmeldungen, Handwerkerverfolgung dieser Reparaturen usw. erfolgen. Die Infrastruktur wäre vorhanden und kann bis auf Smart TV´s oder Tablets auch der älteren Generation direkt zugestellt werden.
-



Grafik 24: Sammel-App-Einsparpotenziale aus Energieeffizienz (Erfahrungswerte)

Rund um die Heizkosten-Visualisierung entstehen aber weitere kommunikative Gewinne für Mieter und Vermieter gleichermaßen. Hier wird zunächst nur der Gewinn von weiteren 5% (Annahme) aus der reinen Heizkosten-Visualisierung aus dem bereits mehrfach erwähnten Gesamtenergiehaushalt „simuliert“:

Sammelapp							
Pos	Bauteil	Einbauzustand	U - Wert	Fläche	Fx	Ht	Konstruktionsname
1	Wand	Außenluft	0,2	106,45	1	21,29	Aw Ost
2	Wand	Außenluft	0,2	31,05	1	6,21	Aw Süd Gaube
3	Wand	unbeheizte Räume	0,2	14,96	0,5	1,5	Dachtrennwand_ Ost
4	Wand	unbeheizte Räume	0,2	15,97	0,5	1,6	Dachtrennwand_ West
5	Wand	unbeheizte Räume	0,2	23,06	0,5	2,31	Dachtrennwand_ Nord
6	Wand	Außenluft	0,2	373,12	1	74,62	Aw Süd
7	Wand	Außenluft	0,2	429,92	1	85,98	Aw Nord
8	Wand	Außenluft	0,2	106,45	1	21,29	Aw West
9	Grundfläche	Kellerdecke	0,343	542,11	0,45	83,67	Kellerdecke
10	Deckenfläche	unbeheizte Räume oberhalb	0,35	498,23	0,5	87,19	Dachdecke
11	Fenster,Ost	Außenluft	0,5	7,68	1	3,84	Fenster_ Ost
12	Fenster,Süd	Außenluft	0,5	10	1	5	Fenster_ Süd Gaube
13	Fenster,West	Außenluft	0,5	7,68	1	3,84	Fenster_ West
14	Fenster,Nord	Außenluft	0,5	165,92	1	82,96	Fenster_ Nord
15	Fenster,Süd	Außenluft	0,5	222,72	1	111,36	Fenster_ Süd
16	Dach	Außenluft	0,406	43,88	1	17,82	Dach üb. Gaube

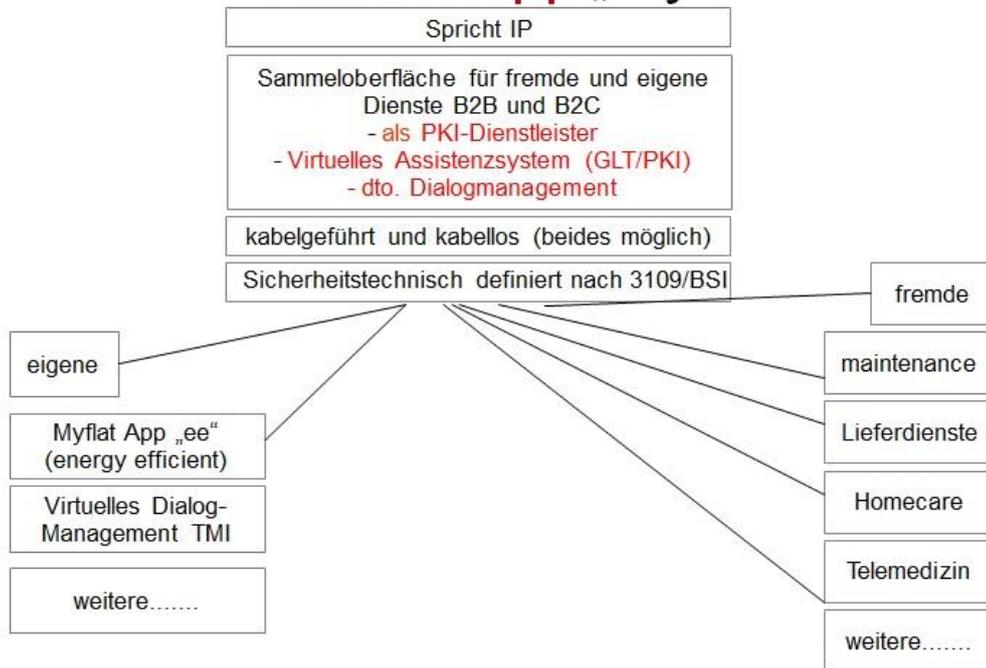
Da nun aber Aktoren, Sensoren, Heizkörper und deren Auslesefunksysteme, Mieterhandys und –tablets sowie TV-Geräte mit Hybridfunktion etc. miteinander über die SMGW kommunizieren können, erschließen sich viele neue, datensichere Prozesse, die nun frei gestaltet werden können. Datensicher deshalb, weil keine Identitätsnutzung im Mieterhaushalt stattfindet; der gesammelte Volumenstrom dennoch sicher „gemanagt“ werden kann.

Freie Analyse-Tools der Datensicherheit können hier mit implementiert werden.

Name	Use Case	Werttreiber
Verbundregler (VR)	Einfache und zentrale Konfiguration und Steuerung verschiedener Gebäudeanlagen durch ein integriertes IT-System: Heizung, Lüftung, Klimaanlage, Sicherheits- und Notfallsysteme	Skalierbares bidirektionales Management eines Gebäudes von einer zentralen Leitstelle ... - mit weniger Personal- bzw. Zeitaufwand für den Gebäudeverwalter/Eigentümer - Zur Reduktion von Energiekosten (Strom, Heizungsenergie) - zur Optimierung der Fahrkurven - bis zu 50% Einsparung durch Volumenstrom-Optimierung
Nachtwind	Einspeisung Nachtwind in Heizpatronen/Wärmepumpen Quartiere B2B sowie Mieterstrom Waschmaschinen etc. B2C	Verbesserung Energiebilanz über Substitution CO2-behafteter Prozesse durch CO2-neutrale Heizung, x % Kosteneinsparung nachts durch verbilligte Tarife, umfassende Lösung Warmwasser,
VR-App (auf myflat ee)	WoWi oder Beauftragte können über Fernwartung kostengünstig und schnelle Diagnosen und Fehlerbehebungen an den Anlagen vornehmen	- Vermeidung Anfahrten - Dokumentation Verkehrssicherungspflichten, Initiative Rettungseinsätze - automatisierte Fehlermeldung, Eingriff bevor Endnutzer Fehler bemerken
PKI Service	Autarke Energieversorgung und Energieeinspeisung über lokale Gemeinschaftsnetzwerke / Smart-Grid ggf. in Koop mit Contractoren	x% Einsparung durch Unabhängigkeit von Energieversorgern und Aufbau eigener Einnahmen für Gebäudeverwalter / Eigentümer, Kostenreduzierung Energieeinkauf, verbesserte Warmmiet-Einflußnahme auf Gesamtmiete, Optimierung Nettokaltmieten-Kalkulation respektive Mietspiegel-Festlegungen
myflat ee submeter	Einbindung von 3rd Parties: Integration von submetering-Prozessen messen, auslesen, dokumentieren, ERP-Integration, setzt PKI voraus (eigen oder fremd)	x% Einsparung „machen statt einkaufen“, WoWi-Töchter „Concierge“ können gegründet, betrieben und über submetering-Prozesse grundfinanziert werden, Brandingpartner für myflat ee wird Tochterbetrieb, der weitere ee-Prozesse durchreicht, Nutzung bereits existierender Töchter und Erweiterung vorhandener submetering-Services um Prozesse 6 ff.
myflat ee EZR	come/go-Erkennung Einzelraum-Regelung	20% Heizkosteneinsparung, one-touch-ecobutton
myflat ee Stromtransparenz	Visualisierung des indiv. Stromverbrauchs im 15-min-Takt über Zähler und Smart Meter Gateway, korreliert mit Stromrechnung	11% Einsparungsoptionen Schein-Aus und Stand-By-Verluste, Selbst-Benchmarking-Tool zur Eigenkontrolle,
myflat ee Heiztransparenz	Visualisierung des indiv. Heizwärmeverbrauchs über Open Source Heizvolumen-files submetering	10% Einsparung ohne 6., keine weitere Einsparung bei Verwendung 6.
myflat concierge GPRS	Einbindung von 3rd Parties Demenz-WG's u.a.: : Information Standort dementer Personen	Betreuung Angehöriger
myflat concierge honour	Einbindung von 3rd Parties: Matching ehrenamtlichen Austausches durch lokale Pflegepartner	Eltern ohne Option zeitlicher Entlastung, Senioren mit aktiven und passiven Betreuungswünschen, Tauschbörse, regionale News, Mieterfest etc.
myflat concierge foodcare	Einbindung von 3rd Parties: Integration von Zulieferung warmes Mittagessen Senioren-Alleinerziehende-Pflegebedürftige	Permanentnachfrage
myflat concierge clean	Einbindung von 3rd Parties: Integration von Wohnungs-Reinigungsarbeiten	permanente- oder punktuelle Nachfrage
myflat concierge Lieferheld	Einbindung von 3rd Parties: Zulieferung Nahfeld	spontane Nachfrage
myflat concierge pizza	Einbindung von 3rd Parties: Zulieferung nahfeld catering Italia, Asia usw.	individuelle Nachfrage
myflat concierge doc morris	Einbindung von 3rd Parties: Zulieferung Apothekenware	Rezepte, freier Bedarf
myflat telemed	Einbindung von 3rd Parties: Integration von Tele-Medizin und –Pflegediensten (Ambient Assisted Living)	Bessere und längere Betreuung von Pflegebedürftigen in ihrem natürlichen Wohnumfeld /Seniorenresidenzen kann Kosten für Senioren und Angehörigen reduzieren - Erweiterung der Geschäftsfelder für Pflegedienste
myflat waste	Einbindung von 3rd Parties: Integration von RFID-geführten Restmüll-Prozessen	35% Restmüllrückgang Handsortierung, 70 % bei Einführung RFID-Systeme
myflat maintenance work@home	Einbindung von Tochterunternehmen der WoWi: : Integration von Dokumentationsarbeiten rund um die Immobilie durch eigene oder fremde Kräfte Arbeit für Mieter im Quartier: Angebot 10 AP/Objekt	Siehe 6, automatisierte Doku Verkehrs-Sicherungspflichten, Terminprüfung Handwerkerportal, Einbindung digitalstift-geführter Prozesse Abnahme/Übergabe, Schadensaufnahme Vermeidung Arbeitswege, Cloud Contact Center, neue Arbeitswelten

Zur Verbesserung der Übersicht über diese Prozesse ist diese Aufstellung als Anlage 1 (Excel-Tabelle) und Anlage 2 (Beschreibung im Kontext) dem Simulationsbericht beigelegt.

Netzwerk- **Sammelapp** „myflat collect“



Grafik 25 Geschäftsprozesse der Sammel-App

Wirtschaftlichkeitsübersicht – **aufkumuliert** -

Kosten

Investitionskosten:	25.001,00	€
Ohnehin anstehende Kosten:	0,00	€
Förderzuschuss:	0,00	€
Verbleibende Kosten:	25.001,00	€

Energie

Energiebedarf:	143.626,61	kWh/a
Energieeinsparung:	118.909,68	kWh/a
Prozentuale Energieeinsparung:	45,29	%

Statische Energiekosten:	10.251,50	€/a
Dynamische Energiekosten:	15.075,24	€/a
Statische Energiekosteneinsparung:	8.469,38	€/a
Dynamische Energiekosteneinsparung:	12.454,56	€/a

Wirtschaftlichkeit

Mittlere Lebensdauer:	20,0	a
Statische Amortisation:	3,0	a
Dynamische Amortisation:	3,0	a

Co2 Einsparung:	15,94	kg/m ² a
------------------------	-------	---------------------

Hier ist sozusagen der Anbeginn der Mieter-App-Gestaltung: Vermieter (B2B) erhalten kostenfrei die zunächst inhaltsfreie, doch datenschutzsichere Sammel-App „myflat collect“ als Basis zur

1. internen Kommunikation (B2B) mit den wichtigen internen Prozessen der Steuerung aller bidirektionalen basischen Funktionen von HAST (Haus-Anschluss-Stationen) oder Eigenbefeuerungsanlagen sowie zur Kontrolle von quantitativen Eingangsdaten der Primär-Kreislaufs durch den Lieferanten oder für den Contractor.

2. Kommunikation mieterrelevanter bidirektionaler Prozesse, ggf. unter Nutzung der HKV-Infrastruktur von Vorlieferanten. Somit sind keine Investitionen in die Kabel- oder Telemetrie-Infrastruktur mehr nötig. Endgeräte werden von den Mietparteien gestellt: Smart Phones, Smart Tablets, Smart TV.....

3. freien Gestaltung von Unter-Apps (siehe Aufstellung Anlage 1) auf der sicheren Sammel-App. Doch warum hier Wertschöpfung mit solchen Apps generieren, die Endkunden auch selbst frei herunter laden können? Ganz einfach: Weil eine Wohnungs-App sehr zentral wirkt, als Abbildung der Wohnungs-Funktionen akzeptiert und in den täglichen Ablauf der Endkunden integriert wird.

Ein wichtiger Aspekt einer Entscheidung für eine solche App kann auch sein, dass diese nach TR 03109 (oder analog) als „sicher“ vom BSI zertifiziert und als Teil einer „public key infrastrukture ist und somit den Mietern eine zertifizierte sichere Basis präsentiert werden kann, die keine Identitätsnutzung vorn an stellt.

Der Aufbau einer PKI kann sich für ein größeres Unternehmen oder eine größere Behörde lohnen. Kleinere Organisationen verzichten dagegen oft auf eine solche Maßnahme und beziehen ihre Zertifikate dafür von speziellen PKI-Dienstleistern. Im Mittelpunkt eines PKI-Aufbaus steht stets eine Software zum Betrieb der Zertifizierungsstelle (CA).

Mit **Public-Key-Infrastruktur (PKI, [englisch](#) public key infrastructure)** bezeichnet man in der [Kryptologie](#) ein System, das [digitale Zertifikate](#) ausstellen, verteilen und prüfen kann. Die innerhalb einer PKI ausgestellten Zertifikate werden zur Absicherung rechnergestützter Kommunikation verwendet.

In der Wohnungswirtschaft ist dies z.B. bei der Verwaltung von personalisierten Heizkosten-Daten relevant. Erhebt und managt ein Wohnungsunternehmen dies selbst, so wird dieses Unternehmen zum Betreiber einer PKI-zertifizierungspflichtigen „Messstelle“ mit geregelten gesetzlichen Konsequenzen.

Weiterhin ist entscheidend, dass Mieter nun aktiv mit Beginn der Variante „Einzelraumregelung“ den Klimawandel mitgestalten können, an skalierten Last-Anpassung im Quartier somit auch teilhaben können; dazu noch Geld über die verbesserten warmen Betriebskosten (Beko) erhalten.

Hier kann das Netzwerk green with IT entscheidende Erfahrungswerte z.B. aus der Einsparung von Restmüll auf RFID-Basis aus früheren Jahren beitragen. Die validen Einsparwerte wurden hier bereits seit vier abgerechneten Betriebsjahren an die Mieter ausgeschüttet und haben somit große Massenakzeptanz erfahren.

Die Gefahr einer negativen Wirkung auf die Bausubstanz in der Folge von Schimmelpilz-Bildung existiert nicht. Hier haben Mitgliedbetriebe von green with IT in den letzten 10 Jahren einfache Loggingsysteme in die Wohnungswirtschaft eingeführt, die es den Wohnungsbetreuerinnen ermöglichen, über einfache, kostengünstige Excel-gesteuerte Tabellen die kritischen Vorgänge unter Einbezug

der betroffenen Mietparteien zu lösen. Nachfragen dazu werden auf Wunsch gern individuell beantwortet und Querverweise auf bundesweite Wohnungsunternehmen mit langjähriger Erfahrung in der nachhaltigen Abstellung solcher Fälle werden gern übermittelt.

5.5 Einbettung in Quartierkonzepte

Dieser Bericht hat die offenstehenden Optionen zur Erschließung valider Kenngrößen zur klimawandel-relevanten Senkung von Wärmeenergie zum Gegenstand. Fokussiert waren die sogenannten „gering investiven Maßnahmen“. Dieser Bericht kann auf Wunsch um alle denkbaren Standard-Maßnahmen der Hüllflächenoptimierung erweitert werden, wobei z.B. Maßnahmen zur Gebäudedämmung in den Kontext gestellt werden können.

Letztendlich kann danach auch ein abgerundetes, zur nachhaltigen Betrachtung notwendiges Quartierskonzept erstellt werden, wie dies etwa im Thüringischen Landesprojekt „[effort](#)“ dargestellt wird. Hier werden alle erweiterten Aspekte der Stadtentwicklung, Architektur, Denkmalpflege, aber auch der Alltags-Änderungen im sozialen Leben berücksichtigt. Exemplarisch sei hier die schnell um sich greifende Kultur des sogenannten „work@home“ benannt. Hier treffen sich die Interessen der Wohnungswirtschaft mit der IKT-Branche: **Mieter können unter vollen Marktbedingungen von zuhause aus Wertschöpfung** betreiben, ja, die eigene **Wohnung ist fundamentale Basis** des Beschäftigungskonzeptes. Arbeitswege werden so substituiert und neue Optionen für diejenigen Mitmenschen erschlossen, die temporär oder auch generell keine Schichtarbeit leisten könnten: junge, gut ausgebildete Mütter in Babybetreuung, pflegende Angehörige, geh- und sehbehinderte Menschen, Menschen mit Kommunikationsstörungen usw. Dies betrifft auch schwerpunktmäßig Menschen in dünn besiedelten Gebieten mit suboptimaler Infrastruktur im ÖPNV, Glasfaseranbindung etc.

5.6 Lüftungskonzept nach der DIN 1946-6

Ein Lüftungskonzept ist notwendig, wenn im Ein- und Mehrfamilienhaus mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht bzw. im Einfamilienhaus mehr als 1/3 der Dachfläche neu abgedichtet werden. Dies ist hier nicht geplant.

5.7 Sonstige Maßnahmen

Tabelle 18: Mindestdämmstärken für Wärmeverteilungen

Nennweite (NW) der Rohrleitungen / Armaturen in mm	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W / mK Volle Anforderung	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W /mK Eingeschränkte Anforderung
bis NW 22	20 mm	10 mm
ab NW 22 bis NW 35	30 mm	15 mm
ab NW 35 bis NW 100	gleich NW	gleich 1/2 NW
über NW 100	100 mm	50 mm

Die eingeschränkten Anforderungen gelten für Leitungen und Armaturen in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Rohrleitungen, an Rohrleitungsverbindungsstellen, bei zentralen Rohrverteilern, Heizkörper-

anschlussleitungen von nicht mehr als 8 m Länge. Am vorhandenen Objekt werden diese Mindestdämmstärken eingehalten.

6. Schadstoffbilanz

Die Veränderung des globalen Klimas mit einem deutlichen Temperaturanstieg und damit einhergehenden Wetterveränderungen wird heute von keinem ernst zu nehmenden Wissenschaftler bestritten. Diese Veränderungen sind „menschgemacht“ und finden in ihrer Rasanz in der Erdgeschichte nichts Vergleichbares. Verantwortlich für die Veränderungen sind die „Treibhausgase“. Hauptverantwortlich für die drohende Klimaveränderung ist das Kohlendioxid. Aber auch andere Gase, wie z.B. unverbrannte Kohlenwasserstoffe, tragen dazu bei.

Die Gefahr einer globalen Klimakatastrophe beeinflusst die öffentliche Diskussion um einen umweltverträglichen Energieeinsatz.

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 Jahrtausenden 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 (fossile Kraftwerke (Braun- und Steinkohle, Erdgas und –öl), Atomkraft, regenerative Erzeuger wie Wasser-, Wind- Bio- und Sonnenkraftwerke) der BRD zu Grunde gelegt der BRD zu Grunde gelegt.

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 Ölfuerung auf. Bei der Verbrennung von Erdgas entstehen keine nennenswerten Staubemissionen.

Stickoxide (NO_x) entstehen bei hohen Temperaturen und sind im Wesentlichen von der Feuerungstechnik und weniger vom eingesetzten Brennstoff abhängig. NO_x 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 beim 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. Ein Verbundregler kann dies verhindern.

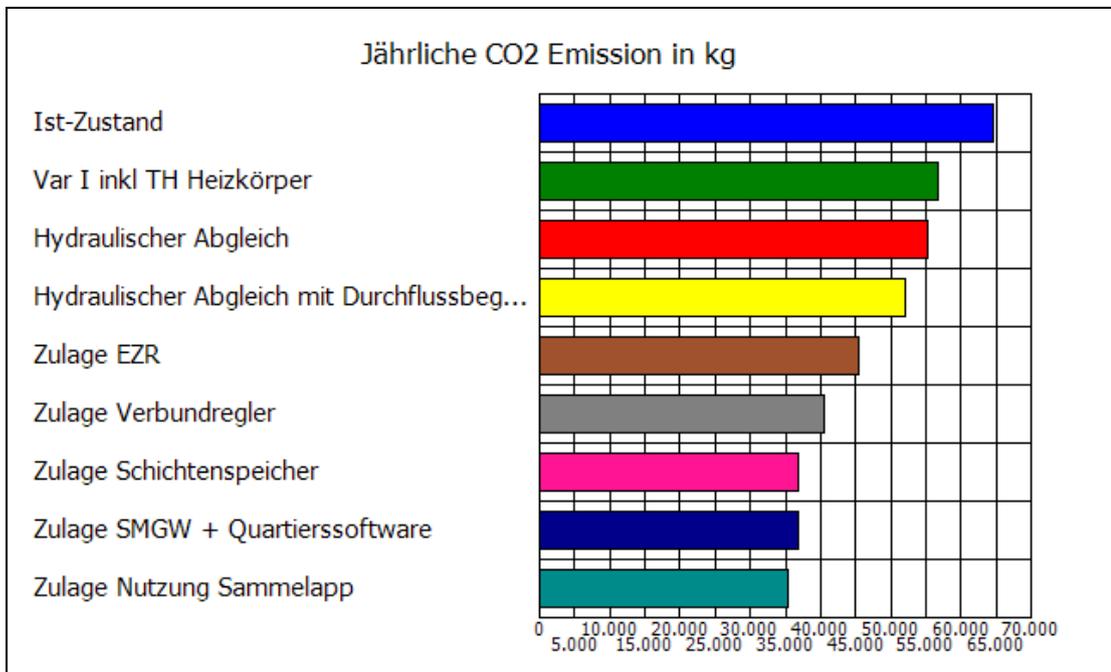
Für die Berechnung der Schadstoffemissionen wurden folgende spezifischen Emissionsfaktoren zugrunde gelegt.

Tabelle 19: Spezifische Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger

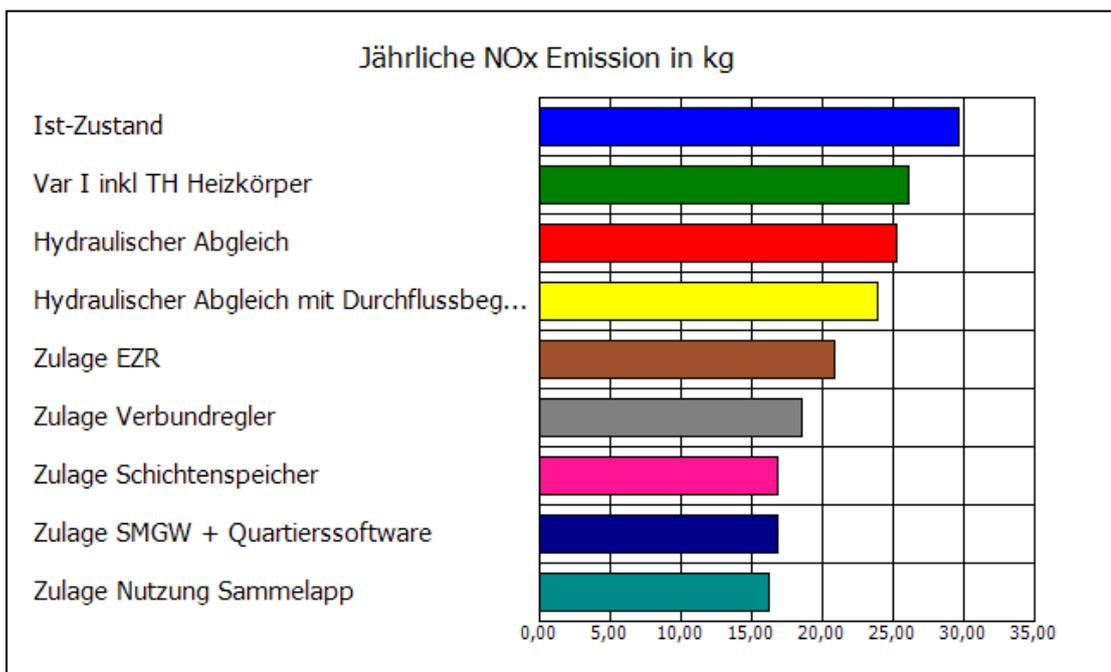
Energieträger	Emissionsfaktoren kg/kWh					Primär- energie- faktor
	CO ₂	CO	Staub	SO ₂	NO _x	
Erdgas	0,244	0,00015	0,0000004	0,000004	0,00011	1,1
Flüssiggas	0,263	0,00015	0,0000004	0,000004	0,00011	1,1
Heizöl	0,302	0,00019	0,000007	0,000643	0,000227	1,1
Steinkohle	0,438	0,0175	0,000439	0,0024	0,00035	1,1
Braunkohle	0,451	0,01425	0,000404	0,000921	0,000342	1,2
Tagstrom	0,633	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	2,4
Nachtstrom	0,633	0,00022	0,000077	0,001111	0,000583	2,4
Fern/Nahw. KWK fos.	0,219	0,000356	0,000009	-0,000134	0,000357	0,7
Fern/Nahw. KWK ern.	0,0	0,000936	0,00012	0,000567	0,001068	0,0
Fern/Nahw. HW fossil	0,407	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	0,006	0,0128	0,000152	0,00636	0,000208	0,2
Holz-Pellets	0,041	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 CO₂ und NO_x sind den nachstehenden Grafiken zu entnehmen.

Grafik 26 CO₂ -Emissionen verschiedener Varianten–aufkumuliert -



Grafik 27 NO_x - Emissionen verschiedener Varianten–aufkumuliert -



7. 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 (m^2) bei einem Grad Temperaturdifferenz ($K = \text{Grad Kelvin}$) durch das Bauteil transmittiert (Einheit: W/m^2K). 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 Heizwärme-bedarfs.

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 ($HT' / W/m^2K$) 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 Heizungs-anlage 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 $12,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ 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 Energie-trägers 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 H_o (früher: oberer Heizwert) und den Heizwert H_u (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 abgegebener 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 zur 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 AN) 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 löst 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.

Referenzgebäude: Das Referenzgebäude beschreibt den Neubaustandard nach EnEV. Der maximal zulässige Primärenergiebedarfskennwert und Transmissionswärmeverlust wird für das Gebäude individuell anhand eines Referenzgebäudes mit gleicher Geometrie, Ausrichtung und Nutzungsfläche unter der Annahme standardisierter Bauteile und Anlagentechnik ermittelt.

8. Anhang

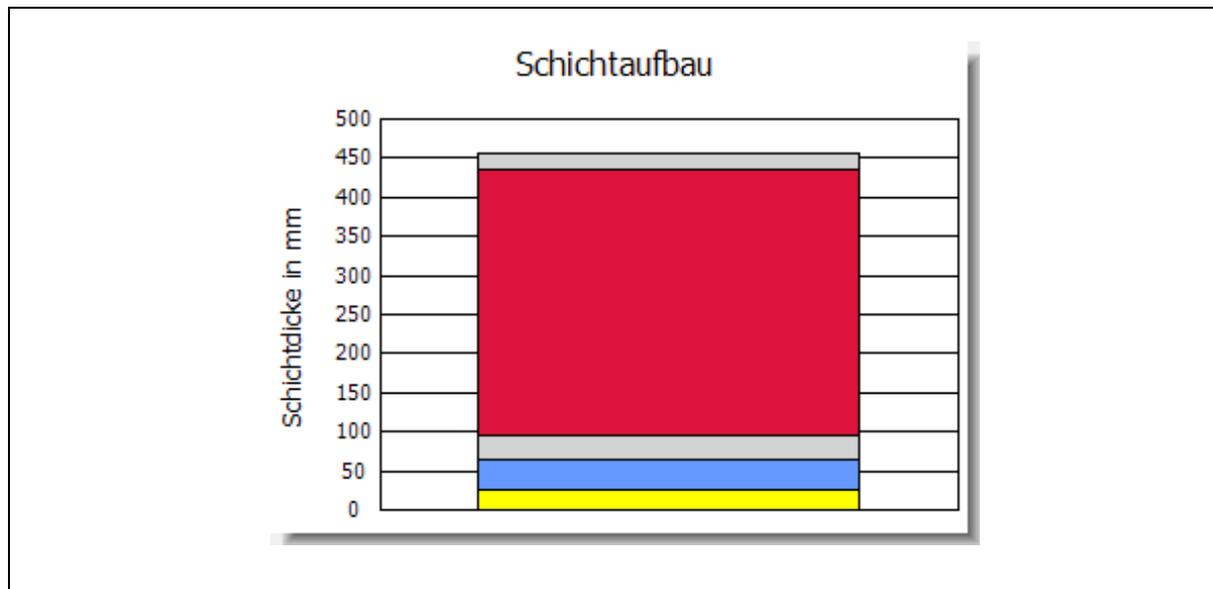
Nachfolgend werden die Bauelemente des Ist-Zustandes als Anhang beigelegt:

Aufbau der Konstruktionselemente

Aw xxx Ost

Pos. Nr. 1

Einbauzustand:	Wand / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,481	2,079	-	51,20	106,45	690,8

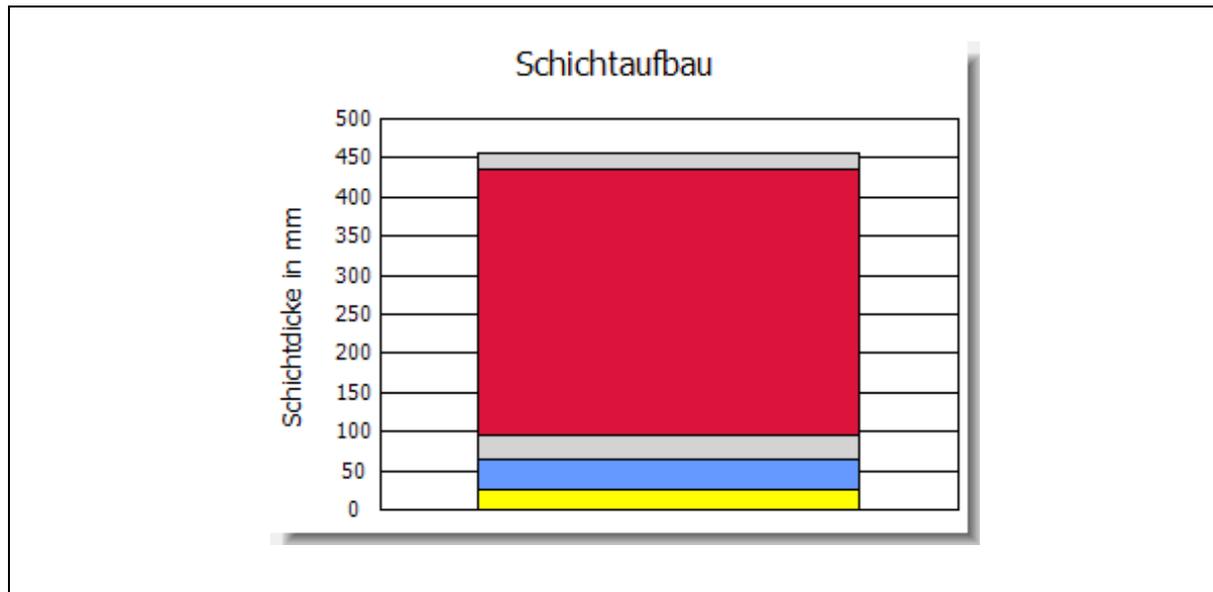


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Innenputz GWG	20,00	0,350	0,0571	100,0
2	Schwerbeton GWG	340,00	1,300	0,2615	100,0
3	Kalkzementputz	30,00	0,870	0,0345	100,0
4	trockene Luft	40,00	0,025	1,6000	100,0
5	Phenolharz_020	25,00	0,020	1,2500	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Aw xxx Süd Gaube

Pos. Nr. 2

Einbauzustand:	Wand / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,481	2,079	-	14,94	31,05	690,8

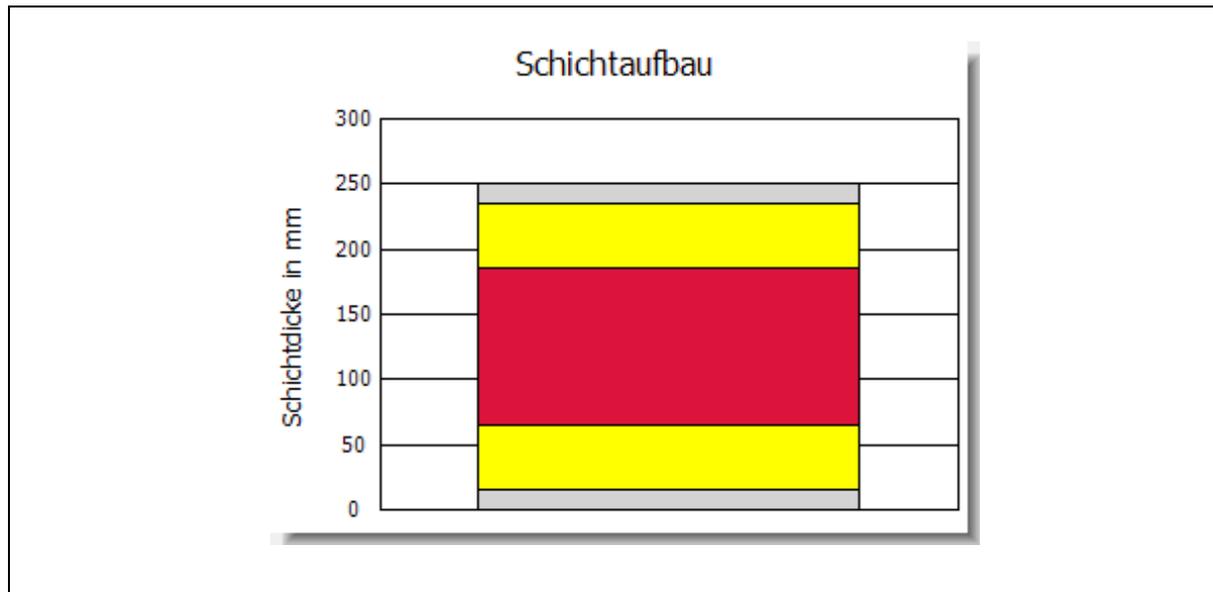


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Innenputz GWG	20,00	0,350	0,0571	100,0
2	Schwerbeton GWG	340,00	1,300	0,2615	100,0
3	Kalkzementputz	30,00	0,870	0,0345	100,0
4	trockene Luft	40,00	0,025	1,6000	100,0
5	Phenolharz_020	25,00	0,020	1,2500	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Dachtrenwand_xxxxxx Ost

Pos. Nr. 3

Einbauzustand:	Wand / unbeheizte Räume				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,579	1,727	-	4,33	14,96	298,0

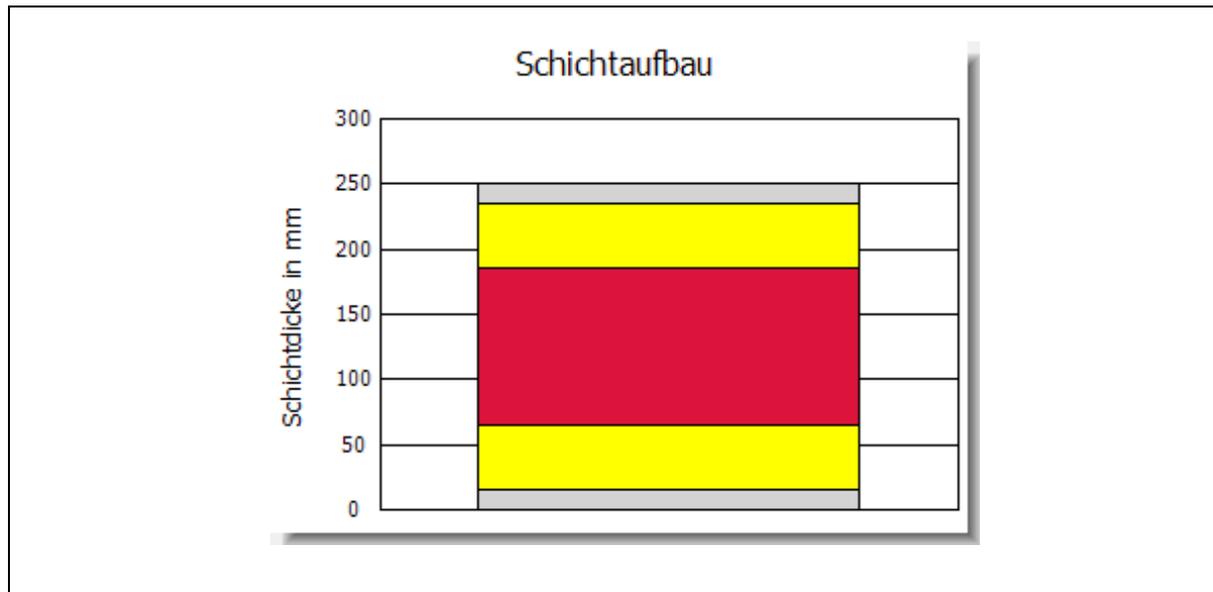


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkgipsputz	15,00	0,700	0,0214	100,0
2	Holzwolepl. _075	50,00	0,075	0,6667	100,0
3	Schwerbeton GWG	120,00	1,300	0,0923	100,0
4	Holzwolepl. _075	50,00	0,075	0,6667	100,0
5	Kalkgipsputz	15,00	0,700	0,0214	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1300	100,0

Dachtrenwand_xxxxxx West

Pos. Nr. 4

Einbauzustand:	Wand / unbeheizte Räume				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,579	1,727	-	4,62	15,97	298,0

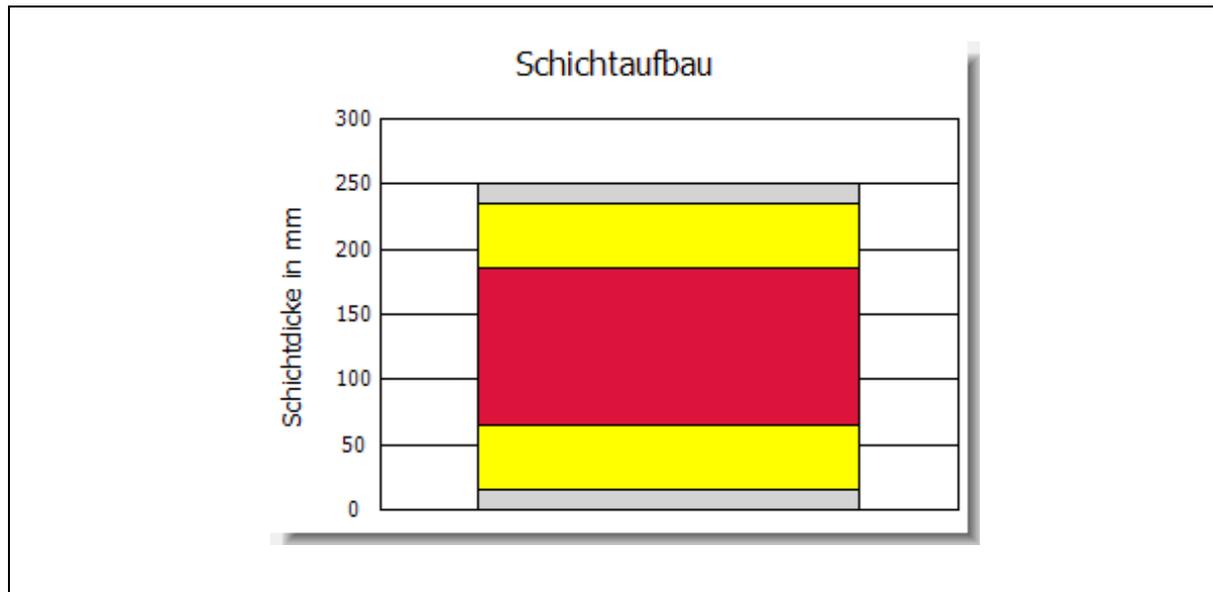


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkgipsputz	15,00	0,700	0,0214	100,0
2	Holzwolepl. _075	50,00	0,075	0,6667	100,0
3	Schwerbeton GWG	120,00	1,300	0,0923	100,0
4	Holzwolepl. _075	50,00	0,075	0,6667	100,0
5	Kalkgipsputz	15,00	0,700	0,0214	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1300	100,0

Dachtrenwand_xxxxxx Nord

Pos. Nr. 5

Einbauzustand:	Wand / unbeheizte Räume				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,579	1,727	-	6,68	23,06	298,0

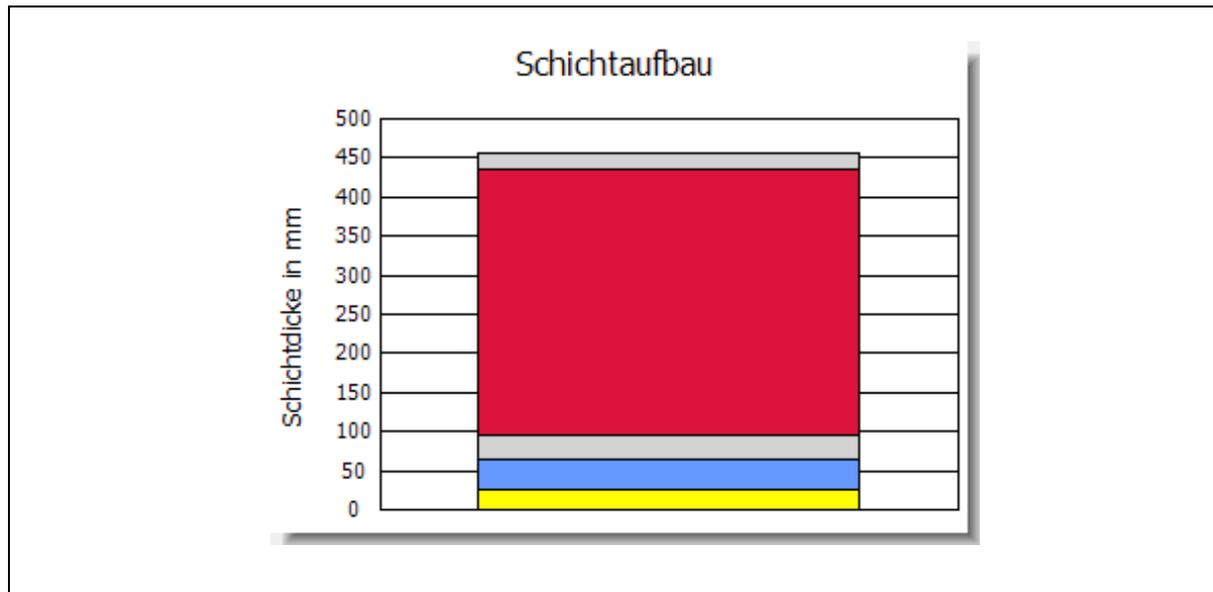


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkgipsputz	15,00	0,700	0,0214	100,0
2	Holzwolepl. _075	50,00	0,075	0,6667	100,0
3	Schwerbeton GWG	120,00	1,300	0,0923	100,0
4	Holzwolepl. _075	50,00	0,075	0,6667	100,0
5	Kalkgipsputz	15,00	0,700	0,0214	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1300	100,0

Aw xxx Süd

Pos. Nr. 6

Einbauzustand:	Wand / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,481	2,079	-	179,47	373,12	690,8

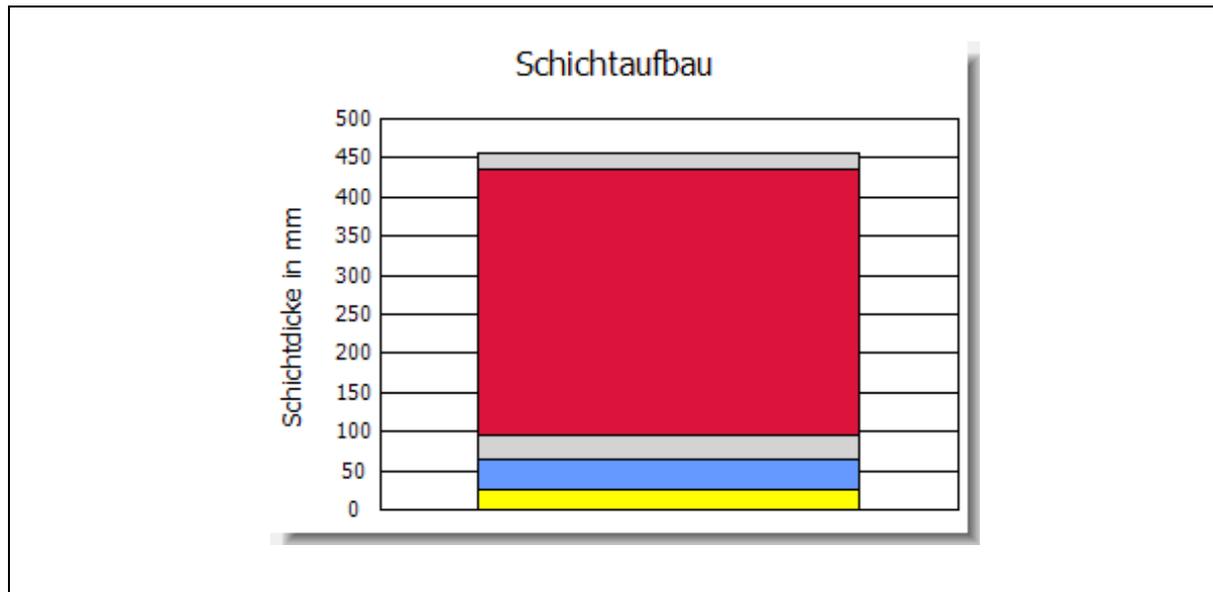


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Innenputz GWG	20,00	0,350	0,0571	100,0
2	Schwerbeton GWG	340,00	1,300	0,2615	100,0
3	Kalkzementputz	30,00	0,870	0,0345	100,0
4	trockene Luft	40,00	0,025	1,6000	100,0
5	Phenolharz_020	25,00	0,020	1,2500	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Aw xxx Nord

Pos. Nr. 7

Einbauzustand:	Wand / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,481	2,079	-	158,96	330,48	690,8

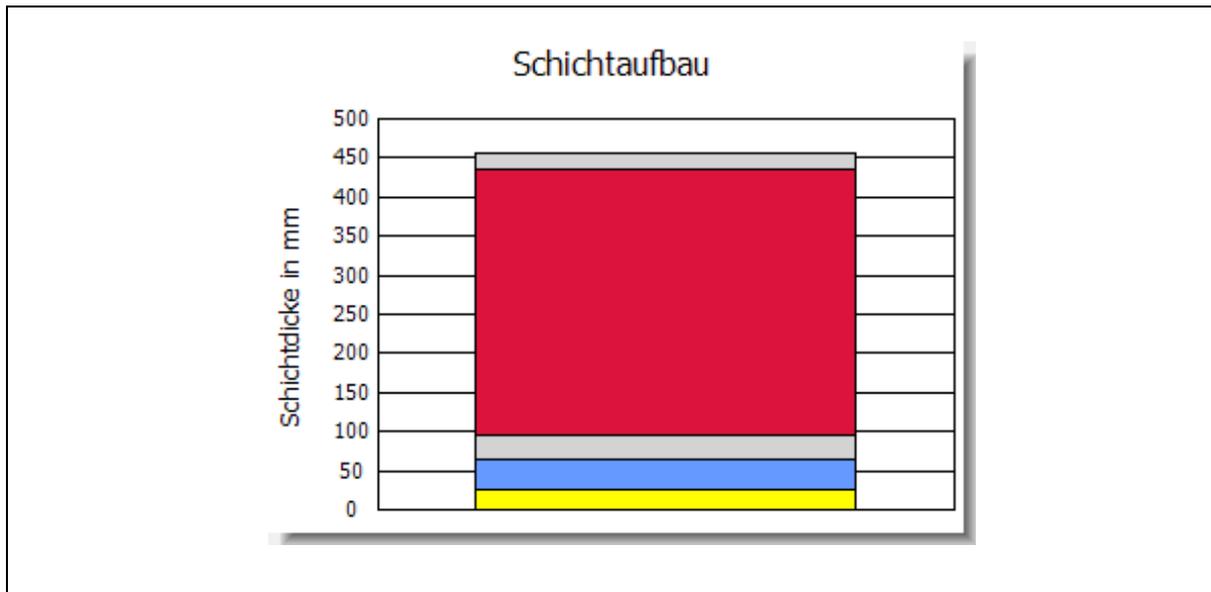


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Innenputz GWG	20,00	0,350	0,0571	100,0
2	Schwerbeton GWG	340,00	1,300	0,2615	100,0
3	Kalkzementputz	30,00	0,870	0,0345	100,0
4	trockene Luft	40,00	0,025	1,6000	100,0
5	Phenolharz_020	25,00	0,020	1,2500	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Aw xxx West

Pos. Nr. 8

Einbauzustand:	Wand / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,481	2,079	-	51,20	106,45	690,8

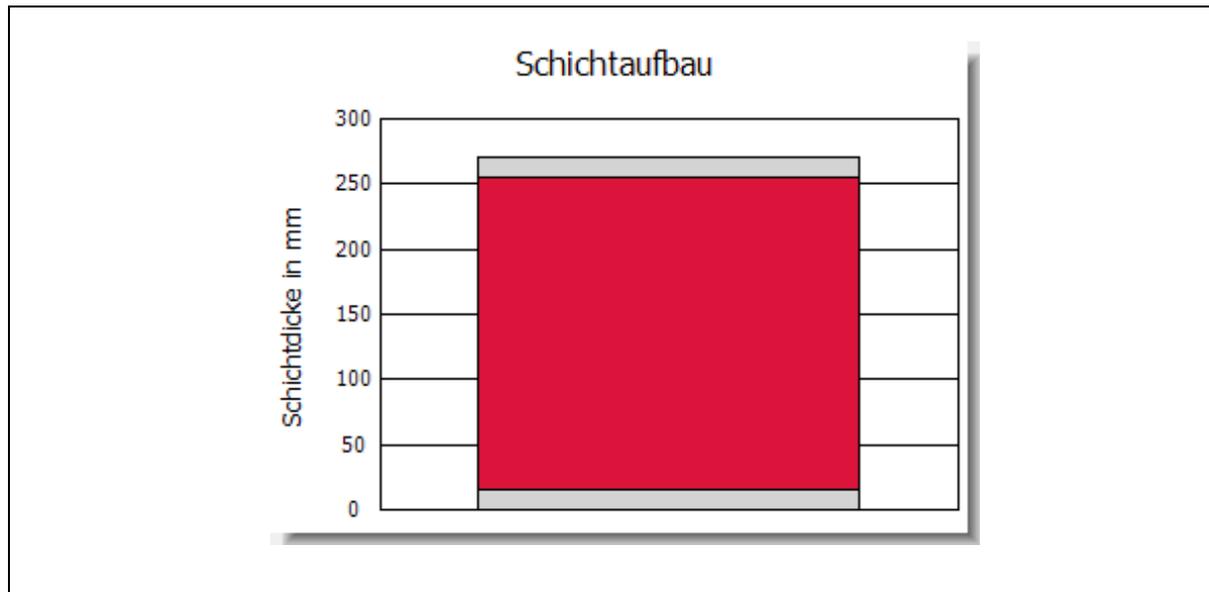


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Innenputz GWG	20,00	0,350	0,0571	100,0
2	Schwerbeton GWG	340,00	1,300	0,2615	100,0
3	Kalkzementputz	30,00	0,870	0,0345	100,0
4	trockene Luft	40,00	0,025	1,6000	100,0
5	Phenolharz_020	25,00	0,020	1,2500	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Treppenhauswand xxx GWG

Pos. Nr. 9

Einbauzustand:	Wand / unbeheizte Räume				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
2,087	0,479	-	103,77	99,44	486,0

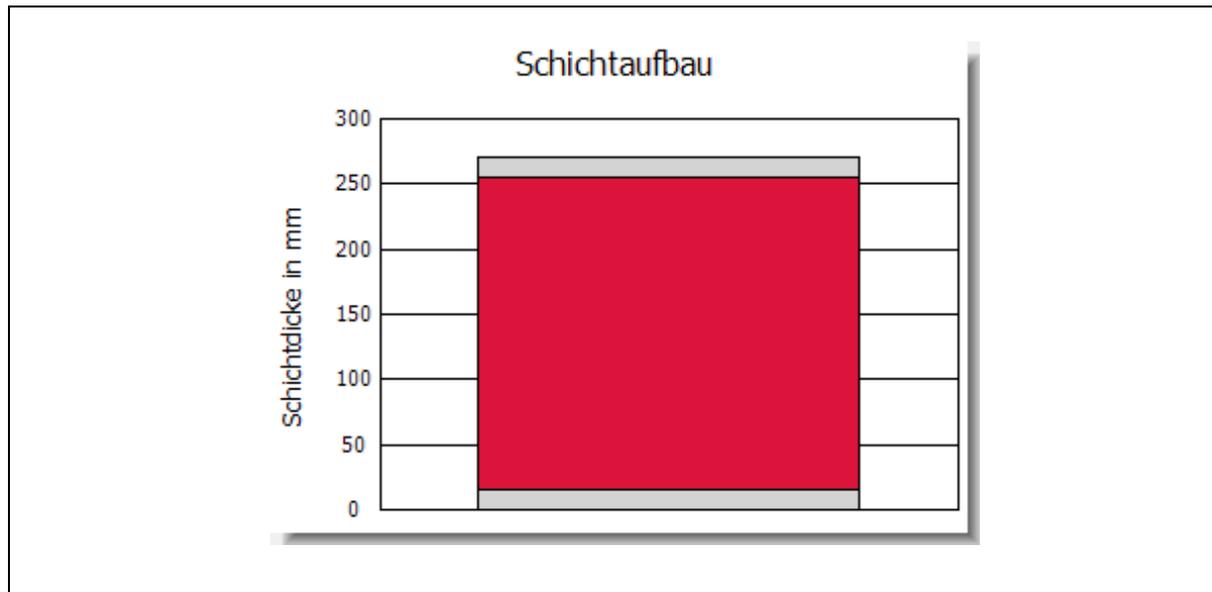


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100,0
2	Schwerbeton GWG	240,00	1,300	0,1846	100,0
3	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1300	100,0

Treppenhauswand xxx GWG

Pos. Nr. 10

Einbauzustand:	Wand / unbeheizte Räume				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
2,087	0,479	-	221,68	212,44	486,0

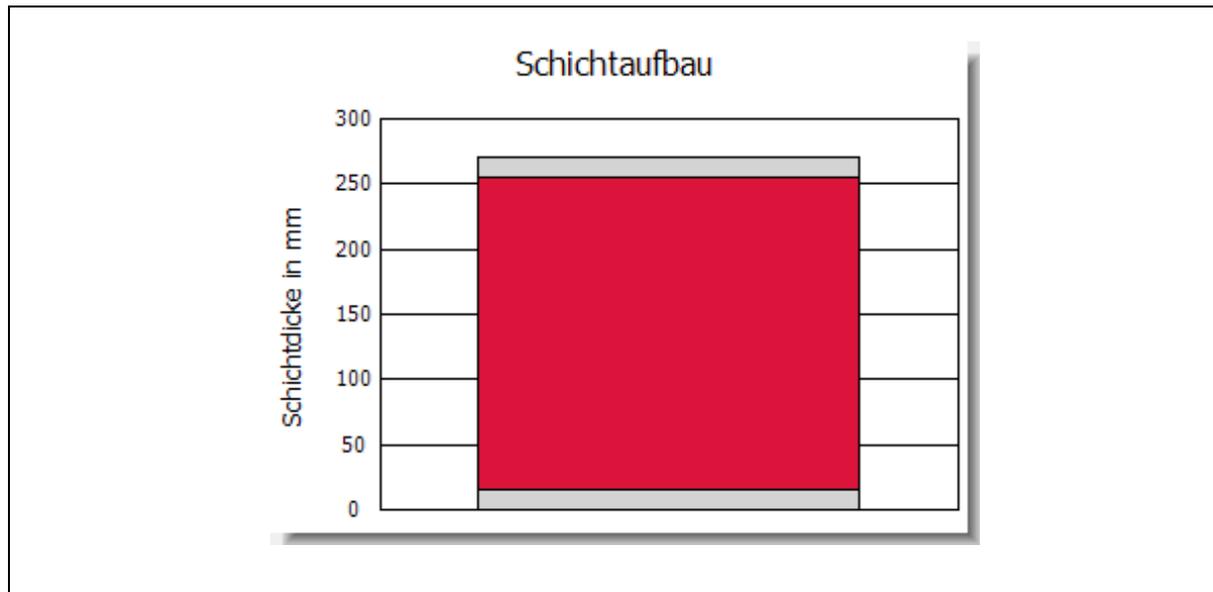


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100,0
2	Schwerbeton GWG	240,00	1,300	0,1846	100,0
3	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1300	100,0

Treppenhauswand xxx GWG

Pos. Nr. 11

Einbauzustand:	Wand / unbeheizte Räume				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
2,087	0,479	-	221,68	212,44	486,0

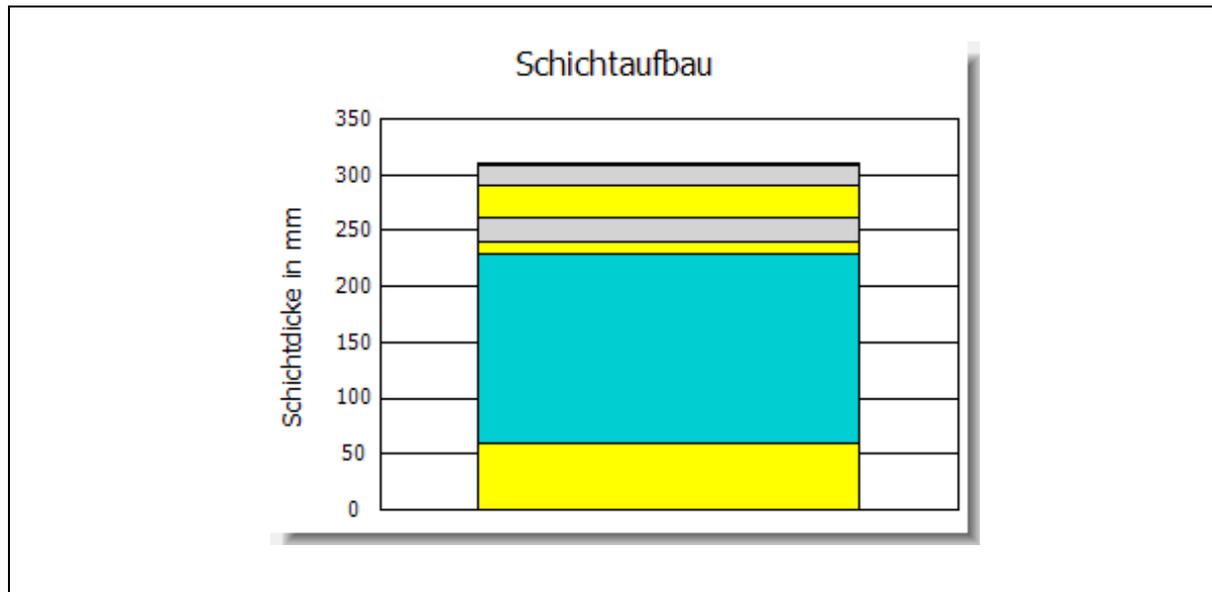


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1300	100,0
1	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100,0
2	Schwerbeton GWG	240,00	1,300	0,1846	100,0
3	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1300	100,0

Kellerdecke xxx

Pos. Nr. 12

Einbauzustand:	Grundfläche / Kellerdecke				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,343	2,915	-	83,67	542,11	251,0

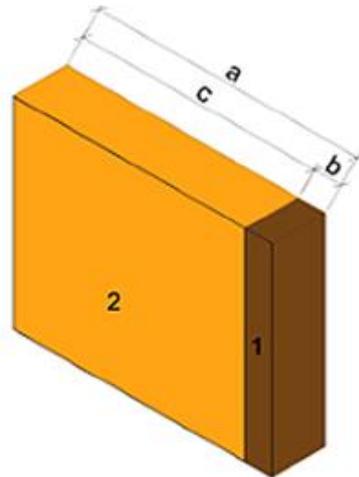


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1700	100,0
1	PVC GWG	2,00	0,170	0,0118	100,0
2	Estrich, Anhydrit	18,00	1,200	0,0150	100,0
3	Holzwolepl. 075	30,00	0,075	0,4000	100,0
4	Hochofenschla. 1400	21,00	0,470	0,0447	100,0
5	Mineralfaser 040	10,00	0,040	0,2500	100,0
6	StahlhohlID-40-100	170,00	1,214	0,1400	100,0
7	Polystyrol_H_035	60,00	0,035	1,7143	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1700	100,0

Dachdecke xxx

Pos. Nr. 13

Einbauzustand:	Deckenfläche / unbeheizte Räume oberhalb				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,651	1,536	-	162,17	498,23	113,6

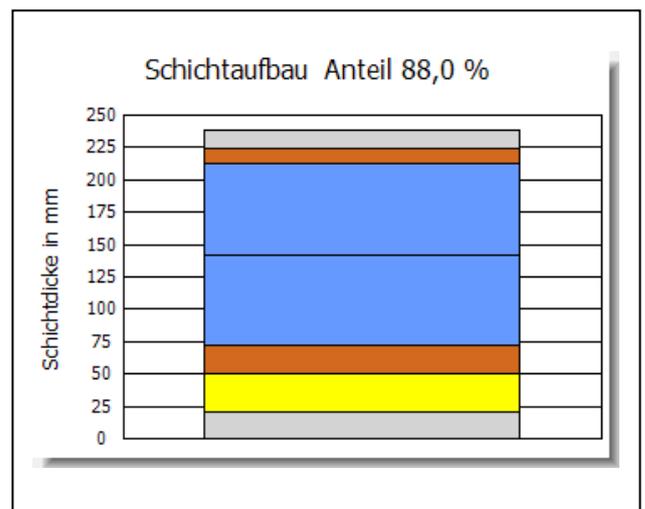
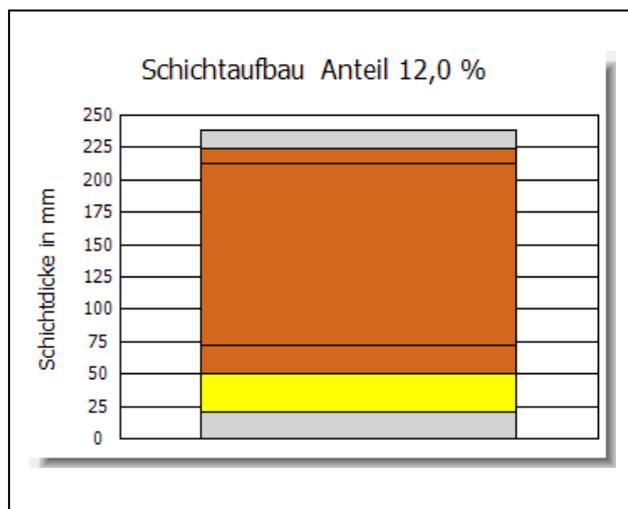


Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1000	100,0
1	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100,0
2	Fichte/Kiefer	12,00	0,130	0,0923	100,0
3	Fichte/Kiefer	140,00	0,130	1,0769	12,0
4	Lehm	70,00	0,930	0,0753	88,0
5	Luftzwischenraum-waag	70,00	0,412	0,1699	88,0
6	Fichte/Kiefer	22,00	0,130	0,1692	100,0
7	exp. PS-Schaum_040	30,00	0,040	0,7500	100,0
8	Estrich,Anhydrit	20,00	1,200	0,0167	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,1000	100,0

Flächenanteile

Flächenanteil 1	12,0 %	Flächenanteil 3	-
Flächenanteil 2	88,0 %	Flächenanteil 4	-

Länge a	-	Länge d	-
Länge b	-	Länge e	-
Länge c	-	Länge f	-



Fenster_ xxx Ost**Pos. Nr. 14**

Einbauzustand:	Fenster,Ost / Außenluft				
Kommentar:	Kunststoff-Fenster mit U-Werten gemäß Bauherrenermittlung - Tischler				
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
1,300	0,769	0,58	9,98	7,68	-

Fenster_ xxx Süd Gaube**Pos. Nr. 15**

Einbauzustand:	Fenster,Süd / Außenluft				
Kommentar:	Kunststoff-Fenster mit U-Werten gemäß Bauherrenermittlung - Tischler				
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
1,300	0,769	0,58	13,00	10,0	-

Fenster_ xxx West**Pos. Nr. 16**

Einbauzustand:	Fenster,West / Außenluft				
Kommentar:	Kunststoff-Fenster mit U-Werten gemäß Bauherrenermittlung - Tischler				
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
1,300	0,769	0,58	9,98	7,68	-

Fenster_ xxx Nord**Pos. Nr. 17**

Einbauzustand:	Fenster,Nord / Außenluft				
Kommentar:	inkl.HT-Anteil				
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
1,300	0,769	0,58	215,70	165,92	-

Fenster_ xxx Süd

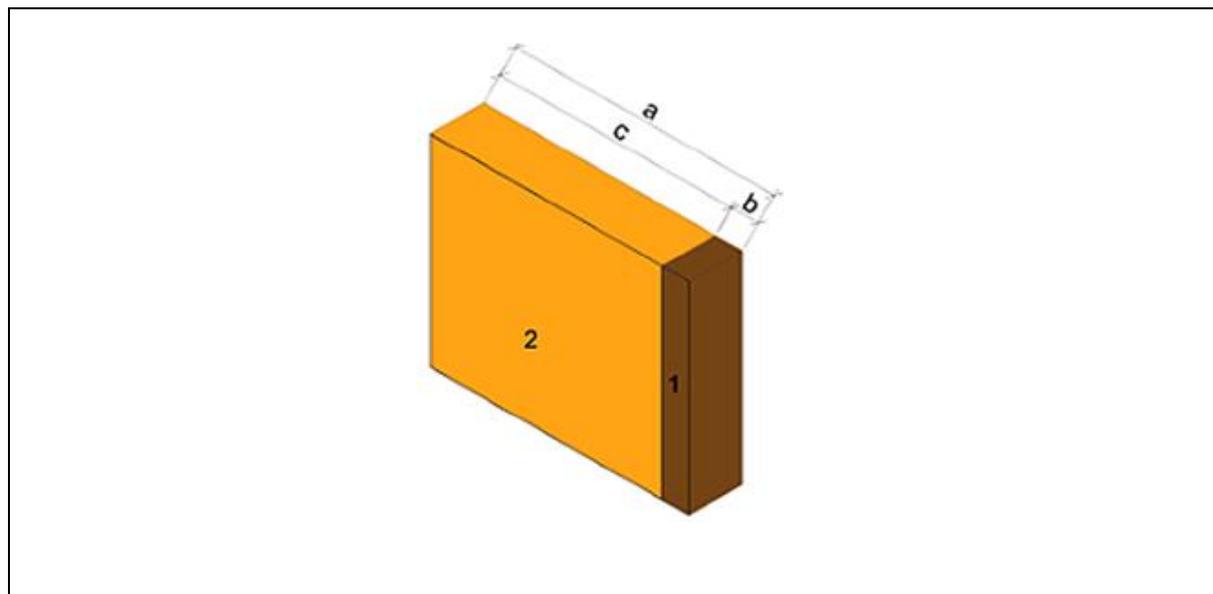
Pos. Nr. 18

Einbauzustand:	Fenster,Süd / Außenluft				
Kommentar:	Kunststoff-Fenster mit U-Werten gemäß Bauherrenermittlung - Tischler				
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
1,300	0,769	0,58	289,54	222,72	-

Dach xxx üb. Gaube

Pos. Nr. 19

Einbauzustand:	Dach / Außenluft				
Kommentar:					
U-Wert W/m ² K	R-Wert m ² K/W	g-Wert -	H _T W/K	Fläche m ²	Flächengewicht kg/m ²
0,406	2,463	-	17,82	43,88	47,3



Pos.Nr.	Bauteilschicht	s mm	λ W/(mK)	R m ² K/W	Fläche %
-	Wärmeübergang, Innen	-	-	0,1000	100,0
1	Kalkzementputz	15,00	0,870	0,0172	100,0
2	PE-Folie	0,05	0,230	0,0002	100,0
3	Holzwollepl._075	25,00	0,075	0,3333	85,0
4	trockene Luft	115,00	0,025	4,6000	85,0
5	Fichte/Kiefer	140,00	0,130	1,0769	15,0
6	Polystyrol_H_040	50,00	0,040	1,2500	100,0
7	Doppeldach GWG	140,00	0,530	0,2642	100,0
-	Wärmeübergang, Außen	-	-	0,0400	100,0

Flächenanteile

Flächenanteil 1	85,0 %	Flächenanteil 3	-
Flächenanteil 2	15,0 %	Flächenanteil 4	-

Länge a	-	Länge d	-
Länge b	-	Länge e	-
Länge c	-	Länge f	-

