

# Technische Gestaltung eines Demonstrations-Zentrums für „digitale Energieeffizienz in Gebäuden“



Bauherr: green with IT Nordhessen GbR

Adresse: Hugentottenstr. 14, 34466 Wolfhagen

Projekt: Energieeffizienz Denkmal Demonstrationszentrum

## Inhaltsverzeichnis

1		
1.	Vorbemerkungen .....	3
1.1	Allgemein .....	3
2.	Zusammenfassung .....	5
2.1	Übersicht.....	5
2.2	Übersicht Energie- und Kosteneinsparung .....	6
3.	Ist- Analyse.....	6
3.1	Objektbeschreibung .....	6
3.2	Beschreibung der Heizungsanlage IST .....	11
4.	Energiebilanz des bestehenden Gebäudes .....	11
4.1	Einstufung gemäß Energieausweis nach dem GEG 2020.....	11
5.	Varianten.....	12
5.1	Übersicht.....	12
5.2	Gesamtsanierung in einem Zug .....	12
5.3	Baubegleitung.....	18

## 1. Vorbemerkungen

### 1.1 Allgemein

In der Gemeinde Wolfhagen soll ein Demonstrations- und Weiterbildungszentrum für digital gestützte Heizwärme-Energieeffizienzmaßnahmen entstehen. Die Basis dazu bildet eine alte Schule aus dem Jahr 1896 in Vollmauerweise, die unter Denkmalschutz steht und folglich nicht mit Standard-Außendämm-Maßnahmen der Hüllfläche energetisch verbessert werden kann.

Exemplarisch soll hier unter erschwerten Bedingungen (Denkmal-Auflagen) ein Positiv-Beispiel für klimawandel-gerechte komplexe Instandsetzungsmaßnahmen bis hin zu einem Nullemissions-Haus entstehen, wobei alle Einzelschritte sichtbar und nachvollziehbar zu Schulungs- und Weiterbildungszwecken erhalten bleiben sollen.

Das Vorhaben ist deswegen besonders gut als Weiterbildungs-Beispiel geeignet, weil hier speziell die Optionen digital gestützter und dazu dekarbonisierender Technologien zusammenwirken und deren Zusammenspiel in Richtung einer Nullemissionsplanung bilanziert werden kann. Was hier unter nachvollziehbaren Denkmal-Auflagen ermöglicht wird, ist in Bestandsgebäuden ohne Denkmal-Auflagen und speziell auch in Mehrfamilienhaus-Beständen umso einfacher zu erreichen. Dies ist aktuell ein umfassendes Thema für kommunale und genossenschaftliche Wohnungsunternehmen rund um die neuen gesetzlichen Gestaltungen des GEG und seiner Förderbestimmungen.

Ganz in diesem Sinne soll nun ein Demonstrations-Zentrum für digital gestützte Maßnahmen entstehen, in welchem

- Kommunale und private Bauherren
- Architekten, Planer und Fachingenieure
- Handwerker
- Energieexperten
- Multiplikatoren der Wissenschaft und Politik sowie
- Fachjournalisten

einzelnen oder über deren Akademien, Kammern und Verbände weitergebildet werden können.

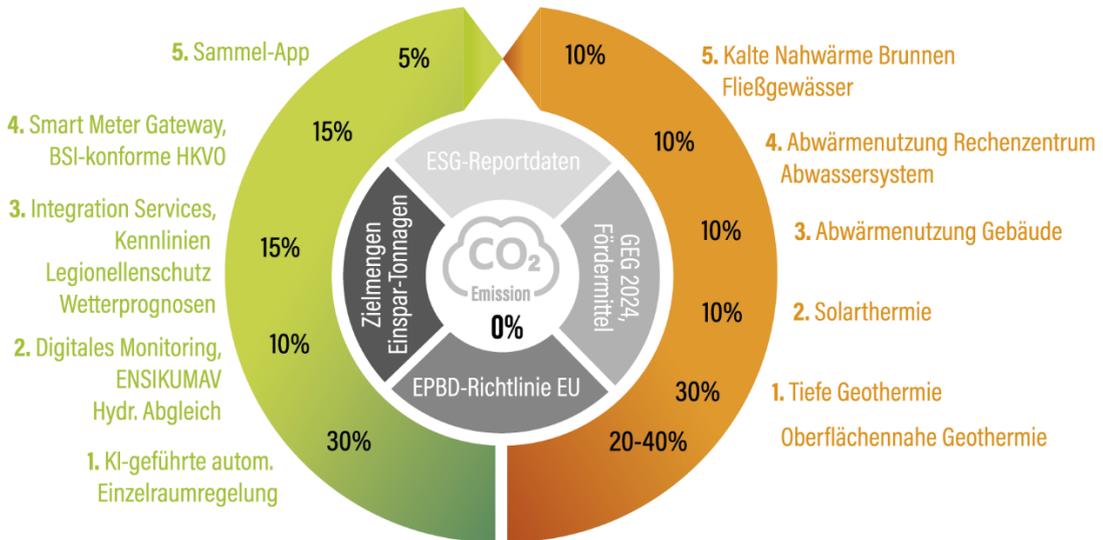
Auch für Schüler im Grundschulalter bis zu Abiturklassen können themengerechte Curricula für eintägige Seminare entwickelt werden.

Die Demonstrations-Inhalte können als Grundlage zur Umsetzung in Reallaboren und Vollprojekten der Quartieroptimierung umgesetzt werden.

Ziel ist es, Kommunen und Bauherren bei der Planung digital gestützter Sanierungs- und Instandsetzungskonzepte sowie Förderanträge zu unterstützen, Wissen zu vermitteln und anhand exemplarisch verbauter, unter einem Energie-Management-System wirkender Anlagenkomponenten Beispiele als Planungsanregungen zu erhalten.

Dies soll in abzustimmenden Kursen und Curricula aufgebaut und vermittelt werden. Während der Einbaumaßnahmen sollen Vertreter von Handwerkskammern und

Handwerksbetrieben, Energieexperten, Hersteller von digital gestützten Effizienztechnologien und –lösungen und kommunale Vertreter die Gelegenheit erhalten, aktiv mitzuwirken, mit zu planen und zu verbauen und die so demonstrationsfähig erstellten Technologien als lebende Exponate zu gestalten.



## Anlageneffizienz Dekarbonisierung

Zu diesem Zweck werden die einzelnen Maßnahmen zunächst beschrieben und den mitwirkenden Partnern vorgestellt, damit sich für alle einzelnen Partner ein Kontext-Bild ergibt. Da es sich um komplexe Maßnahmen der Dekarbonisierung, der Anlagentechnik, der Digitalisierung sowie der konsequenten Nutzung von CLS-Rückkanal-Optionen am Smart Meter Gateway inkl. definierter Metering- und Submetering-Lösungen handelt, ist es zunächst notwendig, eine Übersicht aller Maßnahmen herzustellen.

Die komplette Berechnung im Sinne des BEG, wird im Zusammenwirken mit dem zertifizierten KfW- und BAFA-Beraterbüro Dipl. Ing. Eberhard Franke erstellt bzw. komplettiert werden.

Die an der baulichen Umsetzung Beteiligten, deren Technologien und Produkte (Stand 04/24) sind im Kontext wie folgt dargestellt:

	Hersteller	Typ
<b>Wärmeerzeugung und -verteilung</b>		
Luft-Wärmepumpe	Viessmann	Vitocal 250-A10
Demontage Gaskessel		
Thermische Solaranlage	AkoTec	Weiser Protect 3000
Spitzenlast: Gas-Brennwerttherme	Viessmann	Vitodens 100 W Typ B1HF
Holz-Kaminofen Wasserregister	Justus	Faro Aqua 2.0
Wärmespeicher	Viessmann	Vitocell 100 E
Wasserbehandlung Energieeffizienz	Peter Aqua	FR 0
<b>Stromerzeugung und -verteilung</b>		
Wechselrichter	SMA	STP10.0-3SE-40
Batteriespeicher	SMA	Home Storage 6.5
Photovoltaik Dach Süd	Viessmann	Vitovolt 300-M410WE
Ladestation	Viessmann	Charging Station
Winderzeuger Dach	Peter Aqua	Peter Aqua
<b>Datenquellen/senken und Verteilung</b>		
SMGW	Theben	Conexa
CLS-Router	Theben	Steuerbox CLS
Datenspots	Beenic Building Management	Lampenfuss
Datenverteiler	Teltonika	RUT 659
Telemetrie eHKV	Innotas	
Telemetrie Wasserzähler	Innotas	
Thermostatköpfe Datenschnittstelle	N.N.	
<b>Services</b>		
Cloud-Monitoring	Elmatic	XENON
Messstellenbetreiber	Wattline	
Zugangsmanagement	N.N.	

*Tabelle 1 Beteiligte Komponenten, Firmen und Personen zur Ausstattung des Demonstrationszentrums*

## 2. Zusammenfassung

### 2.1 Übersicht

Das vorhandene Gebäude hat im IST-Zustand einen spezifischen Heizwärmebedarf von 354,08 kWh/m<sup>2</sup>a.

Ein vergleichbares Gebäude nach GEG 2020 gebaut hätte einen Heizwärmebedarf von ca. 50 kWh/m<sup>2</sup>a. Der spezifische Energiebedarf - incl. Warmwassererwärmung und Verlusten des Heizungssystems - beträgt 420,27 kWh/m<sup>2</sup>a.

## 2.2 Übersicht Energie- und Kosteneinsparung

In der folgenden Tabelle wird – nach Komplettierung aller Berechnungsparameter - die Prognose der Energiekosten für Heizung und Warmwasser nach der Sanierung und die prognostizierte Energiekosteneinsparung den energetisch bedingten Sanierungskosten und öffentlichen Fördermitteln wie Zuschüssen und Zinseinsparungen durch Förderkredite gegenübergestellt werden. Auch dies soll den interessierten Besuchern des Demonstrationszentrums als best practice Fallbeispiel dokumentiert werden.

Variante	jährliche Energie-kosten €/a	Investitions-kosten* €	Fördermittel €	Jährlicher Endenergiebedarf kWh/a
Ist-Zustand	6.732	0	0	83.508
Erweiterung Kubatur	9.702	0	0	122.475
Dämmung Kellerdecke	9.484	2.591	35	119.464
Dämmg Dachfl/Giebel	6.988	48.779	35	65.050
CO2-neutrale Beheizung	3404	78.779	55	35.532
Digipkt EMS Gtw Mntrg Sbmrg	2485	91.779	55	30.532
selbstlernende Einzelaum-Regelung	2485	93.779	55	30.132
Einbau Solarelemente	1563	106.779	0	N.N.
Kalkmanagement	1563	108.779	0	N.N.

*Tabelle 2 Variantenübersicht auf die Bedarfswerte bezogen, Fördermittel zunächst unberücksichtigt (wird durch den Energieberater dokumentiert)*

## 3. Ist- Analyse

Die Energiebilanz des Gebäudes wird unter den vorgegebenen Randbedingungen des GEG 2024 gemäß den angepassten Förderbedingungen zum 27.02.2024 rechnerisch und finanztechnisch ermittelt. Dabei wird insbesondere von einem Norm-Nutzerverhalten und einem Norm-Außenklima, welches unabhängig vom Standort des Gebäudes ist, ausgegangen. Details dokumentiert der Energieberater.

### 3.1 Objektbeschreibung

**Baubeschreibung Alte Schule Hugenottenstr. 14 Baujahr 1895 geschütztes Kulturdenkmal**

#### IST

**Isolierung**  
**UG-/Kelleraußenwände**  
**UG-/Kellerinnenwände**  
**Geschossaußenwände**  
**Geschossinnenwände**  
**UG-/Kellerdecke**  
**UG-/Kellerfußböden**

Außenwand-Abdichtung, Drainageplatten, Kiesbett  
 Sandstein 70 cm, umlaufend Positiv-  
 Nachdichtung/Drainage  
 Sandstein 40 cm  
 Klinkerstein Reichsformat, ungedämmt  
 gemauert  
 Kappendecke, unterseitig ungedämmt  
 Beton – roh, unterseitig ungedämmt

<b>Treppen</b>	Steintreppe
zum KG >	Holztreppe
zu den Geschossen>	im EG Betondecke, sonst Holzbalkendecke
<b>Geschossdecken</b>	gefließt
<b>Geschossfußböden EG &gt;</b>	Holzdielen, PVC-Belag und Spanplatten
OG >	ungedämmt gegen unbeheizte Dachinnenraum-Fläche
Dachdecke	
<b>Haustüren</b>	
<b>Treppenhaus Straßenseite</b>	Holzhaustür aus dem Baujahr, Stufen
<b>Zugang Gewerbegeschoss EG Hof</b>	behindertengerecht ebenerdig
<b>Alter Eingang, funktionslos</b>	zugemauert
<b>Fenster IV 68 EG und OG</b>	Holzsparsenfenster mit 2fach Iso-Glas im Keller
<b>Kellerfenster</b>	Kunststofffenster IV 68 Kipp
<b>Dachgiebel</b>	steiniges Reichsformat-Mauerwerk ungedämmt, Holzfenster IV 68
<b>Innentüren im EG &gt;</b>	Holztüren mit Stahlzargen
Im OG >	Holztüren mit Holzzargen aus dem Baujahr
<b>Fassade</b>	Klinkerstein ungedämmt
<b>Innenflächen EG</b>	geputzt und gestrichen tapeziert Glasvlies in den WC's gefliest
<b>Innenflächen OG Gewerberaum</b>	geputzt und gestrichen tapeziert Glasvlies
<b>Innenflächen OG sonstige</b>	geputzt und gestrichen tapeziert Tapete
<b>Dachkonstruktion /</b>	Holz fettendach ohne Sparrendämmung
<b>Dachdeckung/</b>	Tonziegel
<b>Dachrinnen</b>	Zink
<b>Beheizung/</b>	Viessmann Gasheizung, Baujahr 1991 mit 43kw Leistung
<b>Baujahr der Heizung</b>	Gasversorgung durch Flüssiggastank mit ca.4.800 l
<b>Sanitärinstallation</b>	Männer-WC 1 WC, 1 Urinal, 1 Waschbecken Frauen WC getrennte WC-Anlage mit behindertengerechter Toilette im OG < Bad mit Dusche, WC und Waschtisch durch städtischen Anbieter
<b>Wasserversorgung</b>	durch städtischen Anbieter
<b>Abwasserbeseitigung</b>	durch städtischen Anbieter
<b>Besondere Betriebseinrichtungen</b>	Alarmsirene mit getrenntem Versorgungskreis, Kabelanschluss, Außen-Temperaturfühler Heizerzeuger dem Alter entsprechend
<b>Bau-und Unterhaltungszustand</b>	kpl. FI-Schutzschalter, Zentralversorgung OG + halbe Treppe Bestandsschutz, Gewerbegeschoß eigene Unterverteilung
<b>E-Verteilung, Keller Hausanschluss</b>	separat mit Steigeschacht TH zum Dach
<b>E-Versorgung, Keller Sirene</b>	zentral 1 Zoll, WU ¾ Zoll reduziert, Stahlrohr verzinkt
<b>Wasser-Verteilung</b>	Unter-Verteilung Gewerbegeschoß separate WU
<b>Erdung</b>	verzinkter Erdungsleiter

## SOLL mit DEMO-Elementen

<p><b>Isolierung</b> <b>UG-/Kelleraußenwände</b></p> <p><b>UG-/Kellerinnenwände</b> <b>Geschossaußenwände</b></p> <p><b>Geschossinnenwände</b> <b>UG-/Kellerdecke</b> <b>UG-/Kellerfußböden</b> <b>Treppen</b> zum KG &gt; zu den Geschossen&gt; <b>Geschossdecken</b></p> <p><b>Geschossfußböden EG &gt;</b> OG &gt; Dachdecke <b>Haustüren</b> <b>Treppenhaus Straßenseite</b> <b>Zugang Gewerbegeschoss EG Hof</b> <b>Alter Eingang, funktionslos</b> <b>Fenster IV 68 EG und OG</b> <b>Kellerfenster</b> <b>Dachgiebel</b></p> <p>Holzfenster IV 68 U = 1,5 <b>Innentüren</b> im EG &gt; Im OG &gt; <b>Fassade</b> <b>Innenflächen EG</b></p> <p><b>Innenflächen OG Gewerberaum</b> <b>Innenflächen OG sonstige</b> <b>Dachkonstruktion /</b></p> <p><b>Dachdeckung/ Dachrinnen Beheizung/</b></p> <p><b>Baujahr der Heizung</b> <b>Sanitärinstallation</b></p> <p><b>Wasserversorgung</b> <b>Abwasserbeseitigung</b> <b>Besondere Betriebseinrichtungen</b></p> <p><b>Bau-und Unterhaltungszustand</b></p> <p><b>E-Verteilung, Keller Hausanschluss</b></p>	<p>Außenwand-Abdichtung, Drainageplatten, Kiesbett Sandstein 70 cm, umlaufend Positiv- Nachdichtung/Drainage Sandstein 40 cm Klinkerstein Reichsformat, ungedämmt <b>Innenflächen teilweise Heiz/Kühlmatten</b> gemauert Kappendecke, <b>unterseitig gedämmt</b> Beton – roh, ungedämmt</p> <p>Steintreppe Holztreppe im EG Betondecke, sonst Holzbalkendecke <b>EG + OG Heiz-Kühlmatten im 1. Folge-Baufortschritt</b> gefließt Holzdielen ungedämmt gegen <b>beheizte</b> Dachinnenraum-Fläche</p> <p>Holzhaustür aus dem Baujahr, Stufen behindertengerecht ebenerdig zugemauert Holzsprossenfenster mit 2fach Iso-Glas U = 1,1 Kunststofffenster IV 68 Kipp steiniges Reichsformat-Mauerwerk <b>gedämmt</b>, <b>Innendämmung Lehm</b>basis</p> <p>Holztüren mit Stahlzargen Holztüren mit Holzzargen aus dem Baujahr Klinkerstein ungedämmt geputzt und gestrichen tapeziert Glasvlies in den WC's gefliest geputzt und gestrichen tapeziert Glasvlies geputzt und gestrichen tapeziert Tapete Holzfettendach <b>mit Sparrendämmung, mit Solar-</b> <b>Kollektoren</b> Tonziegel <b>mit Solarkollektoren oberhalb</b> Zink <b>Luft-Wärmepumpe unterstützt durch</b> <b>PV/Wechselrichter/Batteriespeicher, mit Verweis auf</b> <b>rechnerisch folgend wahlweise Tiefen-Geothermie,</b> <b>oberflächennahe Geothermie, dazu Solarthermie,</b> <b>Wärmespeicher, Holz-Kaminofen mit Wasserregister,</b> <b>GLT, Monitoring</b></p> <p>2024 behindertengerechtes WC, 1 Urinal, 1 Waschbecken im OG &lt; Bad mit Dusche, WC und Waschtisch durch städtischen Anbieter durch städtischen Anbieter Alarmsirene mit getrenntem Versorgungskreis, monitoring-gerechte Aktorik/Sensorik nach Projekt denkmalgerecht und mit digitalen Energie-Prozessen instandgesetzt <b>SMGW mit Smart Metering Heizversorgung, CLS-</b> <b>geführtes Smart Submetering über Flurlicht-Sammler,</b></p>
--	--

**Zentralversorgung**

**Versorgung Gewerberäume EG**  
**E-+ SHK-Versorgung,**  
**Wasser-Verteilung**

Anlagenwächter, Legionellenschutz, bidirektionales Energie-Managementsystem mit Monitoring, Lieferbox digital, mobile Nutzer-App, kpl. FI-Schutzschalter, Zentralversorgung OG, Gewerbegeschoß EG eigene Unterverteilung **separate Verteilung**, separat mit Steigeschacht TH zum Dach zentral 1 Zoll, WU ¾ Zoll reduziert, Stahlrohr verzinkt Unter-Verteilung Gewerbegeschoß separate WU

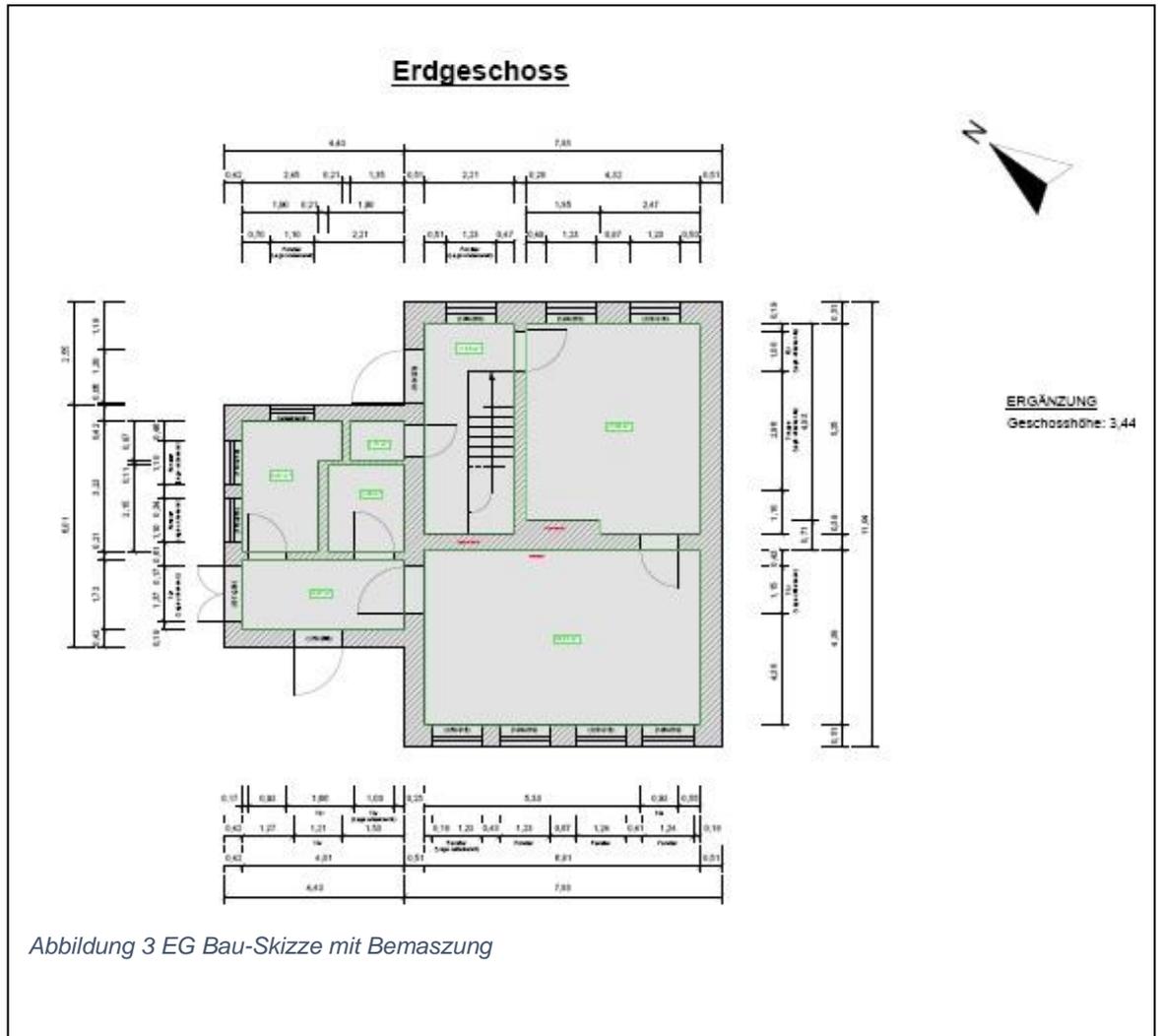




Abbildung 4 EG Nutzungsplan Demozentrum/Weiterbildung

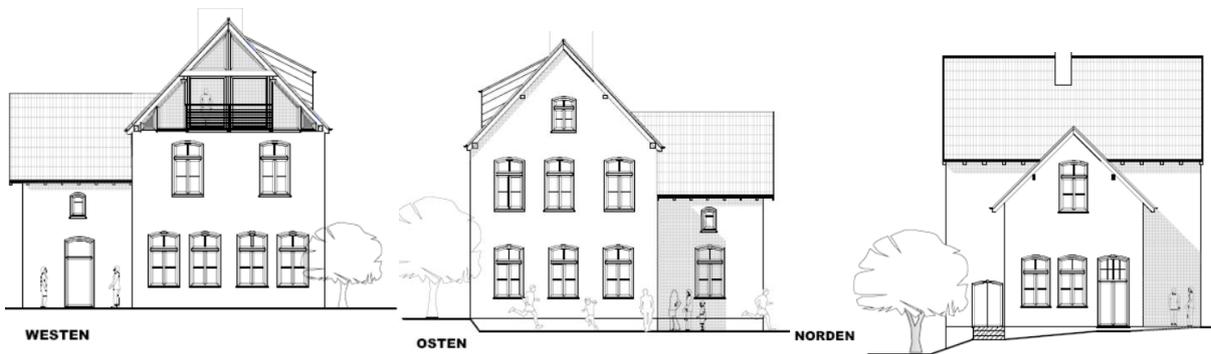


Abbildung 1 Ansicht Ost-West-Nord

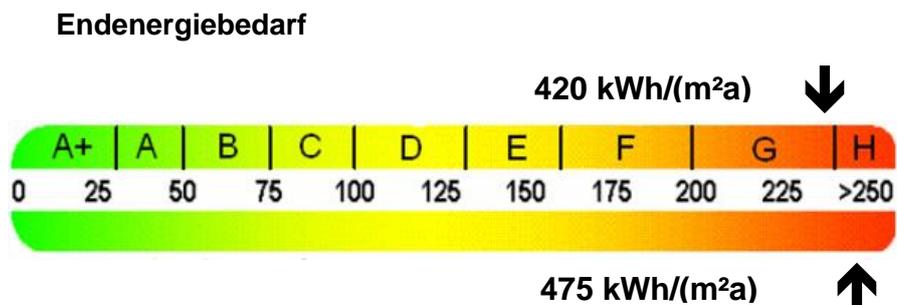
### 3.2 Beschreibung der Heizungsanlage IST



Abbildung 2 Heizerzeuger Alter Kessel aus 1991 Viessmann Vitola ohne WW-Bereitung, Leitungen im unbeheizten Bereich gedämmt, kein WW-Verteilungssystem im Haus, WW-Zubereitung im EG und OG per Durchlauferhitzer

## 4. Energiebilanz des bestehenden Gebäudes

### 4.1 Einstufung gemäß Energieausweis nach dem GEG 2020



### Primärenergiebedarf

	Referenzgebäude *	Ihr Gebäude vor Sanierung	Abweichung vom Referenzgebäude
Primärenergiebedarf $Q_P$	96,83 kWh/m²a	475,31 kWh/m²a	491 %
Transmissionswärmeverlust $H_T$	0,34 W/m²K	1,54 W/m²K	446 %

Tabelle 3 Einstufung gemäß Neubaustandard nach dem GEG 2020

\* das Referenzgebäude beschreibt den Neubaustandard nach dem GEG

## 5. Varianten

### 5.1 Übersicht

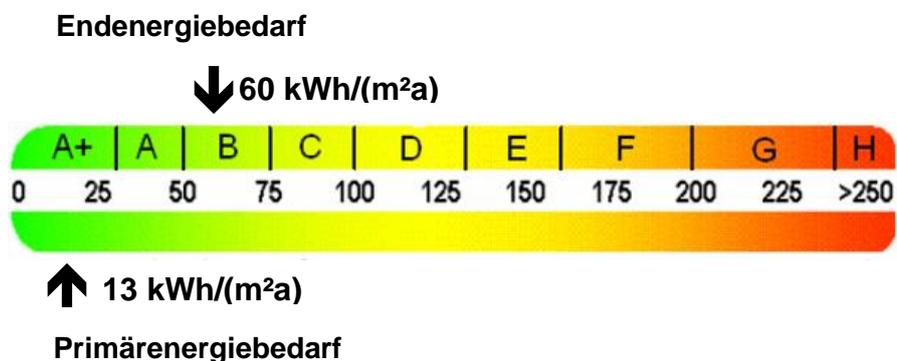
Im folgenden Kapitel werden verschiedene Varianten zur Energieeinsparung miteinander verglichen und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit überprüft.

Eine Übersicht der durchgeführten Varianten ergibt sich aus folgender Tabelle:

Nr.	Variante
1	Ist-Zustand
2	Erweiterung Kubatur
3	Dämmung Kellerdecke
4	Dämmung Innenwände/Dachflächen/Giebel
5	CO2-neutrale Beheizung Luft-WP/PV/Solarthermie
6	Digitalisierung EMS SMGW Mnitoring Submetering
7	selbstlernende Einzelraum-Regelung
8	Kalkmanagement

Tabelle 8: Berechnete Varianten – nach Bedarf – im Entwurf (Details sind noch zuz bearbeiten)

### 5.2 Gesamtsanierung in einem Zug



#### 5.2.1 Variante 2: Erweiterung Kubatur

Maßnahmen dieser Variante:

Mit dieser Maßnahme wird der aktuell ungedämmte Satteldach-Raum zu Nutzungszwecken aktiviert und später in energetisch aufgelisteten Schritten mit Maßnahmen/Kosten untersetzt.

#### 5.2.2 Variante 3: Dämmung Kellerdecke

Maßnahmen dieser Variante:

Grundfläche Kellerdecke unterseitig mit 100 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,205 W/m<sup>2</sup>K

### **5.2.3 Variante 4: Dämmung Innenwände, Dachflächen und Giebel**

Dach gegen Außenluft mit 200 mm dämmen, neuer U-Wert: 0,166 W/m<sup>2</sup>K Außenwände innen und Anteil Giebelwände Dach mit Holzfaser -Platten dämmen

### **5.2.4 Variante 5: CO<sub>2</sub>-neutrale Beheizung**

Maßnahmen dieser Variante:

Luft-Wärmepumpe Neueinbau: Das vorhandene Beheizungssystem mit der alten Gaskessel-Erzeugung wird ersetzt durch ein -Beheizungssystem auf Basis einer Luft-Wärmepumpe, Solarthermie, Holz-Kaminofen mit Wasser-Heizregister, Wärmespeicher, PV-Erzeugung mit Wechselrichter und Batteriespeicher

Hochskalierte Varianten bis hin zu Großwärmepumpen und Tiefengeothermie werden anhand entsprechender Schaubilder in den Schulungsräumen vorgehalten

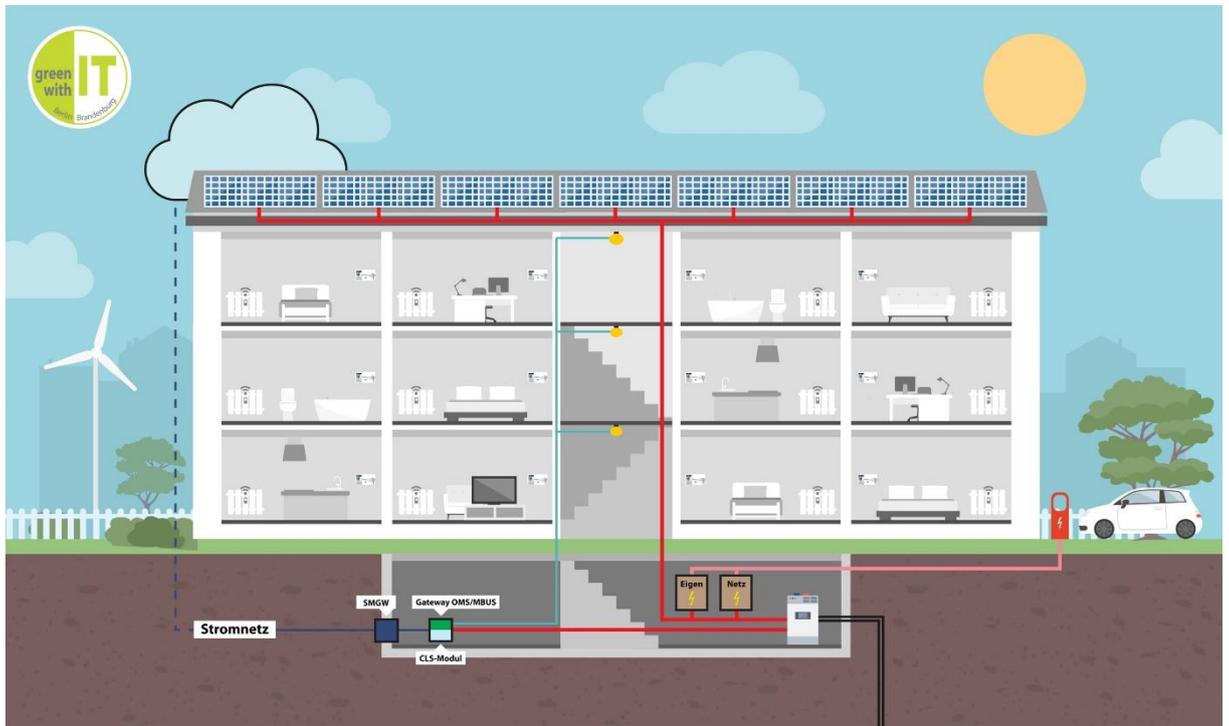
### **5.2.5 Variante 7: Digitalpaket Energiemanagementsystem (EMS), Smart Meter Gateway, Gateway, Monitoring, Metering, Submetering, Digitale Kommunikation Telemetrie**

Maßnahmen dieser Variante:

**Ausführliche Beschreibung in der separaten „Nullemissions-Planung“**

#### **5.2.5.1 Variante 7.2: Digitale Verbundplanung**

**Digitalpaket Verbundplanung: Umsetzung mit einem Energie-Monitoring-System „XENON“ gemäß der separaten „Nullemissions-Planung“**



### 5.2.5.2 Variante 7.4: Smart Meter Gateway

Digitalpaket Smart Meter Gateway: Dies übernimmt ein SMGW-Produktentwickler mit entsprechender Anwendungs-Erfahrung für den geplanten Bereich der CLS-Rückkanal-Nutzung, die Fa. Lackmann aus Münster. Details siehe „Nullemissions-Planung“

### 5.2.5.3 Variante 7.5: CLS-Kanal

Digitalpaket CLS-Kanal: Hier kommt ein erfahrener Markt-Teilnehmer zum Zug: Die Fa. Wattline gemäß separater Nullemissions-Planung.

### 5.2.5.4 Variante 7.6: Metering

Digitalpaket Metering: Hier kommt ein erfahrener Marktteilnehmer zum Thema „Metering im Wohnungsbau“ zum Einsatz: Die Elmatic GmbH aus Berlin mit dem System „XENON“

### 5.2.5.5 Variante 7.7: Submetering

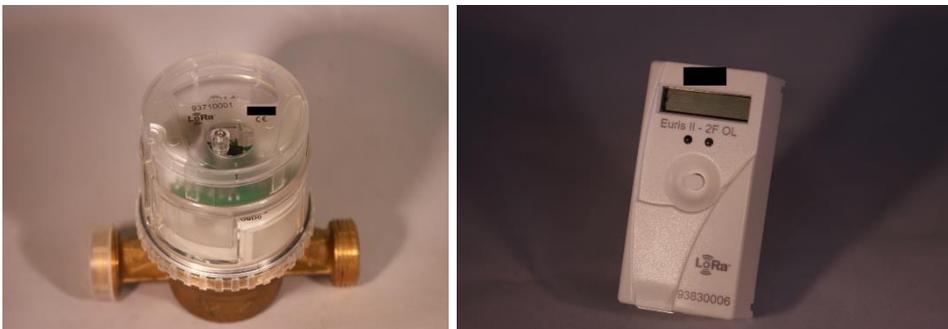
Digitalpaket Submetering: Speziell zum Thema „Submetering wirkt ein in diesem Kompetenzfeld erfahrener Anbieter autarker Systeme mit, die KUGU GmbH aus Berlin.



Tab..... Wechselwirkung von Datenbanken und Submetering

### 5.2.5.6 Variante 7.8: Hardware OMS Mod 7 Submetering

Submetering.Hardware OMS 4 Mod 7: Nach neuestem Submetering-Standard werden hier Baukomponenten aus eigener Entwicklung und Fertigung eingebracht, die für das Demonstrationszentrum ein komplettes Abrechnungssystem unterstützen. Umgesetzt wird dies durch die Fa. Innotas.



Tab..... Submetering-Hardware

### 5.2.5.7 Variante 7.9: Flurfunk

Digitalpaket Treppenhaus-Leuchte als Sammler telemetrischer Daten: Anstelle GSM, LORA, TV- oder Zweidrahtkabel wird hier die im Haus vorhandene Infrastruktur zum Einsammeln telemetrischer Daten sowie deren sicheren Transport über Business-Powerline-Systeme sicher organisiert. Dazu kommt eine Treppenhaus-Leuchte auf LED-Basis der Fa. Beenic zum Einsatz, die gleichzeitig dauer-bestromt ist und somit ohne Hilfsenergie zur Eigenversorgung auskommt. Weitere Details siehe separate „Nullemissions-Planung“

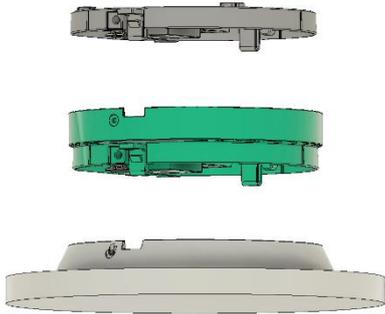


Bild ..... Darstellung einer Treppenhaus-Sammelstelle via LED-Leuchtkörper

### 5.2.5.8 Variante 7.10: Betrieb Digitalpaket

Digitalpaket Betrieb: Die dauerhaft sichere und unterbrechungsfreie Funktion aller Digitalpaket-Komponenten kann nur durch erfahrene Kompetenzträger sichergestellt werden. Mit der Elmatic GmbH aus Hamburg wird ein solcher Kompetenzträger eingebunden. Eingesetzt wird ein offenes Cloudsystem (XENON)



Bild..... Dashboard der Elmatic zum bundesweiten zentralen

## 5.2.6 Variante 8: selbstlernende Einzelraum-Regelung

Maßnahmen dieser Variante:

Selbstlernende Algorithmen, Installation selbstlernender Einzelraumregelungs-Komponenten: mit sogenannten „Energy Harvesting“-Methoden werden raumintern Prozesse gesteuert, die das Präsenz-verhalten der Nutzer wochentag-genau abbilden und bei Abwesenheit die Räume um 4 Grad Kelvin absenken. **Details siehe „Nullemissions-Planung“**



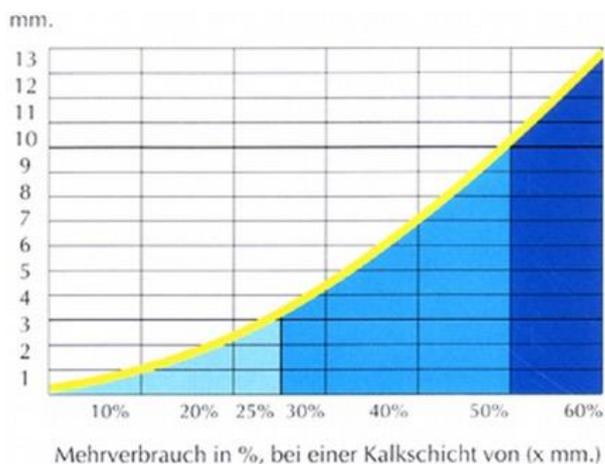
## 5.2.7 Variante 10: Einbau Solarelemente

Solaranlage siehe separater „Nullemissions-Planung“

## 5.2.8 Variante11: Kalkmanagement

Zusätzliche Maßnahmen dieser Variante:

Kalkmanagement Wirkungsgrad-Optimierung Heizwasser, **siehe separate „Nullemissions-Planung“**



Das Demonstrationszentrum ist offen für weitere Anwendungs-Partner.

## 5.3 Baubegleitung

Der Sachverständige Dipl. Ing. Eberhard Franke wird – als zertifizierter Energieberater nach BAFA und KfW - im Rahmen der Einbaumaßnahmen die Fachplanung, Baubegleitung und Abnahme der montierten Leistungen erbringen und deren fachgerechte Durchführung dokumentieren.

## 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 sind 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( $F_{xi}$ ):** Dimensionsloser Faktor zur Berechnung des Heizwärmebedarfs.

**Transmissionswärmeverlust (HT):** Er entsteht infolge der Wärmeableitung über die Umschließungsflächen beheizter Räume, wie Wände, Fußböden, Decken oder Fenster. Nach dem GEG 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 ( $H_t' / W/m^2K$ ) 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 Heizungsanlage eines Gebäudes zugeführt werden muss, damit sie den Heizwärmebedarf des Gebäudes decken kann. Die Heizenergie ist gleich der Heizwärme zuzüglich der Verluste in der Heizungsanlage und in der Verteilung.

**Trinkwasserwärmebedarf:** ist die Energiemenge, die zur Erwärmung dem Trinkwasser zugeführt werden muss. Verluste bei der Energieumwandlung (z. B. Verluste des Heizkessels), der Verteilung und sonstige technische Verluste sind nicht enthalten. Er wird bei einer Berechnung nach dem GEG pauschal mit  $12,5 \text{ kWh}/m^2a$  angesetzt. Dies entspricht in etwa einem Bedarf von 23 l pro Person und 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 (m<sup>3</sup> oder kWh) oder Strom (kWh) entsprechen. Für den Verbrauch bedeutet dies im Normalfall bei Wohngebäuden den Heiz- oder Warmwasserenergieverbrauch, wie er auf den Verbrauchsabrechnungen zu finden ist. Wie groß diese Energiemenge tatsächlich ist, hängt von den Lebensgewohnheiten der Gebäudebenutzer und den jeweiligen örtlichen Klimaverhältnissen ab.

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

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

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

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

**Kesselwirkungsgrad:** Die wesentlichen Verluste einer Kesselanlage entstehen durch, im Abgas mitgeführte Wärmeverluste (Abgasverluste), Oberflächenverluste des Heizkessels während des Brennerbetriebs. Diese ergeben zusammen den Kesselwirkungsgrad (Verhältnis von 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 zu Bestimmung des Wärmebedarfes eines Wohnraumes.

**Heizlast:** Unter Heizlast versteht man die zum Aufrechterhalt einer bestimmten Raumtemperatur notwendige Wärmezufuhr, sie wird in Watt angegeben. Die Heizlast

richtet sich nach der Lage des Gebäudes, der Bauweise der wärme übertragenden Gebäudeumfassungsflächen und dem Bestimmungszweck der einzelnen Räume. Nach der Heizlast richtet sich die Auslegung der Heizungsanlage.

**Bezugsfläche:** Die Bezugsfläche (Gebäudenutzfläche 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 löste damit die Wärmeschutzverordnung '95 ab. Diese begrenzt nun den Transmissionswärmebedarf etwa auf den Stand der vorherigen Niedrigenergiehausqualität und begrenzt zusätzlich den Primärenergiebedarf. Damit wird zusätzlich die Qualität der gesamten Heizungsanlage, der Warmwasserbereitung sowie die Effizienz der Bereitstellung des verwendeten Energieträgers berücksichtigt. Es wird also die gesamte Prozesskette von der Primärenergiegewinnung bis zur Wärmeübergabe im Raum betrachtet.

**GEG (GebäudeEnergieGesetz):** Am 01.11.2020 wurde die EnEV von dem GEG abgelöst, die Rechengrundlagen haben sich aber nicht geändert. Nur die Normen für die Versorgungstechnik wurden an den Stand der Technik aktualisiert.

**Referenzgebäude:** Das Referenzgebäude beschreibt den Neubaustandard nach EnEV / GEG. 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.