



Einleitung

Umgebinderhäuser sind Kleinode und prägen unsere Region.

Es ist bewundernswert, mit welchem Einsatz sich ein Großteil der Besitzer um eine denkmalgerechte Erhaltung oder Sanierung der Häuser bemüht. Dabei stößt jeder Bauherr früher oder später auf Fragen oder Probleme, für welche sich Beratungs- oder Planungsbedarf ergibt.

An der Hochschule Zittau/Görlitz, Fakultät Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen ist das Informationszentrum Umgebinderhaus etabliert (umgebinderhaus.hszg.de). Dessen Mitarbeiter stehen für Fragen rund um das Umgebinderhaus (Konstruktion, Holzschutz, Energetische Sanierung ...) zur Verfügung. In öffentlichen Vorträgen werden Themen aufgegriffen, die in den Beratungsgesprächen häufig diskutiert werden.

Zum Themenkomplex „Heizungsanlagen in Umgebinderhäusern gestern und heute“ fand am 17. Mai 2017 im Informationszentrum Umgebinderhaus eine Veranstaltung statt, die folgende Vorträge beinhaltete:

1. **"Historische Öfen in Umgebinderhäusern"**
Ofenbaumeister und Dipl.-Päd. Jürgen Cieslak
2. **"Möglichkeiten und Beispiele für zentrale Heizungsanlagen in Umgebinderhäusern"**
Freier Architekt Dipl.-Ing. Knut Wolf
3. **"Auswirkungen der Heizungsanlage auf den Energiebedarf von Umgebinderhäusern"**
Dr.-Ing. Liane Vogel

Im ersten Vortrag wurden die historischen Möglichkeiten der Heizung und Warmwasserbereitung in Umgebinderhäusern erläutert. An Hand von Beispielen wurde gezeigt, dass die wunderschönen historischen Öfen auch gegenwärtig als Baustein im Heizkonzept verwendet werden. Viele werden abgetragen und neu aufgebaut, manche sogar mit einem modernen Innenleben versehen.

Im zweiten Vortrag wurden Möglichkeiten der Nutzung von modernen Heizungsanlagen in Umgebinderhäusern aufgezeigt. An zwei Beispielen wurden Wärmepumpenanlagen beschrieben, die für Heizung und Warmwasser sorgen. Ein Schwerpunkt des Vortrages war die Wärmeübergabe in die Räume mittels Flächenheizungen. Es wurde wiederholt darauf hingewiesen, dass einer Heizungs- bzw. Sanierungsplanung immer eine fachlich fundierte Bauzustandsanalyse vorausgehen sollte, um die Schwachstellen in der Gebäudehülle zu erkennen und durch behutsame Sanierungsmaßnahmen zu entschärfen.

Der dritte Vortrag beinhaltete die Auswirkungen der Wahl der Anlagentechnik auf den Energiebedarf/Energieverbrauch von Umgebinderhäusern. An dieser Stelle wird die Textfassung des Vortrags "Auswirkungen der Heizungsanlage auf den Energiebedarf von Umgebinderhäusern" zur Verfügung gestellt.

Das Ziel der Veranstaltung bestand darin, den Bauherren die Scheu vor moderner Anlagentechnik in Kombination mit ihren Umgebinderhäusern zu nehmen. An Hand von Beispielen wurde veranschaulicht, dass Umgebinderhäuser, ob mit historischer Gebäudehülle oder bereits behutsam saniert, sehr wohl mit moderner Anlagentechnik ausgestattet werden können, und dass dadurch Heizkosten gespart werden können.

Auswirkungen der Anlagentechnik auf den Energiebedarf/Energieverbrauch von Umgebendehäusern

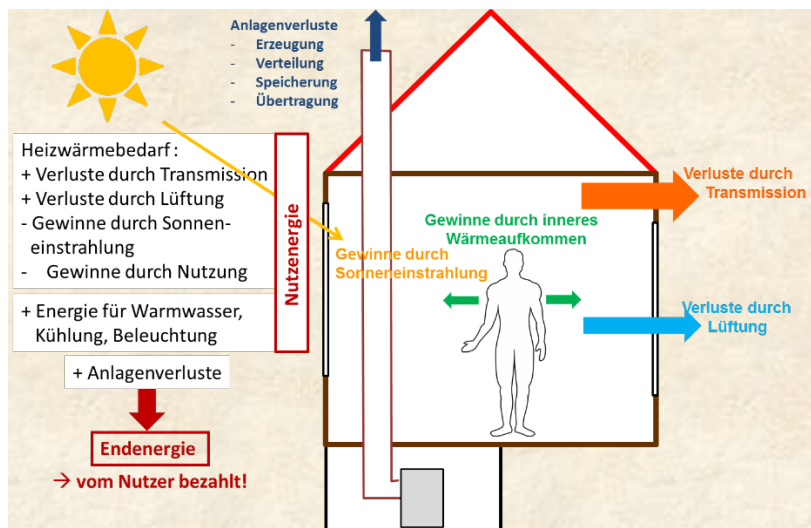
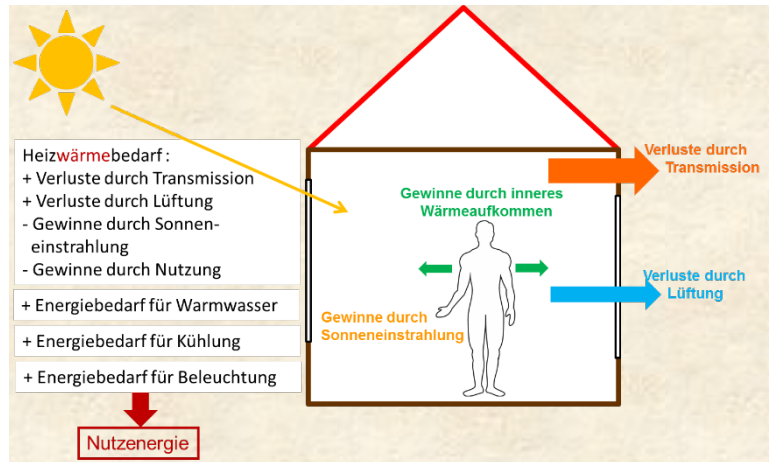
Dr.-Ing. Liane Vogel

1 Grundlagen

1.1 Nutzenergie-Endenergie-Primärenergie

Nutzenergie ist die Energie, die einem Gebäude zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf sowie den Energiebedarf für Warmwasserbereitung, Kühlung und Beleuchtung zu decken.

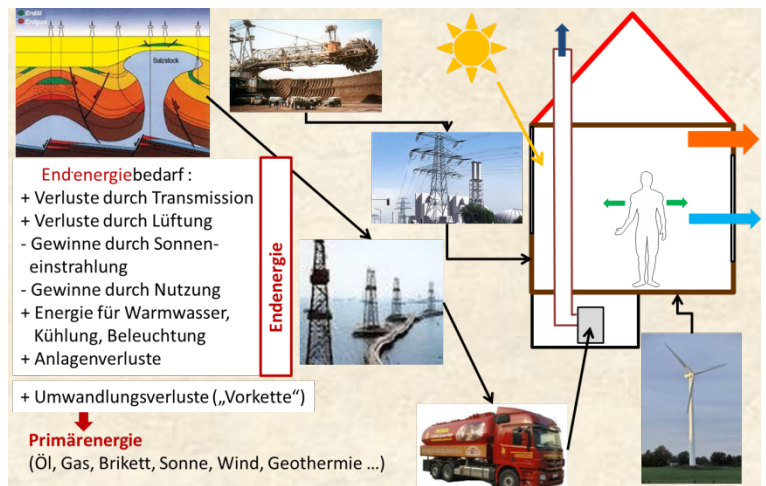
Der **Heizwärmebedarf** ist dabei die Differenz aus den Wärmeverlusten (Transmission und Lüftung) und den Wärmegewinnen (durch solare Einstrahlung und inneres Wärmeaufkommen).



Für die Nutzer ist die **Endenergie** von Bedeutung. Sie beinhaltet die Nutzenergie sowie die Verluste der Anlagentechnik (Verluste der Erzeugung, Verteilung, Speicherung, Übertragung im Gebäude). Der Aufwand für die Endenergie muss durch den Nutzer bezahlt werden. Seit Mai 2014 (EnEV 2013 [1]) muss der Aufwand an Endenergie in Immobilienanzeigen dargestellt werden. Ausnahmen gelten für denkmalgeschützte Gebäude.

Der Gesetzgeber fordert die Schonung der Ressourcen sowie eine Minimierung des CO₂-Ausstoßes. Deshalb wird die Verwendung fossiler Brennstoffe begrenzt, indem der Primärenergiebedarf begrenzt wird [1].

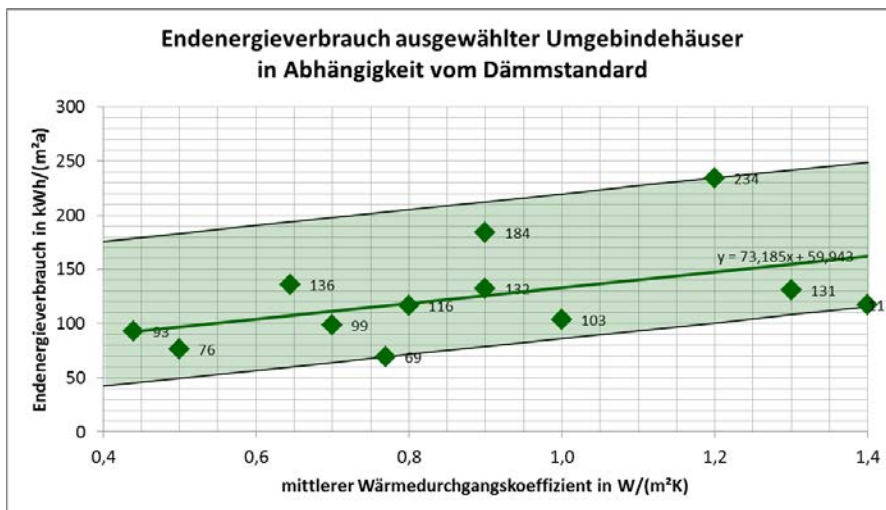
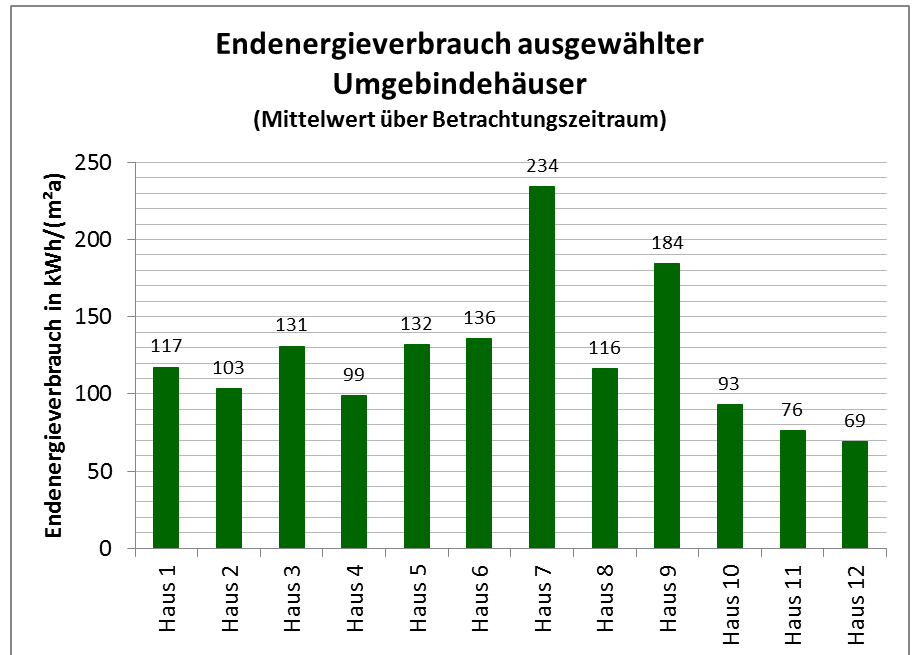
Primärenergie beinhaltet die Endenergie sowie die Verluste, die durch die Förderung, den Transport und die Umwandlung der fossilen Brennstoffe bis zum Gebäude entstehen (Verluste der „Vorkette“). Diese werden durch einen Primärenergiefaktor berücksichtigt. Er ist bei fossilen Brennstoffen größer als 1, d.h. es muss mehr Energie aus der Lagerstätte entnommen werden, als am Gebäude genutzt werden kann. Regenerative Energien (Sonne, Geothermie, Wind, nachwachsende Rohstoffe...) werden mit einem Primärenergiefaktor kleiner 1 berücksichtigt, so dass der Primärenergiebedarf kleiner als der Endenergiebedarf ist.



1.2 Energieverbrauch-Energiebedarf

Der tatsächliche Energieverbrauch für Heizung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung eines Gebäudes als Messwert unter realen Nutzungsbedingungen spiegelt zum großen Teil das Nutzerverhalten wider.

Untersuchungen an 12 ausgewählten Umgebinderhäusern (Werte teilweise aus [2]) zeigen eine große Spannweite zwischen 69 kWh/(m²a) und 234 kWh/(m²a).



Die Suche nach Zusammenhängen zwischen dem Dämmstandard der Gebäudehülle und dem Energieverbrauch zeigt ebenfalls, dass die Komfortansprüche und die Lebensweise der Bewohner den realen Energieverbrauch so stark beeinflussen, dass ein Vergleich der Gebäude und die Auswirkung der Sanierungsmaßnahmen und Anlagentechnik nicht allein an Hand der Verbrauchskennzahlen abzuleiten sind.

Der Dämmstandard wird für diese Betrachtung als flächengewogener Mittelwert der Wärmedurchgangskoeffizienten aller Bauteilflächen dargestellt.

Der für normierte Randbedingungen berechnete **Energiebedarf** [3] unterscheidet sich von den gemessenen realen Verbrauchswerten, erlaubt jedoch eine objektive Bewertung der Auswirkung von energetischen Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle und der Anlagentechnik. Außerdem ist der Energiebedarf der Gebäude untereinander sowie mit gesetzlichen Anforderungen vergleichbar.

2 Untersuchungsergebnisse für zwei ausgewählte Umgebendehäuser

In [2] wurde der Energieverbrauch für 12 Umgebendehäuser von 2005 bis 2008 in Abhängigkeit vom Dämmstandard untersucht. Diese Arbeit wurde für zwei ausgewählte Gebäude (Haus 12 und Haus 6) weitergeführt. Außerdem wurde für diese Umgebendehäuser der Energiebedarf nach [3] ermittelt. Um den Einfluss von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und der verwendeten Anlagentechnik zu verdeutlichen, wurden unterschiedliche Varianten untersucht.

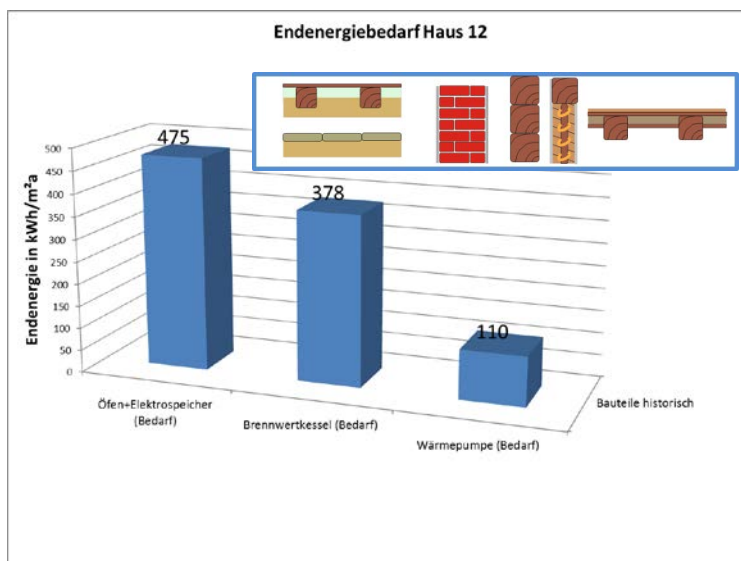
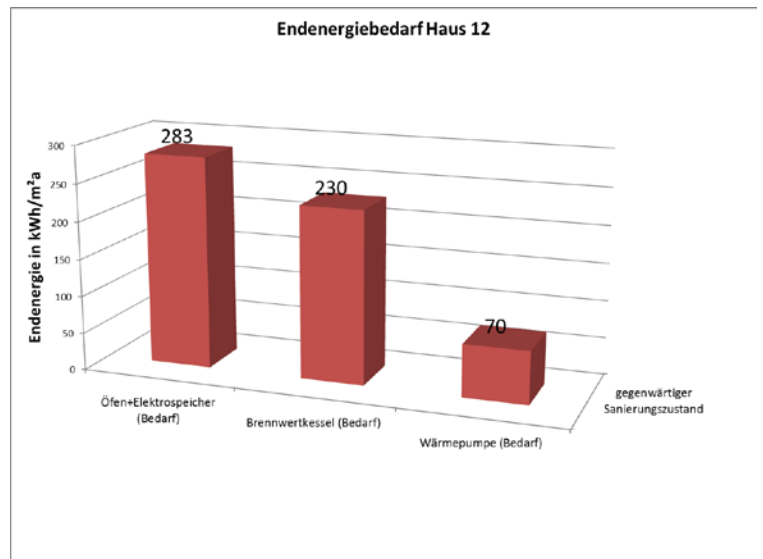
Haus 12:

Die Gebäudehülle wurde teilweise saniert. Die Fachwerkwände und eine Massivwand wurden mit 6 cm Holzfaserdämmstoff versehen. Außerdem wurde unter einige Fußbodenbereiche im Erdgeschoss eine Blähtonschüttung eingebracht. Es wurden größtenteils neue Holzverbundfenster ($U = 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) eingebaut. Die Heizung und Warmwasserbereitung erfolgt mit einem Brennwertkessel. Die Wärmeübertragung in die Räume wird mittels Sockelleistenheizung (Blockstube), Wandheizung und Heizkörpern realisiert.

Für diesen „Istzustand“ beträgt der errechnete Endenergiebedarf ca. $230 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Variantenrechnungen verdeutlichen den Einfluss der Sanierungsmaßnahmen sowie der Anlagentechnik auf den Endenergiebedarf:

Bei Beibehaltung der historischen Öfen und einer Warmwasserbereitung mittels Elektrospeicher wäre mit einem Endenergiebedarf von ca. $283 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ zu rechnen. Der Einsatz einer Wärmepumpenanlage reduziert den Endenergiebedarf auf ca. $70 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

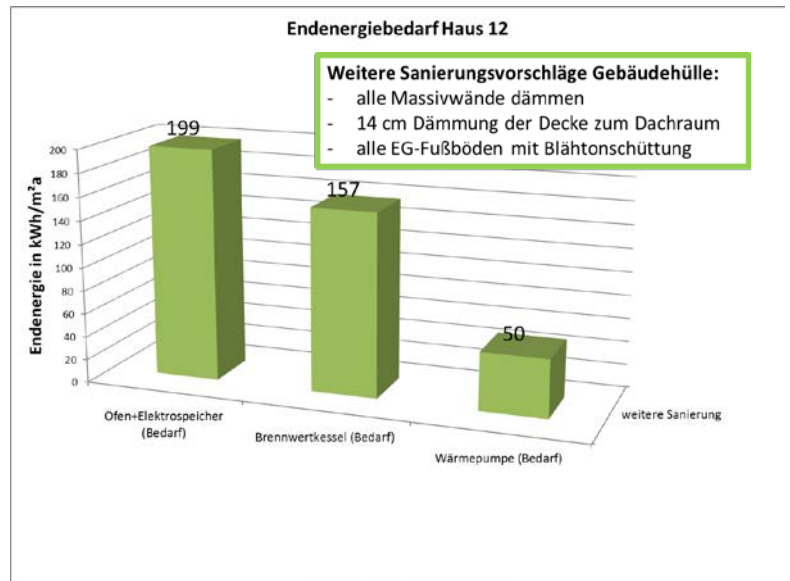


Wird lediglich die Anlagentechnik verändert, die Gebäudehülle jedoch in ihrer historischen Ausführung belassen, ergeben sich folgende Werte für den Endenergiebedarf:

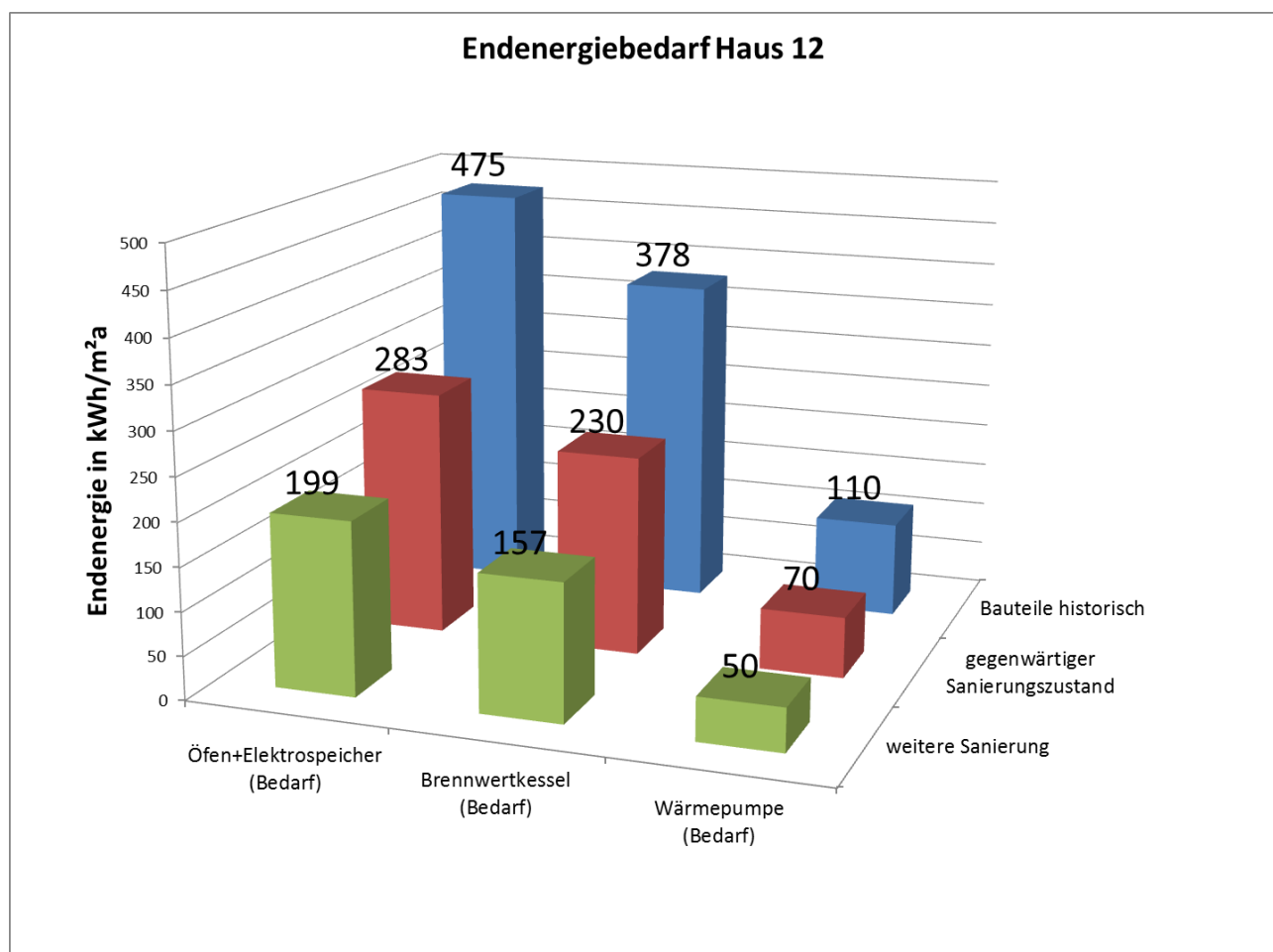
Öfen+Elektrospeicher:	ca. $475 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Brennwertkessel:	ca. $378 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
Wärmepumpe:	ca. $110 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Durch die Umsetzung weiterer Sanierungsmaßnahmen ergeben sich folgende Werte für den Endenergiebedarf:

Öfen+Elektrospeicher: ca. 199 kWh/(m²a)
Brennwertkessel: ca. 157 kWh/(m²a)
Wärmepumpe: ca. 50 kWh/(m²a)



Eine zusammenfassende Darstellung aller Varianten von historischer Gebäudehülle und historischer Anlagentechnik bis zu einer umfassenden Sanierung der Gebäudehülle und der Nutzung einer Wärmepumpenanlage verdeutlicht die Möglichkeiten der Reduzierung des Endenergiebedarfs:



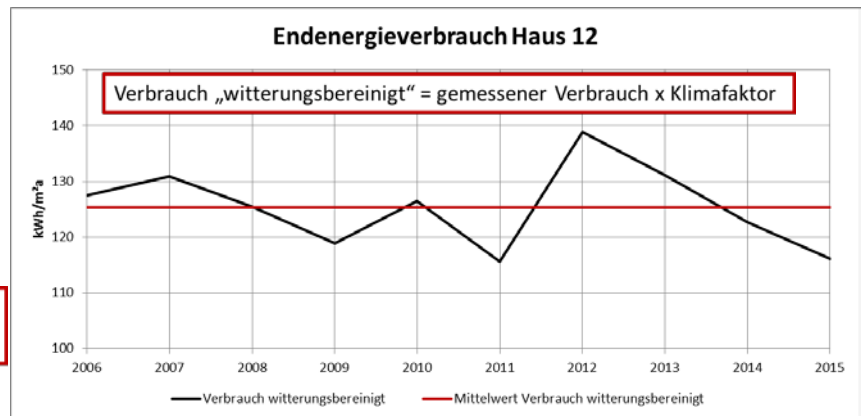
Es ist ersichtlich, dass das Zusammenspiel von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und moderner Anlagentechnik zur Reduzierung des Endenergiebedarfs um 90% auf ca. 10% führen kann.

Zu beachten ist jedoch, dass die Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik nicht zu Schäden am Gebäude führen dürfen, und dass bei Sanierungsvorhaben Auflagen des Denkmalschutzes zu beachten sind.

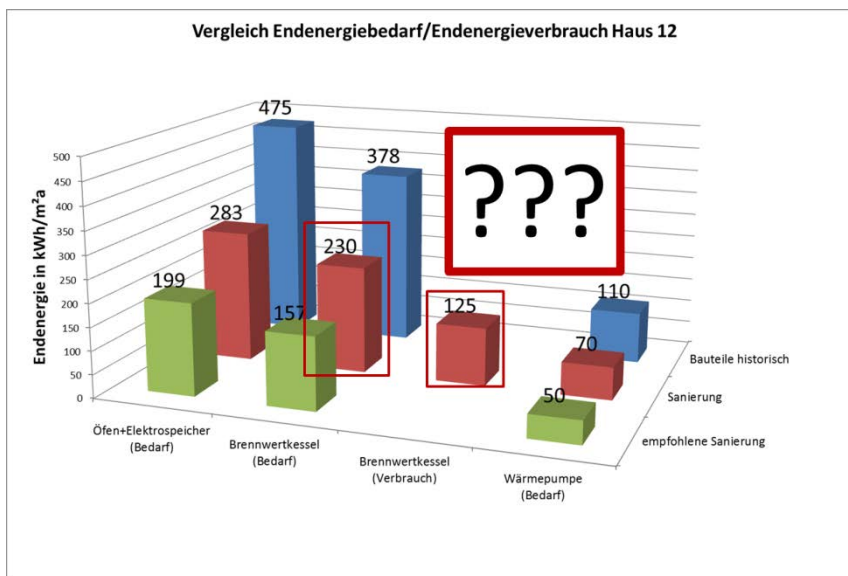
Der gemessene, witterungsbereinigte Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung schwankt über den Betrachtungszeitraum zwischen 116 kWh/(m²a) und 139 kWh/(m²a), der Mittelwert beträgt 125 kWh/(m²a).

Klimafaktoren vom Deutschen Wetterdienst:

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1,03	1,09	0,93	0,93	0,84	0,98	0,93	0,90	1,04	1,0



Vergleich Endenergiebedarf/Endenergieverbrauch Haus 12



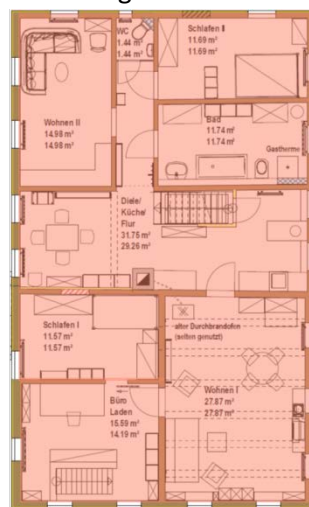
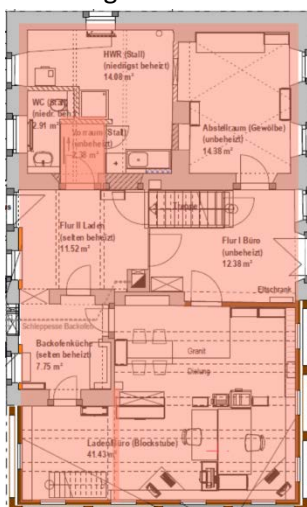
Der berechnete Endenergiebedarf (230 kWh/(m²a)) ist fast doppelt so hoch wie der gemessene Endenergieverbrauch (125 kWh/(m²a)).

Dies ist durch die Heizgewohnheit der Nutzer erklärbar.

Angenommenes Heizverhalten für die Berechnung des Endenergiebedarfs:

Erdgeschoss

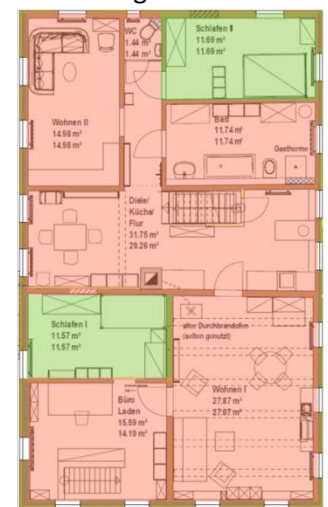
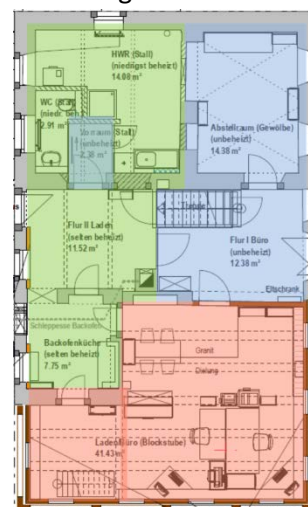
Obergeschoss



Tatsächliches Heizverhalten für die Messung des Endenergieverbrauchs:

Erdgeschoss

Obergeschoss



beheizt niedrig/selten beheizt unbeheizt

beheizt niedrig/selten beheizt unbeheizt

Wohngebäude werden üblicherweise als eine beheizte Zone berechnet, für die eine einheitliche Raumtemperatur angenommen wird. Tatsächlich wird das betrachtete Gebäude jedoch in großen Bereichen niedrig, selten oder nie beheizt. (Zeichnung der Grundrisse für Erd- und Obergeschoss: Freie Architektin Kerstin Richter, Weifa)

Haus 6:

Die historische Gebäudehülle mit einem mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten von $1,41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ wurde in zwei zusammenfassbaren Teilschritten saniert:

- Bis zum Jahr 2011 wurden Instandsetzungsarbeiten durchgeführt und einzelne Dämmmaßnahmen vorgenommen:

- * Steinwolleaußendämmung an der Blockstubenwand
- * Außendämmung ausgewählter Fachwerkwände (mit Verschalung) mit 8 cm Mineralfaser
- * Neuaufbau ausgewählter Massivwände mit Porenbeton, Dämmung ausgewählter Massivwände mit Steinwolle
- * Neuaufbau der Bodenplatte mit Dämmung).

Dadurch verringerte sich der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient auf $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{a})$.

- In den Jahren 2011 bis 2015 wurden weitere Dämmmaßnahmen realisiert:

- * 18 cm Wärmedämmung auf Decke zum unbeheizten Dachraum
- * 5 cm Holzfaserinnendämmung an ausgewählte Fachwerkwände
- * Austausch ausgewählter Fenster

Dadurch verringerte sich der mittlere Wärmedurchgangskoeffizient auf $0,54 \text{ W}/(\text{m}^2\text{a})$.

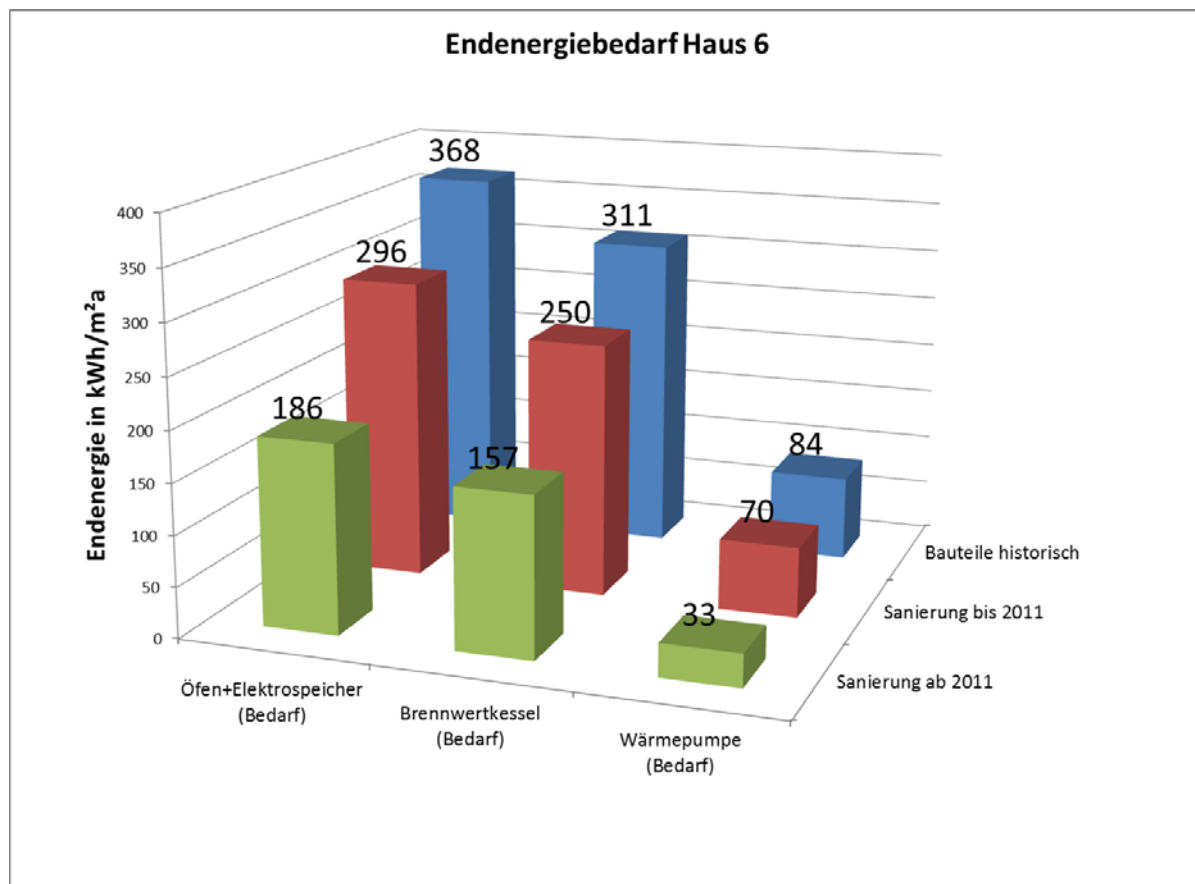
Die Heizung und Warmwasserbereitung erfolgt mit einem Brennwertkessel. Die Wärmeübertragung in die Räume wird mittels Fußbodenheizung (Erdgeschoss) und Wandheizung (Obergeschoss) realisiert.

Für den derzeitigen Zustand beträgt der errechnete Endenergiebedarf ca. $157 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

Variantenrechnungen verdeutlichen den Einfluss der Sanierungsmaßnahmen sowie der Anlagentechnik auf den Endenergiebedarf:

Bei Beheizung der historischen Gebäudehülle mittels Öfen und Warmwasserbereitung mittels Elektrospeicher beträgt der Endenergiebedarf ca. $368 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Durch die derzeit ausgeführte Sanierung der Gebäudehülle verringert sich der Endenergiebedarf bei Beibehaltung der historischen Anlagentechnik auf ca. $186 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.

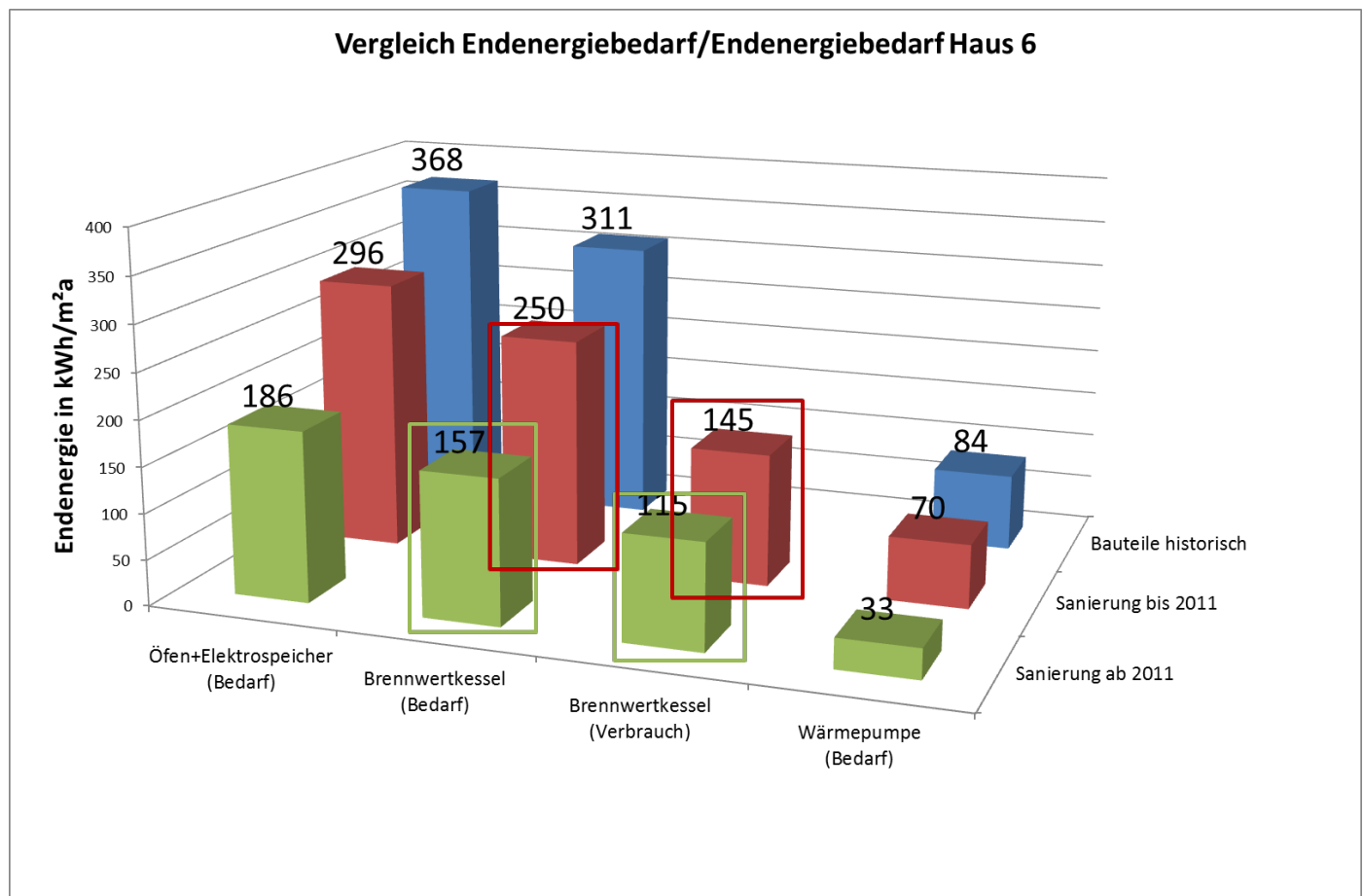
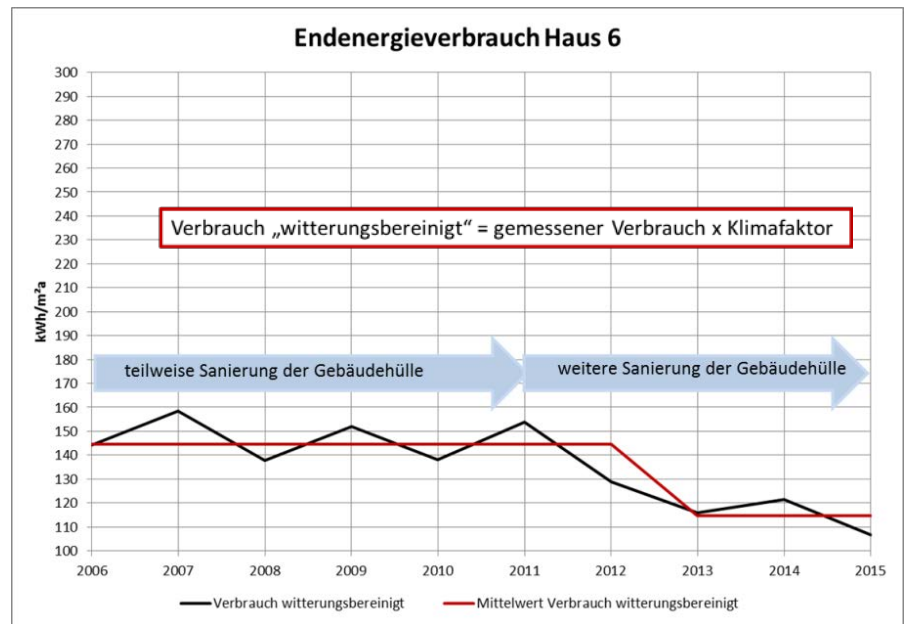
Die Sanierung der Gebäudehülle und der Einsatz einer Wärmepumpenanlage reduziert den Endenergiebedarf auf ca. $33 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.



Es ist ersichtlich, dass das Zusammenspiel von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und moderner Anlagentechnik zur Reduzierung des Endenergiebedarfs um 91% auf ca. 9% führen kann.

Der gemessene, witterungsbereinigte Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasserbereitung schwankt bis 2011 zwischen 138 kWh/(m²a) und 158 kWh/(m²a), der Mittelwert beträgt 145 kWh/(m²a).

Die Dämmmaßnahmen nach 2011 reduzieren den Endenergieverbrauch auf durchschnittlich 115 kWh/(m²a).



Der berechnete Endenergiebedarf 2011 (250 kWh/(m²a)) ist fast doppelt so hoch wie der gemessene Endenergieverbrauch (145 kWh/(m²a)). Nachdem weitere Dämmmaßnahmen realisiert wurden, nähern sich Endenergiebedarf (157 kWh/(m²a)) und Endenergieverbrauch (115 kWh/(m²a)) weiter an.

4 Zusammenfassung

1. Es wird unterschieden zwischen
 - **Nutzenergie** (Heizwärme in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Gebäudehülle + Energie für Warmwasser, Beleuchtung und Kühlung)
 - **Endenergie** (Nutzenergie + Anlagenverluste) → **vom Nutzer bezahlt**
 - **Primärenergie** (Endenergie + Verluste der „Vorkette“) → **vom Gesetzgeber begrenzt**
2. An Hand von Berechnungen kann der Energiebedarf prognostiziert und der Einfluss von Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle bzw. der Anlagentechnik abgeschätzt werden.
3. Der tatsächliche Energieverbrauch wird zu großen Teilen vom Nutzerverhalten beeinflusst. Errechneter Bedarf und gemessener Verbrauch nähern sich an, wenn der Wärmeschutz eines Gebäudes hoch ist. Die Genauigkeit von Prognosen zum Energiebedarf steigt.
4. Der Energiebedarf oder Energieverbrauch eines Gebäudes ist von der **Kombination** aus Eigenschaften der **Gebäudehülle** und Effizienz der **Anlagentechnik** abhängig.

5. Sollen Bauteile erneuert oder verändert werden, sollten behutsame, dem Gebäude zuträgliche Dämmmaßnahmen in Betracht gezogen werden. Sorgfältige Planung verhindert Schäden durch Sanierungsfehler.

6. Umgebinderhäuser und moderne Anlagentechnik schließen sich nicht aus! Der Einsatz regenerativer Energieträger vermindert den Endenergiebedarf bzw. den Primärenergiebedarf drastisch.

Literatur:

- [1] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV November 2013)
- [2] Heil, Julia: Energieverbrauchsanalyse von Umgebinderhäusern, Diplomarbeit Hochschule Zittau/Görlitz 2009
- [3] DIN V 18599-2: Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen,