

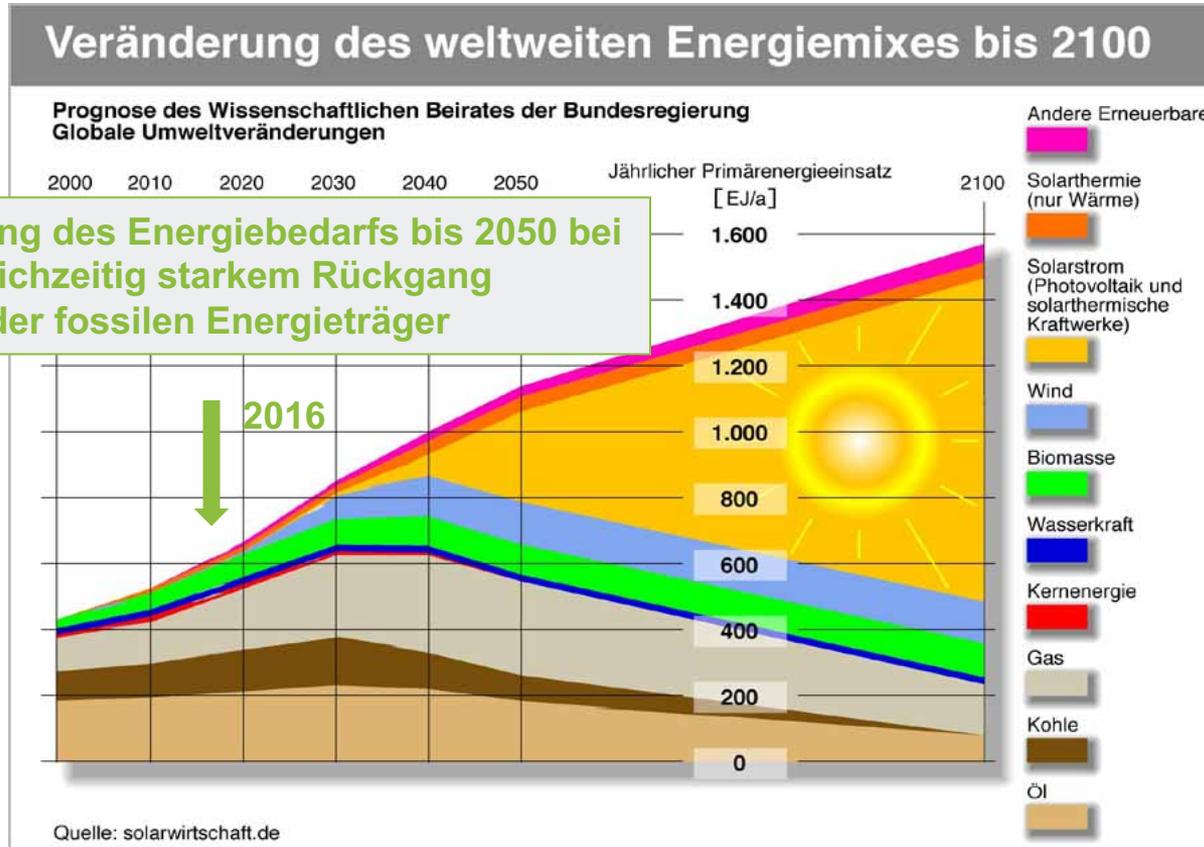
KOMMUNALE ENERGIEBERATUNG
GEMEINDE EITORF
Gemeinschaftsgrundschule Brückenstraße

Dipl.-Ing. Elisabeth Scholdra
B. Eng. Sascha Rühliger

AGENDA

- ❖ Aktuelle Entwicklung der Energieversorgung und Hintergründe
- ❖ Vorkehrungen vom Bund
- ❖ Energieberatung Gemeinschaftsgrundschule
- ❖ Diskussion

ENTWICKLUNG ENERGIEVERSORGUNG



RISIKO ENERGIEVERSORGUNG!

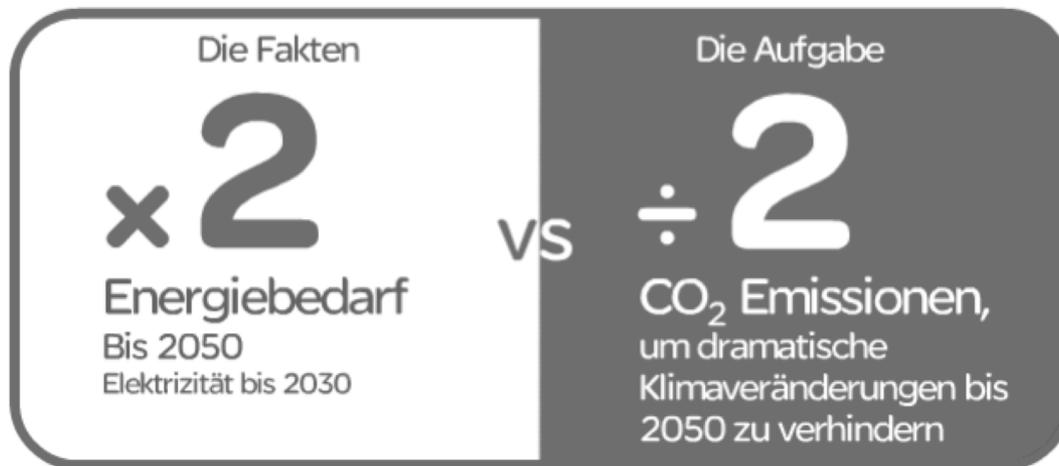
Bevölkerungszahl → Lebensstandard → Primärenergiebedarf

- ❖ Bei moderatem Wirtschaftswachstum wird sich der Primärenergiebedarf bis 2050 verdoppeln!
(Quelle: Prof. Dr. Dietrich Pelte, Universität Heidelberg)
- ❖ Im Wesentlichen verursacht durch wirtschaftliche Entwicklung in den heutigen Wirtschaftsnationen sowie der Entwicklungs- und Schwellenländer
(→ Sprung Indien und China von Entwicklungsländern zu Industrienationen)

Ursachen des Energiebedarfsanstiegs: (Sicherung) Wirtschaftswachstum!

→ Risiko zur Gewinnung von Rohstoffen wird immer höher!

Keine schnelle Lösung für das Energie-Dilemma



Quelle: IEA 2007

Quelle: IPCC 2007, Zahlen (im Vergleich zu 1990)

LÖSUNGEN

- ❖ Begrenzung des Primärenergiebedarfs:

- ❖ (geringeres Wirtschaftswachstum)

- ❖ 3E Strategie: **E**rneuerbare Energie
Energiesparen (passiv)
Energieeffizienz (aktiv)

- ❖ EU Ziel: 20-20-20 bis zum Jahr 2020:

- +20% Energieeffizienz

- 20% CO2 Emissionen

- 20% Erneuerbare Energien

- ❖ Dialogprozess zum Klimaschutzplan 2050:

„In Deutschland wollen wir die weiteren Reduktionsschritte [...] bis zum Zielwert von 80 bis 95 Prozent [weniger Treibhausgasemissionen als 1990] im Jahr 2050 festschreiben und in einem breiten Dialogprozess mit Maßnahmen unterlegen (Klimaschutzplan).“

WIRTSCHAFTLICHKEIT

Qualitativer Vergleich

Mehrkosten für fossile Energien sind volkswirtschaftlich verloren, sie fließen als Kaufkraft ab.

- ❖ Reale Mehrkosten
- ❖ über 100 Milliarden Euro Ausgaben für Uran, Kohle, Gas und Erdöl in Deutschland

„Mehrkosten“ für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz fließen in die Volkswirtschaft.

- ❖ Fiktive Mehrkosten
- ❖ binnenwirtschaftlicher Effekt, d.h. Kaufkraftbindung

AGENDA

- ❖ Aktuelle Entwicklung der Energieversorgung und Hintergründe DIN EN 16247-1
- ❖ **Vorkehrungen vom Bund**
- ❖ Energieberatung Gemeinschaftsgrundschule
- ❖ Diskussion

Welche Vorkehrungen trifft der Bund?

**Nationale Umsetzung des EDL-G
Energieaudit DIN 16247-1
Energiekonzepte für Kommunen**

Art. 8: Energieaudits und Energiemanagementsysteme, Abs. 4:

„Die Mitgliedstaaten stellen sicher, dass Unternehmen, die **kein KMU** sind, Gegenstand eines Energieaudits sind, das bis zum 5. Dezember 2015 und mindestens **alle vier Jahre** nach dem vorangegangenen Energieaudit in unabhängiger und kostenwirksamer Weise von qualifizierten und/oder **akkreditierten Experten** durchgeführt oder nach innerstaatlichem Recht von unabhängigen Behörden **durchgeführt und überwacht** wird.“



Stellungnahme der Regierung zur Umsetzung der EED vom 06.10.14

„**Noch in nationales Recht umzusetzen sind die folgenden Regelungen der EU-Energieeffizienzrichtlinie: Art. 8, Abs. 4 bis 7** (...). Seitens der Bundesregierung ist vorgesehen, die in Art. 8, Abs. 4 bis 7 der Richtlinie enthaltene Verpflichtung von Unternehmen zur Durchführung von Energieaudits (...) in innerstaatliches Recht umzusetzen.

Ein entsprechender Gesetzesentwurf* wird derzeit innerhalb der Bundesregierung abschließend abgestimmt. Ein Konsultationsprozess mit Verbänden, Organisationen, Unternehmen und anderen Fachkreisen sowie eine Anhörung der Länder wurden bereits durchgeführt. Nach Beschluss des Gesetzesentwurfs durch das Bundeskabinett soll zeitnah die parlamentarische Befassung erfolgen.“



auch kommunale Gesellschaften betroffen!

HINTERGRUND AUDITPFLICHT KOMMUNALER EIGENBETRIEBE

„kommunale Eigenbetriebe mit mehr als 25% Beteiligung der öffentlichen Hand unterliegen nach dem Energiedienstleistungsgesetz der Pflicht, ein Energieaudit nach DIN 16247-1:2012 bis zum **5. Dezember 2015 durchzuführen**. Ausgenommen sind Betriebe mit überwiegend hoheitlichen Aufgaben, Betriebe der Land- und Forstwirtschaft sowie Kleinstbetriebe (unter 10 Mitarbeiter und Jahresbilanzsumme unter 2 Mio. €).

Bei Nichteinhalten der gesetzlichen Pflicht drohen Strafen von bis zu 50.000 Euro pro Betrieb. Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) wird stichprobenartig 20% der betroffenen Unternehmen nach dem 05.12.2015 überprüfen. **Grundsätzlich sind alle wirtschaftlichen Unternehmen der Gemeinde betroffen, die den BgABegriff (Betrieb gewerblicher Art) erfüllen**. Nicht betroffen ist bspw. die Abwasserbeseitigung. Es verbleiben aber **insbesondere Versorgungsbetriebe (Wasser, Strom, Gas, Wärme), öffentliche Verkehrsbetriebe, Hafenbetriebe, Kur- und Bäderbetriebe, Altenheime, Museen, Volkshochschulen, Messehallen, Schwimmbäder, Mineralwasserbetriebe, Wohnungsbauunternehmen** etc. in der Pflicht, ein Audit durchzuführen.

GELTUNGSBEREICHE



ZIEL & GRENZEN

- » Systematische Untersuchung des Energieeinsatzes und -verbrauchs
- » Verbesserung der Energieeffizienz
- » Verringerung des Energieverbrauchs
- » Die DIN 16247 ist kein Managementsystem und nicht zertifizierbar.
- » Sie hilft nicht, einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess aufrecht zu erhalten.

ENERGIEBERATUNG FÜR NICHTWOHNGBÄUDE VON KOMMUNEN

Ziel des Förderprogramms ist es, kommunalen Gebietskörperschaften, deren Eigenbetrieben, Unternehmen mit mehrheitlich kommunalem Gesellschafterhintergrund sowie gemeinnützigen Organisationsformen geförderte Energieberatung zugänglich zu machen und **wirtschaftlich sinnvolle Investitionen in die Energieeffizienz** aufzuzeigen. Gefördert wird die Energieberatung zur Erstellung eines **energetischen Sanierungskonzepts von Nichtwohngebäuden**, entweder in Form eines Sanierungsfahrplans oder in Form einer umfassenden Sanierung. Zudem wird **die Neubauberatung für Nichtwohngebäude** gefördert.

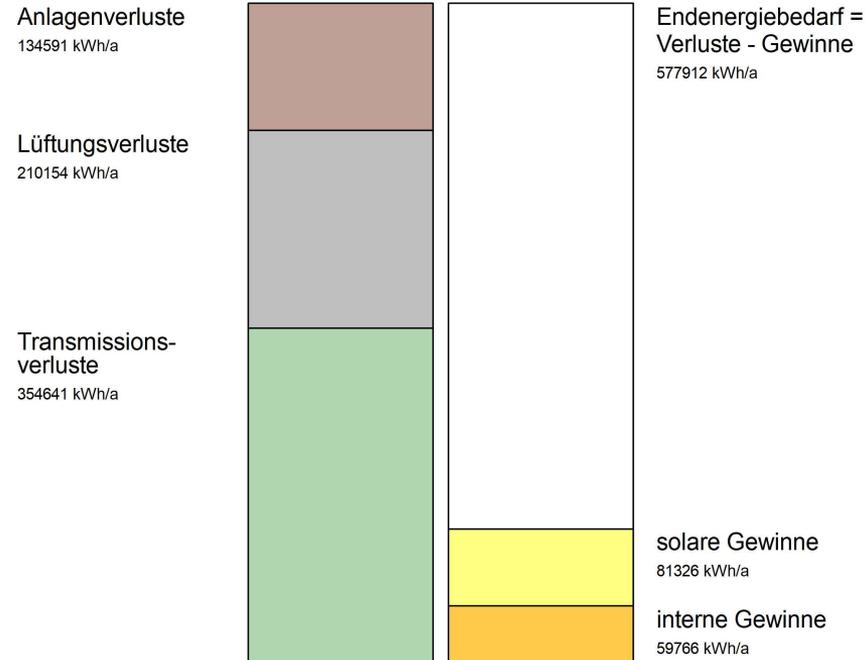
AGENDA

- ❖ Aktuelle Entwicklung der Energieversorgung und Hintergründe DIN EN 16247-1
- ❖ Vorkehrungen vom Bund
- ❖ **Energieberatung Gemeinschaftsgrundschule**
- ❖ Diskussion

ENERGIEBILANZ

- ❖ Energiebilanz für die Raumwärme aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten aus:
 - ❖ Gebäudehülle
 - ❖ Anlagentechnik
- ❖ Energiebilanz gibt Aufschluss über die größten Einsparpotenziale der untersuchten Gebäude

ENERGIEBILANZ



TRANSMISSIONSVERLUSTE

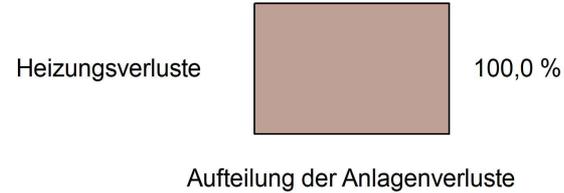
- ❖ Der **Transmissionswärmeverlust** ist eine der Verlustleistungen, die bei einem beheizten Gebäude durch Energieabgabe an die Umgebung entsteht.
- ❖ Die Höhe ist u.a. abhängig von der Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Baumaterialien bzw. Bauteile.

TRANSMISSIONSVERLUSTE

- ❖ Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom).



Aufteilung der Transmissionsverluste



BEWERTUNG DES GEBÄUDES

- ❖ Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des:
 - ❖ **jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 218 kWh/m²a.**
- ❖ Der Primärenergiebedarf (Q_p) beschreibt die Energiemenge, die zur Deckung des Endenergiebedarfs benötigt wird.
- ❖ Dabei ist auch die zusätzliche Energiemenge zu berücksichtigen, die durch zeitlich oder örtlich vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Systems 'Gebäude' bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der eingesetzten Brennstoffe entsteht.

BEWERTUNG DES GEBÄUDES

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a



SANIERUNG DES GEBÄUDES, SCHWACHSTELLENANALYSE

Die Analyse der Energie - und Gebäudedaten benennt folgende Schwachstellen:

- ❖ **Fenster:**
Aufgrund des Alters der Fenster stellen diese zum Teil einen erheblichen Faktor des gesamten Wärme- bzw. Energieverlusts des Gebäudes dar. Die U-Werte der Fensterflächen betragen z.T. einen über 3-fachen Wert der EnEV-Vorgaben für den Sanierungsfall.
- ❖ **Oberste Geschosdecke:**
Die oberste Geschosdecke im Bestand hat laut Übersicht der U-Werttabelle einen mehr als 3-fachen höheren Wert als die EnEV-Anforderungen für den Sanierungsfall vorgeben. Die oberste Geschossfläche stellt damit in diesem Zustand einen erheblichen Faktor des gesamten Wärme- bzw. Energieverlusts dar. Die oberste Geschoßdecke der OGTS hat einen etwas erhöhten U-Wert als die EnEV-Vorgaben für den Sanierungsfall.

SANIERUNG DES GEBÄUDES, SCHWACHSTELLENANALYSE

❖ **Dach Bestand:**

Da der bisher nicht gedämmte Dachboden des Bestands als Raumreserve für die Nutzung der Schule angesehen werden kann, ist es sinnvoll, eine Zwischensparrendämmung einzubauen sowie die Giebelwand zu dämmen.

Da der unbeheizte Dachboden bisher nicht innerhalb der beheizten Gebäudehülle lag, fällt bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung zu dieser Maßnahme die Amortisation entsprechend negativ aus.

Faktisch ergibt sich aber natürlicherweise eine Energieeinsparung und volle Nutzungsmöglichkeit für den Dachboden.

❖ **Kellerdecke Bestand:**

Die Kellerdecke hat einen 5-fach höheren U-Wert als die EnEV-Vorgaben für den Sanierungsfall und trägt somit zum Energieverlusts des gesamten Gebäudes bei.

SANIERUNG DES GEBÄUDES, SCHWACHSTELLENANALYSE

❖ **Fassade Bestand:**

Die Außenwand hat einen mehr als 5-fach höheren U-Wert als die EnEV-Vorgaben für den Sanierungsfall und stellt somit einen Anteil am Gesamt-Energieverlusts des gesamten Gebäudes dar.

❖ **Heizungsanlage:**

Überprüfung der Übergabe und Verteilung der erzeugten Wärme. Aufgrund des Alters der installierten Heizungsanlage ist hier keine Sanierung zwingend erforderlich.

❖ **Warmwassererzeugung:**

Das Warmwasser wird über veraltete Durchlauferhitzer und Untertischgeräte erzeugt.

❖ **Beleuchtung Bestand und OGTS:**

Die bisherige Beleuchtung erfolgt überwiegend mit T8-Leuchtstoffröhren (58 W) im Bestandsgebäude (Altbau, Neubau, Verwaltung) bzw. T5-Leuchtstoffröhren (49 W) in der OGTS. Im Vergleich zu entsprechender LED-Beleuchtung besteht ein Einsparpotenzial.

SANIERUNGSFAHRPLAN / HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- ❖ Aufgrund des jetzigen Zustandes des Gebäudekomplexes und unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und bautechnischen Durchführbarkeit von Maßnahmen bieten sich folgende Sanierungsvarianten an:
 - ❖ **Variante 1: Fenstertausch - Bestand (Altbau, Neubau, Verwaltung)**

Aufgrund des Zustandes der Fenster und deren schlechten wärmedämmenden Eigenschaften wird empfohlen alle Fenster gegen entsprechend - gemäß EnEV-Anforderungen - neue Fenster auszutauschen.
 - ❖ **Variante 2: Fenstertausch - OGTS (Forum, 4 Klassenräume)**

Aufgrund des Zustandes der Fenster und deren schlechten wärmedämmenden Eigenschaften wird empfohlen alle einfachverglasten Fenster gegen entsprechend - gemäß EnEV-Anforderungen - neue Fenster auszutauschen.
 - ❖ **Variante 3: Dämmung oberste Geschossdecke - Bestand**

Da die oberste Geschossdecke in ihrem jetzigen Zustand erheblich zu den Energieverlusten beiträgt, wird empfohlen die Sanierung entsprechend den EnEV-Anforderungen durchzuführen.

SANIERUNGSFAHRPLAN /HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

❖ **Variante 4: Zwischensparrendämmung - Bestand**

Sollte der Dachraum in Zukunft genutzt werden, sollte das Dach entsprechend der EnEV-Anforderungen saniert werden, da dieses im jetzigen Zustand erheblich zu den Energieverlusten beitragen würde.

❖ **Variante 5: Dämmung oberste Geschossdecke - OGTS**

Da die oberste Geschossdecke in ihrem jetzigen Zustand erheblich zu den Energieverlusten beiträgt, wird empfohlen die Sanierung entsprechend den EnEV-Anforderungen durchzuführen.

❖ **Variante 6: Dämmung der Kellerdecke - Bestand**

Da die Kellerdecke in ihrem jetzigen Zustand erheblich zu den Energieverlusten beiträgt, wird empfohlen die Sanierung entsprechend den EnEV-Anforderungen durchzuführen.

SANIERUNGSFAHRPLAN / HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

❖ **Variante 7: Dämmung der Fassade - Bestand**

Da die Fassade in ihrem jetzigen Zustand erheblich zu den Energieverlusten beiträgt, wird empfohlen die Sanierung entsprechend den EnEV-Anforderungen durchzuführen.

❖ **Variante 8: Hydraulischer Abgleich**

Zur Optimierung der Heizungsanlage wird ein hydraulischer Abgleich empfohlen, welcher sicherstellt, dass alle Heizkörper jederzeit mit der richtigen Menge an Heizwasser versorgt werden. Die Wärme wird so im gesamten Gebäude gleichmäßig verteilt.

❖ **Variante 9: Paket Bestand (Fenster; Dämmung oberste Geschossdecke, Keller, Fassade; hydr. Abgleich)**

Es wird empfohlen, Variante 1, 3, 6, 7 und 8 zu einem Maßnahmenpaket zusammenzufassen und in einem Zuge durchzuführen.

SANIERUNGSFAHRPLAN / HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

❖ **Variante 10: Paket OGTS (Fenster; Dämmung oberste Geschossdecke; hydr. Abgleich)**

Es wird empfohlen, Variante 2, 5 und 8 zu einem Maßnahmenpaket zusammenzufassen und in einem Zuge durchzuführen.

❖ **Variante 11: Beleuchtungssanierung - Bestand**

Austausch der bestehenden T8-Leuchtstoffröhren (58 W) mit EVG gegen LED-Leuchten (24 W).

❖ **Variante 12: Beleuchtungssanierung - OGTS**

Austausch der bestehenden T5-Leuchtstoffröhren (49 W) mit EVG gegen LED-Leuchten (26 W).

SANIERUNGSFAHRPLAN / HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- ❖ Je nach Verfügung der finanziellen Mittel des Gebäudeeigentümers können die Varianten 1 bis 12 jeweils einzeln bzw. auch zeitlich voneinander unabhängig durchgeführt werden.
- ❖ Falls nur eine Sanierungsvariante zum Zuge kommt bzw. in größeren zeitlichen Abständen diese durchgeführt werden, empfehlen wir folgende Priorität:

1. Fensteraustausch Bestand / Sanierungsvariante 1

2. Dämmung der obersten Geschoßdecke im Bestand bzw. Einbau der Zwischensparrendämmung/Sanierungsvariante 4

3. Dämmung der Kellerdecke im Bestand / Sanierungsvariante 6

SANIERUNGSFAHRPLAN /HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- ❖ Weiterhin ist die Übergabe und Verteilung der erzeugten Wärme zu überprüfen bzw. zu verbessern mit Hilfe der Durchführung eines hydraulischen Abgleichs. Mit der Durchführung eines hydraulischen Abgleichs lassen sich in der Regel 5% an Brennstoffkosten und Endenergiebedarf einsparen. Da die Investitionskosten in der Regel gering sind, ist die Durchführung einer solchen Maßnahme außerordentlich effektiv.
- ❖ Die veralteten Geräte zur Warmwassererzeugung sind gegen technisch neuere auszutauschen.
- ❖ Die Sanierung der Beleuchtungsanlagen sollte so wie beschrieben durchgeführt werden.
- ❖ Geprüft werden sollte auch der Einsatz einer Photovoltaikanlage aus statischer Sicht. Der selbsterzeugte Strom kann tagsüber die Beleuchtungsanlage und die elektrischen Geräte zur Warmwassererzeugung versorgen.

SANIERUNGSFAHRPLAN /HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- ❖ Sollte es jedoch zu einer grundlegenden und nachhaltigen Sanierung des Gebäudes kommen, werden die Maßnahmenpakete Variante 9 und 10 empfohlen.
- ❖ Aufgrund dieser Maßnahmen verringert sich die Heizlast des Gebäudes, was den Austausch des Wärmeerzeugers unter Umständen erfordert bzw. sinnvoll macht. Dabei könnte dann auch die Variante Wärmepumpe in bivalenter Betriebsweise untersucht werden.

EINDRÜCKE DER BEGEHUNG

- ❖ Fenster veraltet, Lebensdauer überschritten
- ❖ Dachfläche ungenutzt, sanierungsbedürftig
- ❖ Kellerdecke ungedämmt
- ❖ Oberste Geschossdecke sanierungsbedürftig
- ❖ Beleuchtung überwiegend ineffizient

VARIANTE 1: FENSTERTAUSCH - BESTAND

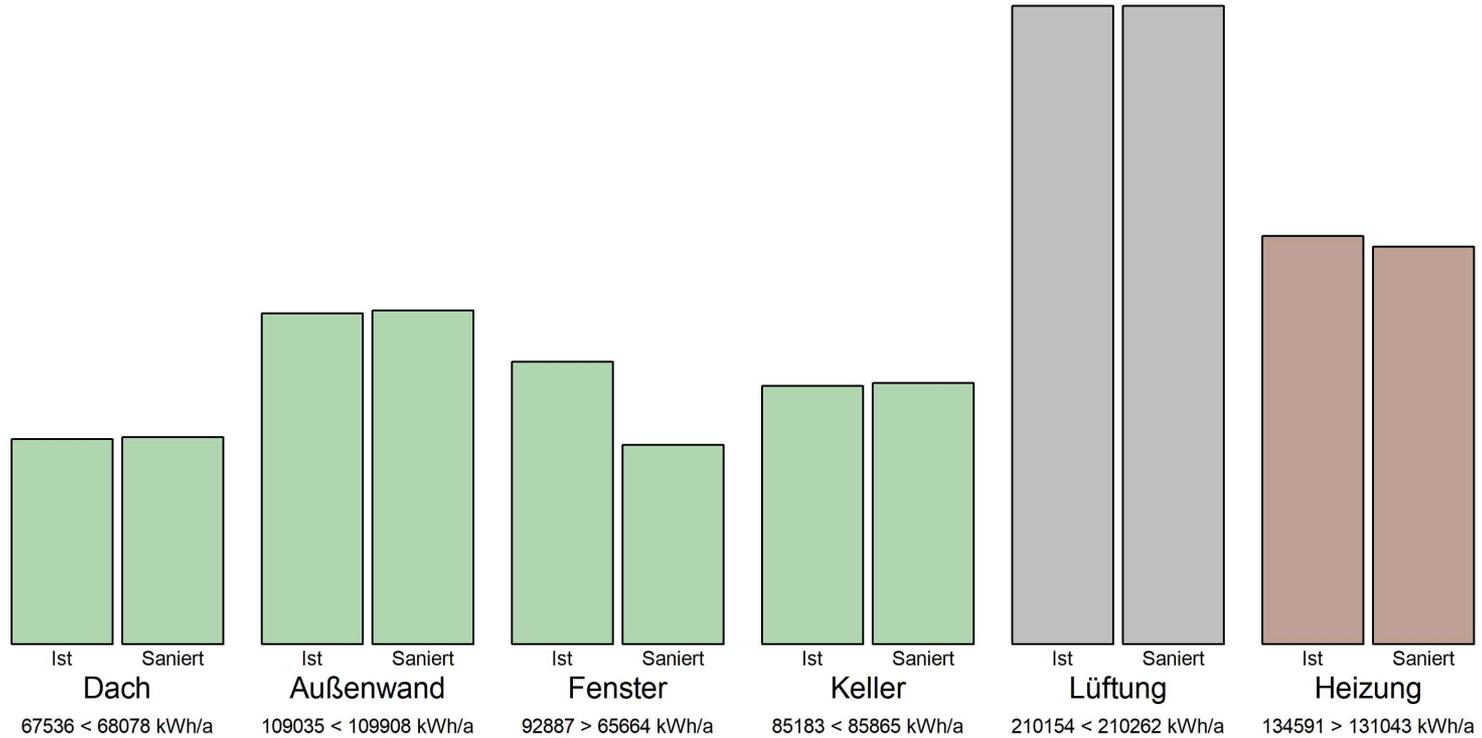
❖ Modernisierung der Gebäudehülle

- ❖ Einbau von **Fenstern mit Wärmeschutzverglasung**. Der dabei zu erreichende U-Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ist die Vorgabe der geltenden EnEV für den Anwendungsfall der Sanierung.

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **3 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 1: FENSTERTAUSCH - BESTAND



VARIANTE 1: FENSTERTAUSCH - BESTAND

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 560.742 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 17.169 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 3.041 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **212 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 1: FENSTERTAUSCH - BESTAND

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 3 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 212 kWh/m²a



VARIANTE 1: FENSTERTAUSCH - BESTAND

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 137.115 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 934 EUR/Jahr

VARIANTE 2: FENSTERTAUSCH - OGTS

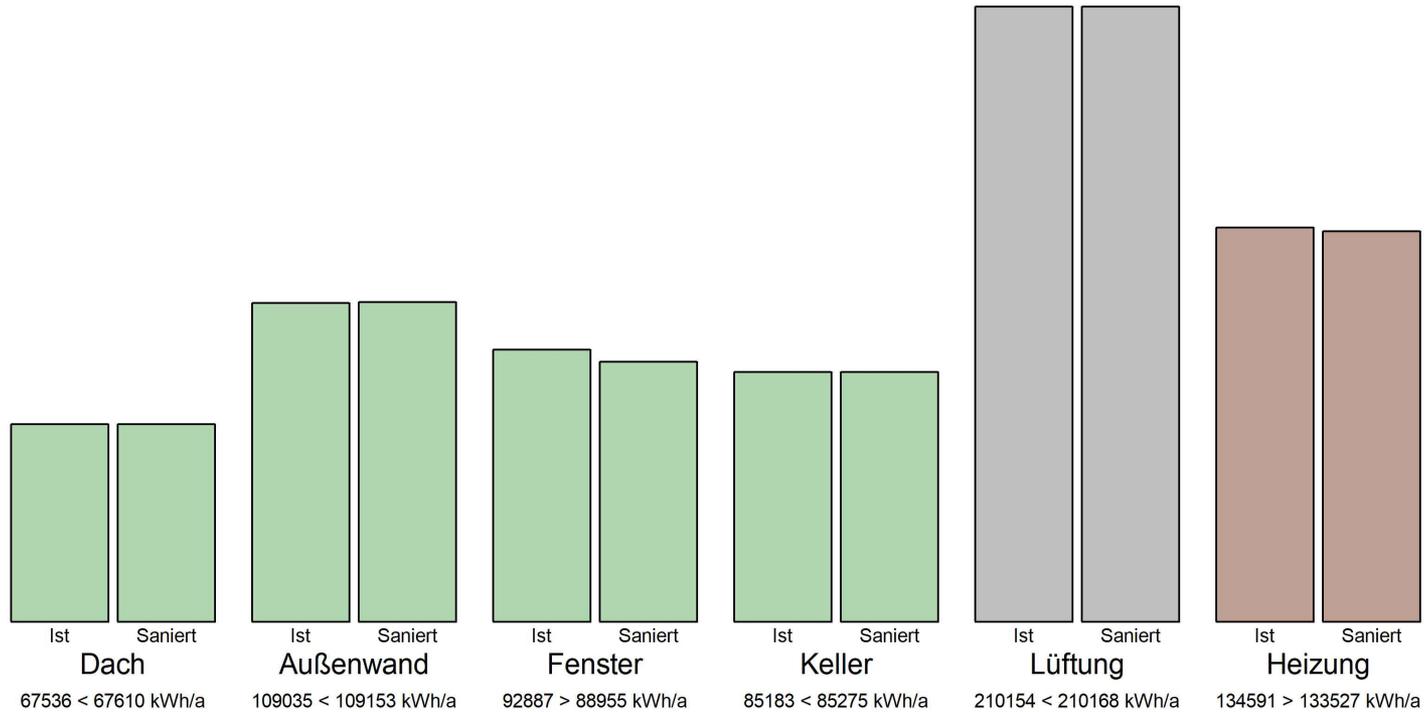
❖ Modernisierung der Gebäudehülle

- ❖ Einbau von **Fenstern mit Wärmeschutzverglasung**. Der dabei zu erreichende U-Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ist die Vorgabe der geltenden EnEV für den Anwendungsfall der Sanierung.

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **1 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 2: FENSTERTAUSCH - OGTS



VARIANTE 2: FENSTERTAUSCH - OGTS

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 574.090 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 3.821 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 686 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **217 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 2: FENSTERTAUSCH - OGTS

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 1 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 217 kWh/m²a



VARIANTE 2: FENSTERTAUSCH - OGTS

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 4.256 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 212 EUR/Jahr

VARIANTE 3: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - BESTAND

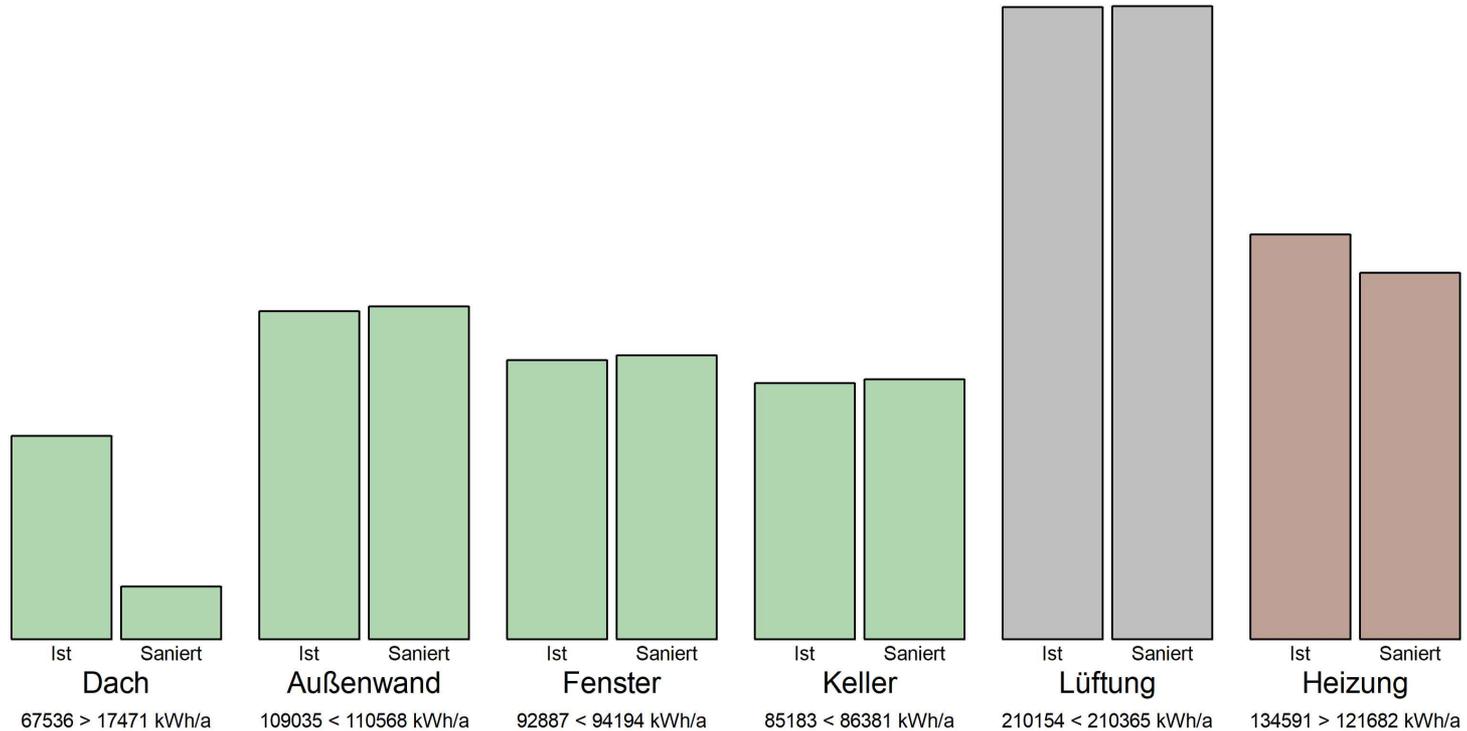
❖ Modernisierung der Gebäudehülle

- ❖ Die oberste Geschoßdecke erhält eine **Dämmung** in einer Stärke von **24 cm in WLS 035**.

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **10 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 3: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - BESTAND



VARIANTE 3: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - BESTAND

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 521.205 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 56.707 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 10.385 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **197 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 3: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - BESTAND

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 10 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 197 kWh/m²a



VARIANTE 3: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - BESTAND

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 45.728 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 3.224 EUR/Jahr

VARIANTE 4: ZWISCHENSPARRENDÄMMUNG - BESTAND

❖ **Modernisierung der Gebäudehülle**

- ❖ Das Dach erhält eine **Zwischensparrendämmung** in einer Stärke von **16 cm in WLS 035**.

❖ **Energieeinsparung**

- ❖ Die Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahme bringt unter Berücksichtigung der aktuellen Hüllfläche keine Energieeinsparung.

❖ **Gesamtinvestitionen: 114.908 EUR**

VARIANTE 5: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - OGTS

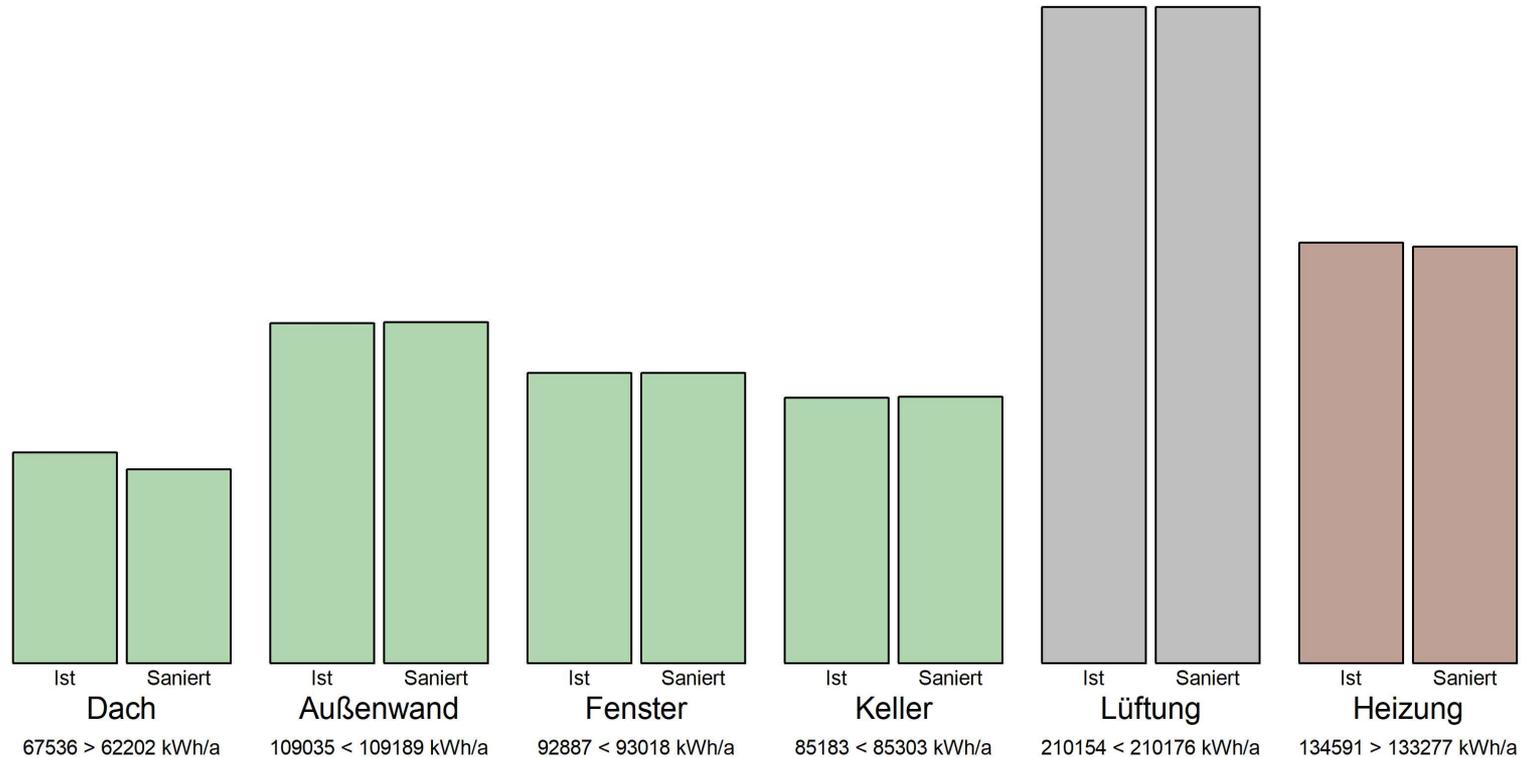
❖ Modernisierung der Gebäudehülle

- ❖ Die oberste Geschoßdecke erhält eine **Dämmung** in einer Stärke von **24 cm in WLS 035**.

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **1 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 5: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - OGTS



VARIANTE 5: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - OGTS

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 571.913 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 5.999 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 1.099 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **216 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 5: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - OGTS

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 1 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 216 kWh/m²a



VARIANTE 5: DÄMMUNG OBERSTE GESCHOSSDECKE - OGTS

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 13.813 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 341 EUR/Jahr

VARIANTE 6: DÄMMUNG DER KELLERDECKE - BESTAND

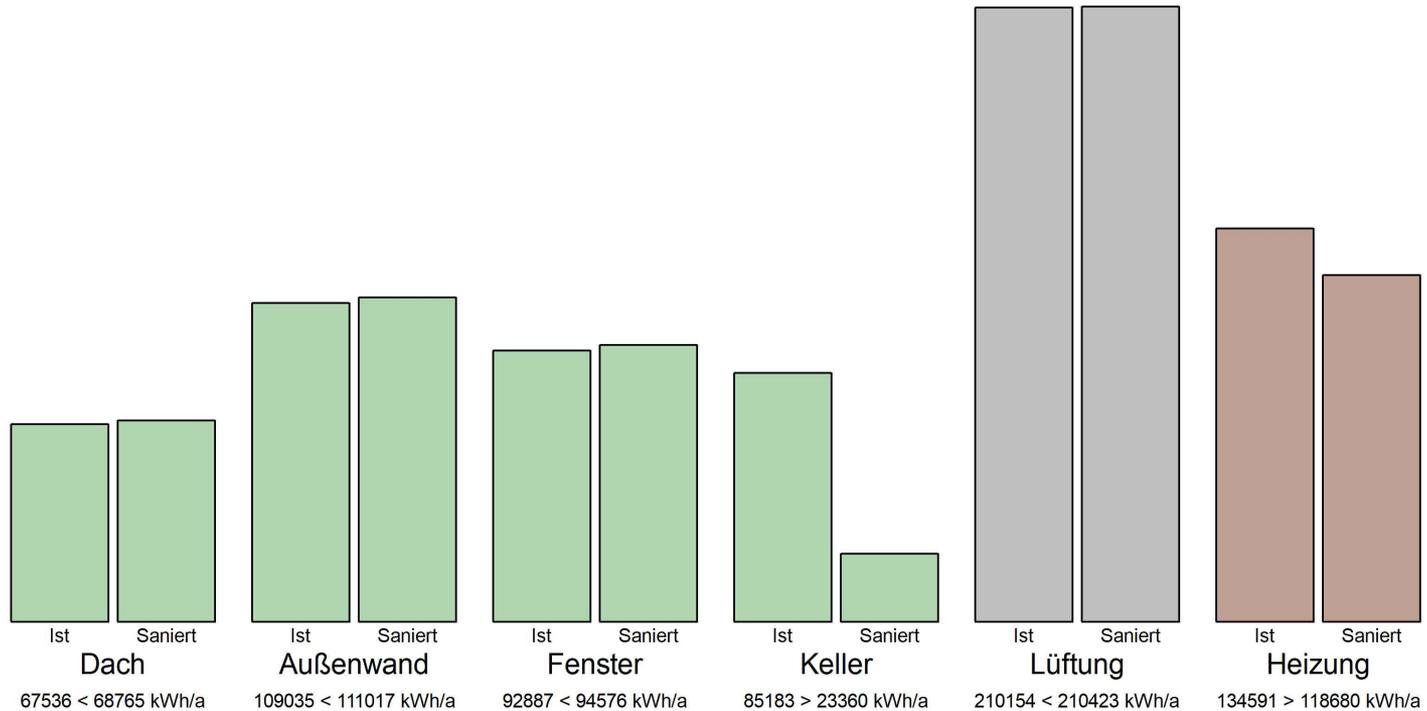
❖ Modernisierung der Gebäudehülle

- ❖ Die Kellerdecke erhält eine **Dämmung** von unten in einer Stärke von **10 cm in WLS 035**.

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **12 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 6: DÄMMUNG DER KELLERDECKE - BESTAND



VARIANTE 6: DÄMMUNG DER KELLERDECKE - BESTAND

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 507.928 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 69.984 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 12.817 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **192 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 6: DÄMMUNG DER KELLERDECKE - BESTAND

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 12 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 192 kWh/m²a



VARIANTE 6: DÄMMUNG DER KELLERDECKE - BESTAND

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 24.007 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 3.979 EUR/Jahr

VARIANTE 7: DÄMMUNG DER FASSADE - BESTAND

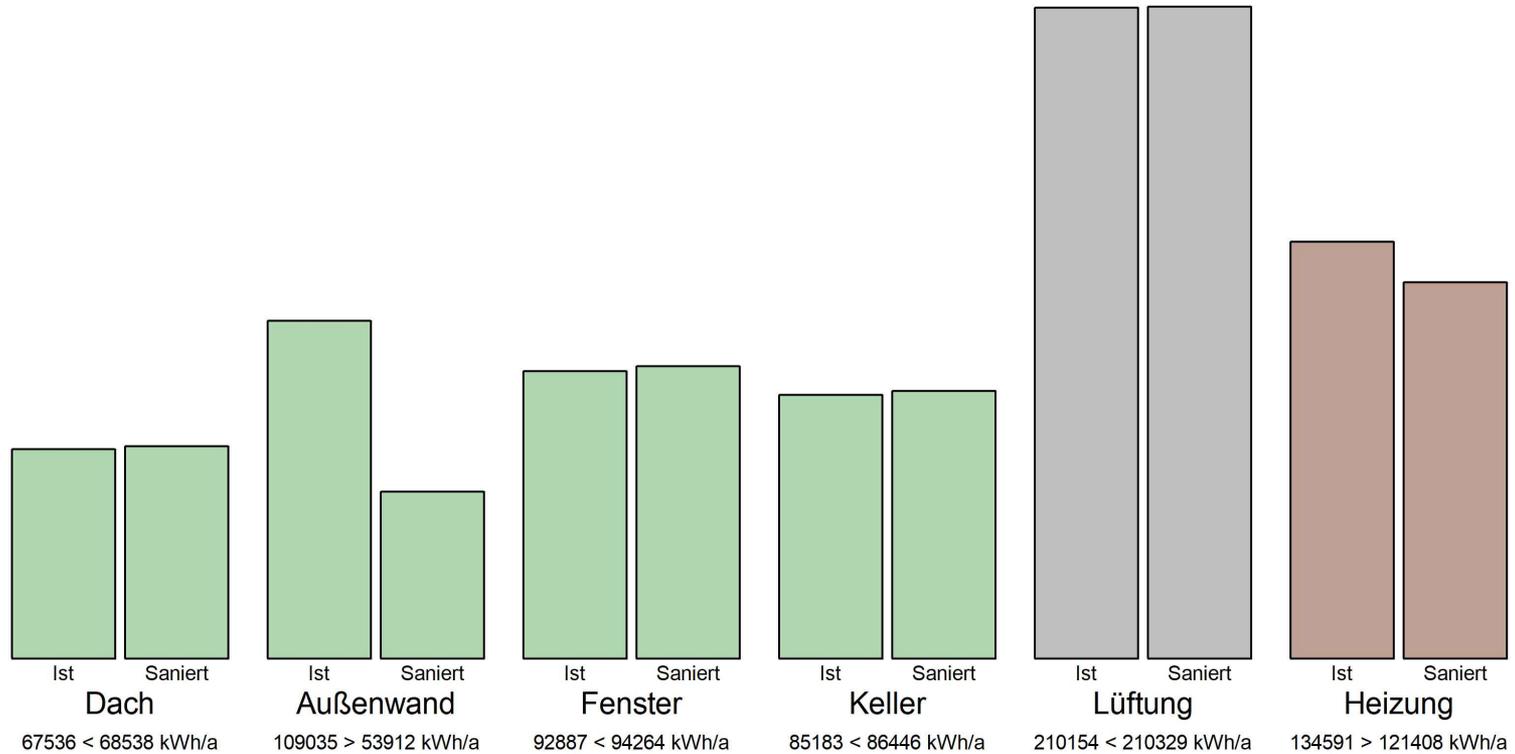
❖ Modernisierung der Gebäudehülle

- ❖ Die Fassade erhält eine **Holzfaser-Außendämmung** in einer Stärke von **14 cm in WLS 035**.

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **10 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 7: DÄMMUNG DER FASSADE - BESTAND



VARIANTE 7: DÄMMUNG DER FASSADE - BESTAND

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 518.180 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 59.732 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 10.942 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **196 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 7: DÄMMUNG DER FASSADE - BESTAND

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 10 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 196 kWh/m²a



VARIANTE 7: DÄMMUNG DER FASSADE - BESTAND

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 144.130 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 3.397 EUR/Jahr

VARIANTE 8: HYDRAULISCHER ABGLEICH - HEIZUNGSANLAGE

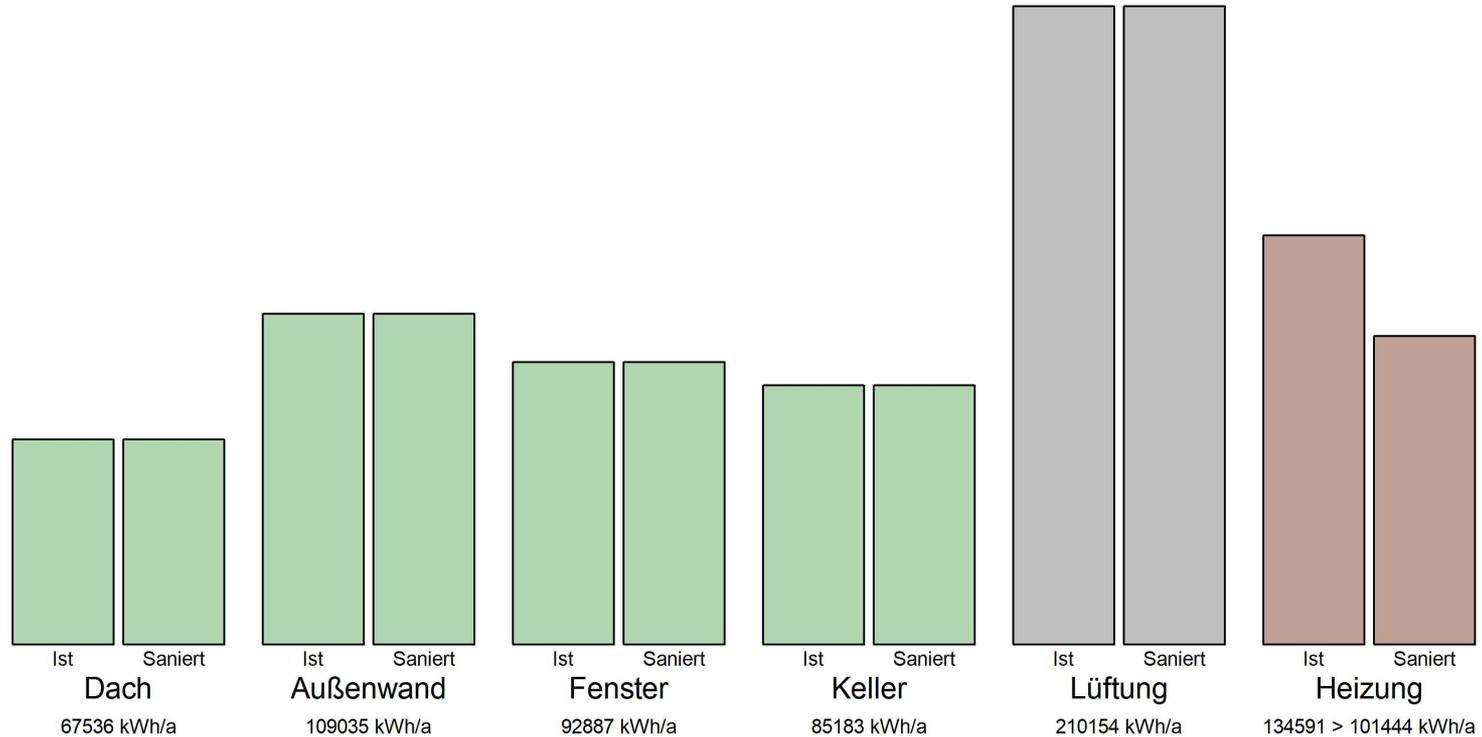
❖ Optimierung der Heizungsanlage

- ❖ An der Heizungsanlage wird ein hydraulischer Abgleich durchgeführt. Die Wärme wird so im gesamten Gebäude gleichmäßig verteilt.

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **6 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 8: HYDRAULISCHER ABGLEICH - HEIZUNGSANLAGE



VARIANTE 8: HYDRAULISCHER ABGLEICH - HEIZUNGSANLAGE

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 544.936 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 32.976 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 6.038 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **206 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 8: HYDRAULISCHER ABGLEICH - HEIZUNGSANLAGE

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 6 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 206 kWh/m²a



VARIANTE 8: HYDRAULISCHER ABGLEICH - HEIZUNGSANLAGE

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 3.570 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 1.875 EUR/Jahr

VARIANTE 9: MASSNAHMENPAKET - BESTAND

❖ Modernisierung der Gebäudehülle

- ❖ Einbau von **Fenstern mit Wärmeschutzverglasung**. Der dabei zu erreichende U-Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ist die Vorgabe der geltenden EnEV für den Anwendungsfall der Sanierung.
- ❖ Die oberste Geschoßdecke erhält eine **Dämmung** in einer Stärke von **24 cm in WLS 035**.
- ❖ Die Kellerdecke erhält eine **Dämmung** von unten in einer Stärke von **10 cm in WLS 035**.
- ❖ Die Fassade erhält eine **Holzfaserver-Außendämmung** in einer Stärke von **14 cm in WLS 035**.

❖ Optimierung der Heizungsanlage

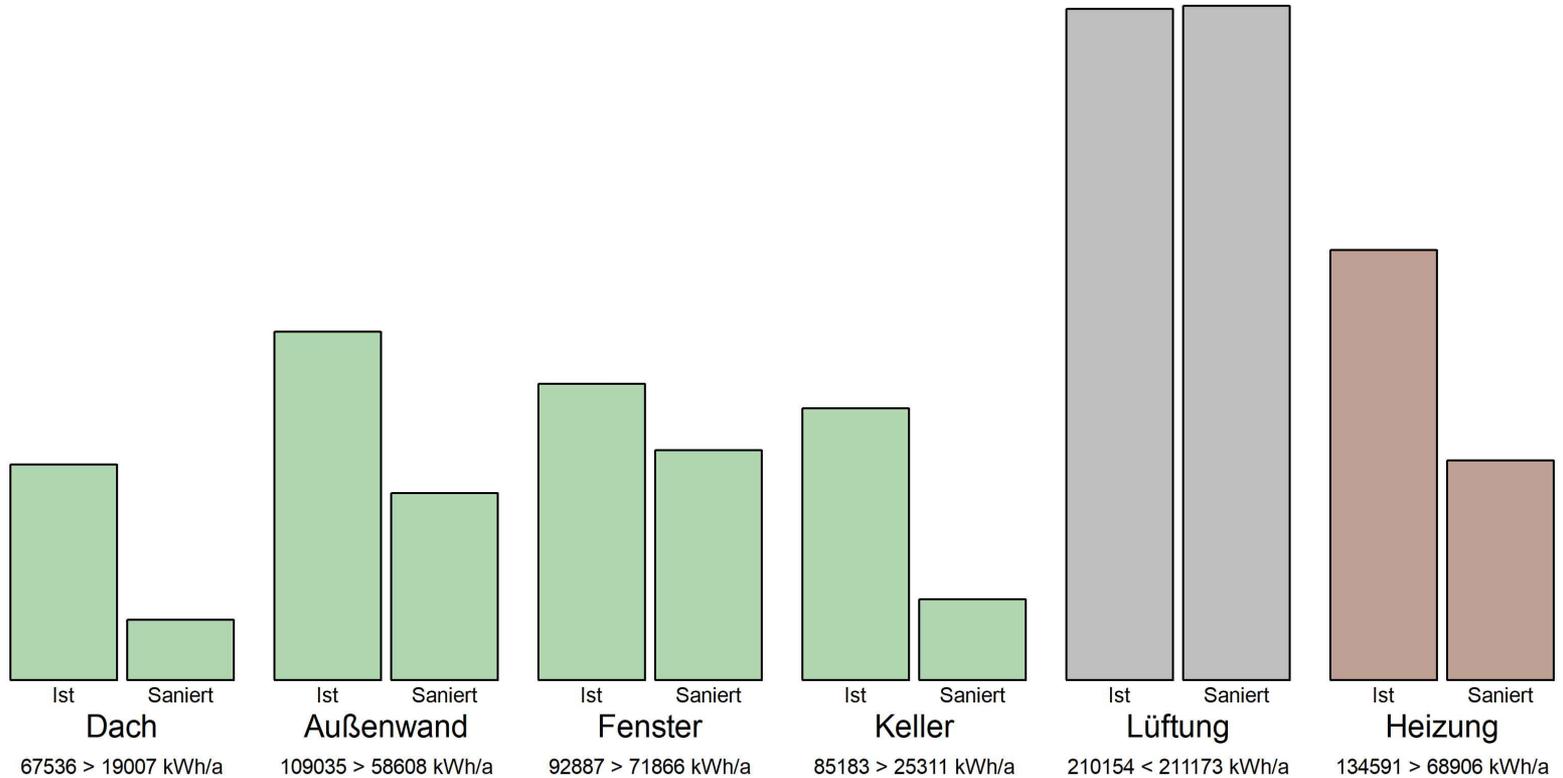
- ❖ An der Heizungsanlage wird ein hydraulischer Abgleich durchgeführt. Die Wärme wird so im gesamten Gebäude gleichmäßig verteilt.

VARIANTE 9: MASSNAHMENPAKET - BESTAND

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **39 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 9: MASSNAHMENPAKET - BESTAND



VARIANTE 9: MASSNAHMENPAKET - BESTAND

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 354.853 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 223.058 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 40.755 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **136 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 9: MASSNAHMENPAKET - BESTAND

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 39 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 136 kWh/m²a



VARIANTE 9: MASSNAHMENPAKET - BESTAND

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 354.511 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 12.642 EUR/Jahr

VARIANTE 10: MASSNAHMENPAKET - OGTS

❖ Modernisierung der Gebäudehülle

- ❖ Einbau von **Fenstern mit Wärmeschutzverglasung**. Der dabei zu erreichende U-Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ist die Vorgabe der geltenden EnEV für den Anwendungsfall der Sanierung.
- ❖ Die oberste Geschoßdecke erhält eine **Dämmung** in einer Stärke von **24 cm in WLS 035**.

❖ Optimierung der Heizungsanlage

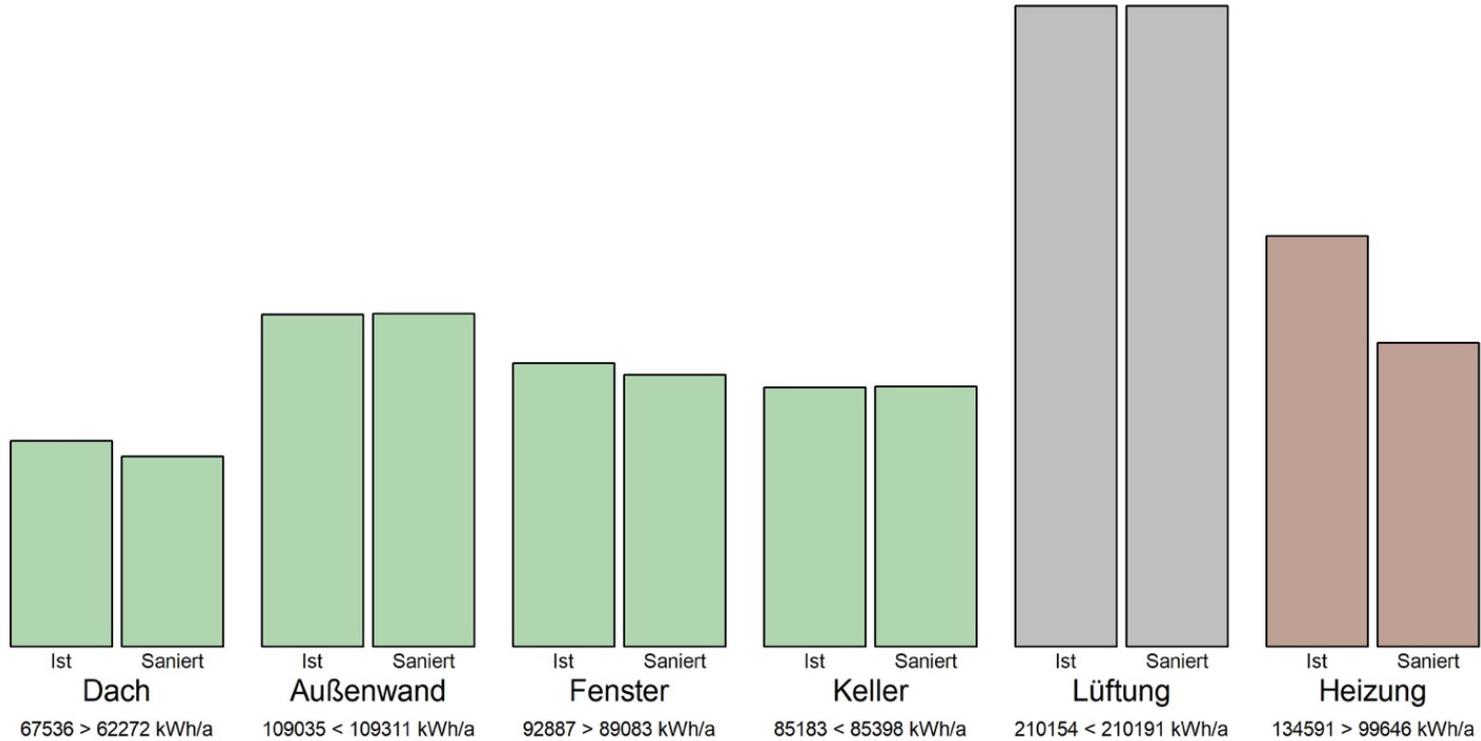
- ❖ An der Heizungsanlage wird ein hydraulischer Abgleich durchgeführt. Die Wärme wird so im gesamten Gebäude gleichmäßig verteilt.

VARIANTE 10: MASSNAHMENPAKET - OGTS

❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **7 %**.
- ❖ Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm:

VARIANTE 10: MASSNAHMENPAKET - OGTS



VARIANTE 10: MASSNAHMENPAKET - OGTS

- ❖ Der **derzeitige Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr **reduziert sich auf 535.694 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 42.218 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen werden um 7.717 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.
- ❖ Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante **sinkt der Primärenergiebedarf** des Gebäudes auf **202 kWh/m² pro Jahr**.

VARIANTE 10: MASSNAHMENPAKET - OGTS

Gesamtbewertung

Brennstoff-Einsparung: 7 %

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 218 kWh/m²a

Saniert: 202 kWh/m²a



VARIANTE 10: MASSNAHMENPAKET - OGTS

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 21.639 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 2.394 EUR/Jahr

VARIANTE 11: BELEUCHTUNGSSANIERUNG BESTAND

❖ **Modernisierung der Beleuchtung**

- ❖ Austausch der bestehenden T8-Leuchtstoffröhren (58 W) mit EVG gegen **LED-Leuchten** (24 W).

❖ **Energieeinsparung**

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **3 %**.
- ❖ Der derzeitige **Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr reduziert sich auf **560.763 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 17.149 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen** werden um **8.849 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

VARIANTE 11: BELEUCHTUNGSSANIERUNG BESTAND

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 24.847 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 3.293 EUR/Jahr

VARIANTE 12: BELEUCHTUNGSSANIERUNG OGTS

❖ Modernisierung der Beleuchtung

- ❖ Austausch der bestehenden T5-Leuchtstoffröhren (49 W) mit EVG gegen **LED-Leuchten** (26 W).

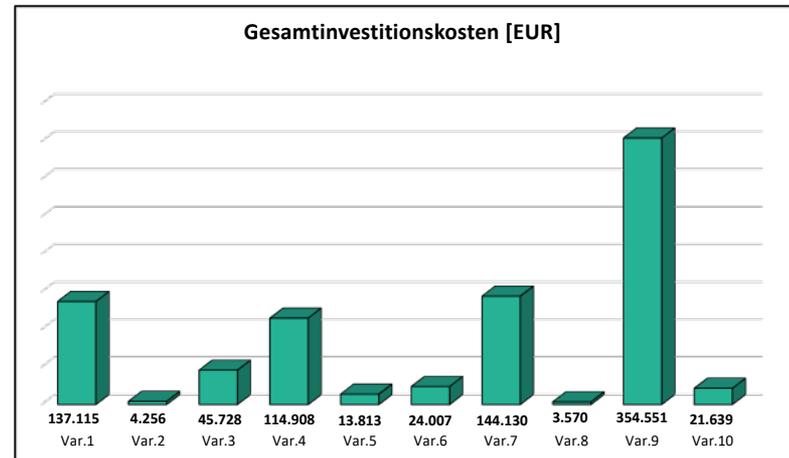
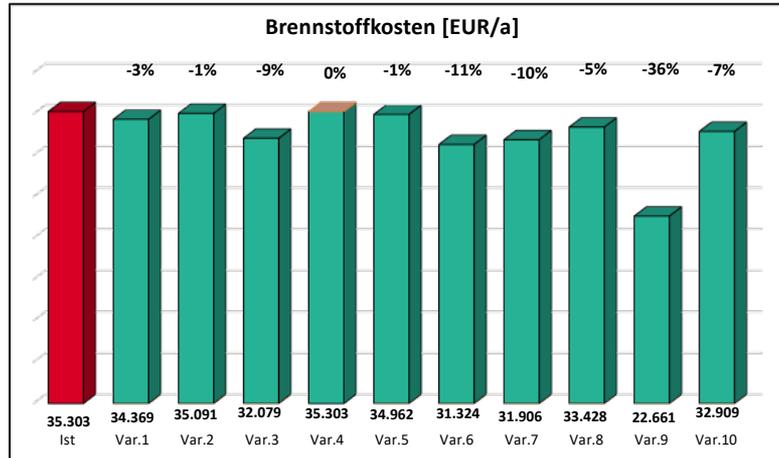
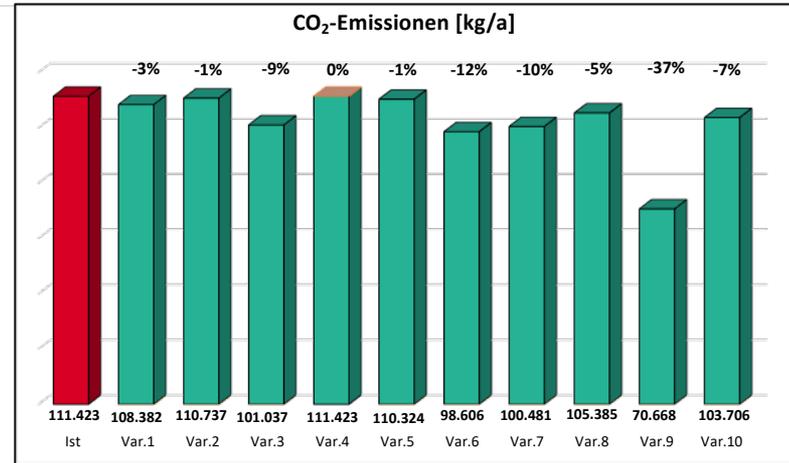
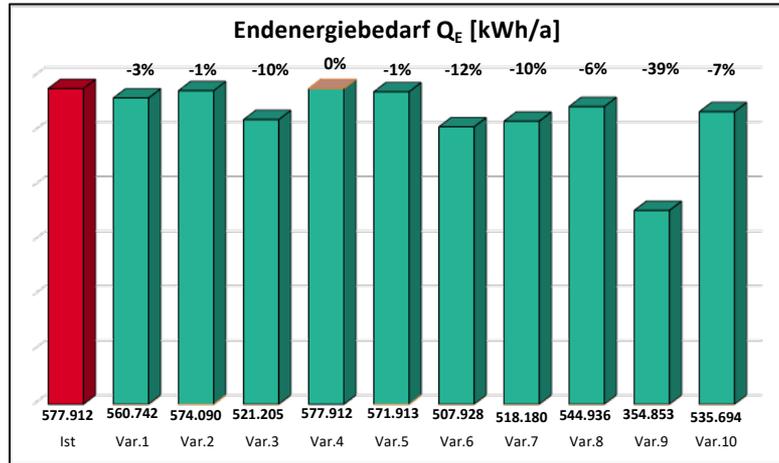
❖ Energieeinsparung

- ❖ Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **1 %**.
- ❖ Der derzeitige **Endenergiebedarf** von 577.912 kWh/Jahr reduziert sich auf **573.899 kWh/Jahr**. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 4.013 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.
- ❖ Die **CO₂-Emissionen** werden um **2.070 kg CO₂/Jahr reduziert**. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

VARIANTE 12: BELEUCHTUNGSSANIERUNG OGTS

- ❖ **Gesamtinvestitionen:** 8.140 EUR
- ❖ **Einsparung der Energiekosten:** 770 EUR/Jahr

VARIANTENVERGLEICH



Vielen Dank!

Scholdra
Planungsbüro für Nachhaltigkeit



Dipl.-Ing. Elisabeth Scholdra

Scholdra PBN
Planungsbüro für Nachhaltigkeit

Scholdra PBN
Hauptstraße 58
50126 Bergheim
Tel.: +49 2271 83 68 81 1
E-Mail: info@scholdra-pbn.de

B. Eng. Sascha Rühlinger

Scholdra PBN
Planungsbüro für Nachhaltigkeit

Scholdra PBN
Hauptstraße 58
50126 Bergheim
Tel.: +49 157 70 20 27 81
E-Mail: info@scholdra-pbn.de