

„Energetisches Sanierungskonzept“

Im Rahmen des BAFA-Förderprogramms

Schritt für Schritt Sanierung

DIN V 18599

Ayurvedische BIO Produktion

in Brandenburg

Beispielbericht, anonymisiert

NLA GmbH

Opelstraße 1

68789 St. Leon-Rot

Auditor: [redacted]

Berater Nr.: [redacted]

NLA GmbH

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemein ... 3
1.1 Hintergrund ... 3
1.2 Normen und Vorschriften ... 4
1.3 Abkürzungen ... 4
1.4 Einheiten ... 5
2 Zusammenfassende Darstellung ... 6
2.1 Empfohlene Maßnahmen zur energetischen Sanierung des Gebäudes ... 7
2.2 Kosten der Sanierung und öffentliche Förderung ... 9
2.3 Erzielbare Einsparungen durch die energetische Sanierung ... 10
2.4 End-, Primär- und Nutzenergie ... 11
2.5 Kohlenstoffdioxid-Emissionen ... 13
2.6 Energiebedarfskosten für das Gebäude ... 14
2.7 Transmissionswärmeverluste ... 15
3 Einführung ... 16
3.1 Klima- und Ressourcenschutz ... 16
3.2 Energieeffiziente Sanierung und Modernisierung ... 17
3.3 Individueller Nutzen durch die energetische Sanierung ... 17
3.4 Sanierungskonzept und Randbedingungen ... 18
4 Ist-Zustand ... 20
4.1 Beschreibung des Gebäudes ... 20
4.2 Bauteile der Gebäudehülle ... 26
4.3 Anlagentechnik ... 29
4.4 Energiemengen und –kosten ... 37
5 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz ... 40
5.1 Maßnahme M1: Dämmung oberer Gebäudeabschluss ... 41
5.2 Maßnahme M2: Sanierung Fenster, Fenstertüren & Türen ... 43
5.3 Maßnahme M3: Dämmung Außenwände ... 45
5.4 Maßnahme M4: Dämmung unterer Gebäudeabschluss ... 47
6 GEG- und BEG-Anforderungen ... 49
6.1 Nachweis Effizienzgebäude ... 49
6.2 Effizienzgebäude-Stufen ... 50
6.3 EE-Klasse ... 50
6.4 Energie- und CO_2-Einsparung zum Ausgangszustand ... 51
6.5 Energie- und CO_2-Einsparung zum Neubauniveau ... 51
7 Erläuterungen zur Wirtschaftlichkeit ... 52
7.1 Wartungskosten ... 52

7.2 Investitionskosten 53
7.3 Öffentliche Fördermittel 53
7.4 Kostensteigerung 53
8 Anhang 54
8.1 Konditionierung der Zonen 54
8.2 Gebäudegeometrie 59

1 Allgemein

Ziel einer Schritt-für-Schritt-Sanierung ist eine möglichst weitgehende Senkung des Primärenergiebedarfs für das Gebäude (Bestmöglich-Prinzip). Das „Bestmöglich-Prinzip“ ist dabei als Orientierungshilfe im Sinne der nationalen klimapolitischen Ziele zur Erreichung eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestandes im Jahr 2050 zu verstehen. Die Nutzungsdauer vieler Gebäudekomponenten beträgt 40 Jahre und mehr. Bei diesen bleibt in Hinblick auf die klimapolitischen Ziele nur noch eine Gelegenheit, einen Gebäudestandard mit niedrigem Energiebedarf zu schaffen. „Bestmöglich“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass alle in Betracht kommenden Faktoren zur Senkung des Primärenergiebedarfs nach Möglichkeit berücksichtigt werden.

Es konnten keine betrieblichen oder sonstigen Änderungen festgestellt werden, welche Auswirkungen auf das Sanierungskonzept und sein Ergebnis haben könnten.

Vorab wurde ein Entwurf des Endberichts abgestimmt. Der Endbericht ist persönlich übergeben und erörtert worden.

Der Energieauditor ist BAFA gelistet. Berater Nr. [redacted]. Die Kompetenz das Energieaudit durchzuführen ist gesichert.

1.1 Hintergrund

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten.

Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung des Gebäudeeigentümers. Um den Erfolg zu sichern und Bauschäden aufgrund der bauphysikalischen Problematik im Altbau zu vermeiden, sollte eine sorgfältige fachliche Planung vor der Durchführung, sowie eine Überwachung während der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen erfolgen.

Dieses Sanierungskonzept beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlung, Ausführungsplanung oder Bauphysik. Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen. Die angegebenen Investitionskosten sind grobe Schätzungen. Die genauen Baukosten sollten durch Vergleichsangebote ermittelt werden. Die Annahmen zu Baukonstruktion und Anlagentechnik sind bei Durchführung der Maßnahmen vor Ort zu prüfen.

1.2 Normen und Vorschriften

1. DIN V 18599
2. Gebäude-Energie-Gesetz (GEG)
3. DIN 4108-2:2013-02; sommerliche Wärmeschutz
4. DIN 4108-2 Sonneneintragskennwert
5. DIN EN 12464: Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten
6. DIN EN 60598-1: Leuchten – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen
7. EU-DSGVO: Datenschutz-Grundverordnung
8. FAQ KFW

1.3 Abkürzungen

CO_2	Kohlenstoffdioxid
EEG	Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energie (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG)
GEG	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (GEG – Gebäudeenergiegesetzt)
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
M1	Sanierungsschritt M1
M2	Sanierungsschritt M2
M3	Sanierungsschritt M3
MZ	Sanierung zum Ziel-Zustand in einem Zug
SFP-VO	Verordnung der Landesregierung zum gebäudeindividuellen energetischen Sanierungsfahrplan Baden-Württemberg (Sanierungsfahrplan-Verordnung – SFP-VO)
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
WLS	Wärmeleitstufe
WLG	Wärmeleitgruppe

1.4 Einheiten

h	Stunde
a	Jahr
cm	Zentimeter
°C	Grad Celsius
K	Kelvin
W	Watt
kWh	Kilowattstunde
kWp	Nennleistung Photovoltaik-Anlage
MWh	Megawattstunde
m²	Quadratmeter
m³	Kubikmeter
t	Tonne
€	Euro
Bh	Betriebsstunden

2 Zusammenfassende Darstellung

Im ersten Teil erfolgt zunächst eine kompakte Darstellung der Ergebnisse. Um die Übersichtlichkeit zu verbessern, werden diese in der Zusammenfassung nur sehr knapp beschrieben und erläutert. Die einzelnen Sanierungsschritte sind ab Punkt 5 detailliert beschrieben.

Schritt in Reihenfolge der Umsetzung	Investition	Einsparung	Einsparung	Einsparung CO_2	Kosten-Nutzen-Verhältnis
	[€]	[MWh/a]	[€/a]	[t]	[-]
Dämmung oberer Gebäudeabschluss	169.000	128,73	11.580	34,39	10 zu 1
Sanierung Fenster, Fenstertüren & Türen	135.400	10,77	947	2,86	80 zu 1
Dämmung Außenwände	108.900	51,45	4.628	13,74	16 zu 1
Dämmung unterer Gebäudeabschluss	217.700	29,79	2.682	7,96	21 zu 1
Summe	**631.000**	**220,74**	**19.836**	**58,95**	**16 zu 1**

Tabelle: Zusammenfassung

2.1 Empfohlene Maßnahmen zur energetischen Sanierung des Gebäudes

Die Tabelle zeigt eine Übersicht über die empfohlenen Sanierungsmaßnahmen. Die Sanierung kann in mehreren Schritten (Sanierungsfahrplan, Schritte **M1** bis **M4**) erfolgen.

Schritt	Maßnahme/Maßnahmenpaket	Empfohlener Zeitpunkt der Durchführung	Technische Nutzungsdauer
			[a]
M1	Dämmung oberer Gebäudeabschluss	2025	40
M2	Sanierung Fenster, Fenstertüren & Türen	2026	40
M3	Dämmung Außenwände	2027	40
M4	Dämmung unterer Gebäudeabschluss	2028	40

Tabelle: Sanierungsfahrplan – Übersicht

Der empfohlene Zeitpunkt der Durchführung richtet sich einerseits nach dem Lebenszyklus von Bauteilen (Außenmauern, Fenster, Dach, etc.) und technischen Anlagen (Heizungssystem, Beleuchtung, etc.) im Gebäude und andererseits nach einer sinnvollen Reihenfolge (s. o. Tabelle) von Sanierungsmaßnahmen zu dessen energetischer Optimierung und nach dem Bestmöglich-Prinzip und den Vorstellungen des Eigentümers. Für Bauteile wird eine Nutzungsdauer von 40 Jahren und für Elemente der Anlagentechnik eine Lebenserwartung von 20 Jahre angenommen.

Die in der vorigen Tabelle gezeigte Übersicht zum Sanierungsfahrplan wird durch die folgende Tabelle genauer erläutert. Hier finden sich detaillierte Angaben über Einzelmaßnahmen im jeweiligen Sanierungsschritt sowie Empfehlungen zur Ausführung.

Schritt	Maßnahme/Sanierungsschritt	Ausführungsempfehlung
M1	**Dämmung oberer Gebäudeabschluss**	Die oberste Geschossdecke sollte mit mindestens 24 cm der WLS 032 gedämmt werden um einen U-Wert von **0,14 W/(m²K)** zu erreichen. Das Dach der Halle sollte mit mindestens 24 cm der WLS 032 gedämmt werden, um einen U-Wert von **0,14 W/(m²K)** zu erreichen. Somit ist die Maßnahme förderfähig.
M2	**Sanierung Fenster, Fenstertüren & Türen**	Anbringen von neuen Wärmeschutzfenstern bzw. Fenstertüren mit einem U-Wert (Uw/Ucw) von **0,95 W/(m²K)**. Die Türen sollten einen U-Wert von mindestens **1,30 W/(m²K)** aufweisen. Die Herstellung einer Luftdichten Ebene wird empfohlen.
M3	**Dämmung Außenwände**	Die Außenwände sollten mit mindestens 14 cm der WLS 032 gedämmt werden, um einen förderfähigen U-Wert von **0,20 W/(m²K)** zu erreichen. Die Kellerwände, welche an beheizte Bereiche grenzen sollten mit mindestens 10 cm der WLS 032 gedämmt werden um einen förderfähigen U-Wert von **0,25 W/(m²K)** zu erreichen.
M4	**Dämmung unterer Gebäudeabschluss**	Der untere Gebäudeabschluss (Bodenplatte) muss mit mindestens 8 cm der WLS 032 gedämmt werden. Hierdurch wird ein förderfähiger U-Wert von **0,35 W/m²K** erreicht. Die Kellerdecke muss mit mindestens 12 cm der WLS 032 gedämmt werden um einen förderfähigen U-Wert von **0,25 W/(m²K)** zu erreichen.

Tabelle: Übersicht über die Einzelmaßnahmen in den Sanierungsschritten

2.2 Kosten der Sanierung und öffentliche Förderung

Durch die energetische Sanierung des Gebäudes fallen Kosten an. Bei der Angabe der Kosten (die genannten Kosten beziehen sich auf die heute gültigen Kosten) wird zwischen Vollkosten, Sowieso-Kosten und energetisch bedingten Mehrkosten unterschieden. Diese Begriffe definieren sich wie folgt:

- Sowieso-Kosten:

  Teilmenge der Vollkosten; Aufwendungen, die nicht zu einer energetischen Verbesserung des Gebäudes führen

- Energetisch bedingte Mehrkosten:

  Teilmenge der Vollkosten; Aufwendungen, die zu einer energetischen Verbesserung des Gebäudes führen

- Investitionskosten:

  Insgesamt anfallende Kosten für die Sanierungsmaßnahme(n); Summe aus Sowieso-Kosten und energetisch bedingten Mehrkosten

Bei der Bewertung der Wirtschaftlichkeit untersuchter Maßnahmen wird jeweils auf die energetisch bedingten Mehrkosten Bezug genommen. Alle Kostenangaben verstehen sich netto einschließlich 15% Baunebenkostenaufschlag.

Die Tabelle der Zusammenfassung gibt einen Überblick über die anfallenden Kosten der Sanierung. Die Höhe der Investitionskosten beträgt bei einer Sanierung in Schritten insgesamt **631.000 Euro**. Hiervon entfällt ein Betrag von **413.800 Euro** auf die energetisch bedingten Kosten.

Die energetische Sanierung von Gebäuden wird durch verschiedene Fördergeber und -programme unterstützt. Daher werden auch die für die empfohlenen Sanierungsmaßnahmen verfügbaren Fördermittel aufgezeigt. Bei einer Sanierung in Schritten summieren sich diese auf **94.650 Euro**.

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis beschreibt das Verhältnis der energetisch bedingten Mehrkosten abzüglich öffentlicher Fördermittel zur Summe der Einsparung aus Energie- und Wartungskosten. Der Wert beschreibt damit die Amortisationszeit der Maßnahme(n), also die Dauer, bis sich die Ausgaben durch die verminderten Energie- und Wartungskosten selbst finanziert haben. Die Amortisationszeit liegt zum Teil innerhalb der Nutzungsdauer der Bauteile/Anlagentechnik und ist somit neutral zu bewerten.

2.3 Erzielbare Einsparungen durch die energetische Sanierung

Die Einsparungen, die durch die energetische Sanierung erreicht werden, sind von großer Bedeutung für die hieraus abgeleitete Empfehlung zur Umsetzung. Im Folgenden werden daher die Einsparungen verschiedener Bezugsgrößen dargestellt. Die Maßnahmen/-pakete bauen schrittweise aufeinander auf, d.h. in späteren Sanierungsschritten sind die Auswirkungen durch vorherige Sanierungsschritte bereits eingerechnet.

Beispiel: Die in Sanierungsschritt M3 ausgewiesene Einsparung an CO2-Emissionen bezieht sich auf die ausgewiesenen CO2-Emissionen nach Durchführung des Sanierungsschritts M2.

2.4 End-, Primär- und Nutzenergie

Im folgenden Abschnitt werden End,- Primär-, und Nutzenergie näher erläutert und durch eine Abbildung beschrieben.

- Primärenergie:

  …berücksichtigt alle vorgelagerten Prozesse der Energieerzeugung bis hin zum Gebäudeanschluss. Um diese Prozesse möglichst einfach zu berücksichtigen werden sie in einem eigenen Faktor zusammengefasst (Primärenergiefaktor f_p). Wird die Endenergie mit diesem Faktor multipliziert erhält man die Primärenergie.

- Endenergie:

  …beschreibt die Energie, die von außen zugeführt werden muss. Zusätzlich zur Nutzenergie sind also auch alle Verluste und Gewinne enthalten.

- Nutzenergie:

  …beschreibt die Energie, die zur Endnutzung gebraucht wird. Dies entspricht in der Regel der Energie, welche für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung benötigt wird.

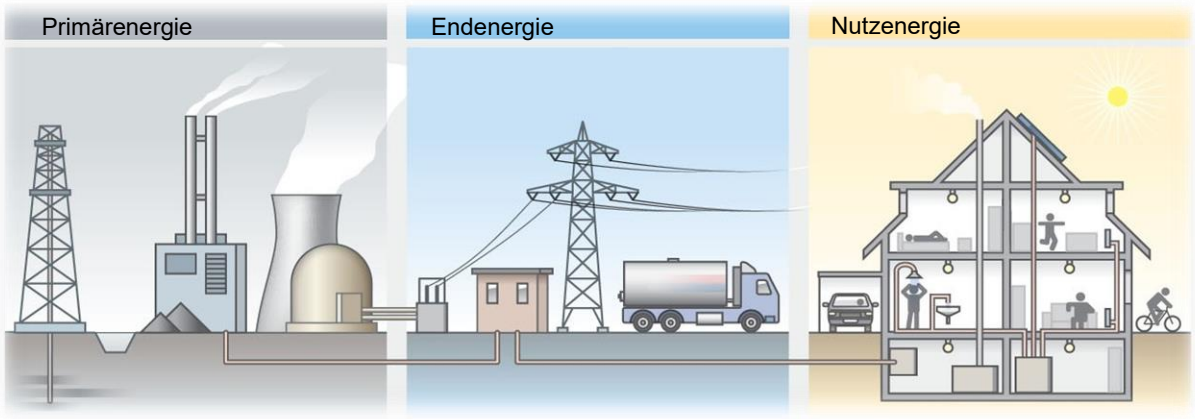


Abbildung: Erläuterung Primär-, End- & Nutzenergie

2.4.1 Endenergiebedarf

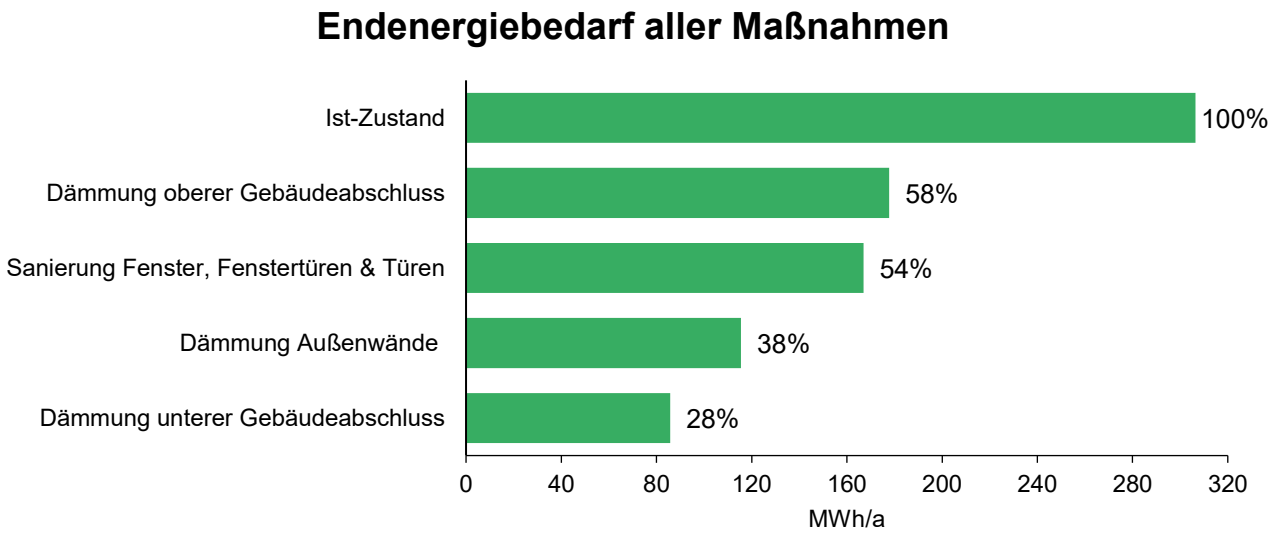


Diagramm: Erzielbare Einsparungen im Endenergiebedarf

Die Abbildung zeigt die Reduktion des Endenergiebedarfs in Abhängigkeit des jeweiligen Sanierungsschritts. Nach der vollständigen Umsetzung des Sanierungsfahrplans reduziert sich der Endenergiebedarf um **72 Prozent** im Vergleich zum heutigen Gebäude (Ist-Zustand).

2.4.2 Primärenergiebedarf

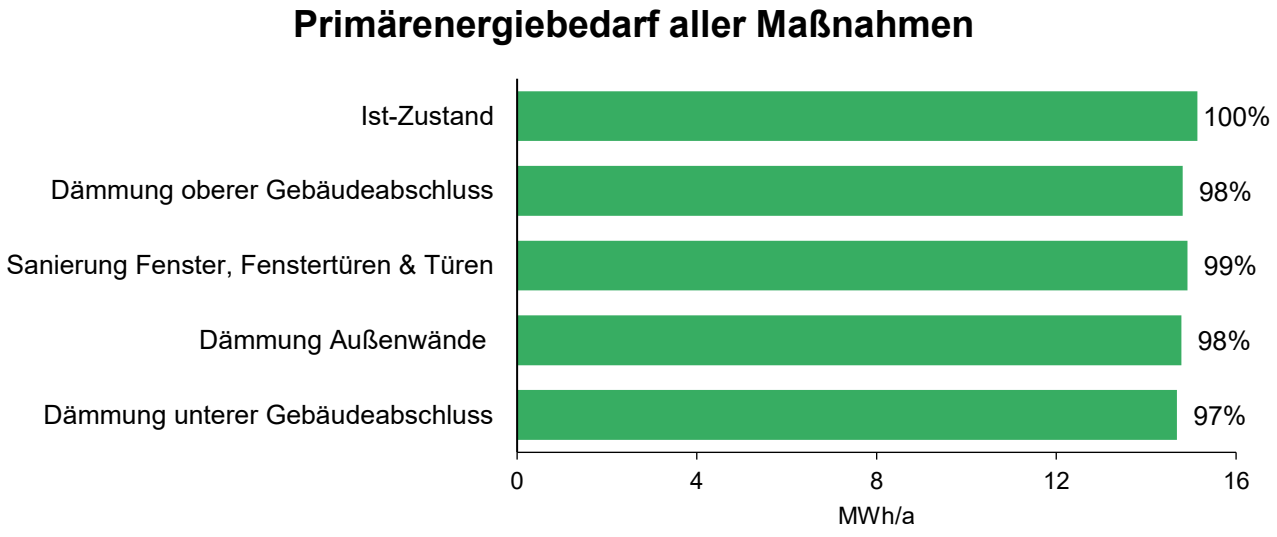


Diagramm: Erzielbare Einsparungen im Primärenergiebedarf

Für die ökologische Bewertung spielt der Primärenergiebedarf eine wichtige Rolle. Die hier erzielbaren Einsparungen werden in der Abbildung dargestellt. Im Ziel-Zustand beträgt der Primärenergiebedarf nur noch **97 Prozent** vom Wert des unsanierten Gebäudes. Dies entspricht einer Einsparung von **3 Prozent**.

2.5 Kohlenstoffdioxid-Emissionen

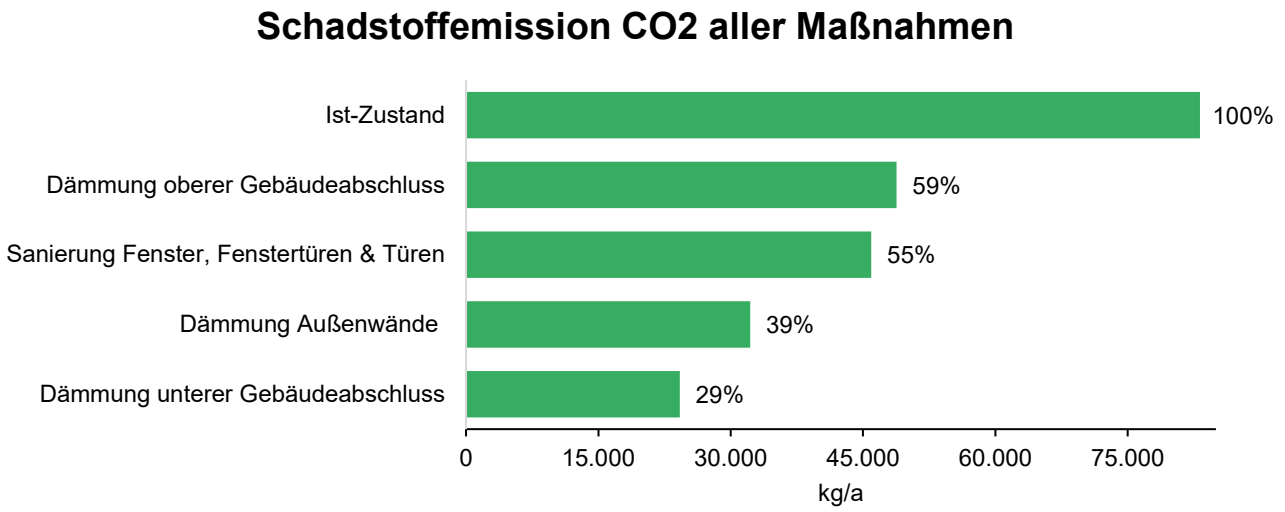


Diagramm: Erzielbare Einsparungen bei den Kohlenstoffdioxid-Emissionen

Eine weitere, außerordentlich wichtige ökologische Leitgröße ist die Höhe der Kohlenstoffdioxid-Emissionen (CO2-Emissionen). Wie in folgender Abbildung gezeigt, sinken diese durch die energetische Sanierung sehr stark. Im Vergleich zum unsanierten Gebäude reduziert sich der Ausstoß von Kohlenstoffdioxid um **71 Prozent**.

2.6 Energiebedarfskosten für das Gebäude

Im Zuge der Sanierung sinken auch die Kosten, die durch den Bezug von Energie in Form von Fernwärme und Strom anfallen.

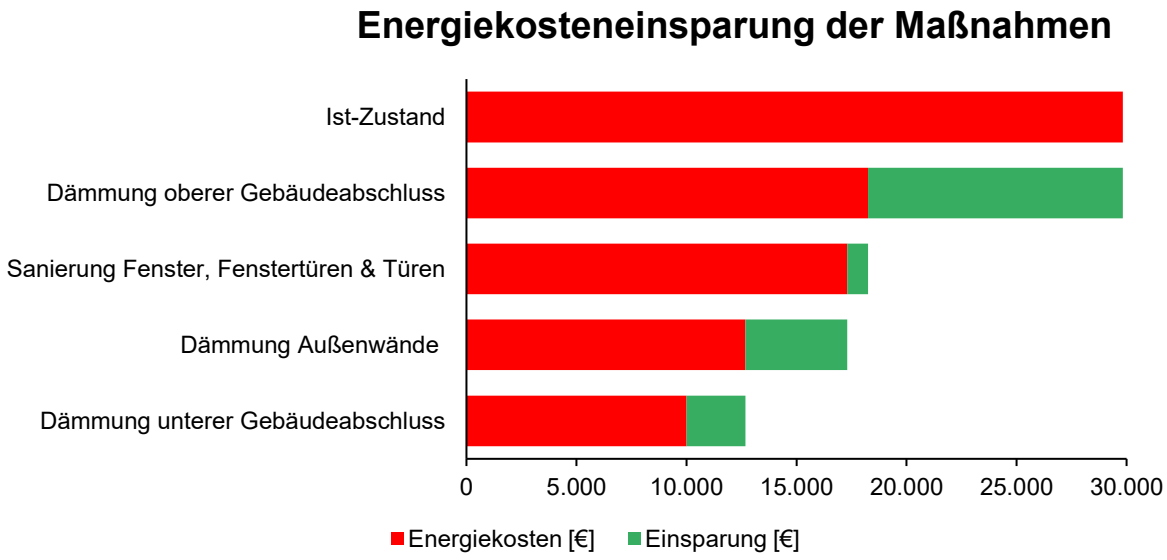


Diagramm: erzielbare Einsparungen bei den Energiekosten

2.7 Transmissionswärmeverluste

Im Ist-Zustand entweicht über **70 Prozent** der Wärme als Transmissionswärmeverlust über die Bauteile, die das Gebäude nach außen hin begrenzen (Systemgrenze). Dies betrifft sowohl opake (Außenwand, Dach), als auch transparente Bauteile (Fenster).

Das Diagramm zeigt die erzielbare Einsparung von Transmissionswärmeverlusten bei den einzelnen Bauteilen. Im Diagramm wird ersichtlich, dass das Gebäude bereits in einem sehr guten Zustand ist und nur ein geringes Einsparpotential besteht.

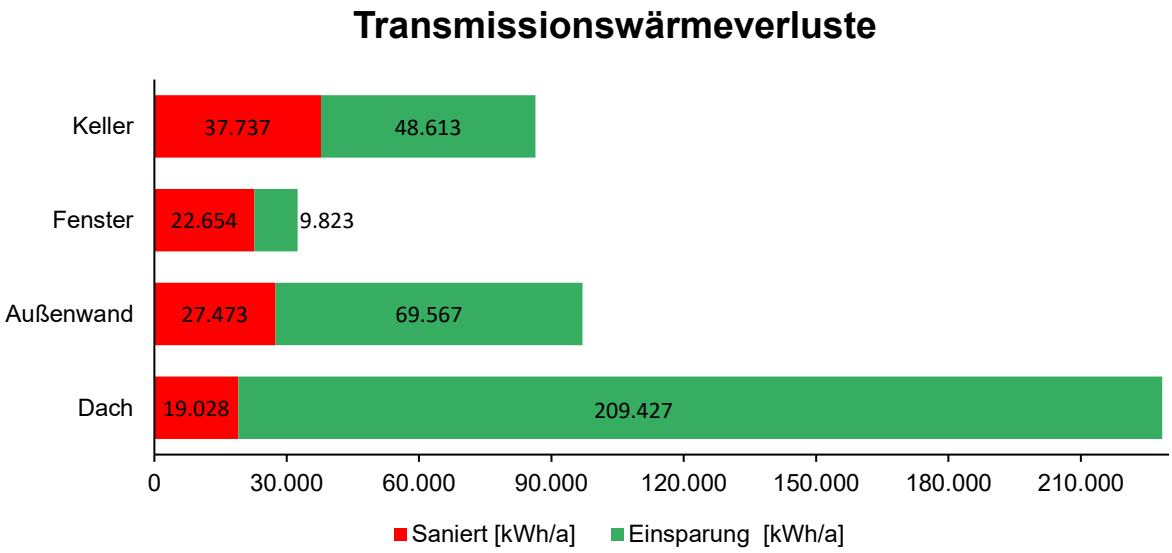


Diagramm: Einsparungen bei den Transmissionswärmeverlusten

3 Einführung

Zunächst erfolgt eine kurze Einführung in die Themenbereiche Klimaschutz, Ressourcenschutz, energieeffiziente Sanierung und Modernisierung – unter Berücksichtigung der Anforderungen durch den Eigentümer des Gebäudes – sowie individuellem Nutzen durch die energetische Sanierung.

3.1 Klima- und Ressourcenschutz

Der Betrieb von Gebäuden wirkt sich auf die Umwelt aus. Einerseits führt die Entnahme von fossilen Energieträgern (Erdöl, Erdgas, Kohle, etc.) aus der Erdkruste zu einer Verknappung von Ressourcen. Diese sind endlich und müssen daher verantwortungsvoll eingesetzt werden.

Andererseits werden bei der Verbrennung fossiler Energieträger zur Beheizung von Gebäuden und zur Versorgung mit Trinkwarmwasser in großer Menge Treibhausgase – insbesondere Kohlenstoffdioxid – freigesetzt. Dies führt langfristig zu einer Veränderung des Klimas. Auch Luftschadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub gelangen so in unsere Umwelt.

Auch durch die Verwendung von elektrischem Strom, der zum Betrieb von Gebäuden eingesetzt wird, beispielsweise zur Kühlung, in Lüftungsanlagen, zur Beleuchtung oder in Form von Hilfsenergie für die Beheizung und Bereitstellung von Trinkwarmwasser, entstehen Emissionen. Zur Sicherung der Lebensgrundlagen und zur Verhinderung einer starken, globalen Veränderung des Klimas, sollten Ressourcen geschont und die Verbrennung fossiler Energieträger vermieden werden.

Auch erneuerbare Energien stehen nicht unbegrenzt bzw. nicht ohne negative Nebenwirkungen zur Verfügung. Deshalb muss der Energieverbrauch auch bei Nutzung erneuerbarer Energien deutlich abgesenkt werden.

Ziel dieses Sanierungsfahrplans ist die Entwicklung und Vermittlung einer Sanierungsstrategie für das vorliegende Gebäude. Dem übergeordneten Ziel der Bundesregierung, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen, soll hiermit Rechnung getragen werden.

3.2 Energieeffiziente Sanierung und Modernisierung

Der Betrieb von Gebäuden trägt maßgeblich zum Verbrauch fossiler Energieträger und damit zur Emission von Kohlenstoffdioxid bei. Insbesondere alte, unsanierte Gebäude weisen häufig einen sehr hohen Energiebedarf auf, der jedoch durch eine Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes sowie durch die Nutzung energieeffizienter Anlagentechnik stark reduziert werden kann.

Im Ergebnis wird mindestens ein EH70 BEG-Effizienzgebäude angestrebt.

3.3 Individueller Nutzen durch die energetische Sanierung

Die energetische Sanierung von Gebäuden führt in vielerlei Hinsicht zu einer Verbesserung:

- Beitrag zum Klima- und Umweltschutz
- Senkung der laufenden Energiekosten
- Kostensicherheit und steigende Unabhängigkeit von künftigen Energiekosten
- Wertsicherung/-steigerung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen
- Verbesserung des Komforts im Gebäude durch höhere Oberflächentemperaturen und geringere Zuglufterscheinungen
- Image-Verbesserung

Gleichzeitig sind bei einer energetischen Sanierung weitere Sanierungsmaßnahmen nicht-energetischer Art möglich. So kann bei der Sanierung beispielsweise die Einbruchsicherheit in das Gebäude erhöht und/oder die Barrierefreiheit verbessert werden. Sanierungsmaßnahmen nicht-energetischer Art sind im Zuge der Planung und Umsetzung der energetischen Sanierung gesondert zu prüfen.

3.4 Sanierungskonzept und Randbedingungen

Die Weiterentwicklung eines bestehenden Gebäudes, das bislang einen hohen Energieverbrauch aufweist, zu einem energetisch optimierten Gebäude kann auf zwei Arten erfolgen:

Entweder erfolgt eine vollumfängliche Sanierung des Gebäudes zu einem bestimmten Zeitpunkt (Sanierung in einem Zug) oder das Gebäude wird über einen längeren Zeitraum in Schritten saniert (Sanierung in Schritten).

Bei der Sanierung in einem Zug sind Synergien nutzbar, die zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen führen. Gleichzeitig ist derzeit eine erhöhte Inanspruchnahme von öffentlichen Fördermitteln im Vergleich zu einer schrittweisen Sanierung möglich. Bei einer Sanierung in Schritten hingegen verteilt sich einerseits die finanzielle Last über einen größeren Zeitraum, andererseits ermöglicht der zeitabhängige Ersatz von Bauteilen und Anlagentechnik eine verbesserte Ausnutzung der Lebensdauer.

Das vorliegende Sanierungskonzept basiert auf einer Sanierung des Gebäudes in Schritten. Zu dessen Durchführung werden insgesamt **vier Maßnahmen/-pakete** empfohlen, die schrittweise aufeinander aufbauen.

3.4.1 Energiekosten

Einer der entscheidenden Einflussfaktoren bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen ist der Energiepreis. Dieser unterscheidet sich in Abhängigkeit des genutzten Energieträgers. Die angesetzten Energiepreise für Strom und Fernwärme konnten leider nicht aus der letzten Energieverbrauchsabrechnung entnommen werden.

Als heutige Energiepreise (netto, ohne MwSt.) werden folgende Werte angenommen:

Zeitraum	Energieträger	Kosten [€/kWh]
2024	Fernwärme	0,0897
2024	Strom	0,3769

Tabelle: Energieträger Kosten

Da zukünftige Energiekostensteigerungen kaum abgeschätzt werden können, wurden bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz die Energiepreise zum Zeitpunkt der Betriebsbegehung angesetzt.

3.4.2 Berücksichtigung lokaler Klimabedingungen

Das vorherrschende Klima am Standort des Gebäudes hat einen wesentlichen Einfluss auf dessen Energiebedarf. Bei der Berechnung des Energiebedarfs im Ist-Zustand und in den vorgeschlagenen Sanierungsvarianten wurde der Standort 04 Potsdam (DIN 18599-10 Anhang E -2011) berücksichtigt.



Grafik: Klimaregionen Deutschland

Die Berechnung der Energiebilanz erfolgt mit normierten Randbedingungen. Unter normierten Randbedingungen wird das Gebäude virtuell an den Standort in **Potsdam** gesetzt (hier: Klimastandort). Damit kann das Gebäude energetisch mit anderen Gebäuden gleicher Größe, Ausstattung und Bauart dementsprechend verglichen werden.

Die Energiebilanz des Gebäudes wird unter den vorgegebenen Randbedingungen gemäß GEG rechnerisch ermittelt.

3.4.3 Berücksichtigung individueller Nutzungsprofile

Neben den Klimabedingungen nimmt auch die Nutzung des Gebäudes einen starken Einfluss auf den Energiebedarf. Für das vorliegende Gebäude wurden daher individuelle Nutzungsprofile bestimmt und diese bei der Berechnung des Energiebedarfs berücksichtigt.

3.4.4 Nicht gesicherte Datengrundlagen und Abweichung von Randbedingungen

Einige Bauteilaufbauten konnten weder bei der Datenaufnahme vor Ort noch durch die vorliegenden Baupläne mit Sicherheit bestimmt werden, wodurch Unsicherheiten bei den vorliegenden Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) resultieren. Für die betroffenen Bauteile wurden baujahrtypische Konstruktionen angenommen.

4 Ist-Zustand

Durch eine tiefgründige Analyse des Gebäudes im Ist-Zustand soll der Energiebedarf möglichst genau bestimmt werden. Bei dieser Gelegenheit können vorhandene Schwachstellen in der Gebäudehülle und in der Anlagentechnik identifiziert werden, die es durch Sanierungsmaßnahmen zu beseitigen gilt.

In Kapitel 4.1 erfolgt zunächst eine allgemeine Beschreibung des Gebäudes, anschließend werden die in der Gebäudehülle verwendeten Bauteile und deren Wärmedurchgangskoeffizienten sowie die im Gebäude verwandte Anlagentechnik dargestellt. In Kapitel 4.4 werden Energiemengen und die hieraus resultierenden Kosten beleuchtet.

Vorhandene Unterlagen

- Grundrisse (EG, OG) handschriftlich bemaßt
- Baubeschreibung (teilweise nicht eindeutig)
- Energiekostenabrechnungen (Strom und Fernwärme aus 2024)

Fehlende Unterlagen

- Schnitte
- Schornsteinfegerprotokoll

4.1 Beschreibung des Gebäudes

Das Gebäude wurde in den 1930er Jahren gebaut und wird derzeit als Büro und Produktionsstätte genutzt. Das Gebäude ist komplett unterkellert, wobei der Keller der Produktionshalle nicht beheizt wird und somit nicht Teil des bilanzierten Volumens ist. Als Dachformen wurden Satteldächer sowie zwei Pultdächer vorgefunden. Die Fenster wurden 1999 saniert.

Die Nettogrundfläche beträgt **2.217 m²**. Es wurden massive Bauteile verbaut und ein mittlerer Glasflächenanteil vorgefunden. In dieser Tabelle werden grundlegende Daten zum Gebäude dargestellt.

Gebäudetyp	Nichtwohngebäude
Lage	Gebäude im Kontext städtischer Bebauung; mittlere Windabschirmung
Baujahr	1930er
Hauptnutzung	Büro und Produktion
Bauweise	Bauteile massiv, mittlerer Glasflächenanteil
Vollgeschosse	1
Nettogrundfläche	2.217 m²
Wärmeübertragende Umfassungsfläche	4.347 m²
Nettovolumen	10.124 m³
Bruttovolumen	12.655 m³
Bauliche Besonderheiten	-

Tabelle: Beschreibung des Gebäudes

4.1.1 Ansichten



Bild: Ansicht



Bild: Ansicht



Bild: Ansicht



Bild: Ansicht



Bild: Ansicht



Bild: Ansicht



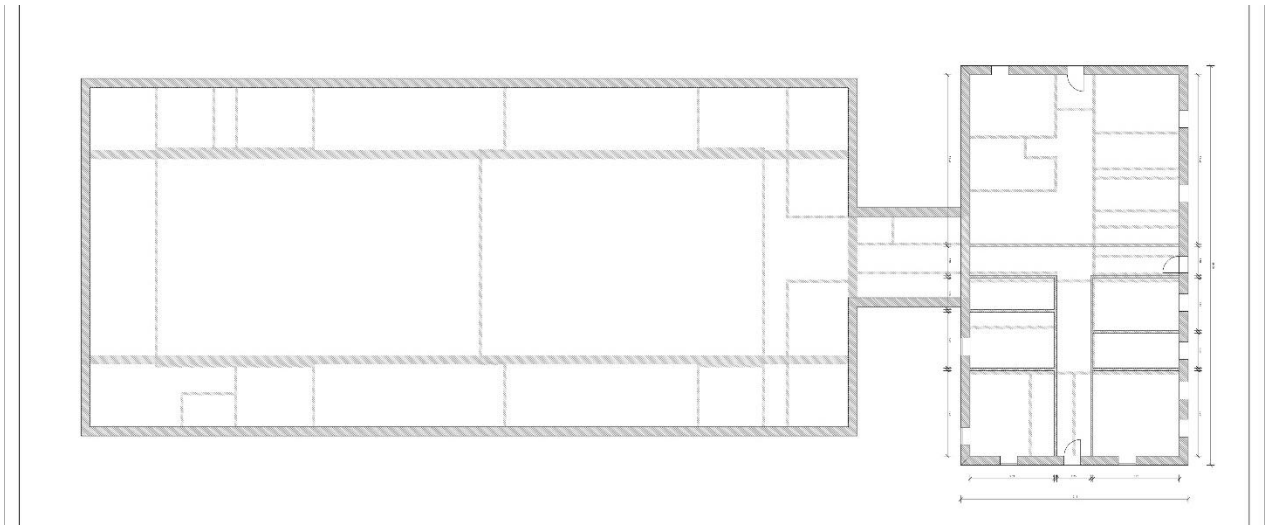
Bild: Ansicht



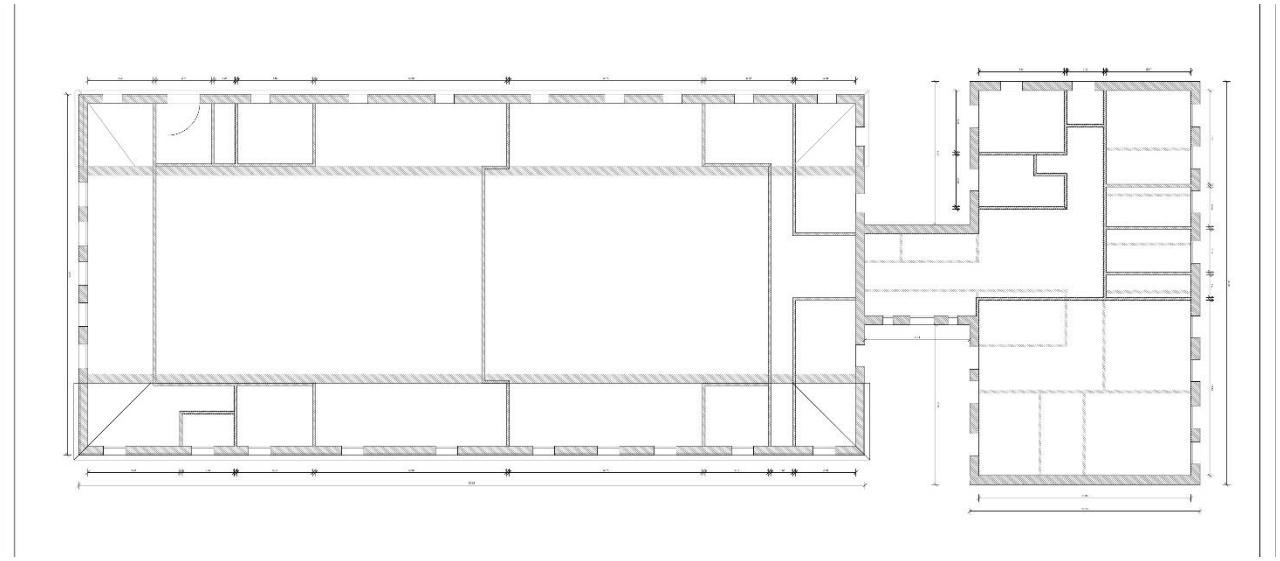
Bild: Ansicht

4.1.2 Schnitt, Grundrisse und beheiztes Volumen

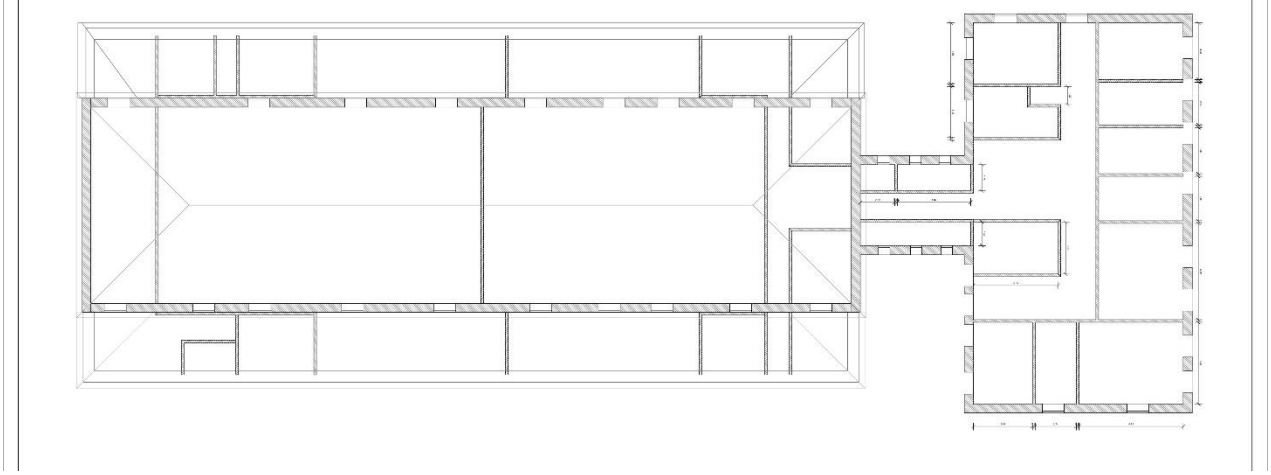
In der folgenden Abbildung werden die Grundrisse des Gebäudes dargestellt.



Grundriss KG



Grundriss EG



Grundriss OG 1

4.1.3 Zonierung

Das Bilanzierungsverfahren der DIN V 18599:2011-12 zur energetischen Bewertung von Gebäuden (Berechnung des Nutz-, End-, und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung) setzt für das betrachtete Gebäude eine zonenweise Berechnung des Energiebedarfs voraus. Daher wurde für das Gebäude eine Zonierung vorgenommen. Diese wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

Es wurden Standard Nutzungsprofile der DIN 18599 angepasst., um eine möglichst hohe Übereinstimmung des Verbrauchs und des Bedarfs sowie den Nutzungsprofilen zu den realen Gegebenheiten zu erreichen.

Die zugrunde gelegten Nutzungsprofile sind dem Anhang zu entnehmen.

Legende: Heizung (H), Kühlung (K), Warmwasser (TW), Lüftung (L), Beleuchtung (B)

	Zonierung	Merkmale
	WC und Sanitärräume in NWG	B, H, TW
	Lager	B, H
	Verkehrsfläche	B, H
	Unbeheizte Zone	B
	Gruppenbüro	B, H, K
	Gewerbliche Halle	B, H
	Sonstige Aufenthaltsräume	B, H



Abbildung: Zonierung KG

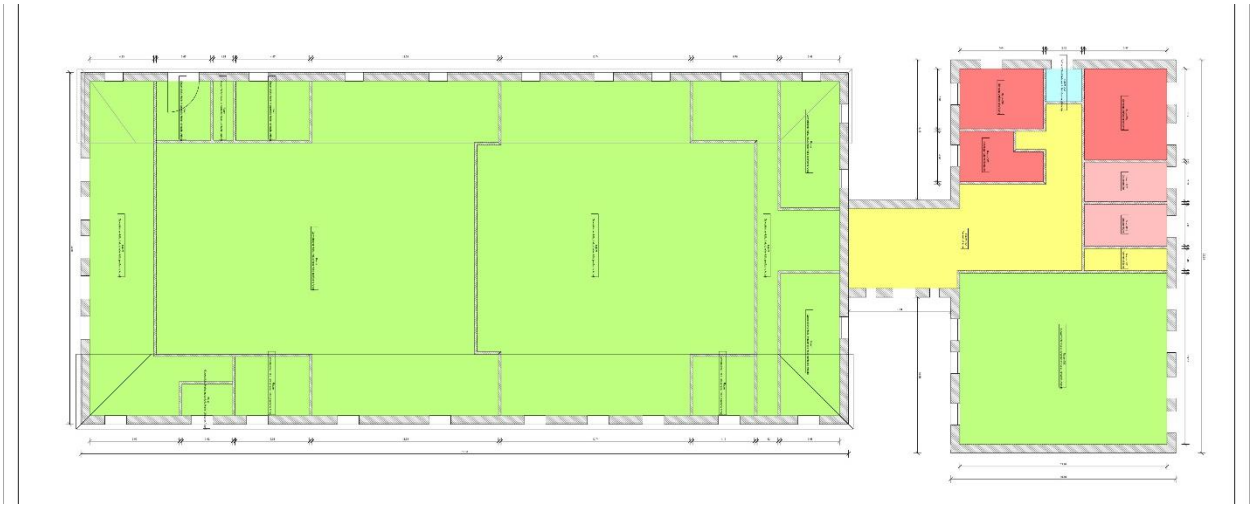


Abbildung: Zonierung EG

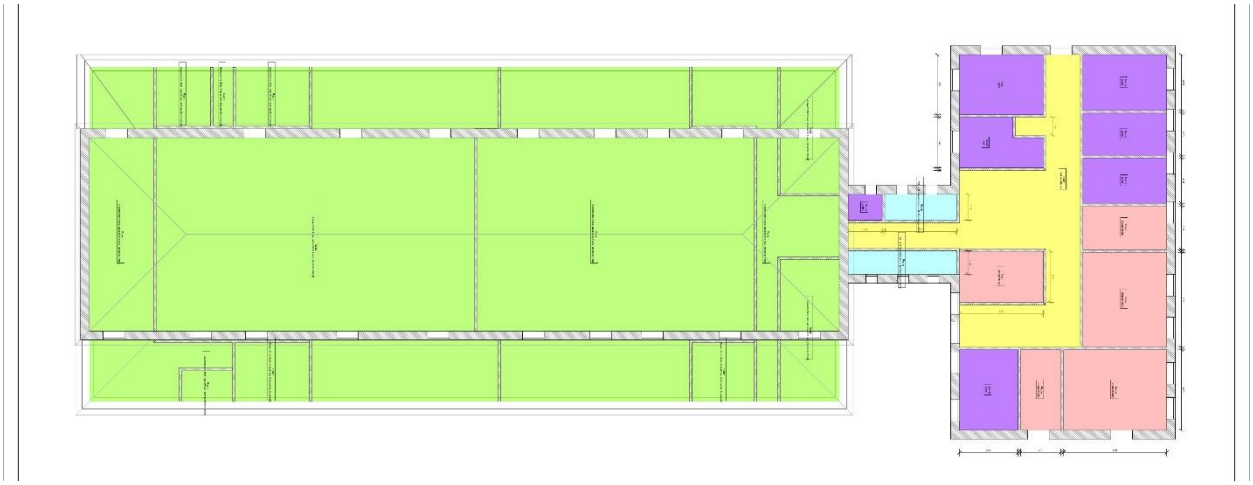


Abbildung: Zonierung OG

4.2 Bauteile der Gebäudehülle

Zunächst erfolgt eine kurze Beschreibung der Bauteile, wobei auch eine Bewertung des baulichen Zustands vorgenommen wird. Anschließend werden die ermittelten Wärmedurchgangskoeffizienten der einzelnen Bauteile dargestellt und mit den folgenden Anforderungswerten verglichen:

- Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW): Förderprogramm Energieeffizient Bauen und Sanieren, Programmnummer 278: gemäß Technische Mindestanforderungen Einzelmaßnahmen

Zur Einordnung erfolgt hier eine Einschätzung zur Qualität der Bauteile aus energetischer Sicht. Zum Abschluss werden die Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile gezeigt.

4.2.1 Allgemeine Beschreibung der Bauteile und baulicher Zustand

Die Bauteile des Gebäudes werden in dieser Tabelle kurz beschrieben. Das Gebäude befindet sich in einem insgesamt guten Zustand.

Bauteile	Beschreibung	baulicher Zustand
Wandaufbau 1	Massive Bauweise, Hochlochziegel mit Klinkerverblendung ohne Luftschicht Baujahr: 1930 ungedämmt Gesamtdicke: ca. 50 cm	Mittel
Fußbodenaufbau 1	Stahlbeton massiv, genauer Aufbau unbekannt, Pauschalwert für Baujahr Baujahr: 1930, ungedämmt Gesamtdicke: -	Mittel
Fußbodenaufbau 2 (gg. Unbeheizt)	Stahlbeton massiv, genauer Aufbau unbekannt, Standartaufbau Baujahr: 1930, ungedämmt Gesamtdicke: -	mittel
Dachaufbau 1	Satteldach/ Pultdach, Stahlbetonträger Baujahr: 1930, ungedämmt Gesamtdicke: -	mittel
Oberste Geschossdecke 1	Stahlbetondecke, genauer Aufbau unbekannt, Pauschalwert für Baujahr Baujahr: 1930, ungedämmt Gesamtdicke: -	mittel
Fenster/ Fenstertüren 1	Kunststoffrahmen mit zweischeiben Isolierverglasung. Baujahr: 1999	Gut
Außentüren 1	Stahltür	Gut

Tabelle: Bauteile des Gebäudes

4.2.2 Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) ist ein Maß für den Wärmeverlust eines Bauteils. Je größer der Wert, desto schlechter ist das Bauteil. In der folgenden Tabelle werden die U-Werte der einzelnen Bauteile im Ist-Zustand beschrieben.

In der Bewertung wird ersichtlich, dass ein Großteil der vorgefundenen Bauteile einen schlechten energetischen Standard aufweisen.

Bauteil	Stammdaten	GEG	BEG	Einschätzung
Wandaufbau 1	0,954	0,24	0,20	geringe Effizienz
Fußbodenaufbau 1	1,60	0,50	0,35	geringe Effizienz
Fußbodenaufbau 2 (gg. Unbeheizt)	1,60	0,30**	0,25**	geringe Effizienz
Dachaufbau 1	2,10	0,24	0,14	geringe Effizienz
Oberste Geschossdecke 1	2,10	0,24	0,14	geringe Effizienz
Fenster/ Fenstertüren 1	1,90	1,30	0,95	mittlere Effizienz
Außentüren 1	2,70	1,80	1,90	geringe Effizienz

Tabelle: U-Werte der Bauteile

k.A. = keine Anforderung * Wände gegen Erdreich **Kellerdecke gegen unbeheizte Räume

- Die Mindestanforderungen an U-Werte nach dem Bauteilverfahren der GEG 2020 gelten nicht, wenn das Gebäude insgesamt den Jahres-Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes und die Transmissionswärmeverluste nach Anlage 1 Tabelle 2 der GEG um nicht mehr als 40 Prozent überschreitet.

Anmerkung GEG:

Die energetischen Vorgaben an Gebäude sind im Gebäudeenergiegesetz (GEG) festgelegt. Das Gesetz hat die Energieeinsparverordnung (EnEV), sowie das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) abgelöst und deren Inhalte zu einer Vorschrift verbunden. Dabei sind die Mindestanforderungen an Neubauten im GEG im Vergleich zu den vorigen Verordnungen im Wesentlichen gleichgeblieben.

4.2.3 Transmissionswärmeverluste durch Bauteile

Der Transmissionswärmeverlust beschreibt die Energiemenge, die durch den Vorgang der Wärmeleitung (Transmission) durch die Bauteile an die Umwelt verloren geht. Die Transmissionswärmeverluste der einzelnen Bauteile werden in dem Diagramm „Absolute Transmissionswärmeverlust der Bauteiltypen“ gezeigt. Es wird ersichtlich, dass insbesondere durch die **Außenwände** hohe Verluste hervorgerufen werden. Auch die **Dächer**, **Fenster** und **Bodenplatten** sind für Verluste verantwortlich.

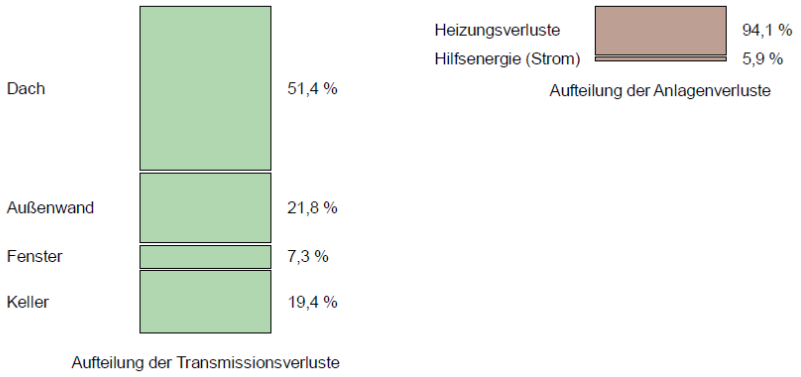


Diagramm: Absolute Transmissionswärmeverlust der Bauteiletypen

4.3 Anlagentechnik

Für die Konditionierung des Gebäudes kommen verschiedene technische Anlagen zur Anwendung. Elemente der technischen Gebäudeausrüstung mit Einfluss auf den Energiebedarf, die CO2-Emissionen und die Energiekosten finden sich in den folgenden Bereichen:

- Beheizung
- Beleuchtung
- Trinkwarmwasserversorgung
- Kühlung
- Belüftung
- PV-Anlage (nicht vorhanden)

Die im Gebäude verwendeten Anlagen werden in folgenden Kapiteln dargestellt und erkannte Schwachstellen benannt.

4.3.1 Beleuchtung

Im Unternehmen sind größtenteils schon LED-Leuchtmittel vorhanden. Die restlichen Leuchtmittel sollten ebenfalls erneuert werden, da die Beleuchtungstechnik nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Es wird empfohlen, die herkömmlichen Leuchtkörper durch sogenannte Retrofit-LEDs zu ersetzen. Die Fassungen sind noch überwiegend in einem guten Zustand. In Bereichen mit hohen Betriebsstunden im Jahr ist der Einsatz von LED-Leuchtmitteln in der Regel wirtschaftlich.

Art der Beleuchtung	LED, Leuchtstoffröhren
Vorschaltgerät	EVG/ KVG
Beleuchtungsart	Direkt/ indirekt
Präsenzerfassung	-
tageslichtabhängiges Kontrollsystem	-
Besondere Schwachstellen	Art der Beleuchtung entspricht nicht überall dem aktuellen Stand der Technik

Tabelle: Beleuchtung



Bild: Beleuchtung

4.3.2 Heizung

In der folgenden Tabelle folgt eine kurze Übersicht zur Wärmeerzeugung, -speicherung, -verteilung und -übergabe im Gebäude. Zudem wird auf erkannte Schwachstellen des Heizsystems hingewiesen.

Art der Versorgung	Wärmebereitstellung erfolgt gebäude-zentral
Erzeugung	Fernwärme
Speicherung	-
Verteilung	Verteilung von Heizungswasser über ein Zweirohrsystem, hydraulisch nicht abgeglichen, Vor-/Rücklauftemperatur 55/45 °C, Einsatz von Hocheffizienzpumpen, Stufenweise regelbare Pumpen
Übergabe und Regelung	Radiator
Besondere Schwachstellen	Kein Hydraulischer Abgleich, Rohre teilweise nicht gedämmt, zum Teil stufenweise regelbare Pumpen

Tabelle: Beschreibung Anlagentechnik

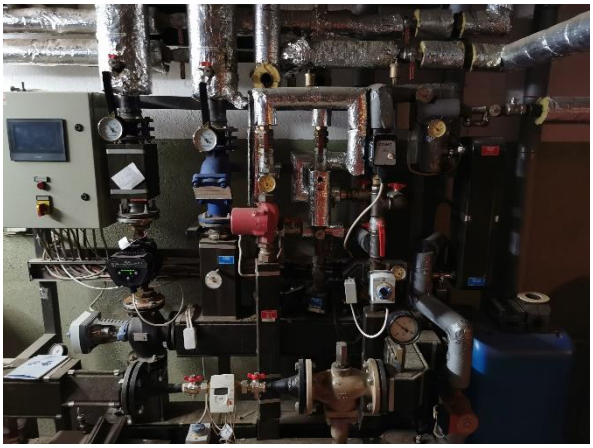


Bild: Pumpen



Bild: Pufferspeicher:

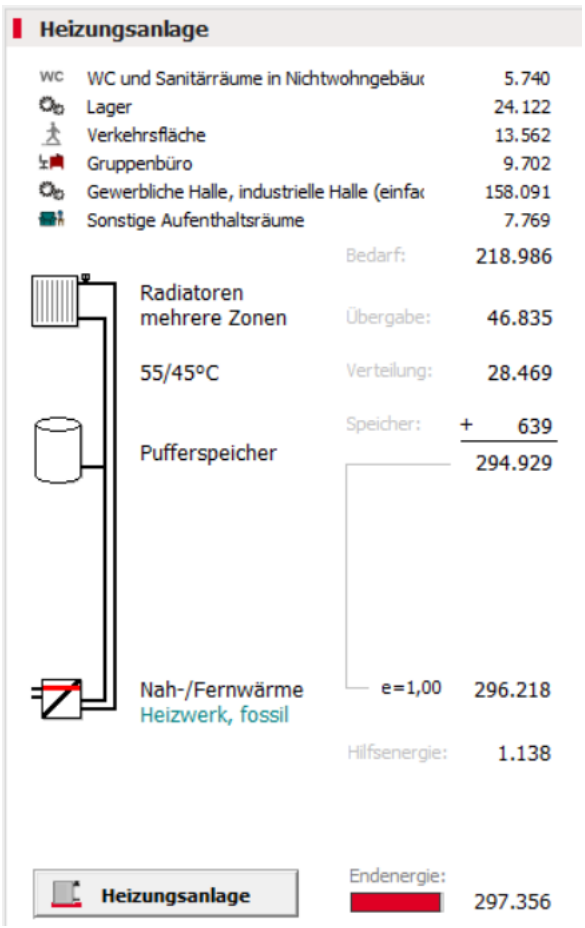


Abbildung: Heizungsanlage 1

4.3.3 Belüftung

Die Belüftung des Gebäudes findet durch Infiltration und Fensterlüftung statt.

Weitere Hinweise zur Anlagentechnik im Bereich der Belüftung finden sich in der folgenden Tabelle.

Art der Versorgung	Belüftung über Infiltration und Fensterlüftung
Lüftungsanlage	-
Regelung	-
Auslegungsdruck Kanalnetz	-
Besondere Schwachstellen	-

Tabelle: Beschreibung Anlagentechnik

4.3.4 Trinkwarmwasserversorgung

Der Endenergiebedarf für Trinkwarmwasser beträgt **1,87 MWh/a**. Verglichen mit der Beheizung des Gebäudes, die einen Endenergiebedarf von **296,50 MWh/a** aufweist, spielt die Versorgung mit Trinkwarmwasser eine zu vernachlässigende Rolle. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die Versorgung des Gebäudes mit Trinkwarmwasser.

Art der Versorgung	Wärmebereitstellung erfolgt gebäude-zentral
Erzeugung	Über Heizungsanlage
Speicherung	-
Verteilung	Zentral Ebenentyp
Besondere Schwachstellen	-

Tabelle: Beschreibung Anlagentechnik

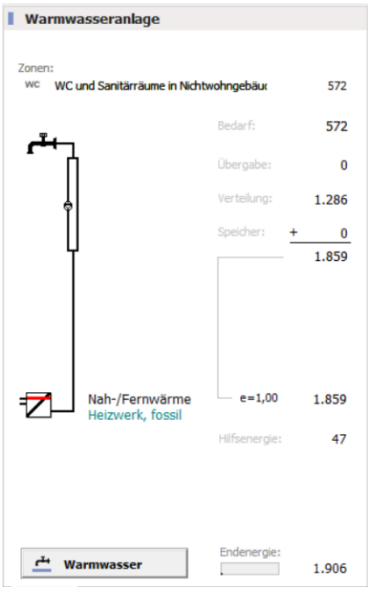


Abbildung: Anlagentechnik Warmwasser 1

4.3.5 Kühlung

Ein kleiner Teil des Gebäudes ist gekühlt. Darunter fällt die Zone, welche in der Zonierung als Gruppenbüro gekennzeichnet ist. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die Kälteerzeugung, -speicherung, -verteilung und -übergabe im Gebäude. Zudem wird auf erkannte Schwachstellen im Kühlsystem hingewiesen.

Art der Versorgung	Kältebereitstellung erfolgt gebäude-dezentral
Erzeugung	Raumklimasystem
Speicherung	Kein Speicher vorhanden
Verteilung	-
Übergabe	Standard-Nutzungsgrad
Besondere Schwachstellen	-

Tabelle: Beschreibung Anlagentechnik

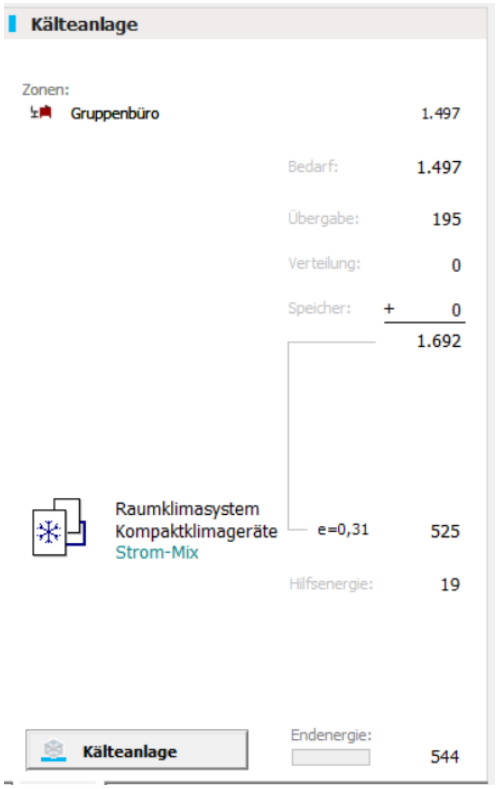


Abbildung: Anlagentechnik Kühlung

Im Unternehmen ist bereits eine PV-Anlage installiert. Die Anlage ist ca. 510 m² groß und hat schätzungsweise eine Peakleistung von **102 kW_P** (genaue Informationen lagen leider nicht vor, es handelt sich hier deshalb um Schätzwerte).

Laut den Berechnungen erzeugt die Anlage **90.093 kWh/a**. Hiervon können im Ist-Zustand **42.845 kWh** direkt verbraucht werden, die restlichen 52 % werden eingespeist.

4.4 Energiemengen und –kosten

Grundsätzlich ist zwischen dem Energieverbrauch und dem Energiebedarf eines Gebäudes zu unterscheiden. Der Energieverbrauch ist die tatsächlich zum Betrieb eines Gebäudes verwendete Energiemenge, deren Höhe aus der Energieverbrauchsabrechnung entnommen werden kann. Der Energiebedarf hingegen ist eine rechnerische Größe, die durch das in der GEG vorgeschriebene Bilanzierungsverfahren der DIN V 18599:2011-12 ermittelt wird.

4.4.1 Energieverbrauch im Ist-Zustand

Als Energieträger im Ist-Zustand findet Fernwärme und Strom Verwendung. Für das Jahr 2024 liegen Verbrauchsabrechnungen vor, denen der Energieverbrauch und die angefallenen Energiekosten entnommen werden können.

	Energieverbrauch	**Energiekosten**
	[kWh/a]	**[€/a]**
Strom	36.286	13.676,13
Fernwärme	257.792	23.134,77
Summe	**294.078**	**36.810,90**

Tabelle: Energiekosten/Verbrauch

Der hier dargestellte Verbrauch bezieht sich sowohl auf die Gebäudetechnik als auch auf andere Verbraucher, wie z.B. Küchengeräte, Drucker etc.

4.4.2 Wärmebilanz des Gebäudes

Das Diagramm zeigt die Wärmebilanz des Gebäudes im Ist-Zustand.

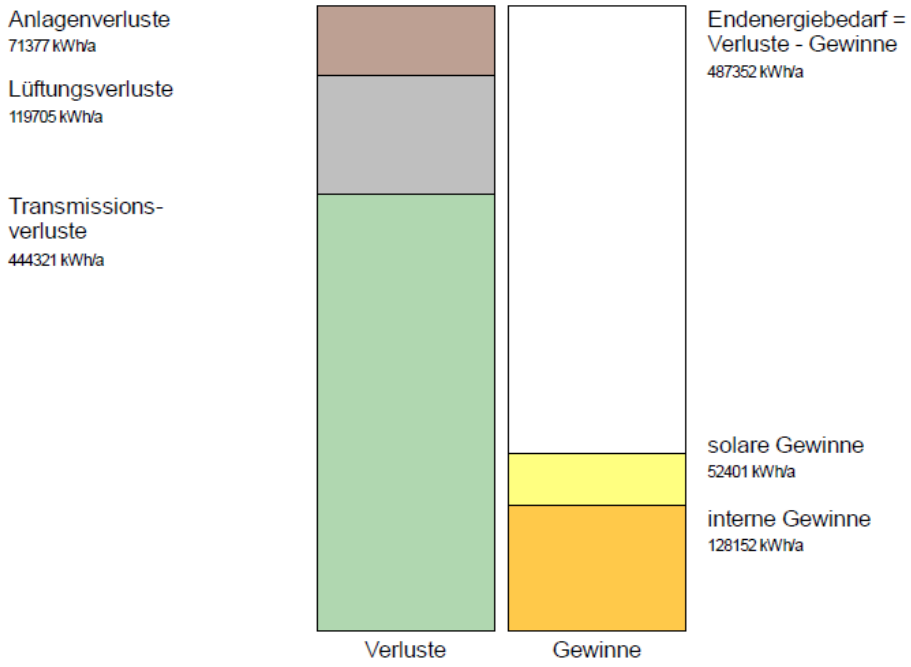


Diagramm: Wärmebilanz des Gebäudes im Ist-Zustand.

4.4.3 Darstellung Energieeffizienz im Ist-Zustand

Bei der Betrachtung der Energieeffizienz eines Gebäudes ist nicht nur der Endenergiebedarf entscheidend, sondern auch der Nutz- und der Primärenergiebedarf. Der Nutzenergiebedarf beschreibt den Energiebedarf ohne die Berücksichtigung von Erzeugungs-, Speicherungs- und Verteilverlusten. Kommt eine Wärmepumpe (und/oder eine Kühlanlage) zum Einsatz wird Umgebungswärme genutzt. In diesen Fällen kann der Endenergiebedarf kleiner als der Nutzenergiebedarf sein. Der Primärenergiebedarf berücksichtigt vorgelagerte Prozesse in der Energiebereitstellung und dient als ökologische Bezugsgröße. Diese Tabelle zeigt den Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie die CO2-Emissionen des vorliegenden Gebäudes im Ist-Zustand.

	Nutzenergiebedarf	**Endenergiebedarf**	**Primärenergiebedarf**	**CO_2-Emissionen**
	[MWh/a]	**[MWh/a]**	**[MWh/a]**	**[t/a]**
Heizung	218,99	296,50	0,50	79,16
Kühlung	1,50	0,00	0,00	0,00
Lüftung	0,00	0,00	0,00	0,00
Beleuchtung	31,60	8,12	14,62	3,53
Warmwasser	0,57	1,87	0,01	0,50
Summe	**252,66**	**306,49**	**15,14**	**83,20**

Tabelle: Nutz-, und Primärenergiebedarf, sowie Co2 Emissionen der Stammdaten

5 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

In den folgenden Kapiteln werden Maßnahmen aufgezeigt, die zu einer energetischen Verbesserung des Gebäudes führen. Da die zur Umsetzung empfohlenen Sanierungsschritte aufeinander aufbauen, werden gegebenenfalls bereits in früheren Sanierungsschritten vorbereitende Maßnahmen für später folgende Sanierungsschritte genannt. Zudem wird auf Aspekte hingewiesen, die bei der Umsetzung der Maßnahmen zu berücksichtigen sind.

Besteht ein Sanierungsschritt aus mehreren Einzelmaßnahmen (= Maßnahmenpaket), wird zuerst eine Übersicht über die einzelnen Maßnahmen anhand einer Tabelle gezeigt. Anschließend folgt hierzu eine detaillierte Erläuterung. Zu den einzelnen Sanierungsmaßnahmen werden die jeweils ermittelten Investitionskosten angegeben. Ist für die vorgeschlagene Maßnahme eine Inanspruchnahme öffentlicher Fördermittel möglich, wird deren Höhe sowie der Fördergeber und das Förderprogramm genannt.

Bei einer umfassenden Sanierung des Gebäudes, wird eine Planung und Berechnung der Wärmebrücken empfohlen. Zur Ermittlung des Endenergiebedarfs wurde ein Wärmebrückenzuschlag von 0,10 W/(m²·K) verwendet. Soll ein verringerter Wärmebrückenzuschlag erreicht werden, ist ein Wärmebrückennachweis durchzuführen.

5.1 Maßnahme M1: Dämmung oberer Gebäudeabschluss

Da über das Dach in der Regel die meisten Transmissionswärmeverluste stattfinden ist die Dämmung dieses Gebäudeteils unumgänglich.



5.1.1 Beschreibung Ist- Zustand

Als Dachform wurde ein Satteldach mit angrenzenden Pultdächern vorgefunden. Im Verwaltungsbereich grenzen die Räume an eine Geschossdecke, die an einen unbeheizten Dachboden grenzt, diese wurde als oberer Gebäudeabschluss bilanziert. Die Dächer sowie die Geschossdecke sind derzeit ungedämmt und sollten aus energetischer Sicht saniert werden.

5.1.2 Beschreibung der Maßnahme

Um nach der Sanierung bei allen Dächern einen U-Wert von **0,14 W/(m²K)** zu erreichen sollten alle Dächer saniert werden. Hierzu müssen die jeweiligen Unterkonstruktionen statisch geprüft werden.

Die Dämmung kann bei der Halle als Zwischen- und Aufsparrendämmung oder als Zwischen- und Untersparrendämmung eingebracht werden. Bei der Untersparrendämmung muss die Innenverkleidung entfernt werden um die Dämmung einbringen zu können. Eine Aufsparrendämmung wird empfohlen, wenn die Dacheindeckung aus baulicher Sicht ebenso erneuert werden sollte. Es wird eine Dämmstoffdicke von mindestens **24 cm** der **WLS 032** empfohlen um den förderfähigen U-Wert zu erreichen.

Die oberste Geschossdecke sollte ebenfalls mit mindestens **24 cm** der **WLS 032** gedämmt werden um den förderfähigen U-Wert zu erreichen. Hier empfiehlt es sich diese von oben zu dämmen da so die Raumhöhe der darunterliegenden Räume erhalten bleibt.

Wärmebrücken sollten von einer Fachfirma überprüft und beseitigt werden.

Die empfohlene Ausführung erfüllt die Anforderungen an die Förderung von Einzelmaßnahmen im KfW-Programm 278 (Sanierung mit Einzelmaßnahmen).

5.1.3 Kosten, Einsparung und Energieverbräuche

In der folgenden Tabelle werden die anfallenden **Investitionskosten**, mit den daraus resultierenden möglichen **Fördermitteln**, sowie die **energetisch bedingten Mehrkosten** und die voraussichtliche jährliche **Einsparung** aufgezeigt. Zudem werden die **Nutzungsdauer** und das **Kosten-Nutzenverhältnis**, welches sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten und die prognostizierte Einsparung bezieht angegeben.

Die Nutzungsdauer des oberen Gebäudeabschlusses wird mit **40 Jahren** angegeben.

Investition	Energetisch bedingte Kosten	Öffentliche Fördermittel	Prognostizierte Einsparung	Nutzungs-dauer	Kosten-Nutzen-Verhältnis
[€]	[€]	[€]	[€/a]	[a]	[-]
169.000	135.600	25.350	11.580	40	10 zu 1

Tabelle: Sanierungsschritt im Überblick

Diese Tabelle zeigt den Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie die CO_2-Emissionen nach der Durchführung des Sanierungsschritts.

	Nutzenergiebedarf	Endenergiebedarf	Primärenergiebedarf	CO_2-Emissionen
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]
Heizung	116,70	167,86	0,34	44,82
Kühlung	1,50	0,00	0,00	0,00
Lüftung	0,00	0,00	0,00	0,00
Beleuchtung	31,60	8,03	14,46	3,49
Warmwasser	0,57	1,87	0,01	0,50
Summe	**150,37**	**177,75**	**14,81**	**48,81**
PV-Anlage	**-**	**-45,99**	**-77,39**	**-**

Tabelle: Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie CO2 Emissionen nach Durchführung des Sanierungsschritts

Durch die Sanierung des gesamten Daches mit oberster Geschossdecke ergibt sich eine Reduktion des Endenergiebedarfs in Höhe von **128,73 MWh/a**.

5.2 Maßnahme M2: Sanierung Fenster, Fenstertüren & Türen



Aufgrund der nicht idealen Wärmedämmeigenschaften der im Gebäude teilweise verbauten Fenster empfiehlt es sich diese zu sanieren. Durch diese Maßnahme lassen sich Heizkosten sparen, da die Transmissionswärmeverluste deutlich zurückgehen. Die Fenster sollten trotz der Sanierung die schlechtesten U- Werte der Fassade aufweisen um Tauwasserausfall und Schimmelbildung an den Wänden vorzubeugen.

5.2.1 Beschreibung Ist- Zustand

Die im Gebäude vorgefunden Fenster wurden ca. 1999 saniert und sind sowohl energetisch als auch baulich größtenteils in einem guten Zustand. Eine Sanierung kann sich trotzdem lohnen, da die Fenster nicht mehr auf dem aktuellsten Stand der Technik sind. Bei den Fenstern handelt es sich um zweifachverglaste Kunststoffrahmenfenster mit einer Isolierverglasung.

5.2.2 Beschreibung der Maßnahme

Es wird empfohlen neue Wärmeschutzverglaste Fenster mit einem U-Wert von mindestens **0,95 W/(m²K)** oder besser einzubauen um somit förderfähig zu sein.

Die Türen sollten einen U-Wert von **1,30 W/(m²K)** aufweisen um förderfähig zu sein.

Nach dem Einbau der neuen Fenster müssen Fensterlaibungen fachgerecht gedämmt werden. Es ist darauf zu achten Wärmebrücken beim Einbau der Fenster zu vermeiden. Durch die Sanierung der Fenster und der Fassade steigt die Luftdichtheit des Gebäudes. Zur Sicherstellung der Qualität erfolgt der Nachweis der Luftdichtheit. Dabei ist ein Prüfwert für die Luftwechselrate n_{50} anzustreben, der 3,0 h^{-1} unterschreitet.

Dieser Wert beschreibt die Luftwechselrate bei 50 Pascal. Das heißt, dass pro Stunde ausgetauschte Luftvolumen bezogen auf das Raum- bzw. Gebäudeluftvolumen bei 50 Pascal Druckdifferenz zwischen Innen und außen. Es geht hierbei um das beheizte Innenvolumen (V).

Die empfohlene Ausführung erfüllt die Anforderungen an die Förderung von Einzelmaßnahmen im BAFA-Programm (Sanierung mit Einzelmaßnahmen)

5.2.3 Kosten, Einsparung und Energieverbräuche

In der folgenden Tabelle werden die anfallenden **Investitionskosten**, mit den daraus resultierenden möglichen **Fördermitteln**, sowie die **energetisch bedingten Mehrkosten** und die voraussichtliche jährliche **Einsparung** aufgezeigt. Zudem werden die **Nutzungsdauer** und das **Kosten-Nutzenverhältnis**, welches sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten und die prognostizierte Einsparung bezieht angegeben.

Die Nutzungsdauer der Fenster wird mit **40 Jahren** angegeben.

Investition	Energetisch bedingte Kosten	Öffentliche Fördermittel	Prognostizierte Einsparung	Nutzungs-dauer	Kosten-Nutzen-Verhältnis
[€]	[€]	[€]	[€/a]	[a]	[-]
135.400	95.800	20.310	947	40	80 zu 1

Tabelle: Sanierungsschritt im Überblick

Diese Tabelle zeigt den Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie die CO_2-Emissionen nach der Durchführung des Sanierungsschritts.

	Nutzenergiebedarf	Endenergiebedarf	Primärenergiebedarf	CO_2-Emissionen
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]
Heizung	108,07	157,02	0,33	41,93
Kühlung	1,53	0,00	0,00	0,00
Lüftung	0,00	0,00	0,00	0,00
Beleuchtung	31,75	8,10	14,58	3,52
Warmwasser	0,57	1,87	0,01	0,50
Summe	**141,92**	**166,99**	**14,92**	**45,95**
PV-Anlage	**-**	**-43,19**	**-77,75**	**-**

Tabelle: Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie CO2 Emissionen nach Durchführung des Sanierungsschritts

Durch die Sanierung der Fenster ergibt sich eine Reduktion des Endenergiebedarfs in Höhe von **10,77 MWh/a**.

5.3 Maßnahme M3: Dämmung Außenwände



Die Dämmung der Außenwände kann einen großen Beitrag zur Minderung der Transmissionswärmeverluste beitragen, weshalb diese Maßnahme ein wichtiger Punkt zur Erreichung des gewünschten Endzustandes des Gebäudes ist.

5.3.1 Beschreibung Ist- Zustand

Die Fassaden des Gebäudes weisen baulich keine Mängel auf und sind energetisch in einem nicht idealen Zustand. Der Bauteilaufbau konnte nicht genau bestimmt werden. Augenscheinlich handelt es sich um eine Mauerwerkskonstruktion mit vorgesetzter Klinkerfassade ohne Luftschicht. Eine Sanierung wird aufgrund der fehlenden Dämmung empfohlen.

5.3.2 Beschreibung der Maßnahme

Die Außenwände sollten mit mindestens **14 cm** der **WLS 032** gedämmt werden. Für das Gebäude empfiehlt es sich die Dämmung als Innendämmung anzubringen, da sonst die Fassadenansicht verloren geht. Bei einer Innendämmung mit Mauerwerk und vorgesetzter Klinkerfassade werden Kalziumsilikatplatten als Dämmmaterial empfohlen, da von innen in das Mauerwerk eindringende Feuchtigkeit aufgrund der Klinkerfassade nicht nach Außen abtransportiert werden kann. Dieses Dämmmaterial ist zum einen Diffusionsoffen (reguliert Feuchtigkeit) und ist Schimmelhemmend.

Hierdurch wird ein förderfähiger U-Wert von **0,20 W/(m²K)** erreicht.

Die Kellerwände im Verwaltungsteil sollten ebenfalls gedämmt werden. Hier sollten mindestens **10 cm** der **WLS 032** Dämmung verbaut werden um einen förderfähigen U-Wert von **0,25 W/(m²K)** zu erreichen. Hier kann das gleiche Dämmmaterial wie bei den Außenwänden verwendet werden.

Als Dämmstoffmaterial eignet sich zum Beispiel Faserdämmstoff.

Beim Anbringen der Dämmschicht ist darauf zu achten Wärmebrücken zu vermeiden. Deshalb sollte die Dämmung lückenlos und ohne Durchbrüche angebracht werden.

5.3.3 Kosten, Einsparung und Energieverbräuche

In der folgenden Tabelle werden die anfallenden **Investitionskosten**, mit den daraus resultierenden möglichen **Fördermitteln**, sowie die **energetisch bedingten Mehrkosten** und die voraussichtliche jährliche **Einsparung** aufgezeigt. Zudem werden die **Nutzungsdauer** und das **Kosten-Nutzenverhältnis**, welches sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten und die prognostizierte Einsparung bezieht angegeben.

Die Nutzungsdauer der Außenwanddämmung wird mit **40 Jahren** angegeben.

Investition	Energetisch bedingte Kosten	Öffentliche Fördermittel	Prognostizierte Einsparung	Nutzungs-dauer	Kosten-Nutzen-Verhältnis
[€]	[€]	[€]	[€/a]	[a]	[-]
108.900	92.400	16.335	4.628	40	16 zu 1

Tabelle: Sanierungsschritt im Überblick

Diese Tabelle zeigt den Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie die CO_2-Emissionen nach der Durchführung des Sanierungsschritts.

	Nutzenergiebedarf	Endenergiebedarf	Primärenergiebedarf	CO_2-Emissionen
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]
Heizung	68,11	105,61	0,26	28,20
Kühlung	1,98	0,00	0,00	0,00
Lüftung	0,00	0,00	0,00	0,00
Beleuchtung	31,75	8,06	14,51	3,51
Warmwasser	0,57	1,87	0,01	0,50
Summe	**102,42**	**115,54**	**14,79**	**32,20**
PV-Anlage	**-**	**-43,26**	**-77,87**	**-**

Tabelle: Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie CO2 Emissionen nach Durchführung des Sanierungsschritts

Durch die Sanierung der Außenwände ergibt sich eine Reduktion des Endenergiebedarfs in Höhe von **51,45 MWh/a**.

5.4 Maßnahme M4: Dämmung unterer Gebäudeabschluss

Die Dämmung der Bodenplatte kann einen großen Beitrag zur Minderung der Transmissionswärmeverluste beitragen, weshalb diese Maßnahme ein wichtiger Punkt zur Erreichung des gewünschten Endzustandes des Gebäudes ist.



Beschreibung Ist- Zustand

Als unterer Gebäudeabschluss wurde eine Bodenplatte vorgefunden, welche aus armiertem Beton hergestellt ist. Da die Bodenplatte ungedämmt ist und sich energetisch nicht auf dem aktuellen Stand befindet. Wird die Dämmung der Bodenplatte empfohlen.

Zudem schließt ein Teil des Gebäudes über eine Kellerdecke gegen den unbeheizten Keller ab. Diese Decke sollte ebenfalls gedämmt werden.

Beschreibung der Maßnahme

Die Bodenplatte sollte mit mindestens **8 cm** der **WLS 032** gedämmt werden. Somit wird ein förderfähiger U-Wert von **0,35 W/(m²K)** erreicht. Um die Dämmung einbringen zu können muss der bestehen de Fußbodenbelag sowie der Estrich entfernt werden. Nun kann die Dämmung eingebracht werden und der Fußboden neu aufgebaut werden.

Die Kellerdecke sollte mit mindestens **12 cm** der **WLS 032** gedämmt werden um einen förderfähigen U-Wert von **0,25 W/(m²K)** zu erreichen. Die Dämmung kann von unten an der Kellerdecke angebracht werden.

Als Dämmmaterial eignet sich zum Beispiel Expandierter Polystyrolschaum (EPS).

Aus technischer Sicht ist das Einbringen der Dämmung kein Problem da die Lichte Raumhöhe auch nach der Einbringung der Dämmung ausreichend ist. Aus wirtschaftlicher Sicht sollte bedacht werden, dass durch das Entfernen des Bodenbelags und des Estrichs das Gebäude nicht genutzt werden kann. Zudem müssen alle Gräte und Lagerbestände aus den Räumlichkeiten entfernt werden. Dies führt zu weiteren kosten und evtl. Betriebsausfällen, welche in den nachfolgenden Tabellen nicht berücksichtigt wurde.

5.4.1 Kosten, Einsparung und Energieverbräuche

In der folgenden Tabelle werden die anfallenden **Investitionskosten**, mit den daraus resultierenden möglichen **Fördermitteln**, sowie die **energetisch bedingten Mehrkosten** und die voraussichtliche jährliche **Einsparung** aufgezeigt. Zudem werden die **Nutzungsdauer** und das **Kosten-Nutzenverhältnis**, welches sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten und die prognostizierte Einsparung bezieht angegeben.

Die Nutzungsdauer des unteren Gebäudeabschlusses wird mit **40 Jahren** angegeben.

Investition	Energetisch bedingte Kosten	Öffentliche Fördermittel	Prognostizierte Einsparung	Nutzungs-dauer	Kosten-Nutzen-Verhältnis
[€]	[€]	[€]	[€/a]	[a]	[-]
217.700	90.000	32.655	2.682	40	21 zu 1

Tabelle: Sanierungsschritt im Überblick

Diese Tabelle zeigt den Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie die CO_2-Emissionen nach der Durchführung des Sanierungsschritts.

	Nutzenergiebedarf	Endenergiebedarf	Primärenergiebedarf	CO_2-Emissionen
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[t/a]
Heizung	45,21	75,85	0,22	20,25
Kühlung	1,98	0,00	0,00	0,00
Lüftung	0,00	0,00	0,00	0,00
Beleuchtung	31,75	8,03	14,46	3,49
Warmwasser	0,57	1,87	0,01	0,50
Summe	**79,51**	**85,75**	**14,69**	**24,24**
PV-Anlage	**-**	**-43,21**	**-77,77**	**-**

Tabelle: Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf sowie CO2 Emissionen nach Durchführung des Sanierungsschritts

Durch die Sanierung der Bodenplatte/Kellerdecke ergibt sich eine Reduktion des Endenergiebedarfs in Höhe von **29,79 MWh/a**.

6 GEG- und BEG-Anforderungen

6.1 Nachweis Effizienzgebäude

Im Folgenden ist der Nachweis dargestellt, dass das sanierte Gebäude die Anforderung des GEG und des BEG erfüllt. Dieser Nachweis wurde mit der Software Hottgenroth Energieberater erstellt.

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Berechnungsverfahren und Randbedingungen	GEG 2023 - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude
Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	12655,0 m³
Hüllfläche A	4346,8 m²
Nettogrundfläche A_{NGF}	2217,1 m²
Fensterfläche	197,0 m²
Außentürfläche	11,0 m²
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

6.2 Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG					
			GEG		BEG-Effizienzhaus			
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	**EH40**	EH55	EH70	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m²a	3,2	☑ 111,4	79,6	☑ 31,8	☑ 43,8	☑ 55,7	☑ 127,4
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m²K	0,14	☑ 0,56		☑ 0,18	☑ 0,22	☑ 0,26	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m²K	0,95	☑ 2,66		☑ 1,00	☑ 1,20	☑ 1,40	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m²K	1,3	☑ 4,3		☑ 1,6	☑ 2,0	☑ 2,4	

6.3 EE-Klasse

☐ Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 65 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).

☐ EE-Klasse Zusatzanforderungen

6.4 Energie- und CO_2-Einsparung zum Ausgangszustand

	Einheit	Unsaniert	Saniert	Einsparung	Einsparung in %
Endenergiebedarf	kWh/a	487352	135984	351368	72
Primärenergiebedarf	kWh/a	7627	7088	539	7
Treibhausgasemissionen	kg/a	131364	37461	93903	71

6.5 Energie- und CO_2-Einsparung zum Neubauniveau

	Einheit	Neubau-Anforderungswert *	Ist-Wert	Einsparung	Einsparung in %
Endenergiebedarf	kWh/a	76263	135984	-59721	-78
Primärenergiebedarf	kWh/a	97062	7088	89975	93
Treibhausgasemissionen	kg/a	24543	37461	-12918	-53

* Alle Werte beziehen sich auf den 0,55-fachen Wert für das Referenzgebäude nach GEG.

7 Erläuterungen zur Wirtschaftlichkeit

Die im Sanierungsfahrplan vorkommenden Abbildungen und Tabellen, die Aussagen über die Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen treffen, unterliegen Annahmen, die im Folgenden erläutert werden.

7.1 Wartungskosten

Die Wartungskosten in den einzelnen Sanierungsschritten bestimmen sich nach der dort vorhandenen Anlagentechnik, d.h. bis zum Austausch einer technischen Anlage werden die Kosten des Ist-Zustands angenommen, ab dem Austausch die neuen Wartungskosten. Kommt eine technische Anlage hinzu, werden die Kosten ab dem entsprechenden Sanierungsschritt berücksichtigt.

Die Wartungskosten der Beleuchtungsanlage wurden nicht berücksichtigt, da angenommen wird, dass diese sehr gering ausfallen.

7.2 Investitionskosten

Als Grundlage für den Wirtschaftlichkeitsvergleich werden bei der Berechnung der Gesamtkosten jeweils ausschließlich die energetisch bedingten Mehrkosten zugrunde gelegt. Die Sowieso-Kosten werden demnach nicht berücksichtigt. Die Investitionskosten wurden einschließlich eines Aufschlags für die Baunebenkosten in Höhe von 15 Prozent der Netto-Investitionskosten ermittelt und dargestellt.

7.3 Öffentliche Fördermittel

Berücksichtigt wurden hierbei die Fördermittel für Einzelmaßnahmen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

7.4 Kostensteigerung

Die Angabe der Gesamtkosten in den einzelnen Sanierungsschritten erfolgt unter Berücksichtigung der heute gültigen Kosten.

8 Anhang

8.1 Konditionierung der Zonen

Projekt: BIO-Betrieb - Dämmung unterer Gebäudeabschluss

entspr. E DIN V 18599 Bbl 3

Überblick über die Konditionierung der Zonen

Zone		Heizung	Kühlung	Beleuchtung	mech. Lüftung	Trinkwarm-wasser	Nettogrundfläche, in [m²]
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden		x		x		x	25,44
Lager		x		x			341,42
Verkehrsfläche		x		x			275,56
Gruppenbüro		x	x	x			155,54
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)		x		x			1345,43
Sonstige Aufenthaltsräume		x		x			73,71
Thermisch konditionierte Nettogrundfläche	in [m²]	2217	155,5	2217	-	25,4	2217,1
	entspricht	100 %	100 %	100 %	-	100 %	
unbeheizte Zone				x			1580,16
Thermisch nicht konditionierte Nettogrundfläche	in [m²]			1580,2	-	-	1580,16
	entspricht			100 %	-	-	
Konditionierte Nettogrundfläche	in [m²]	2217	155,5	3797,2	-	25,4	3797,26
	entspricht	100 %	100 %	100 %	-	100 %	

Nutzungsdaten: Sollwerte für Temperatur und Nutzungszeiten

Zone (thermisch konditioniert)	Nettogrund-fläche, in [m²]	Nutzungs-profil nach DIN V 18599-10	Datenquelle	Raumsolltemperatur, in [C°]		Nutzungszeit		
				Heizen	Kühlen	Jährliche Nutzungstage, in [d/a],	tägliche Nutzungs-stunden, in [h/d]	Datenquelle
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	25,44	** 16 - WC, Sanitärraum (in Nichtwohngebäuden)	I	19	24	250	9	I
Lager	341,42	** 20 - Lager, Technik, Archiv	I	15	24	250	9	I
Verkehrsfläche	275,56	** 19 - Verkehrsfläche / unbeheizte Zone	I	19	24	250	9	I
Gruppenbüro	155,54	** 2 - Gruppenbüro (2 bis 6 Arbeitsplätze)	I	19	24	250	9	I
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	1345,43	** 22.3 - Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	I	14	24	250	9	I
Sonstige Aufenthaltsräume	73,71	** 17 - Sonstige Aufenthaltsräume	I	19	24	250	9	I
Mittelwert (flächengewichtet)	369,5			15,3	24	250	9	

Nutzungsdaten: Sollwerte für Warmwasserbedarf, Beleuchtungsstärke, Wärmeeintrag und Mindestaußenluftbedarf

Zone (thermisch konditioniert)	Bezug Trinkwarmwasserbedarf			Nutzwärmebedarf Trinkwarmwasser			Wartungswert Beleuchtungsstärke, in [x]	Wärmeeintrag Personen u. Arbeitshilfen, in [Wh/(m²d)]	Mindestaußenluft	
	Menge	Bezug	Datenquelle	in [kWh/(Bezug * d)]	in [kWh/(Bezug * a)]	in [kWh/d]			Volumenstrom[b], in [m³/(hm²)]	Luftwechsel[b], in [1/h]
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	25,44	m²	S	0,090	22,5	2,29	200	0	15,0	4,95
Lager	341,42	-	-	-	-	-	100	0	0,2	0,05
Verkehrsfläche	275,56	-	-	-	-	-	100	0	-	-
Gruppenbüro	155,54	-	-	-	-	-	500	73	4,0	1,32
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	1345,43	-	-	-	-	-	500	312	1,5	0,27
Sonstige Aufenthaltsräume	73,71	-	-	-	-	-	300	101	7,0	2,22
Mittelwert (flächengewichtet)						-	378,6	198	1,6	0,39

Nutzenergiebedarf nach Zonen und Gewerken, absolute Werte

in [kWh/a] Zone	Heizung gesamt	Heizung davon RLT	Kühlung gesamt	Kühlung davon RLT	Beleuchtung	Trinkwarmwasser	Dampf / Befeuchtung
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	3156	-	-	-	181	572	-
Lager	9431	-	-	-	241	-	-
Verkehrsfläche	7078	-	-	-	1698	-	-
unbeheizte Zone	-	-	-	-	11903	-	-
Gruppenbüro	4524	-	1977	-	736	-	-
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	17784	-	-	-	16333	-	-
Alle Zonen	41973	-	1977	-	31092	572	-

Endenergiebedarf (ohne Umweltenergien) nach Zonen und Gewerken, absolute Werte

Zone	Endenergie (ohne Hilfsenergiebedarf), in [kWh/a] Heizung incl. RLT	Kühlung incl. RLT	Trinkwarmwasser	Dampf/ Befeuchtung	Beleuchtung	Hilfsenergiebedarf, in [kWh/a]
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	4151	-	1858	-	199	6260
Lager	14636	-	-	-	332	15040
Verkehrsfläche	11381	-	-	-	2038	13477
unbeheizte Zone	-	-	-	-	14283	14283
Gruppenbüro	6932	693	-	-	1250	8936
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	34017	-	-	-	31033	65335
Alle Zonen	71117	693	1858	-	49135	123331

Endenergiebedarf (mit Umweltenergien) nach Zonen und Gewerken, absolute Werte

Zone	Endenergie (ohne Hilfsenergiebedarf), in [kWh/a] Heizung incl. RLT	Kühlung incl. RLT	Trinkwarmwasser	Dampf/ Befeuchtung	Beleuchtung	Hilfsenergiebedarf, in [kWh/a]

Endenergiebedarf (mit Umweltenergien) nach Zonen und Gewerken, absolute Werte						
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	4151	-	1858	-	199	6260
Lager	14636	-	-	-	332	15040
Verkehrsfläche	11381	-	-	-	2038	13477
unbeheizte Zone	-	-	-	-	14283	14283
Gruppenbüro	6932	693	-	-	1250	8936
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	34017	-	-	-	31033	65335
Alle Zonen	71117	693	1858	-	49135	123331

Primärenergiebedarf (nicht erneuerbarer Anteil) nach Zonen und Gewerken, absolute Werte						
Zone	Primärenergie (ohne Hilfsenergiebedarf), in [kWh/a]					Hilfsenergie-bedarf, in [kWh/a]
	Heizung incl. RLT	Kühlung incl. RLT	Trinkwarm-wasser	Dampf/ Befeuchtung	Beleuchtung	
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	-	-	-	-	358	95
Lager	-	-	-	-	598	130
Verkehrsfläche	-	-	-	-	3668	105
unbeheizte Zone	-	-	-	-	25710	-
Gruppenbüro	-	1247	-	-	2251	110
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	-	-	-	-	55860	512
Alle Zonen	-	1247	-	-	88445	952

Primärenergiebedarf (gesamter Anteil) nach Zonen und Gewerken, absolute Werte						
Zone	Primärenergie (ohne Hilfsenergiebedarf), in [kWh/a]					Hilfsenergie-bedarf, in [kWh/a]
	Heizung incl. RLT	Kühlung incl. RLT	Trinkwarm-wasser	Dampf/ Befeuchtung	Beleuchtung	
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	-	-	-	-	358	95
Lager	-	-	-	-	598	130
Verkehrsfläche	-	-	-	-	3668	105
unbeheizte Zone	-	-	-	-	25710	-
Gruppenbüro	-	1247	-	-	2251	110
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	-	-	-	-	55860	512
Alle Zonen	-	1247	-	-	88445	952

Nutzenergiebedarf nach Zonen und Gewerken, bezogen auf die Nettogrundfläche der Zone							
in[kWh/(m²a)]	Heizung		Kühlung		Beleuchtung	Trinkwarm-wasser	Dampf / Befeuchtung
Zone	gesamt	davon RLT	gesamt	davon RLT			
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	124	-	-	-	7	22	-
Lager	28	-	-	-	1	-	-
Verkehrsfläche	26	-	-	-	6	-	-
unbeheizte Zone	-	-	-	-	8	-	-
Gruppenbüro	29	-	13	-	5	-	-
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	13	-	-	-	12	-	-
Alle Zonen	220	-	13	-	39	22	-

Endenergiebedarf (ohne Umweltenergien) nach Zonen und Gewerken, bezogen auf die Nettogrundfläche der Zone

Zone	Endenergie (ohne Hilfsenergiebedarf), in [kWh/(m²a)]					Hilfsenergie-bedarf, in [kWh/(m²a)]
	Heizung incl. RLT	Kühlung incl. RLT	Trinkwarm-wasser	Dampf/ Befeuchtung	Beleuchtung	
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	163	-	73	-	8	246
Lager	43	-	-	-	1	44
Verkehrsfläche	41	-	-	-	7	49
unbeheizte Zone	-	-	-	-	9	9
Gruppenbüro	45	4	-	-	8	57
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	25	-	-	-	23	49
Alle Zonen	317	4	73	-	56	454

Endenergiebedarf (mit Umweltenergien) nach Zonen und Gewerken, bezogen auf die Nettogrundfläche der Zone

Zone	Endenergie (ohne Hilfsenergiebedarf), in [kWh/(m²a)]					Hilfsenergie-bedarf, in [kWh/(m²a)]
	Heizung incl. RLT	Kühlung incl. RLT	Trinkwarm-wasser	Dampf/ Befeuchtung	Beleuchtung	
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	163	-	73	-	8	246
Lager	43	-	-	-	1	44
Verkehrsfläche	41	-	-	-	7	49
unbeheizte Zone	-	-	-	-	9	9
Gruppenbüro	45	4	-	-	8	57
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	25	-	-	-	23	49
Alle Zonen	317	4	73	-	56	454

Primärenergiebedarf (nicht erneuerbarer Anteil) nach Zonen und Gewerken, bezogen auf die Nettogrundfläche der Zone

Zone	Primärenergie (ohne Hilfsenergiebedarf), in [kWh/(m²a)]					Hilfsenergie-bedarf, in [kWh/(m²a)]
	Heizung incl. RLT	Kühlung incl. RLT	Trinkwarm-wasser	Dampf/ Befeuchtung	Beleuchtung	
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	-	-	-	-	14	4
Lager	-	-	-	-	2	-
Verkehrsfläche	-	-	-	-	13	-
unbeheizte Zone	-	-	-	-	16	-
Gruppenbüro	-	8	-	-	14	1
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	-	-	-	-	42	-
Alle Zonen	-	8	-	-	101	5

Primärenergiebedarf (gesamter Anteil) nach Zonen und Gewerken, bezogen auf die Nettogrundfläche der Zone						
Zone	Primärenergie (ohne Hilfsenergiebedarf), in [kWh/(m²a)]					Hilfsenergie-bedarf, in [kWh/(m²a)]
	Heizung incl. RLT	Kühlung incl. RLT	Trinkwarm-wasser	Dampf/ Befeuchtung	Beleuchtung	
WC und Sanitärräume in Nichtwohngebäuden	-	-	-	-	14	4
Lager	-	-	-	-	2	-
Verkehrsfläche	-	-	-	-	13	-
unbeheizte Zone	-	-	-	-	16	-
Gruppenbüro	-	8	-	-	14	1
Gewerbliche Halle, industrielle Halle (einfache Arbeit)	-	-	-	-	42	-
Alle Zonen	-	8	-	-	101	5

8.2 Gebäudegeometrie

Objekt: Ayurvedische BIO Produktion in Brandenburg

1. Gebäudegeometrie

1.1 Gebäudegeometrie - Flächen

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen-anteil
				m²	m²	%
1	Dach 006-7	W 20,0°	61,32 * 1,00	61,32	61,32	1,3
2	Dach 006-5	O 20,0°	61,32 * 1,00	61,32	61,32	1,3
3	Dach 006-6	N 20,0°	153,49 * 1,00	153,49	153,49	3,2
4	Dach 006-1	S 20,0°	141,92 * 1,00	141,92	141,92	2,9
5	Dach 006-3	S 20,0°	13,67 * 1,00	13,67	13,67	0,3
6	Dach 006-4	O 20,0°	24,25 * 1,00	24,25	24,25	0,5
7	Dach 006-2	W 20,0°	24,25 * 1,00	24,25	24,25	0,5
8	AW 037	S 90,0°	10,55 * 0,47	4,92	4,92	0,1
9	AW 040	O 90,0°	4,79 * 1,00	4,79	4,79	0,1
10	AW 008-10	N 90,0°	0,62 * 0,47	0,29	0,29	0,0
11	AW 038	O 90,0°	3,41 * 1,00	3,41	3,41	0,1
12	AW 039	S 90,0°	9,45 * 0,47	4,40	4,40	0,1
13	AW 035	N 90,0°	26,59 * 0,47	12,40	12,40	0,3
14	AW 034	W 90,0°	15,18 * 0,47	7,08	7,08	0,1
15	AW 036	O 90,0°	15,18 * 0,47	7,08	7,08	0,1
16	AW 021-3	W 90,0°	6,33 * 3,20	20,26	17,72	0,4
17	F 088	W 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
18	AW 020	S 90,0°	4,74 * 3,20	15,17	12,63	0,3
19	F 086	S 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
20	AW 022	N 90,0°	6,13 * 3,20	19,61	14,53	0,3
21	F 081	N 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
22	F 080	N 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
23	AW 019-3	O 90,0°	7,64 * 3,20	24,44	21,90	0,4
24	F 082	O 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
25	AW 022-2	N 90,0°	6,59 * 3,20	21,10	16,03	0,3
26	F 078	N 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
27	F 079	N 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
28	AW 022-3	N 90,0°	3,13 * 3,20	10,03	8,01	0,2
29	F 077	N 90,0°	1,16 * 1,75	-	2,03	0,0
30	AW 022-4	N 90,0°	3,26 * 3,20	10,42	8,30	0,2
31	F 076	N 90,0°	1,09 * 1,75	-	1,91	0,0
32	F 077-2	N 90,0°	0,12 * 1,75	-	0,21	0,0
33	AW 022-6	N 90,0°	4,46 * 3,20	14,28	11,61	0,2
34	F 074	N 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
35	F 075-2	N 90,0°	0,08 * 1,75	-	0,13	0,0
36	AW 021	W 90,0°	6,33 * 3,20	20,25	20,25	0,4
37	AW 022-5	N 90,0°	3,02 * 3,20	9,65	7,23	0,1
38	F 075	N 90,0°	1,20 * 1,75	-	2,10	0,0
39	F 076-2	N 90,0°	0,18 * 1,75	-	0,32	0,0
40	AW 020-2	S 90,0°	3,60 * 3,20	11,51	8,97	0,2
41	F 087	S 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
42	AW 021-2	W 90,0°	2,52 * 3,20	8,07	5,54	0,1
43	F 089	W 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
44	AW 020-3	S 90,0°	1,11 * 3,20	3,55	3,55	0,1
45	AW 018-2	N 90,0°	3,03 * 3,20	9,71	6,08	0,1
46	F 094	N 90,0°	0,63 * 1,75	-	1,10	0,0
47	F 093	N 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
48	AW 016-2	O 90,0°	5,05 * 3,20	16,15	16,15	0,3
49	AW 008-6	N 90,0°	0,62 * 3,20	2,00	2,00	0,0
50	AW 016	O 90,0°	2,68 * 3,20	8,58	8,58	0,2

Objekt: Ayurvedische BIO Produktion in Brandenburg

1.1 Gebäudegeometrie - Flächen (Fortsetzung)

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen-anteil
				m²	m²	%
51	AW 017	W 90,0°	7,73 * 3,20	24,72	21,68	0,4
52	F 091	W 90,0°	0,75 * 1,35	-	1,01	0,0
53	F 092	W 90,0°	0,75 * 1,35	-	1,01	0,0
54	F 090	W 90,0°	0,75 * 1,35	-	1,01	0,0
55	AW 018-3	N 90,0°	1,39 * 3,20	4,45	3,32	0,1
56	F 094-2	N 90,0°	0,65 * 1,75	-	1,13	0,0
57	AW 018	N 90,0°	6,13 * 3,20	19,61	14,53	0,3
58	F 085	N 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
59	F 084	N 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
60	AW 019	O 90,0°	4,63 * 3,20	14,81	14,81	0,3
61	AW 019-2	O 90,0°	2,92 * 3,20	9,33	6,80	0,1
62	F 083	O 90,0°	1,45 * 1,75	-	2,54	0,1
63	Dach 004-1	W 15,0°	11,28 * 1,00	11,28	11,28	0,2
64	Dach 001-1	N 25,0°	10,99 * 1,00	10,99	10,99	0,2
65	Dach 005-1	N 15,0°	11,36 * 1,00	11,36	11,36	0,2
66	Dach 001-2	W 25,0°	9,63 * 1,00	9,63	9,63	0,2
67	AW 008-7	N 90,0°	14,50 * 1,00	14,50	14,50	0,3
68	AW 001	S 90,0°	28,82 * 1,00	28,82	24,95	0,5
69	F 016	S 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
70	F 015	S 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
71	AW 003-8	O 90,0°	4,67 * 3,35	15,64	13,70	0,3
72	F 014	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
73	Boden EG-13	0,0°	42,88 * 1,00	42,88	42,88	0,9
74	Dach 004-2	W 15,0°	5,14 * 4,85	24,94	24,94	0,5
75	AW 003-4	O 90,0°	5,14 * 3,35	17,24	15,30	0,3
76	F 007	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
77	Boden EG-14	0,0°	4,68 * 5,14	24,09	24,09	0,5
78	Dach 004-3	W 15,0°	1,52 * 4,85	7,39	7,39	0,2
79	AW 003-3	O 90,0°	1,52 * 3,35	5,11	5,11	0,1
80	Boden EG-15	0,0°	1,52 * 4,68	7,14	7,14	0,1
81	Dach 004-4	W 15,0°	3,85 * 4,85	18,64	18,64	0,4
82	AW 003-2	O 90,0°	3,85 * 3,35	12,88	8,47	0,2
83	AT 001	O 90,0°	2,10 * 2,10	-	4,41	0,1
84	Boden EG-16	0,0°	3,85 * 4,68	18,00	18,00	0,4
85	AW 014	S 90,0°	6,86 * 3,35	22,97	16,74	0,3
86	F 058	S 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
87	F 059	S 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
88	AW 015-3	O 90,0°	6,25 * 3,35	20,95	20,95	0,4
89	AW 015-2	O 90,0°	2,60 * 3,35	8,70	5,58	0,1
90	F 071	O 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
91	AW 015	O 90,0°	6,33 * 3,35	21,21	18,09	0,4
92	F 070	O 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
93	AW 011-3	N 90,0°	4,74 * 3,35	15,88	15,88	0,3
94	Dach 003-5	O 15,0°	4,36 * 4,83	21,07	21,07	0,4
95	AW 002-3	W 90,0°	4,36 * 3,35	14,61	12,21	0,3
96	F 018	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
97	Boden EG-20	0,0°	4,36 * 4,67	20,35	20,35	0,4
98	AW 009	O 90,0°	7,21 * 3,35	24,16	24,16	0,5
99	AW 011	N 90,0°	1,11 * 3,35	3,72	3,72	0,1
100	AW 010	W 90,0°	7,73 * 3,35	25,88	21,06	0,4
101	F 066	W 90,0°	0,65 * 1,15	-	0,74	0,0
102	F 067	W 90,0°	0,65 * 1,15	-	0,74	0,0
103	F 073	W 90,0°	1,55 * 2,15	-	3,33	0,1

Objekt: Ayurvedische BIO Produktion in Brandenburg

1.1 Gebäudegeometrie - Flächen (Fortsetzung)

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen-anteil
				m²	m²	%
104	AW 011-2	N 90,0°	3,60 * 3,35	12,05	12,05	0,2
105	AW 014-2	S 90,0°	2,81 * 3,35	9,41	6,29	0,1
106	F 065	S 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
107	Dach 003-7	O 15,0°	5,20 * 4,83	25,10	25,10	0,5
108	AW 002-6	W 90,0°	5,20 * 3,35	17,40	15,01	0,3
109	F 024	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
110	Boden EG-22	0,0°	4,67 * 5,20	24,25	24,25	0,5
111	AW 014-3	S 90,0°	3,00 * 3,35	10,07	6,95	0,1
112	F 060	S 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
113	Dach 003-8	O 15,0°	3,60 * 2,90	10,43	10,43	0,2
114	AW 002-7	W 90,0°	3,60 * 3,35	12,06	9,66	0,2
115	F 025	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
116	Boden EG-23	0,0°	2,80 * 3,60	10,08	10,08	0,2
117	Dach 004-8	W 15,0°	15,40 * 1,00	15,40	15,40	0,3
118	Dach 002-1	S 20,0°	9,55 * 1,00	9,55	9,55	0,2
119	Dach 003-9	S 15,0°	11,33 * 1,00	11,33	11,33	0,2
120	Dach 003-10	O 15,0°	28,26 * 1,00	28,26	28,26	0,6
121	Dach 001-15	O 25,0°	12,05 * 1,00	12,05	12,05	0,2
122	Dach 001-14	S 25,0°	51,28 * 1,00	51,28	51,28	1,1
123	Dach 001-16	W 25,0°	11,33 * 1,00	11,33	11,33	0,2
124	AW 006	S 90,0°	58,54 * 1,00	58,54	36,46	0,7
125	F 003-2	S 90,0°	1,55 * 2,85	-	4,42	0,1
126	F 005-2	S 90,0°	1,55 * 2,85	-	4,42	0,1
127	F 002-2	S 90,0°	1,55 * 2,85	-	4,42	0,1
128	F 004-2	S 90,0°	1,55 * 2,85	-	4,42	0,1
129	F 001-2	S 90,0°	1,55 * 2,85	-	4,42	0,1
130	AW 004	N 90,0°	79,71 * 1,00	79,71	64,99	1,3
131	F 001	N 90,0°	1,55 * 1,90	-	2,94	0,1
132	F 005	N 90,0°	1,55 * 1,90	-	2,94	0,1
133	F 003	N 90,0°	1,55 * 1,90	-	2,94	0,1
134	F 002	N 90,0°	1,55 * 1,90	-	2,94	0,1
135	F 004	N 90,0°	1,55 * 1,90	-	2,94	0,1
136	AW 003	O 90,0°	4,37 * 3,35	14,63	12,69	0,3
137	F 006	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
138	AW 002-8	W 90,0°	6,74 * 3,35	22,57	20,18	0,4
139	F 026	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
140	Boden EG-24	0,0°	134,39 * 1,00	134,39	134,39	2,8
141	Dach 004-5	W 15,0°	28,85 * 1,00	28,85	28,85	0,6
142	Dach 001-5	W 25,0°	9,20 * 1,00	9,20	9,20	0,2
143	Dach 003-1	O 15,0°	7,72 * 1,00	7,72	7,72	0,2
144	Dach 001-4	O 25,0°	8,75 * 1,00	8,75	8,75	0,2
145	Dach 001-3	N 25,0°	26,52 * 1,00	26,52	26,52	0,5
146	AW 003-7	O 90,0°	5,96 * 3,35	19,95	18,01	0,4
147	F 013	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
148	AW 002-2	W 90,0°	1,59 * 3,35	5,34	5,34	0,1
149	Boden EG-17	0,0°	77,08 * 1,00	77,08	77,08	1,6
150	AW 014-4	S 90,0°	1,66 * 3,35	5,56	4,90	0,1
151	AT 004	S 90,0°	1,02 * 0,65	-	0,66	0,0
152	AW 013	W 90,0°	15,18 * 3,35	50,86	50,86	1,0
153	AW 014-5	S 90,0°	12,26 * 3,35	41,07	28,60	0,6
154	F 062	S 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
155	F 064	S 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
156	F 061	S 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1

Objekt: Ayurvedische BIO Produktion in Brandenburg

1.1 Gebäudegeometrie - Flächen (Fortsetzung)

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen-anteil
				m²	m²	%
157	F 063	S 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
158	AW 012	N 90,0°	10,55 * 3,35	35,35	26,00	0,5
159	F 069	N 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
160	F 068	N 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
161	F 072	N 90,0°	1,45 * 2,15	-	3,12	0,1
162	Dach 003-3	N 15,0°	11,34 * 1,00	11,34	11,34	0,2
163	Dach 001-7	O 25,0°	9,65 * 1,00	9,65	9,65	0,2
164	Dach 003-2	O 15,0°	11,28 * 1,00	11,28	11,28	0,2
165	Dach 001-6	N 25,0°	14,84 * 1,00	14,84	14,84	0,3
166	AW 001-4	S 90,0°	28,81 * 1,00	28,81	26,41	0,5
167	F 028	S 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
168	AW 002	W 90,0°	4,67 * 3,35	15,64	13,24	0,3
169	F 017	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
170	AW 008	N 90,0°	14,54 * 1,00	14,54	14,54	0,3
171	Boden EG-18	0,0°	46,54 * 1,00	46,54	46,54	1,0
172	Dach 001-9	O 25,0°	136,25 * 1,00	136,25	136,25	2,8
173	Dach 003-4	O 15,0°	62,63 * 1,00	62,63	62,63	1,3
174	Dach 001-8	N 25,0°	0,85 * 1,00	0,85	0,85	0,0
175	Dach 004-6	W 15,0°	62,55 * 1,00	62,55	62,55	1,3
176	Dach 001-10	W 25,0°	136,21 * 1,00	136,21	136,21	2,8
177	AW 002-4	W 90,0°	12,91 * 3,35	43,27	36,09	0,7
178	F 020	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
179	F 021	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
180	F 019	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
181	AW 003-6	O 90,0°	12,91 * 3,35	43,27	37,45	0,8
182	F 011	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
183	F 010	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
184	F 012	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
185	Boden EG-19	0,0°	393,53 * 1,00	393,53	393,53	8,1
186	Dach 003-6	O 15,0°	61,65 * 1,00	61,65	61,65	1,3
187	Dach 001-13	W 25,0°	154,03 * 1,00	154,03	154,03	3,2
188	Dach 004-7	W 15,0°	61,77 * 1,00	61,77	61,77	1,3
189	Dach 001-12	O 25,0°	154,95 * 1,00	154,95	154,95	3,2
190	Dach 001-11	S 25,0°	4,97 * 1,00	4,97	4,97	0,1
191	AW 005-2	W 90,0°	39,23 * 1,00	39,23	36,55	0,8
192	F 039	W 90,0°	2,68 * 1,00	-	2,68	0,1
193	AW 003-5	O 90,0°	12,76 * 3,35	42,73	38,85	0,8
194	F 008	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
195	F 009	O 90,0°	1,25 * 1,55	-	1,94	0,0
196	AW 007	O 90,0°	5,30 * 1,00	5,30	5,30	0,1
197	AW 002-5	W 90,0°	12,76 * 3,35	42,73	37,94	0,8
198	F 023	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
199	F 022	W 90,0°	1,45 * 1,65	-	2,39	0,0
200	Boden EG-21	0,0°	432,60 * 1,00	432,60	432,60	8,9
201	AW 025-11	S 90,0°	8,69 * 1,00	8,69	8,69	0,2
202	AW 026	W 90,0°	28,61 * 1,00	28,61	24,74	0,5
203	F 055	W 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
204	AT 003	W 90,0°	1,10 * 2,10	-	2,31	0,0
205	AW 025-2	90,0°	2,48 * 2,85	7,06	7,06	0,1
206	AW 023-6	N 90,0°	11,92 * 1,10	13,12	13,12	0,3
207	AW 025	S 90,0°	18,23 * 1,00	18,23	15,13	0,3
208	F 056	S 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
209	F 057	S 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0

Objekt: Ayurvedische BIO Produktion in Brandenburg

1.1 Gebäudegeometrie - Flächen (Fortsetzung)

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	Berechnung	Fläche brutto	Fläche netto	Flächen-anteil
				m²	m²	%
210	AW 023-5	N 90,0°	11,92 * 1,75	20,87	20,87	0,4
211	AW 026-2	W 90,0°	14,66 * 1,00	14,66	14,66	0,3
212	Boden Keller-1	0,0°	11,92 * 15,18	181,03	181,03	3,7
213	AW 025-4	90,0°	2,00 * 2,85	5,69	5,69	0,1
214	AW 025-3	90,0°	2,12 * 2,85	6,03	6,03	0,1
215	AW 024-2	O 90,0°	5,89 * 1,00	5,89	3,58	0,1
216	AT 002	O 90,0°	1,10 * 2,10	-	2,31	0,0
217	AW 023-7	N 90,0°	2,12 * 1,10	2,33	2,33	0,0
218	AW 023-4	N 90,0°	2,12 * 1,75	3,70	2,38	0,0
219	AT 004-2	N 90,0°	1,10 * 1,20	-	1,32	0,0
220	AW 024-5	O 90,0°	1,01 * 1,00	1,01	1,01	0,0
221	Boden Keller-2	0,0°	62,52 * 1,00	62,52	62,52	1,3
222	AW 023-3	N 90,0°	6,79 * 1,00	6,79	5,24	0,1
223	F 050	N 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
224	AW 023-8	N 90,0°	3,64 * 1,00	3,64	3,64	0,1
225	Boden Keller-3	0,0°	3,66 * 6,44	23,57	23,57	0,5
226	AW 023-9	N 90,0°	2,37 * 1,00	2,37	2,36	0,0
227	F 051-2	N 90,0°	0,13 * 0,05	-	0,01	0,0
228	AW 023-2	N 90,0°	4,77 * 1,00	4,77	3,22	0,1
229	F 051	N 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
230	Boden Keller-4	0,0°	2,50 * 6,44	16,14	16,14	0,3
231	AW 024-4	O 90,0°	6,70 * 1,00	6,70	6,70	0,1
232	AW 023	N 90,0°	12,20 * 1,00	12,20	9,09	0,2
233	F 052	N 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
234	F 049	N 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
235	AW 024-3	O 90,0°	11,66 * 1,00	11,66	10,11	0,2
236	F 047	O 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
237	AW 023-10	N 90,0°	6,01 * 1,00	6,01	6,01	0,1
238	Boden Keller-5	0,0°	6,39 * 6,44	41,15	41,15	0,8
239	AW 025-8	S 90,0°	6,17 * 1,00	6,17	6,17	0,1
240	AW 024	O 90,0°	11,44 * 1,00	11,44	9,89	0,2
241	F 048	O 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
242	AW 024-6	O 90,0°	6,56 * 1,00	6,56	6,56	0,1
243	AW 025-7	S 90,0°	12,03 * 1,00	12,03	10,48	0,2
244	F 053	S 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
245	Boden Keller-6	0,0°	6,32 * 6,39	40,35	40,35	0,8
246	AW 025-9	S 90,0°	3,44 * 1,00	3,44	3,44	0,1
247	AW 025-6	S 90,0°	7,68 * 1,00	7,68	6,13	0,1
248	F 054	S 90,0°	1,15 * 1,35	-	1,55	0,0
249	Boden Keller-7	0,0°	3,90 * 6,32	24,64	24,64	0,5
250	AW 025-10	S 90,0°	0,27 * 1,10	0,29	0,29	0,0
251	AW 025-5	S 90,0°	0,27 * 1,75	0,47	0,47	0,0
252	Boden Keller-8	0,0°	2,26 * 6,32	14,30	14,30	0,3

Objekt: Ayurvedische BIO Produktion in Brandenburg

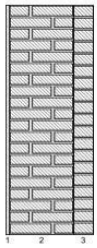
1.2 Gebäudegeometrie - Zusammenfassung

Gebäudehüllfläche * :	**4346,79 m²**
Gebäudevolumen :	**12655,02 m³**
Beheiztes Luftvolumen :	**10124,02 m³**
Gebäudenutzfläche :	**4049,61 m²**
Nettogrundfläche * :	**2217,09 m²**

* Für die Berechnung der Hüllfläche und der Nettogrundfläche nach GEG werden nur geheizte/gekühlte Zonen berücksichtigt.

2. U - Wert - Ermittlung

Bauteil:		Fläche / Ausrichtung :	
	AW 040	4,79 m²	O
	AW 008-10	0,29 m²	N
	AW 038	3,41 m²	O
	AW 039	4,40 m²	S
	AW 035	12,40 m²	N
	AW 036	7,08 m²	O
	AW 021-3	17,72 m²	W
	AW 020	12,63 m²	S
	AW 022	14,53 m²	N
	AW 019-3	21,90 m²	O
	AW 022-2	16,03 m²	N
	AW 022-3	8,01 m²	N
	AW 022-4	8,30 m²	N
	AW 022-6	11,61 m²	N
	AW 021	20,25 m²	W
	AW 022-5	7,23 m²	N
	AW 020-2	8,97 m²	S
	AW 021-2	5,54 m²	W
	AW 020-3	3,55 m²	S
	AW 018-2	6,08 m²	N
	...	...	...



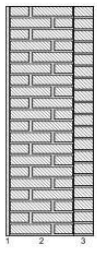
Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlass-widerstand
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
1	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	2,00	1,000	1800,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1200 kg/m³)	36,50	0,500	1200,0	0,73
3	Vollklinker, Hochlochklinker, Keramikklinker, NM/DM (1800kg/m³)	11,50	0,810	1800,0	0,14
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!		**$R_{zul.}$ = 1,20**		**R = 0,89**

Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissions-wärmeverlust	wirksame Wärme-speicherfähigkeit		R_{si} = 0,13
						R_{se} = 0,04
1188,70 m²	24,4 %	681,0 kg/m²	1119,30 W/K	10cm-Regel :	0 Wh/K	**U - Wert**
				3cm-Regel :	0 Wh/K	**0,94 W/m²K**

Objekt: Ayurvedische BIO Produktion in Brandenburg

2. U - Wert - Ermittlung (Fortsetzung)

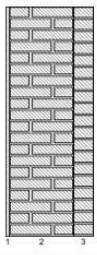
Bauteil:	AW 025-11	Fläche / Ausrichtung :	8,69 m²	S
	AW 023-6		13,12 m²	N
	AW 026-2		14,66 m²	W
	AW 023-7		2,33 m²	N
	AW 024-5		1,01 m²	O
	AW 023-8		3,64 m²	N
	AW 023-9		2,36 m²	N
	AW 024-4		6,70 m²	O
	AW 023-10		6,01 m²	N
	AW 025-8		6,17 m²	S
	AW 024-6		6,56 m²	O
	AW 025-9		3,44 m²	S
	AW 025-10		0,29 m²	S



Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlass-widerstand
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
1	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	2,00	1,000	1800,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1200 kg/m³)	36,50	0,500	1200,0	0,73
3	Vollklinker, Hochlochklinker, Keramikklinker, NM/DM (1800kg/m³)	11,50	0,810	1800,0	0,14
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!	**$R_{zul.}$ = 1,20**			**R = 0,89**

Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissions-wärmeverlust	wirksame Wärme-speicherfähigkeit		R_{si} = 0,13
						R_{se} = 0,04
74,98 m²	1,5 %	681,0 kg/m²	70,60 W/K	10cm-Regel :	0 Wh/K	**U - Wert**
				3cm-Regel :	0 Wh/K	**0,94 W/m²K**

Bauteil:	AW 025-2	Fläche :	7,06 m²
	AW 025-4		5,69 m²
	AW 025-3		6,03 m²



Nr.	Baustoff	Dicke	Lambda	Dichte	Wärmedurchlass-widerstand
		cm	W/(mK)	kg/m³	m²K/W
1	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	2,00	1,000	1800,0	0,02
2	Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1200 kg/m³)	36,50	0,500	1200,0	0,73
3	Vollklinker, Hochlochklinker, Keramikklinker, NM/DM (1800kg/m³)	11,50	0,810	1800,0	0,14
	Anforderung nach DIN 4108 Teil 2 ist nicht erfüllt!	**$R_{zul.}$ = 1,20**			**R = 0,89**

Bauteilfläche		spezif. Bauteilmasse	spezif. Transmissions-wärmeverlust	wirksame Wärme-speicherfähigkeit		R_{si} = 0,13
						R_{se} = 0,04
18,79 m²	0,4 %	681,0 kg/m²	17,69 W/K	10cm-Regel :	0 Wh/K	**U - Wert**
				3cm-Regel :	0 Wh/K	**0,94 W/m²K**