

Stadt Bad Pyrmont

**Energieberatung gemäß DIN V 18599**  
für die Sanierung des Rathauses in Bad Pyrmont  
31812 Bad Pyrmont, Rathausstraße 1

Der Bericht wurde erstellt von



Klimaschutzagentur Weserbergland gGmbH  
B. Eng. Jan Bremer  
Dipl.-Ing. Klaus Schulze

HefeHof 8, 31785 Hameln

März 2023

Die Verantwortung für den Inhalt  
des Berichtes liegt bei den Verfassern.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ziel der energetischen Sanierung .....</b>	<b>3</b>
1.1	Gebäudebeschreibung .....	3
1.1	Beschreibung „Gesamtsanierung in einem Zug“ oder „Schritt für Schritt-Sanierung“ .....	5
1.2	Aktuelle Fördermöglichkeiten .....	6
<b>2</b>	<b>Zusammenfassende Darstellung .....</b>	<b>9</b>
2.1	Vorgeschlagene Maßnahmen .....	9
2.2	Berechneter Energiebedarf und CO <sub>2</sub> -Emissionen gemäß DIN V 18599 für den Ist- und Zielzustand .....	11
2.3	Gesamtinvestitionskosten und förderfähige Kosten .....	12
2.4	Randbedingungen für die PV-Anlage.....	13
2.4.1	Eigenverbrauch .....	13
2.4.2	Vollständige Einspeisung .....	13
2.4.3	Einspeisevergütung .....	13
2.4.4	Direktvermarktung.....	13
2.5	<b>Wirtschaftlichkeit.....</b>	<b>14</b>
2.5.1	Berechnung des dynamischen Kapitalwertes .....	15
<b>3</b>	<b>Gebäudehülle .....</b>	<b>18</b>
3.1	Beschreibung des Gebäudes: Geometrie und Zonierung .....	18
3.2	Beschreibung der Zustände: Fenster, Außentüren, Außenwände und Dach.....	27
3.3	Beschreibung der Maßnahmen: Aufbauten, Eigenschaften, U-Werte.....	29
3.3.1	Dämmung der Kellerdecke.....	29
3.3.2	Innendämmung der Außenwände des Altbaus .....	30
	Innendämmung der Außenwände des Altbaus .....	30
3.3.3	Dämmung der Außenwände des Ost-/Westflügels .....	31
	Rückbau, Ertüchtigung, Abdichtung, Dämmstoffplatten aufbringen, Unter-/Oberputz oder Riemchen auftragen.....	31
3.3.4	Dämmung der obersten Geschossdecke des Altbaus.....	32
3.3.5	Sanierung der Fenster.....	33
3.3.6	Sanierung der Fensterfassade des Foyers und der Treppenhäuser .....	34
3.3.7	Sanierung der Außentüren .....	34
3.4	<b>Wärmebrücken .....</b>	<b>35</b>
3.5	<b>Luftdichtheit .....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>Gebäudetechnik .....</b>	<b>37</b>
4.1	Beschreibung des bestehenden Konzeptes.....	37
4.2	Beschreibung der Maßnahmen: Ertüchtigung, Austausch und Kosten .....	46
4.2.1	Wärmeversorgungsanlagen .....	46
4.2.2	RLT-Anlage .....	47
4.2.3	Beleuchtung .....	47
4.2.4	Photovoltaik.....	48
<b>5</b>	<b>Wirkung der Einzelmaßnahmen.....</b>	<b>50</b>

# 1 Ziel der energetischen Sanierung

## 1.1 Gebäudebeschreibung

Der vorliegende Bericht bezieht sich auf das Sanierungsvorhaben des Rathauses in Bad Pyrmont. Diese Energieberatung gemäß DIN V 18599 soll eine Entscheidungsgrundlage für den Auftraggeber sein. Neben einem wirtschaftlichen Gebäudebetrieb spielt auch die Ökologie in der Bewertung eine Rolle.



Altbau an der Brunnenstraße

Quelle: Klimaschutzagentur Weserbergland



Haupteingang zum Ost- und Westflügel



Rückseite des Ostflügels

Quelle: Klimaschutzagentur Weserbergland



Rückseite des Westflügels

Das Rathaus der Stadt Bad Pyrmont besteht aus dem ehemaligen kaiserlichen Postamt von 1891-92 an der Brunnenstraße und einem rückwärtigen Erweiterungsbau von 1987. Dieser rückwärtige Erweiterungsbau teilt sich in den West- und Ostflügel auf. Im Westflügel ist der Ratssaal, die große Fraktion, Büroräume, Besprechungsräume und der im Jahre 2022 entstandene Stadtraum angesiedelt. Der Ostflügel schließt an den Altbau an. In diesem befinden sich hauptsächlich Büroräume. Der Ost- und Westflügel sind über ein Foyer verbunden, dessen Außenwände als Pfosten-Riegel-Fassade ausgeführt sind.

Aufgrund politischer Vorgaben ist die Stadt Bad Pyrmont dem Bündnis Klimaneutrales Weserbergland beigetreten und hat sich damit verpflichtet, den Betrieb des Rathauses bis 2030 bestmöglich klimaneutral umzugestalten. Zusätzlich soll aufgrund der stark gestiegenen Energiepreise ein Sanierungskonzept für eine energetische Sanierung ausgearbeitet werden. Das Gebäude befindet sich, dem Alter entsprechend, in einem guten Zustand. Die Bodenplatte ist nicht gedämmt. Die Außenwände des Ost- und Westflügels sind als zweischaliges Mauerwerk mit Dämm- und Hinterlüftungsebene ausgeführt. Die Dämmebene ist 80mm stark und besitzt eine Wärmeleitfähigkeit von  $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{k}$ . Der daraus resultierende U-Wert  $U = 0,41 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  ist nicht mehr zeitgemäß. Die Außenwände des Altbaus bestehen aus einem Ziegelmauerwerk mit einem innenliegenden Gipsputzmörtel und sind nicht gedämmt. Der Altbau steht unter Denkmalschutz und darf von außen nicht gedämmt werden. Das Dach des Ost- und des Westflügels wurde 2017 umfassend energetisch saniert. Beim Altbau bildet die oberste Geschossdecke den Abschluss der thermischen Hüllfläche. Das Rathaus wird über zwei Gaskessel (Baujahr 1987) beheizt. Diese beiden Gaskessel sind im Keller aufgestellt. Zusätzlich gibt es einen dritten Gaskessel. Dieser wurde ebenfalls 1987 installiert und versorgt die nicht mehr existierende Hausmeisterwohnung und den im Jahre 2022 entstandenen „Stadtraum“.

## 1.1 Beschreibung „Gesamtsanierung in einem Zug“ oder „Schritt für Schritt-Sanierung“

Bei der „Gesamtsanierung in einem Zug“ oder „Schritt für Schritt-Sanierung“ handelt es sich um zwei unterschiedliche Sanierungsansätze. Beide bringen unterschiedliche Vorgehensweisen und Förderungen mit sich. Die Auswahl des Sanierungsansatzes ist Teil der Energieberatung gemäß DIN V 18599 und wird vom Energieberater hinsichtlich ökonomischer und ökologischer Vorteile mit dem Auftraggeber vereinbart.

### **Schritt für Schritt Sanierung:**

Diese Sanierung richtet sich an die Vorgabe der BAFA und zeigt auf, wie das Gebäude Schritt für Schritt über einen längeren Zeitraum energetisch umfassend nach dem Bestmöglich-Prinzip saniert werden kann. Dafür wird ein energetischer Zielzustand definiert. Sämtliche Maßnahmen, um diesen Zielzustand zu erreichen, werden in aufeinanderfolgende Sanierungsschritte eingeteilt, sogenannte Einzelmaßnahmen (EM). Diese teilen sich folgendermaßen auf: Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle, Anlagentechnik (außer Heizung), Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizung) und Heizungsoptimierung. Sie können gleichzeitig oder unabhängig voneinander ausgeführt werden. Für jede Einzelmaßnahme muss ein eigener Förderantrag gestellt werden. Die Förderkonditionen sind auf Seite 6 dargestellt. Das Ziel ist eine möglichst weitgehende Senkung des Primärenergiebedarfs und Einsparung der CO<sub>2</sub>-Emission.

### **Gesamtsanierung in einem Zug zu einem Effizienzgebäude nach der BEG:**

Diese Sanierung richtet sich an die Vorgabe der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) und zeigt auf, mit welchen Maßnahmen das Gebäude in einem Zug energetisch zu einem sogenannten Effizienzgebäude (Früher KfW-Gebäude) saniert wird. Hier wird aus allen Maßnahmen eine Gesamtsumme gebildet, welche mit einem, je nach erreichten Effizienzhausstandard (70, 55 oder 40), festen Tilgungszuschuss gefördert wird. Die Effizienzgebäudestufen (70, 55 oder 40) geben an, wie effizient ein Gebäude im Vergleich zu einem Neubau nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) ist. Zum Beispiel: Der Primärenergiebedarf eines Effizienz-40-Hauses liegt bei 40 Prozent eines Neubaus, also benötigt es 60 Prozent weniger Primärenergie als die Mindestanforderung nach GEG. Alle Maßnahmen müssen nach Genehmigung des Förderantrags in einem Zeitraum von zwei Jahren, plus ein Jahr möglicher Fristverlängerung umgesetzt werden. Die Förderkonditionen sind auf Seite 7 angegeben.

Quelle: Hinweise zur Erstellung eines Beratungsberichts auf Grundlage der DIN V 18599 des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

## Sanierungsempfehlung seitens der Klimaschutzagentur:

Die Bilanzierungsergebnisse zeigen einen ökonomischen und ökologischen Vorteil, wenn das Gebäude **Schritt für Schritt saniert** wird. Die Reihenfolge der vorgeschlagenen Maßnahmen ist vom Auftraggeber individuell auswählbar. Alle Maßnahmen können auch auf einmal umgesetzt werden. In diesem Fall gelten die unten auf Seite 6 angegebenen Förderkonditionen.

Fördermittel des BEG dürfen für Kommunen mit anderen Fördergeldern bis zu einer Kumulierungsgrenze von 90% kombiniert werden. Diese Kumulierungsgrenze lag bisher bei 60%. Es ist Aufgabe des Auftraggebers zu überprüfen, ob der andere Fördermittelgeber eine Kumulierung mit Fördergeldern des BEG zulässt.

Quelle: [www.gih.de/blog/neue-beg-richtlinien-2023/](http://www.gih.de/blog/neue-beg-richtlinien-2023/)

## 1.2 Aktuelle Fördermöglichkeiten

### Schritt für Schritt Sanierung:

Für dieses Sanierungsvorhaben wird eine schrittweise Sanierung vorgeschlagen. Hier muss darauf geachtet werden, dass die gedeckelten maximalen förderfähigen Kosten nicht überschritten werden. Wenn dieser Fall eintritt, empfiehlt es sich die Maßnahmen auf mehrere Jahre aufzuteilen. Die maximalen förderfähigen Kosten beziehen sich auf ein Kalenderjahr. Die aktuellen Förderungen für die Schritt für Schritt Sanierung der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) seitens der BAFA sind momentan wie folgt aufgestellt:

#### Förderübersicht: Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	iSFP-Bonus	Heizungs-Tausch-Bonus	Wärmepumpen-Bonus*	max. Fördersatz	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	15 %	5 %			20 %	50 %
Anlagentechnik (außer Heizung)	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Kältetechnik zur Raumkühlung und Einbau energieeffizienter Innenbeleuchtungssysteme	15 %	5 %			20 %	
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	Solkollektoranlagen	25 %		10 %		35 %	
	Biomasseheizungen	10 %		10 %		20 %	
	Wärmepumpen	25 %		10 %	5 %	40 %	
	Brennstoffzellenheizungen	25 %		10 %		35 %	
	Innovative Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien	25 %		10 %		35 %	
Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (ohne Biomasse)	30 %				30 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 25 % Biomasse für Spitzenlast)	25 %				25 %	
	Errichtung, Umbau und Erweiterung eines Gebäudenetzes (mit max. 75 % Biomasse)	20 %				20 %	
	Anschluss an ein Gebäudenetz	25 %		10 %		35 %	
Heizungsoptimierung	Anschluss an ein Wärmenetz	30 %		10 %		40 %	
	Maßnahmen zur Optimierung bestehender Heizungsanlagen in Bestandsgebäuden	15 %	5 %			20 %	

\* Der Wärmepumpen-Bonus beträgt maximal 5 %, auch wenn gleichzeitig die Anforderungen an die Wärmequelle und an das Kältemittel erfüllt werden.

Das förderfähige Mindestinvestitionsvolumen liegt bei 2.000 Euro brutto.

Die förderfähigen Ausgaben für energetische Sanierungsmaßnahmen sind gedeckelt auf jährlich 1.000 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, insgesamt auf jährlich maximal 5 Millionen Euro.

Quelle: [BAFA - Sanierung Nichtwohngebäude](#) 27.01.2022

## Gesamtsanierung in einem Zug zu einem Effizienzgebäude nach der BEG

Die förderfähigen Kosten und damit Ihr maximaler Kreditbetrag für ein Effizienzgebäude orientieren sich an der Nettogrundfläche des Gebäudes: Die förderfähigen Kosten betragen 2.000 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, insgesamt maximal 10 Mio. Euro pro Vorhaben bei dem eine Effizienzgebäude-Stufe erreicht wird. Für die förderfähigen Kosten wird ein Tilgungszuschuss gemäß untenstehender Tabelle vergeben.

### Erneuerbare-Energien-Klasse

Die Erneuerbare-Energien-Klasse erreichen Sie, wenn durch die neu eingebaute Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer Energien mindestens 65 % des Energiebedarfs des Gebäudes gedeckt wird bzw. mindestens 65 % des Energiebedarfs des Gebäudes zum Teil oder ganz durch unvermeidbare Abwärme erbracht werden.

### Nachhaltigkeitsklasse

Die Nachhaltigkeitsklasse ist nur für Neubauten relevant.

Je besser die Effizienzgebäude-Stufe Ihrer Immobilie nach Sanierung, desto höher der Tilgungszuschuss:

Effizienzgebäude	Tilgungszuschuss
Effizienzgebäude 40	20 %
Effizienzgebäude 40 Erneuerbare-Energien-Klasse oder Nachhaltigkeits-Klasse	25 %
Effizienzgebäude 55	15 %
Effizienzgebäude 55 Erneuerbare-Energien-Klasse oder Nachhaltigkeits-Klasse	20 %
Effizienzgebäude 70	10 %
Effizienzgebäude 70 Erneuerbare-Energien-Klasse oder Nachhaltigkeits-Klasse	15 %
Effizienzgebäude Denkmal	5 %
Effizienzgebäude Denkmal Erneuerbare-Energien-Klasse oder Nachhaltigkeits-Klasse	10 %

Den Tilgungszuschuss wird Ihnen nach Abschluss Ihres Vorhabens gutgeschrieben. Eine Barauszahlung oder Überweisung ist nicht möglich.

## **Baubegleitung**

Die Förderung einer energetischen Fachplanung und Baubegleitung kann nur im Zusammenhang mit einer Förderung von folgenden Einzelmaßnahmen im Rahmen dieser Richtlinie beantragt werden:

- Anlagentechnik (Außer Heizung)
- Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik)
- Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle
- Heizungsoptimierung

Der Fördersatz beträgt 50 % der förderfähigen Ausgaben. Die jährlichen förderfähigen Ausgaben sind gedeckelt auf 5 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, insgesamt auf jährlich maximal 20.000 Euro pro Zuwendungsbescheid. Um die Qualität der energetischen Sanierung sicher zu stellen, wird dringend die Inanspruchnahme dieser Förderung empfohlen.

Quelle: [BAFA - Fachplanung und Baubegleitung](#) 27.01.2023

## 2 Zusammenfassende Darstellung

### 2.1 Vorgeschlagene Maßnahmen

Die untenstehenden Maßnahmen beschreiben eine Sanierung der Bau- und Anlagentechnik. Für die Bautechnik sind die technischen Mindestanforderungen (TMA) der BAFA für Einzelmaßnahmen (EM) nach BEG (Bundesförderung effiziente Gebäude) für Nichtwohngebäude (NWG) angegeben. Diese Mindestwerte des U-Wertes müssen eingehalten werden, um die BEG-Förderung zu bekommen. Außerdem sind die U-Werte im Ist- und Ziel-Zustand angegeben.

Achtung: Bei der Dämmung der obersten Geschossdecke wird aus Gründen des Denkmalschutzes für die Förderung gemäß BEG kein U-Wert, sondern ein Lambda-Wert der Isolierung vorgegeben.

Info1: Der Lambda-Wert gibt die Wärmeleitfähigkeit eines Materials an. Dieser wird in der SI-Einheit Watt (Energie) pro Meter (Strecke) x Kelvin (Temperaturunterschied) angegeben. Umso höher die Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes ist, desto schneller kann dieser Wärmeenergie übertragen.

Info2: Der Wärmedurchgangswiderstand (U-Wert) ist eine Einheit, die angibt, wie viel Wärmeenergie ein Material aufnimmt oder abgibt, wenn es auf eine bestimmte Temperaturdifferenz zwischen zwei Seiten eines Materials ausgesetzt wird. Er wird normalerweise in der SI-Einheiten Watt (Energie) pro m<sup>2</sup> (Fläche) x Kelvin (Temperaturunterschied) angegeben. Umso niedriger der U-Wert, desto effizienter ist die Wärmedämmwirkung eines Bauteils.

Bautechnik, Angabe der U-Werte			
Beschreibung der Maßnahme	TMA der Bafa für eine Förderung gemäß BEG	Ist-Zustand	Ziel-Zustand
Innendämmung der Außenwände im Altbau	$\leq 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ wegen Denkmalschutz	1,67 W/m <sup>2</sup> K	0,32 W/m <sup>2</sup> K
Dämmung der Außenwand im West-/Ostflügel	$\leq 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,41 W/m <sup>2</sup> K	0,20 W/m <sup>2</sup> K
Austausch der Fensterfassade des Foyers und der Treppenhäuser	$\leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	2,4 W/m <sup>2</sup> K	1,3 W/m <sup>2</sup> K
Austausch der Fenster	$\leq 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$	2,7; 4,3; und 5,0 W/m <sup>2</sup> K	0,95 W/m <sup>2</sup> K
Austausch der Außentüren	$\leq 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$	4,0 W/m <sup>2</sup> K	1,30 W/m <sup>2</sup> K
Dämmung der obersten Geschossdecke im Altbau	<b>Lambda</b> $\leq 0,04 \text{ W/mK}$ wegen Denkmalschutz	2,0 W/m <sup>2</sup> K	0,185 W/m <sup>2</sup> K
Dämmung der Kellerdecke	$\leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,84 W/m <sup>2</sup> K	0,186 W/m <sup>2</sup> K

<b>Gebäudetechnik</b>	
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>	<b>Auswirkung der Maßnahme</b>
<b>Wärmeversorgung</b> Installation einer Luftwasser-Wärmepumpe	Reduzierung der Nutzung von fossilen Brennstoffen Nutzung von Erneuerbaren Energien
<b>RLT-Anlage</b> Sanierung des vorhandenen Lüftungssystems: Austausch der Ventilatoren und der Regelungstechnik	Reduzierung des Energieverbrauchs
<b>Beleuchtung</b> Austausch der vorhandenen Beleuchtung gegen eine LED-Beleuchtung	Reduzierung des Energieverbrauchs
<b>Stromversorgung</b> Installation einer Photovoltaikanlage (PV) und eines Stromspeichers mit 20 kWh Speicherfähigkeit	Reduzierung des Energieverbrauchs Nutzung von Erneuerbaren Energien

## 2.2 Berechneter Energiebedarf und CO<sub>2</sub>-Emissionen gemäß DIN V 18599 für den Ist- und Zielzustand

Nachfolgend sind für die zu untersuchenden Varianten der Primärenergiebedarf, der Endenergiebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgeführt. Die Energiebedarfe sind sowohl absolut in kWh/a, als auch spezifisch in kWh/m<sup>2</sup>a angegeben. Außerdem wird differenziert zwischen Heizung, Warmwasser, Lüftung und Beleuchtung. Der Ausgangsfall stellt die aktuellen berechneten Daten dar. Der Zielzustand zeigt die berechneten Daten nach Umsetzung aller empfohlenen Maßnahmen.

Bezeichnung	Ausgangsfall	Zielzustand
Endenergiebedarf gesamt [kWh/a]	1.066.004,0	178.296,4
Primärenergiebedarf gesamt [kWh/a]	1.169.567,1	256.936,4
Endenergiebedarf Heizung [kWh/a]	931.263,3	131.612,5
Endenergiebedarf Warmwasser [kWh/a]	1.158,5	1.158,5
Endenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	70.436,9	25.157,2
Endenergiebedarf Lüftung [kWh/a]	63.145,4	20.368,2
Primärenergiebedarf Heizung [kWh/a]	928.533,8	235.848,1
Primärenergiebedarf Warmwasser [kWh/a]	2.085,3	2.085,3
Primärenergiebedarf Beleuchtung [kWh/a]	126.786,4	45.282,9
Primärenergiebedarf Lüftung [kWh/a]	113.661,6	36.662,8
spez. Endenergiebedarf gesamt [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	275,4	46,1
spez. Primärenergiebedarf gesamt [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	302,13	66,37
spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	240,6	34,0
spez. Endenergiebedarf Warmwasser [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	0,3	0,3
spez. Endenergiebedarf Beleuchtung [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	18,2	6,5
spez. Endenergiebedarf Lüftung [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	16,3	5,3
spez. Primärenergiebedarf Heizung [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	239,86	60,92
spez. Primärenergiebedarf Warmwasser [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	0,54	0,54
spez. Primärenergiebedarf Beleuchtung [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	32,75	11,70
spez. Primärenergiebedarf Lüftung [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	29,36	9,47
CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg/a]	278.975,6	79.889,5
spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen [kg/(m <sup>2</sup> a)]	72,1	20,6
Nettovolumen [m <sup>3</sup> ]	12.860	12.860
Thermische Hüllfläche [m <sup>2</sup> ]	5.295	5.295
Gesamte Nutz- bzw. Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	4.914,68	4.914,68
Beheizte Nutz- bzw. Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	3.871,10	3.871,10

Die oben genannten Werte beruhen auf einer Energiebedarfsberechnung nach DIN V 18599 und den festgelegten Nutzungsprofilen und Nutzungszeiten. Diese entsprechen somit nicht den tatsächlichen Verbräuchen. Die gemessenen Bedarfs- und Verbrauchswerte weichen sehr stark voneinander ab. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung sollten daher die tatsächlichen Verbrauchswerte herangezogen

werden. Für die Ermittlung der absoluten Kosteneinsparung wurde die prozentuale Einsparung gemäß DIN V 18599 als Basis verwendet.

## 2.3 Gesamtinvestitionskosten und förderfähige Kosten

Die Abschätzung der Investitionskosten beruht zum größten Teil auf den statistischen Kostenkennwerten des BKI (Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern). Diese erlauben bereits im frühen Stadium eines Projektes eine erste Abschätzung des Kostenumfangs. Die ermittelten Kosten für das Bauwerk beziehen sich auf die Kostengruppen 300 (Bauwerk – Baukonstruktion) und 400 (Bauwerk – Technische Anlagen) der HOAI.

Bauteil	Schätzkosten [€]	Förderung gemäß BEG [%]	Förderbetrag [€]	Schätzkosten abzüglich des Förderbetrags [€]
Kellerdeckendämmung	50.000 €	15%	7.500 €	42.500 €
Innendämmung Altbau	90.000 €	15%	13.500 €	76.500 €
Außenwanddämmung Anbau West-/Ostflügel	305.000 €	15%	45.750 €	259.250 €
Dämmung der oberste Geschossdecke	22.800 €	15%	3.420 €	19.380 €
Fenstertausch	359.900 €	15%	53.985 €	305.915 €
Fensterfassadentausch Foyer & Treppenhäuser	454.800 €	15%	68.220 €	386.580 €
Austausch der Türen	70.600 €	15%	10.590 €	60.010 €
Beleuchtung	273.000 €	15%	40.950 €	232.050 €
RLT Anlage	89.800 €	15%	13.470 €	76.330 €
Wärmepumpe	299.000 €	35%	104.650 €	194.350 €
PV-Anlage + Stromspeicher	114.800 €			114.800 €
Heizungsoptimierung	10.000 €	15%	1.500 €	8.500 €
<b>Gesamtkosten</b>	<b>2.139.700 €</b>		<b>363.535 €</b>	<b>1.776.165 €</b>

Für den Einbau einer neuen Wärmepumpe gibt es eine Förderung von 25% gemäß BEG. Zusätzlich gibt es noch einmal eine Förderung von 10%-Punkten, wenn im Zuge der Heizungssanierung ein über 20 Jahre alter Gaskessel ausgetauscht wird.

## 2.4 Randbedingungen für die PV-Anlage

Hinweis: Der Anschluss, die Abnahme, die Übertragung und die Verteilung einer PV-Anlage muss den Randbedingungen des Erneuerbaren Energien Gesetz Teil 2 (EEG 2021) entsprechen.

### 2.4.1 Eigenverbrauch

Von dem Photovoltaik Eigenverbrauch spricht man, wenn der auf dem Dach produzierte Strom direkt im selben Haushalt verbraucht wird. Dabei spart der Anlagenbetreiber den Einkauf von externem Strom.

### 2.4.2 Vollständige Einspeisung

Bei vollständig einspeisenden Photovoltaikanlagen wird der erzeugte Strom komplett ins Netz eingespeist. Dabei wird entweder die Einspeisevergütung in Anspruch genommen oder der Strom direkt am Markt verkauft.

### 2.4.3 Einspeisevergütung

Die Einspeisevergütung erhalten Stromerzeuger, welche ihren mit der PV-Anlage erzeugten Strom in das öffentliche Netz einspeisen. Dies ist im „Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) Teil 3 Zahlung von Marktprämie und Einspeisevergütung“ festgelegt. Dafür erhält der Stromerzeuger eine Einspeisevergütung pro Kilowattstunde Strom in einer bislang auf 20 Jahre garantierten Höhe. Mit dieser Art der Vergütung möchte der Staat die Erzeugung erneuerbarer Energien, beispielsweise der Solarenergie, fördern.

### 2.4.4 Direktvermarktung

Bei der Direktvermarktung verkauft der Betreiber der Photovoltaikanlage den erzeugten Strom an Nachbarn, Stromhandelsunternehmen oder Dritte Personen. Ob die Anlage zum Eigenverbrauch oder zur vollständigen Einspeisung dient, ist frei wählbar. Anlagen > 100 kW<sub>peak</sub> sind zur Direktvermarktung seit dem 1. Januar 2016 verpflichtet. Der Betreiber solcher Anlagen ist verpflichtet dem Abnehmer durch ein Smart-Meter-Gateway die aktuelle Stromproduktion aufzeigen.

## 2.5 Wirtschaftlichkeit

Wie bereits in Kapitel 2.2 beschrieben, weichen die Bedarfs- und Verbrauchswerte stark voneinander ab. Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung werden die tatsächlichen gemessenen Verbrauchswerte benutzt. Für die Ermittlung der absoluten Kosteneinsparung wurde die prozentuale Einsparung der Energiekosten gemäß DIN V 18599 als Basis verwendet. Das bedeutet, dass die gemäß DIN V 18599 ermittelte relative Kosteneinsparung [%] auf die bisherigen Verbrauchswerte berechnet wird.

Die tatsächlichen Verbrauchswerte für das Rathaus wurden von der Klimaschutzagentur Weserbergland im Rahmen des Energieberichtes aufgenommen.

### Berechnung der Energieeinsparung

<b>Berechnete Bedarfe nach DIN V 18599</b>	
<b>Berechneter Bedarf des Ausgangsfalls</b>	
berechneter Endenergiebedarf [kWh]	<b>1.066.004</b>
berechneter Strombedarf [kWh]	134.741
berechneter Heizwärmebedarf [kWh]	931.263
<b>Berechneter Bedarf des Ziel-Zustands</b>	
berechneter Endenergiebedarf [kWh]	<b>178.296</b>
berechneter Strombedarf [kWh]	46.683
berechneter Heizwärmebedarf [kWh]	131.613

<b>relative Einsparung bei der Bedarfsberechnung</b>	
<b>relative Einsparung Endenergie [%]</b>	<b>83%</b>
<b>relative Einsparung Strom [%]</b>	<b>65%</b>
<b>relative Einsparung Heizwärme [%]</b>	<b>86%</b>

<b>Aktuelle Verbräuche gemäß Jahresbericht der Klimaschutzagentur Weserbergland</b>	
<b>Ausgangsfall</b>	
aktueller Endenergieverbrauch [kWh]	<b>516.217</b>
aktuell gemessener Stromverbrauch [kWh]	123.120
aktuell gemessener Heizwärmeverbrauch [kWh]	393.097

<b>Ziel-Zustand</b>	
berechneter Endenergieverbrauch [kWh]	98.212
berechneter Stromverbrauch [kWh]	42.657
berechneter Heizwärmeverbrauch [kWh]	55.555

<b>Stromkosten</b>	
Stromkosten je kWh	0,40 €
jährliche Stromkosten im Ausgangsfall	49.248 €
Stromkosten nach der Sanierung	17.063 €
<b>eingesparte Stromkosten</b>	<b>32.185 €</b>

<b>Heizwärmekosten</b>	
Erdgaskosten je kWh	0,12 €
jährliche Erdgaskosten im Ausgangsfall	47.172 €
Stromkosten (Wärmepumpe) nach der Sanierung	22.222 €
<b>eingesparte Heizwärmekosten</b>	<b>24.949 €</b>
<b>eingesparte Energiekosten [€/a]</b>	<b>57.135 €</b>

### 2.5.1 Berechnung des dynamischen Kapitalwertes

Um die bisherigen Energiekosten des Rathauses mit den Investitionskosten für die Sanierung und den zukünftigen Energiekosten unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll miteinander zu vergleichen, wurde für dieses Investitionsvorhaben der Kapitalwert mit dem Verfahren der dynamischen Kapitalwertmethode ermittelt. Dabei werden alle anfallenden Kosten und Einsparungen innerhalb einer Zeitspanne auf den Zeitpunkt der Investition umgerechnet. Dazu zählen neben den Investitionskosten auch die eingesparten Energiekosten, die prognostizierte Energiepreissteigerung und der Kalkulationszinssatz. Alle in der Zukunft liegenden Zahlungen werden auf den Zeitpunkt der Investition abgezinst. Ein Austausch der Anlagentechnik ist nach 20 Jahren finanziell berücksichtigt. Die sich daraus ergebenden nötigen Ersatzinvestitionen sind ebenfalls in der Betrachtung berücksichtigt. Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde als kalkulatorischer Zinssatz 2 % angenommen. Auch die inflationsbereinigte Energiepreissteigerung ist mit 3 % berücksichtigt.

Der Betrachtungszeitraum dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung liegt bei 35 Jahren.

**Ermittlung des Kapitalwertes nach der dynamischen Kapitalwertmethode inklusive aller Maßnahmen**

Bezeichnung	Symbol	Wert
<b>Kapitalwert</b>	<b>Ko</b>	<b>115.434 €</b>
Investitionskosten	Ao	- 2.139.700 €
Fördermittel	Fo	363.535 €
Anfangswert der eingesparten Energiekosten	Eo	57.135 €
Kalkulationszinssatz [%]	p	2,00%
Energiepreissteigerung [%]	r	3,00%
Laufzeit (Jahren)	n	35

n	Ko	Ao	Anlagen Technik
1	- 1.718.470 €	- 2.139.700 €	
2	- 1.660.210 €	- 2.139.700 €	
3	- 1.601.378 €	- 2.139.700 €	
4	- 1.541.969 €	- 2.139.700 €	
5	- 1.481.978 €	- 2.139.700 €	
6	- 1.421.399 €	- 2.139.700 €	
7	- 1.360.226 €	- 2.139.700 €	
8	- 1.298.453 €	- 2.139.700 €	
9	- 1.236.075 €	- 2.139.700 €	
10	- 1.173.085 €	- 2.139.700 €	
11	- 1.109.478 €	- 2.139.700 €	
12	- 1.045.247 €	- 2.139.700 €	
13	- 980.386 €	- 2.139.700 €	
14	- 914.889 €	- 2.139.700 €	
15	- 848.750 €	- 2.139.700 €	
16	- 781.963 €	- 2.139.700 €	
17	- 714.521 €	- 2.139.700 €	
18	- 646.418 €	- 2.139.700 €	
19	- 577.647 €	- 2.139.700 €	
20	- 1.011.802 €	- 2.643.300 €	- 503.600 €
21	- 941.676 €	- 2.643.300 €	
22	- 870.863 €	- 2.643.300 €	
23	- 799.355 €	- 2.643.300 €	
24	- 727.146 €	- 2.643.300 €	
25	- 654.230 €	- 2.643.300 €	
26	- 580.598 €	- 2.643.300 €	
27	- 506.245 €	- 2.643.300 €	
28	- 431.162 €	- 2.643.300 €	
29	- 355.344 €	- 2.643.300 €	
30	- 278.782 €	- 2.643.300 €	
31	- 201.470 €	- 2.643.300 €	
32	- 123.399 €	- 2.643.300 €	
33	- 44.564 €	- 2.643.300 €	
34	- 35.045 €	- 2.643.300 €	
35	- 115.434 €	- 2.643.300 €	

**Die dynamische Kapitalwertmethode zeigt, dass sich eine Sanierung aller Maßnahmen nach 34 Jahren amortisiert.**

**Ermittlung des Kapitalwertes nach der dynamischen Kapitalwertmethode exklusive den Maßnahmen 3.3.3 Dämmung der Außenwände des Ost-/Westflügels und 3.3.6 Sanierung der Fensterfassade des Foyers und der Treppenhäuser**

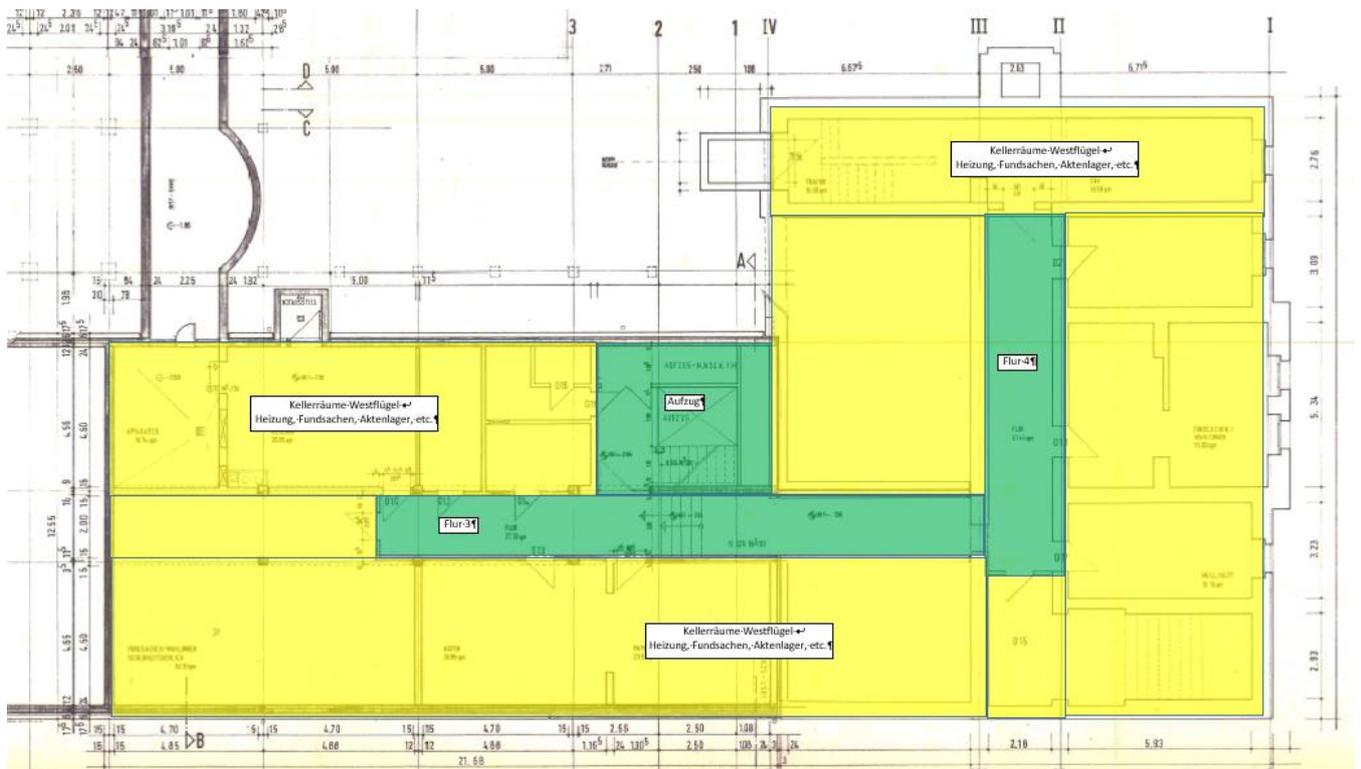
Bezeichnung	Symbol	Wert
<b>Kapitalwert</b>	<b>Ko</b>	<b>616.648 €</b>
Investitionskosten	Ao	- 1.379.900 €
Fördermittel	Fo	249.565 €
Anfangswert der eingesparten Energiekosten	Eo	53.685 €
Kalkulationszinssatz [%]	p	2,00%
Energiepreissteigerung [%]	r	3,00%
Laufzeit (Jahren)	n	35

n	Ko	Ao	Anlagen Technik
1	- 1.076.124 €	- 1.379.900 €	
2	- 1.021.381 €	- 1.379.900 €	
3	- 966.101 €	- 1.379.900 €	
4	- 910.279 €	- 1.379.900 €	
5	- 853.911 €	- 1.379.900 €	
6	- 796.989 €	- 1.379.900 €	
7	- 739.510 €	- 1.379.900 €	
8	- 681.467 €	- 1.379.900 €	
9	- 622.854 €	- 1.379.900 €	
10	- 563.668 €	- 1.379.900 €	
11	- 503.901 €	- 1.379.900 €	
12	- 443.548 €	- 1.379.900 €	
13	- 382.603 €	- 1.379.900 €	
14	- 321.061 €	- 1.379.900 €	
15	- 258.916 €	- 1.379.900 €	
16	- 196.161 €	- 1.379.900 €	
17	- 132.791 €	- 1.379.900 €	
18	- 68.799 €	- 1.379.900 €	
19	- 4.181 €	- 1.379.900 €	
20	- 442.529 €	- 1.883.500 €	- 503.600 €
21	- 376.637 €	- 1.883.500 €	
22	- 310.099 €	- 1.883.500 €	
23	- 242.909 €	- 1.883.500 €	
24	- 175.060 €	- 1.883.500 €	
25	- 106.546 €	- 1.883.500 €	
26	- 37.360 €	- 1.883.500 €	
27	32.504 €	- 1.883.500 €	
28	103.053 €	- 1.883.500 €	
29	174.294 €	- 1.883.500 €	
30	246.233 €	- 1.883.500 €	
31	318.878 €	- 1.883.500 €	
32	392.234 €	- 1.883.500 €	
33	466.310 €	- 1.883.500 €	
34	541.112 €	- 1.883.500 €	
35	616.648 €	- 1.883.500 €	

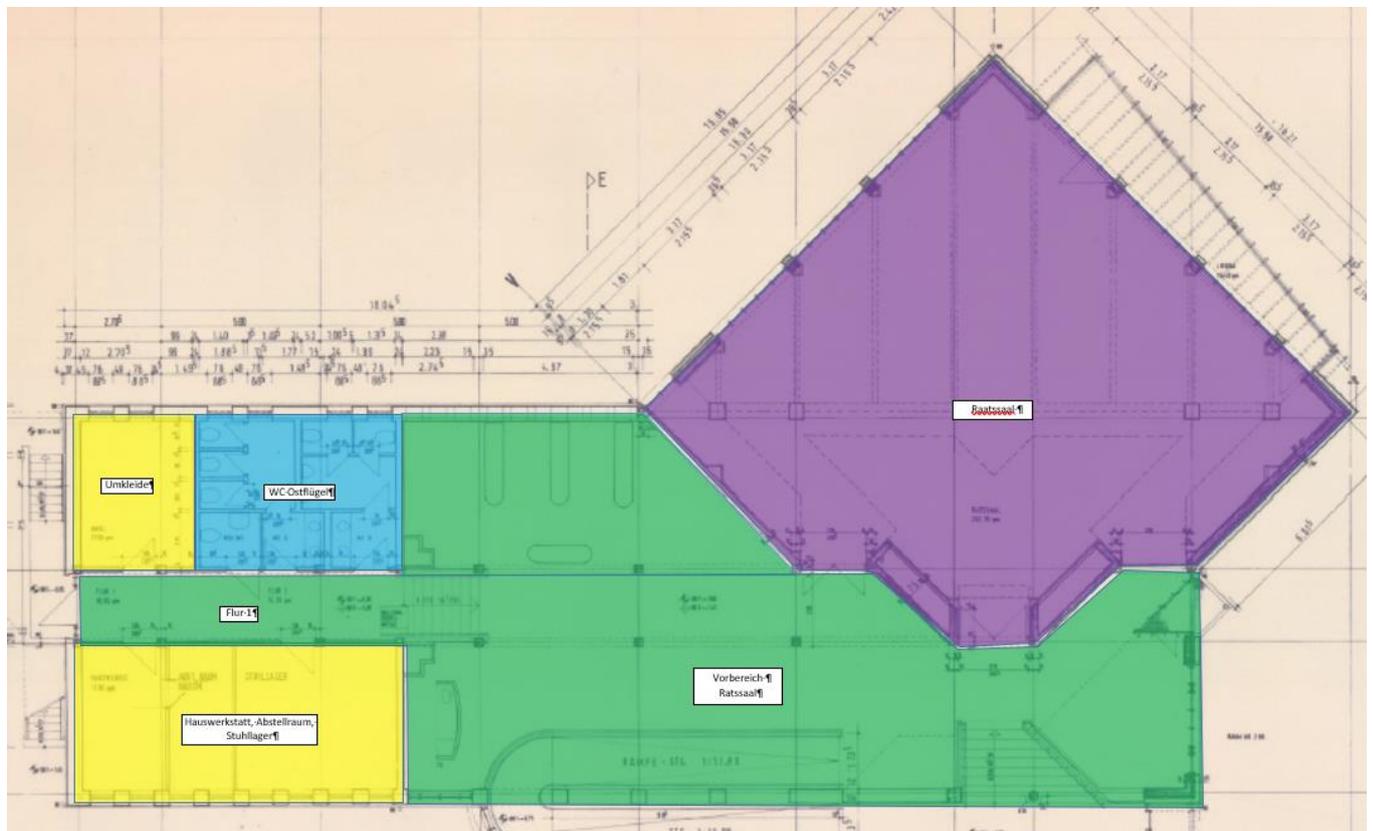
**Die dynamische Kapitalwertmethode zeigt, dass sich eine Sanierung aller Maßnahmen nach 27 Jahren amortisiert.**



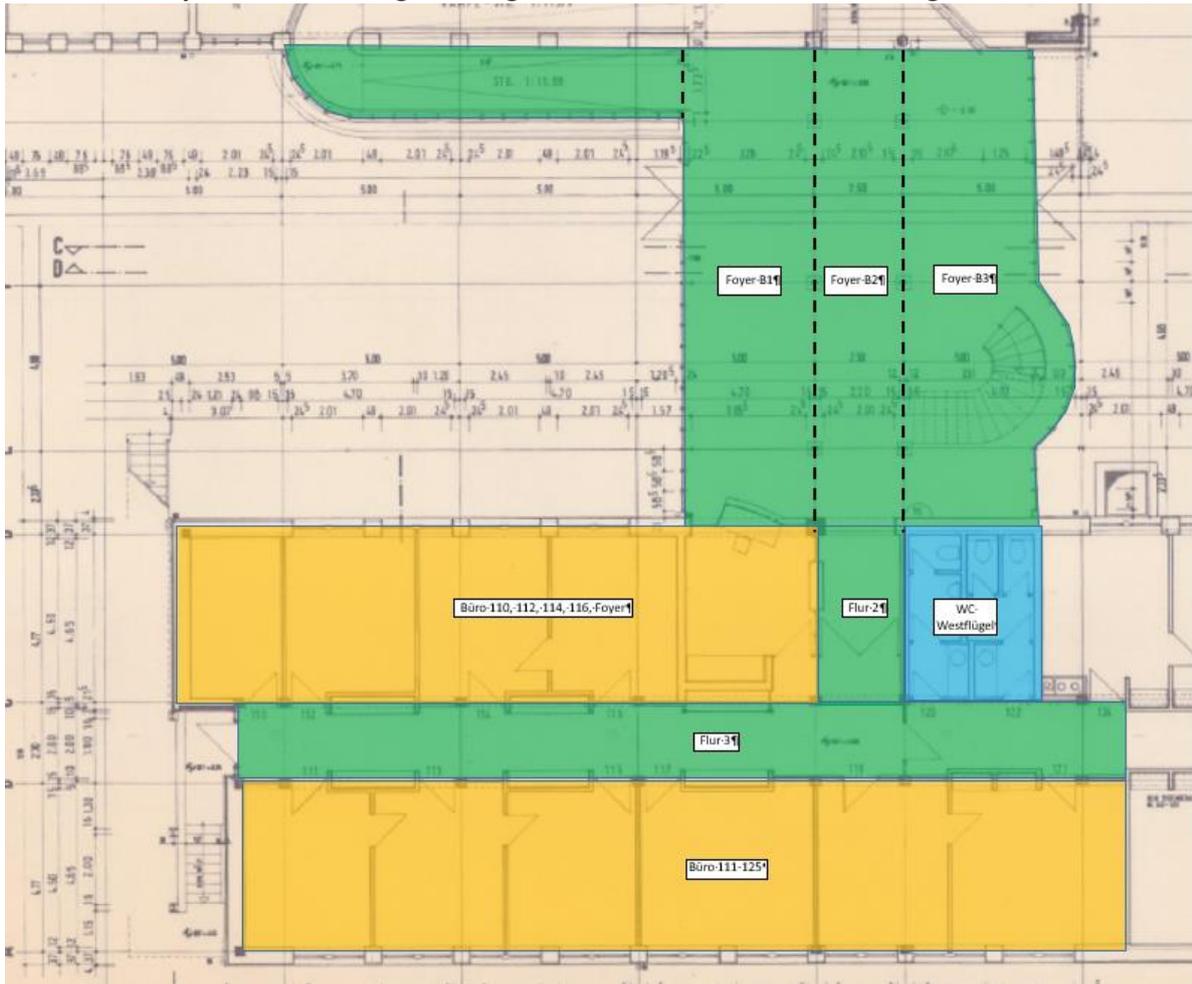
### Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des Sockelgeschosses, Westflügel und Altbau



### Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des Erdgeschosses, Ostflügel



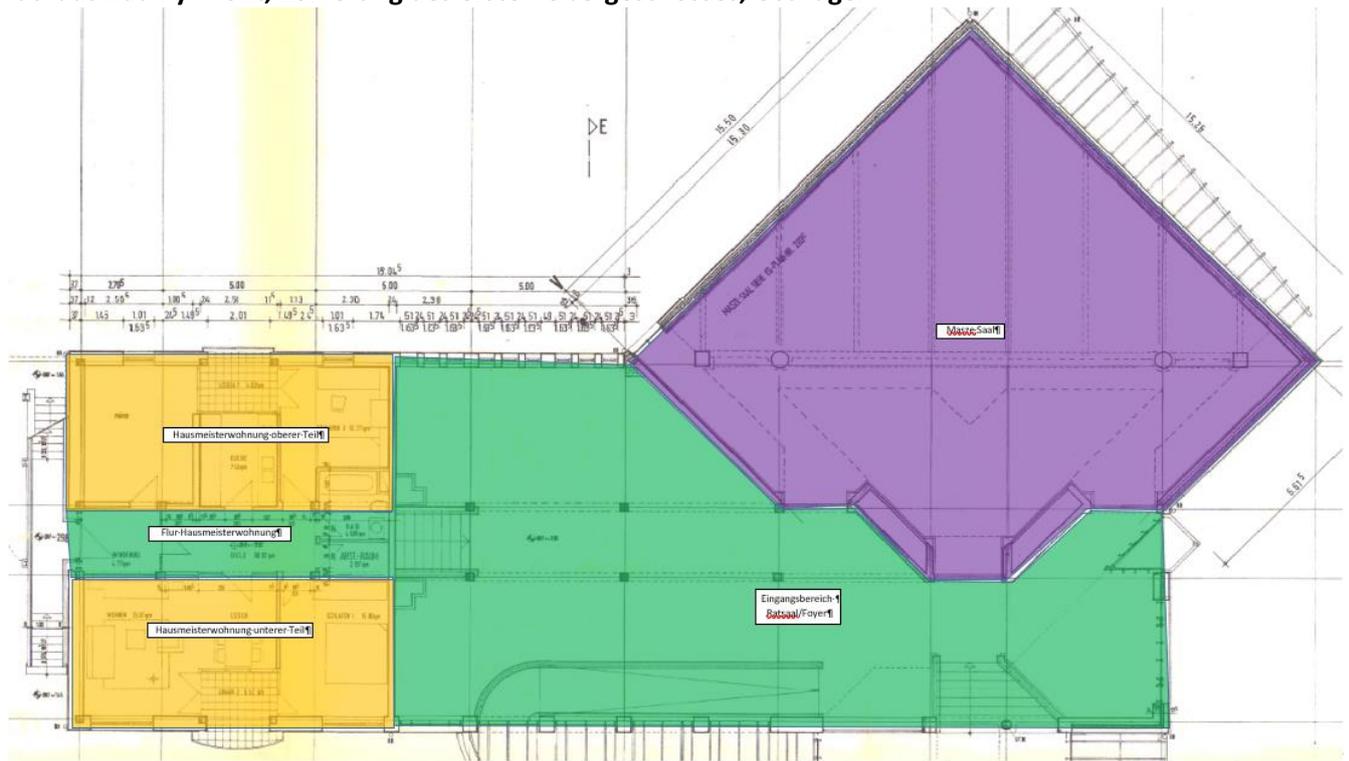
**Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des Erdgeschosses, Mittelteil und Westflügel**



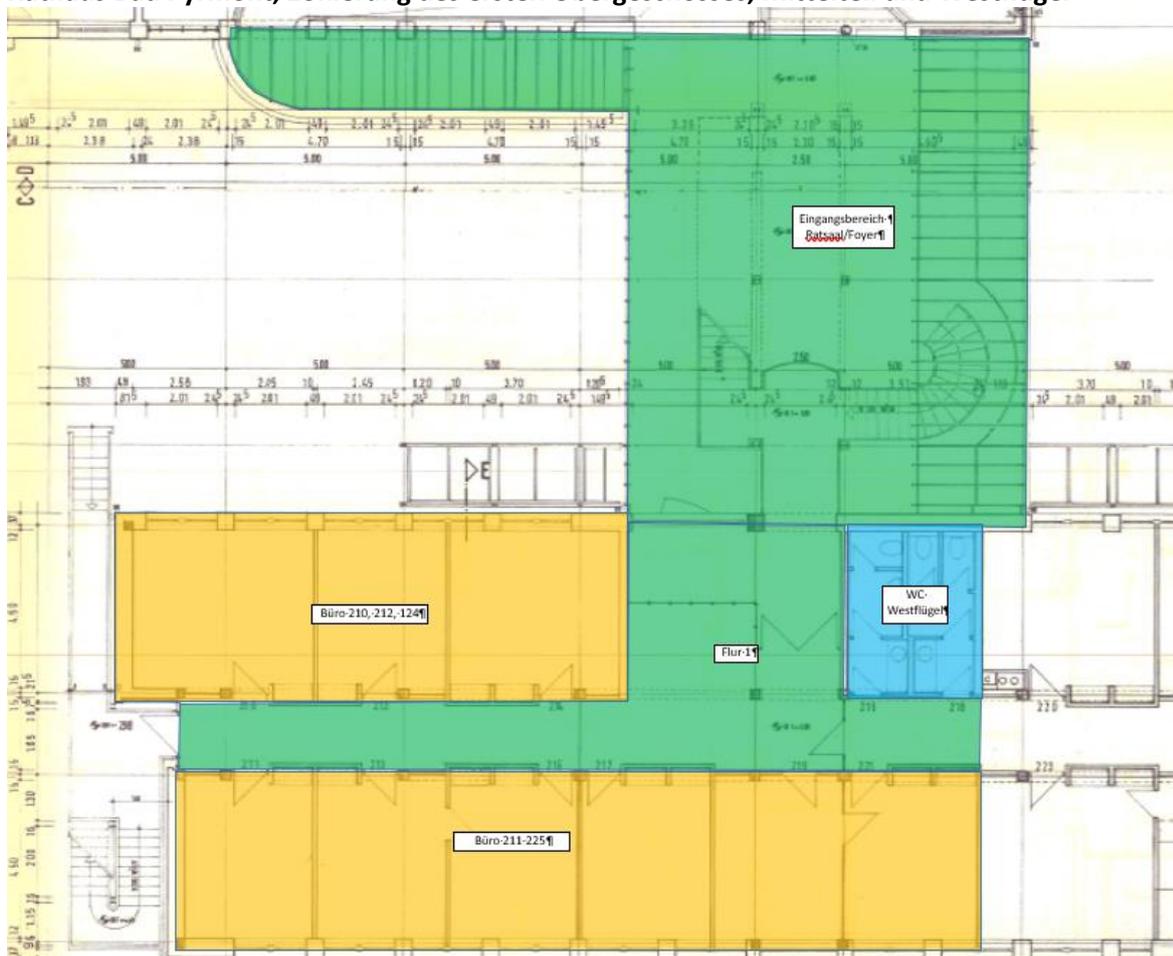
**Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des Erdgeschosses, Westflügel und Altbau**



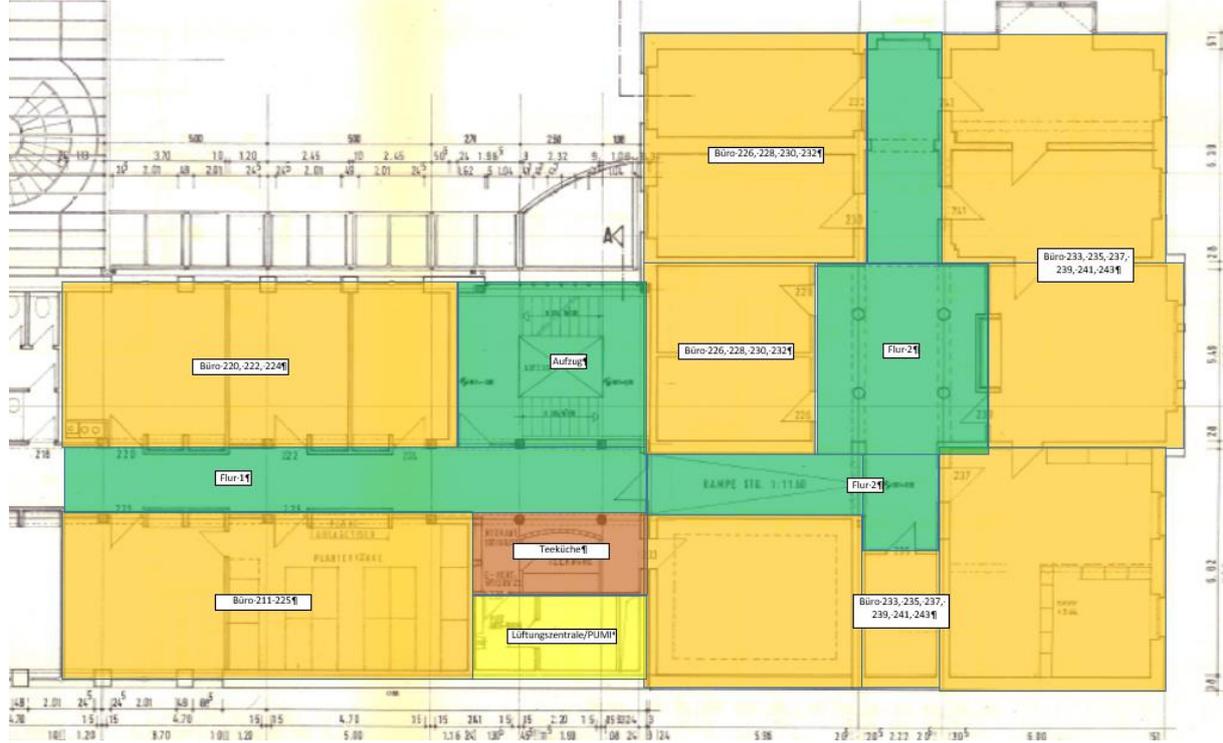
### Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des ersten Obergeschosses, Ostflügel



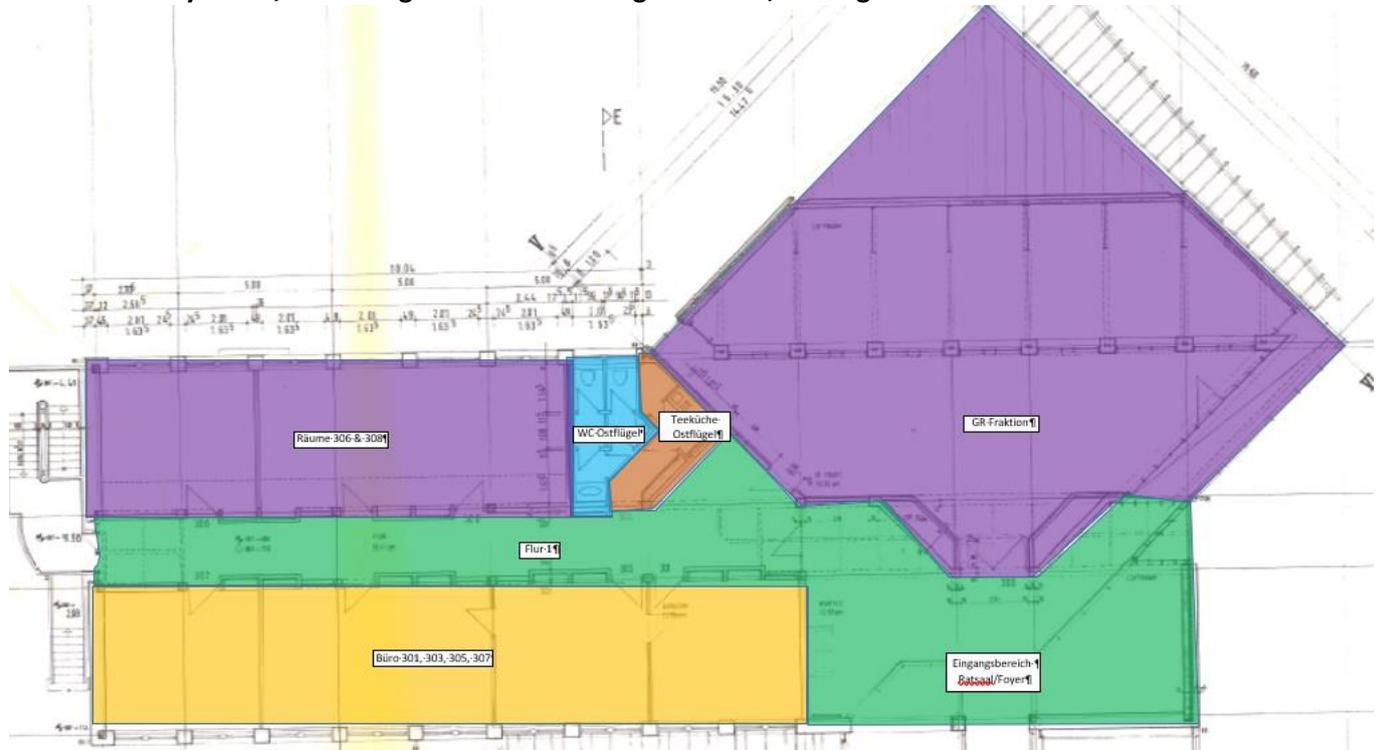
### Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des ersten Obergeschosses, Mittelteil und Westflügel



**Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des ersten Obergeschosses, Westflügel und Altbau**



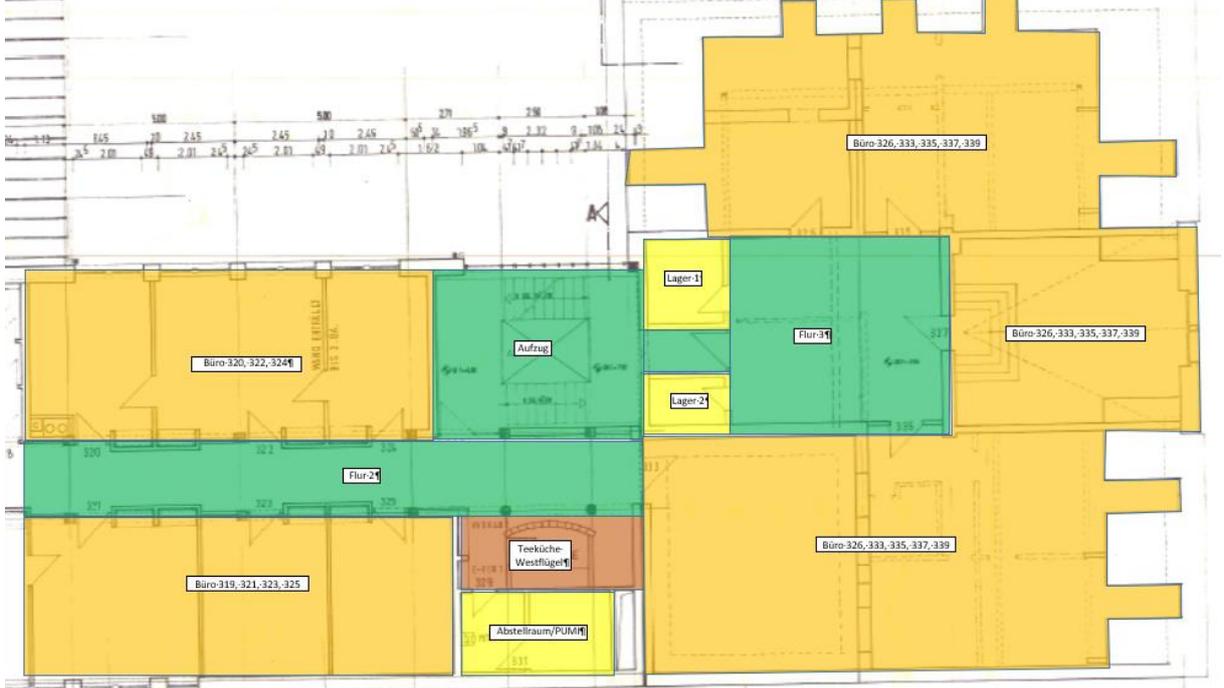
**Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des zweiten Obergeschosses, Ostflügel**



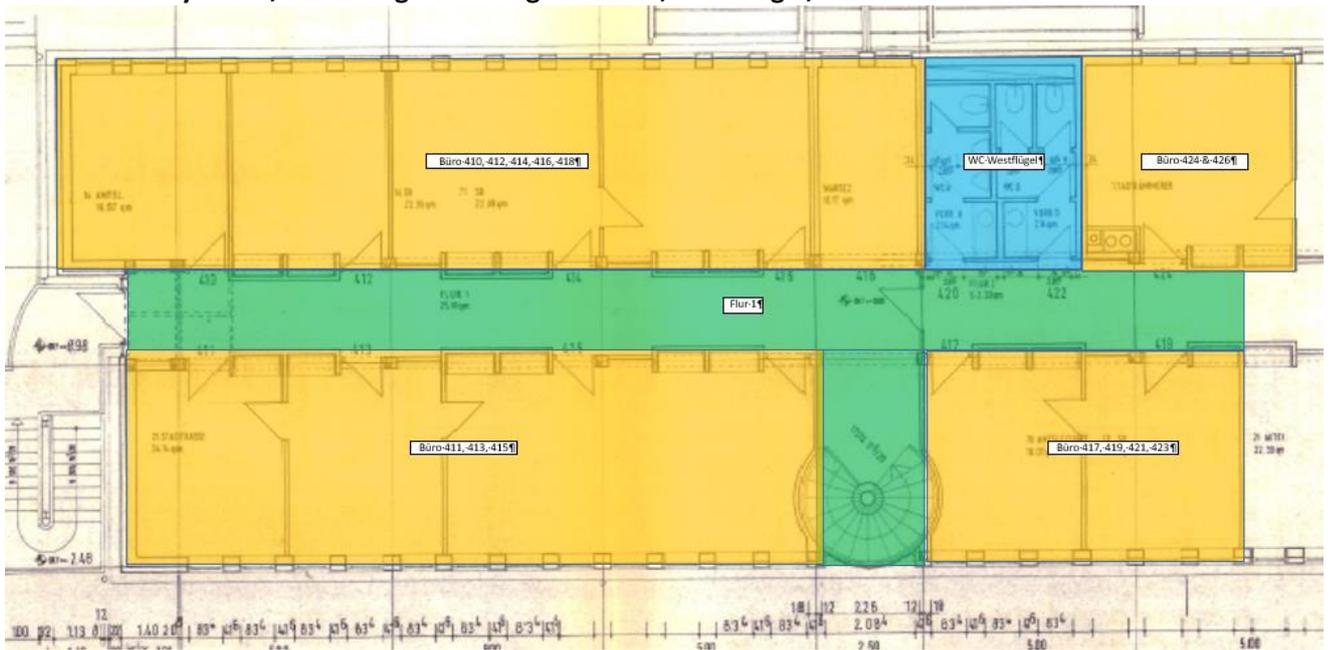
**Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des zweiten Obergeschosses, Mittelteil und Westflügel**



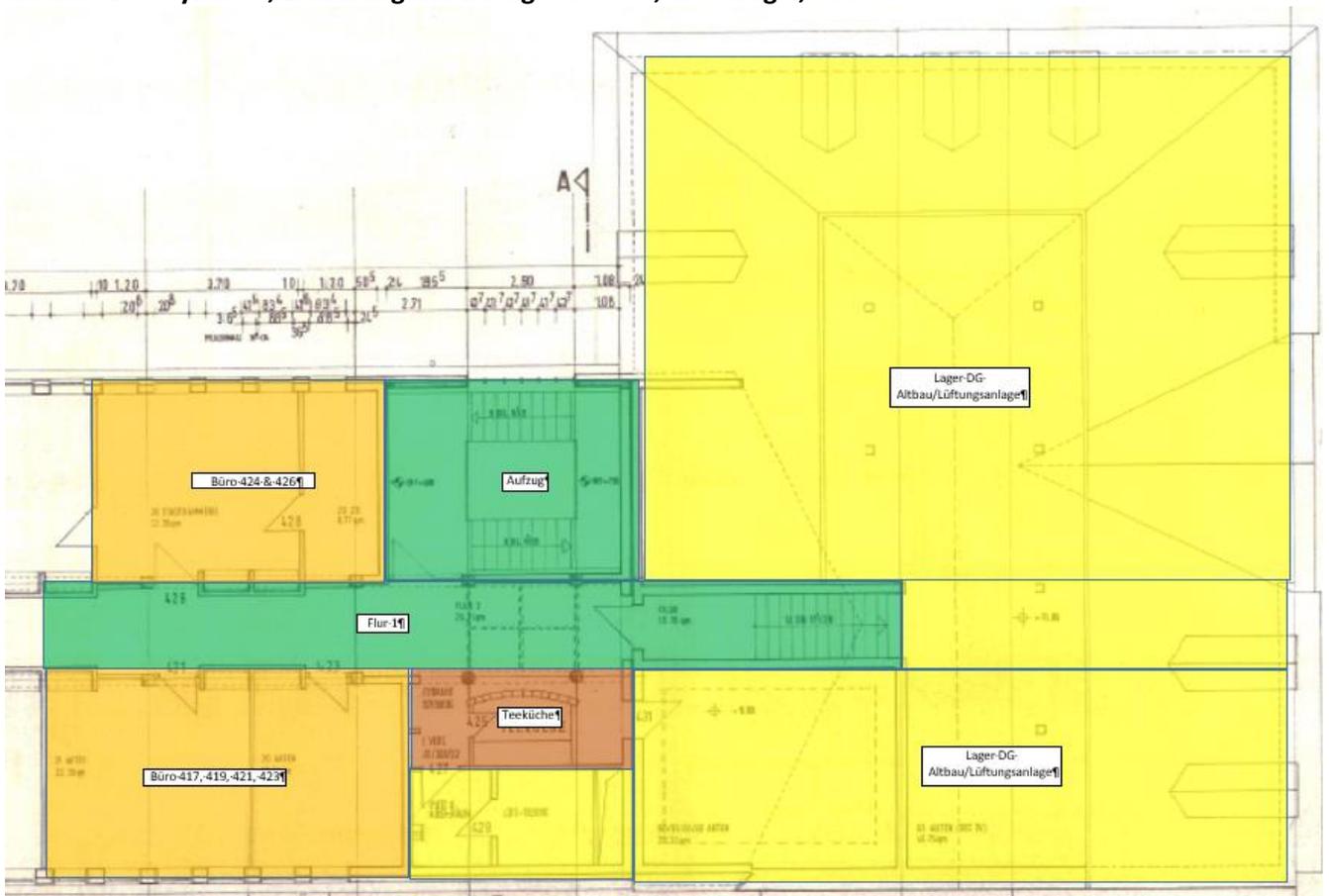
**Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des zweiten Obergeschosses, Westflügel und Altbau**



**Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des Dachgeschosses, Westflügel, Nordseite**



**Rathaus Bad Pyrmont, Zonierung des Dachgeschosses, Westflügel, Südseite**



## Tabellarische Zonierung des Rathauses

Pos.	Bezeichnung	NGF pro Raum [m²]	Nutzungsprofil DIN V 18599	Geschoss	Beheizt
1	Flur 1	22,26	Verkehrsfläche	KG	Nein
2	Flur 2	17,39	Verkehrsfläche	KG	Nein
3	Aufzug	25,02	Verkehrsfläche	KG	Nein
4	Flur 3	21,30	Verkehrsfläche	KG	Nein
5	Flur 4	41,44	Verkehrsfläche	KG	Nein
6	Flur 1	10,95	Verkehrsfläche	EG	Ja
7	Foyer Bereich 1	50,27	Verkehrsfläche	EG	Ja
	Foyer Bereich 2	33,64	Verkehrsfläche	EG	Ja
	Foyer Bereich 3	53,57	Verkehrsfläche	EG	Ja
	Vorbereich Raatssaal	231,72	Verkehrsfläche	EG	Ja
8	Flur 2	10,30	Verkehrsfläche	EG	Ja
9	Flur 3	81,10	Verkehrsfläche	EG	Ja
10	Aufzug	26,37	Verkehrsfläche	EG	Ja
11	Wartezone	31,08	Verkehrsfläche	EG	Ja
12	Flur 4	71,24	Verkehrsfläche	EG	Ja
13	Flur Hausmeisterwohnung	23,20	Verkehrsfläche	OG1	Ja
14	Flur 1	110,41	Verkehrsfläche	OG1	Ja
15	Aufzug	26,37	Verkehrsfläche	OG1	Ja
16	Flur 2	59,91	Verkehrsfläche	OG1	Ja
17	Flur 1	53,00	Verkehrsfläche	OG2	Ja
18	Flur 2	111,34	Verkehrsfläche	OG2	Ja
19	Aufzug	26,37	Verkehrsfläche	OG2	Ja
20	Flur 3	36,80	Verkehrsfläche	OG2	Ja
21	Flur 1	104,33	Verkehrsfläche	DG	Ja
22	Aufzug	26,37	Verkehrsfläche	DG	Ja
	<b>Gesamt</b>	<b>1305,74</b>			
23	Kellerräume Ostflügel (Lüftungszentral	115,17	Lager, Technik, Archiv	KG	Nein
24	Kellerräume Westflügel (Heizung, Akte	422,02	Lager, Technik, Archiv	KG	Nein
25	Umkleide	17,05	Lager, Technik, Archiv	EG	Ja
26	Hauswerkstatt, Abstellraum, Stuhllager	45,57	Lager, Technik, Archiv	EG	Ja
27	Pumi	5,13	Lager, Technik, Archiv	EG	Nein
28	Pumi	11,61	Lager, Technik, Archiv	OG1	Nein
29	Pumi	10,62	Lager, Technik, Archiv	OG2	Nein
30	Lager 1	5,48	Lager, Technik, Archiv	OG2	Nein
31	Lager 2	3,10	Lager, Technik, Archiv	OG2	Nein
32	Lager DG Altbau/Lüftungsanlage	280,22	Lager, Technik, Archiv	DG	Nein
	<b>Gesamt</b>	<b>915,97</b>			
33	WC Pyrmonter Nachrichten	5,80	WC und Sanitär in NWG	KG	ja
34	öffentliche Toiletten	33,30	WC und Sanitär in NWG	KG	ja
35	WC Ostflügel	31,23	WC und Sanitär in NWG	EG	ja
36	WC Westflügel	16,95	WC und Sanitär in NWG	EG	ja
37	öffentl. WC	3,02	WC und Sanitär in NWG	EG	ja
38	Behinderten-WC Westflügel,	5,86	WC und Sanitär in NWG	EG	ja
39	WC Westflügel	16,10	WC und Sanitär in NWG	1. OG	ja
40	WC Ostflügel	9,45	WC und Sanitär in NWG	2. OG	ja
41	WC Westflügel	16,10	WC und Sanitär in NWG	2. OG	ja
42	WC Westflügel	14,25	WC und Sanitär in NWG	DG	ja
	<b>Gesamt</b>	<b>152,06</b>			

Pos.	Bezeichnung	NGF pro Raum [m <sup>2</sup> ]	Nutzungsprofil DIN V 18599	Geschoss	Beheizt
43	Büro 110, 112, 114, 116, Foyer	94,65	Büro	EG	ja
44	Büro 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125	164,34	Büro	EG	ja
45	Büro 124, 126, 128	55,13	Büro	EG	ja
46	Büro 132 & 134	29,35	Büro	EG	ja
47	Ordnungsamt/Altbau	39,63	Büro	EG	ja
48	Hausmeisterwohnung oberer Teil	44,37	Büro	1. OG	ja
49	Hausmeisterwohnung unterer Teil	45,1	Büro	1. OG	ja
50	Büro 210, 212, 214	62,26	Büro	1. OG	ja
51	Büro 211, 213, 215, 217, 219, 221, 223, 225	164,34	Büro	1. OG	ja
52	Büro 220, 222, 224	55,13	Büro	1. OG	ja
53	Büro 233, 235, 237, 239, 241, 243	160,28	Büro	1. OG	ja
54	Büro 226, 228, 230, 232	64,6	Büro	1. OG	ja
55	Büro 301, 303, 305, 307	100,87	Büro	2. OG	ja
56	Büro 310, 312, 314	61,94	Büro	2. OG	ja
57	Büro 311, 313, 315, 317	73,17	Büro	2. OG	ja
58	Büro 319, 321, 323, 325	72,85	Büro	2. OG	ja
59	Büro 320, 322, 324	51,63	Büro	2. OG	ja
60	Büro 326, 333, 335, 337, 339	247,16	Büro	2. OG	ja
61	Büro 410, 412, 414, 416, 418	78,61	Büro	DG	ja
62	Büro 411, 413, 415	69,14	Büro	DG	ja
63	Büro 424 & 426	50,98	Büro	DG	ja
64	Büro 417, 419, 421, 423	72,17	Büro	DG	ja
	<b>Gesamt</b>	<b>1857,699</b>			
65	Stadtraum	188,56	Besprechung, Sitzung, Seminar	KG	ja
66	Raatsaal	202,79	Besprechung, Sitzung, Seminar	EG	ja
67	GR Fraktion	69,35	Besprechung, Sitzung, Seminar	2. OG	ja
68	Räume 306 & 308	66,99	Besprechung, Sitzung, Seminar	2. OG	ja
	<b>Gesamt</b>	<b>339,13</b>			
69	Räume 133, 135, 137, 139	99,15	Sonstige Aufenthaltsräume	EG	ja
70	Teeküche	12,11	Sonstige Aufenthaltsräume	EG	ja
71	Teeküche	12,11	Sonstige Aufenthaltsräume	1. OG	ja
72	Teeküche Ostflügel	7,93	Sonstige Aufenthaltsräume	2. OG	ja
73	Teeküche Westflügel	12,11	Sonstige Aufenthaltsräume	2. OG	ja
74	Teeküche	12,11	Sonstige Aufenthaltsräume	DG	ja
	<b>Gesamt</b>	<b>1022,34</b>			

## Geometrie

Nettovolumen V	12.860 m <sup>3</sup>
Nettogrundfläche A <sub>NGF</sub>	4.914,68 m <sup>2</sup>
Thermische Hüllfläche	5.295 m <sup>2</sup>
Geschosshöhe [m]	3,0 m
charakteristische Breite	15,40 m
charakteristische Länge	49,69 m

## 3.2 Beschreibung der Zustände: Fenster, Außentüren, Außenwände und Dach

Das Gebäude befindet sich, dem Alter entsprechend, in einem guten Zustand. Die Gebäudehülle weist alters übliche Gebrauchsspuren auf. Die Kellerdecke zum unbeheizten Keller ist nicht gedämmt. Der nördliche Bereich des Westflügels ist nicht unterkellert. Die ungedämmte Bodenplatte des Erdgeschosses liegt direkt auf dem Erdreich. Im Ost-/Westflügel teilt sich die Außenwand in drei Teilbereiche mit unterschiedlichen Konstruktionen auf. Im Sockel-Kellerbereich ist die Betonwand mit einem vorgesetzten Naturstein verblendet. Im Bereich des Ratssaals ist ein zweischaliges Mauerwerk mit Hinterlüftungs- und 80mm dicker Dämmebene verbaut. Die Vorsatzschale ist von außen mit Klinkerriemchen beklebt. Für diese Konstruktion resultiert ein U-Wert von 0,41 W/m<sup>2</sup>\*K, was befriedigend, aber nicht mehr zeitgemäß ist. An der restlichen Fassade ist ein WDVS mit ebenfalls 80mm dicker Dämmung vorhanden. Dies ist hauptsächlich von außen verputzt. Lediglich im Dachbereich des Westflügels ist das WDVS von außen mit einem verzinkten Stahlblech verkleidet. Die Außenwände des Altbaus bestehen aus einem Ziegelmauerwerk mit einem innenliegenden Gipsputzmörtel und sind nicht gedämmt. Der Altbau steht unter Denkmalschutz und darf von außen nicht gedämmt werden. Deshalb wird als Sanierungsmaßnahme eine Innendämmung empfohlen. Das Dach des Ost- und des Westflügels wurde 2017 umfassend energetisch saniert. Das Dach ist in einem sehr guten energetischen und bautechnischen Zustand. Beim Altbau bildet die oberste Geschossdecke den Abschluss der thermischen Hüllfläche. Diese oberste Geschossdecke ist gut mit einem finanziell vertretbaren Aufwand zu dämmen. Aus energetischer Sicht ist ein Großteil der Gebäudehülle sanierungsbedürftig. Viele Bauteile entsprechen nicht den technischen Mindestanforderungen des GEG (Gebäudeenergiegesetz) bzw. den TMA (technische Mindestanforderungen) des BAFA. Die Fenster und Türen bilden aufgrund ihres altersbedingten Zustandes große Wärmebrücken.

### Energetische Kurzbeschreibung der thermischen Hüllfläche

Bezeichnung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert Ist-Zustand [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-Wert GEG [W/(m <sup>2</sup> K)]	U-Wert TMA BAFA EM NWG* [W/(m <sup>2</sup> K)]	Energetischer Zustand*	Bau technischer Zustand*
Bodenplatte	581	2,50	≤ 0,50	≤ 0,25	Sehr Schlecht	Gut
Außenwand Altbau	622	1,67	Denkmal	≤ 0,45	Sehr Schlecht	Gut
Außenwand Ost- und Westflügel	1311	0,41	≤ 0,24	≤ 0,20	Befriedigend	Gut
Oberste Geschossdecke Altbau	240	2,00	≤ 0,24	Lambda ≤ 0,040	Schlecht	Gut
Dach Ost- und Westflügel	676	0,18	≤ 0,24	≤ 0,14	Sehr gut	Sehr Gut
Fenster (ohne Foyer)	511	2,7 bis 5,0	≤ 1,30	≤ 0,95	Schlecht	Befriedigend
Pfostenriegelfassade Foyer & Treppenhäuser	323	2,40	<1,40	<1,30	Schlecht	Gut
Türen	8	4,00	≤ 1,80	≤ 1,30	Schlecht	befriedigend

\*Bewertungsskala: Sehr Schlecht/Schlecht/Befriedigend/Gut/Sehr Gut

Die bauphysikalischen Eigenschaften der Außenwände, der Bodenplatte und des Daches werden über die realen Bauteilschichteingaben in der Bilanzierungssoftware „ZUB Helena“ abgebildet. Die Eigenschaften der Fenster und Türen (U-Werte) sind aus vorgegebenen Werten, bezogen auf das Baujahr und Bauform, aus der Software angenommen. Untenstehend werden Bestandsfotos der Bauteile aufgezeigt. Die vorgeschlagenen Maßnahmen ergeben sich aus den energetischen und bautechnischen Istzuständen der Bauteile.

**Eindrücke:**

	
<p>Die Fenster sind noch in Ordnung, haben aber einen schlechten Dämmstandard</p>	<p>Alle Außenwände des Ost- und Westflügels haben einen befriedigenden Dämmstandard.</p>
<p>Quelle: Klimaschutzagentur Weserbergland</p>	
	
<p>Die Türen sind noch in Ordnung, haben aber einen schlechten Dämmstandard</p>	<p>Der Altbau steht unter Denkmalschutz und darf nur von innen gedämmt werden.</p>
<p>Quelle: Klimaschutzagentur Weserbergland</p>	

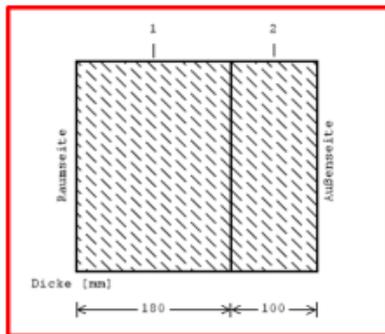
### 3.3 Beschreibung der Maßnahmen: Aufbauten, Eigenschaften, U-Werte

#### 3.3.1 Dämmung der Kellerdecke

Als Maßnahme für die Kellerdecke im Bereich des Altbaus und dem unterkellerten Bereich des Westflügels wird eine zusätzliche Dämmung (Mineralwolle mit WL032) auf die Unterseite der Kellerdecke vorgesehen. Neben der Energieeinsparung bewirkt die Dämmmaßnahme auch höhere Oberflächentemperaturen auf der Rauminnenseite. Das bedeutet weniger Fußkälte und mehr Behaglichkeit. Als Nachteil ist das Versetzen der vorhandenen Beleuchtungseinrichtungen anzuführen, d. h. sie müssen tiefer gehen werden. Als Dämmmaterial eignen sich fast alle Dämmstoffe. Um Wärmebrücken zu vermeiden, sollte die Dämmung an den Kellerinnenwänden ca. 30 cm tief nach unten geführt werden. Durch Anbringen der Dämmung ergeben sich neue lichte Raumhöhen für beide Kellerabschnitte. Im Altbau beträgt diese nun 1,96m und im Westflügel 2,13m.

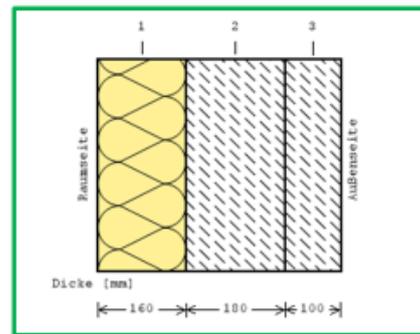
**U-Wert: 2,668 W/(m²K)**

(berechnet mit  $R_{\text{gl}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



**U-Wert: 0,186 W/(m²K)**

(berechnet mit  $R_{\text{gl}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



Schicht	Baustoff	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	Anteil [%]
1	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,031	160	0,032	100,0
2	DIN EN ISO 10456 Beton mittl. Rohdichte 2000	180	1,350	100,0
3	DIN 4108 1.3.2 Zement-Estrich	100	1,400	100,0
	gesamt	440		

#### Kosten:

Betrag [€]	Beschreibung	Quelle
50.000 €	Dämmung der Kellerdecke	Baukosten Gebäude Altbau S. 340 KG 354

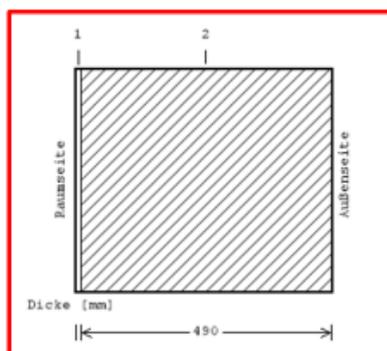
### 3.3.2 Innendämmung der Außenwände des Altbaus

An die Innenseite der Außenwände des Altbaus wird eine Innendämmplatte (WLG032) aufgebracht. Vor dem Anbringen einer Innendämmung sollte die Bestandskonstruktion untersucht werden. Es ist zu empfehlen den Feuchtegehalt der Außenwand zu überprüfen. Bei einem mangelhaften Schlagregenschutz sollte dieser zunächst wieder instand gebracht werden. Es besteht eine Frostgefahr für in der Außenwand liegende Kaltwasser- oder Heizungsrohre. Bei der Sanierung muss auf eine lückenlose luftdichte Ebene (z.B. im Bereich von Steckdosen) geachtet werden, um das Eindringen feuchtwarmer Raumluft zu verhindern. Um Wärmebrücken zu vermeiden, sollte die Dämmung an den Innenwänden und Innendecken ein Stück weitergeführt werden.

Die Planung einer Innendämmung sollte von einem Fachplaner durchgeführt werden.

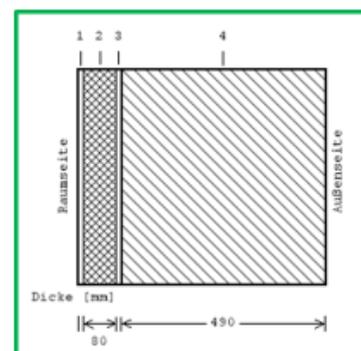
U-Wert: 1,668 W/(m<sup>2</sup>K)

(berechnet mit R<sub>si</sub> = 0,13 m<sup>2</sup>K/W und R<sub>se</sub> = 0,04 m<sup>2</sup>K/W)



U-Wert: 0,320 W/(m<sup>2</sup>K)

(berechnet mit R<sub>si</sub> = 0,13 m<sup>2</sup>K/W und R<sub>se</sub> = 0,04 m<sup>2</sup>K/W)



Schicht	Baustoff	Dicke [mm]	λ [W/mK]	Anteil [%]
1	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1300) nach DIN EN 13279-1	10	0,470	100,0
2	BASF Neopor Innendämmplatte (Wi) 032	80	0,032	100,0
3	DIN 4108 1.1.2 Gipsputzmörtel (1300) nach DIN EN 13279-1	10	0,470	100,0
4	DIN 4108 4.1.2 Voll-, Hochloch-, Füllziegel 2200	490	1,200	100,0
	gesamt	590		

#### Kosten:

Betrag [€]	Beschreibung	Quelle
90.000 €	Innendämmung der Außenwände des Altbaus	Baukosten Gebäude Altbau, S.340, KG336

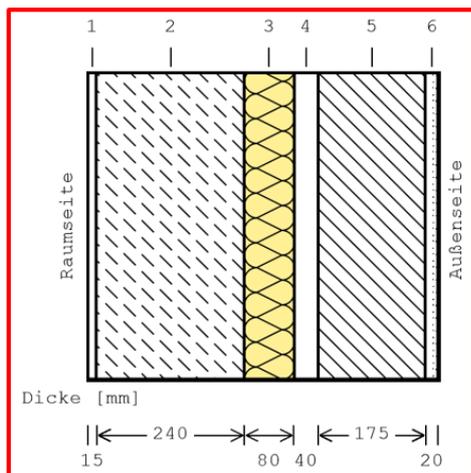
### 3.3.3 Dämmung der Außenwände des Ost-/Westflügels

Wie oben beschrieben, verfügt die Außenwand über drei Konstruktionsarten. Im Kellergeschoss ist eine Sanierung der Außenwand der nicht beheizten Räume nicht nötig. Die Sanierungsmaßnahme sieht vor, bei allen beheizten Räumen ein förderfähiges Wärmedämmverbundsystem an der Außenwand zu erstellen. Dafür werden alle Wandaufbauten bis zur tragenden Betonwand zurück gebaut, abgedichtet, eine neue 160mm dicke Dämmung mit einer Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/m\*K aufgeklebt/ge-dübelt, verputzt und mit neuen Natursteinriemchen beklebt. Der energetische Standard wird so gewählt, dass die Mindestanforderungen der BAFA erfüllt sind. Eine Anpassung von Dachüberständen, Fensterbänken, Entwässerungsleitungen und Elektroinstallationen sollte berücksichtigt werden.

**Die Planung einer nachträglichen Außendämmung sollte von einem Fachplaner durchgeführt werden.**

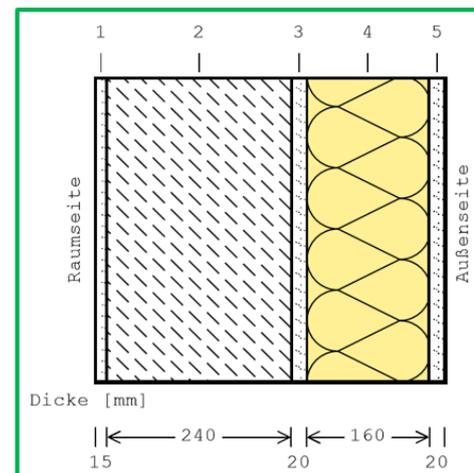
**U-Wert: 0,407 W/(m²K)**

(berechnet mit  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



**U-Wert: 0,197 W/(m²K)**

(berechnet mit  $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  und  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$ )



Schicht	Baustoff	Dicke [mm]	$\lambda$ [W/mK]	Anteil [%]
1	DIN 4108 1.1.4 Leichtputz $\leq 1000$	15	0,380	100,0
2	DIN EN ISO 10456 Beton mittl. Rohdichte 2000	240	1,350	100,0
3	DIN 4108 1.1.4 Leichtputz $\leq 1000$	20	0,380	100,0
4	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,034	160	0,035	100,0
5	DIN 4108 1.1.4 Leichtputz $\leq 1000$	20	0,380	100,0
	<b>gesamt</b>	<b>455</b>		

#### Kosten:

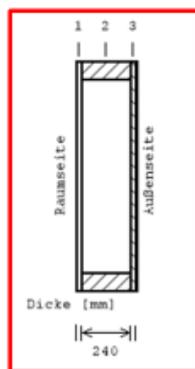
Betrag [€]	Beschreibung	Quelle
<b>305.000 €</b>	Rückbau, Ertüchtigung, Abdichtung, Dämmstoffplatten aufbringen, Unter-/Oberputz oder Riemchen auftragen	Baukosten Gebäude Altbau, S.340, KG335

### 3.3.4 Dämmung der obersten Geschossdecke des Altbaus

Die Dämmung (Mineralwolle mit WLG032) wird zwischen die vorhandenen Balken eingebaut. Dies hat den Vorteil, dass es zu keinem Raumverlust im Dachboden kommt. Für die Konstruktion eignen sich im Grunde alle Dämmstoffe mit Ausnahme von festen Platten, da diese nicht fugenlos zwischen die bestehenden Balken eingebracht werden können.

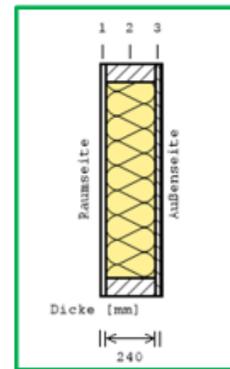
U-Wert: 2,140 W/(m<sup>2</sup>K)

(berechnet mit R<sub>si</sub> = 0,13 m<sup>2</sup>K/W und R<sub>se</sub> = 0,04 m<sup>2</sup>K/W)



U-Wert: 0,185 W/(m<sup>2</sup>K)

(berechnet mit R<sub>si</sub> = 0,13 m<sup>2</sup>K/W und R<sub>se</sub> = 0,04 m<sup>2</sup>K/W)



Schicht	Baustoff	Dicke [mm]	λ [W/mK]	Anteil [%]
1	DIN 4108 3.4 Gipsplatten nach DIN 18180, DIN EN 520	12,5	0,250	100,0
2	DIN EN ISO 10456 Nutzholz 500	240	0,130	16,0
	DIN 4108 5.1 Mineralwolle nach DIN EN 13162 NW 0,031	240	0,032	84,0
3	DIN EN ISO 10456 Holzwerkstoffe OSB-Platten	10	0,130	100,0
	<b>gesamt</b>	<b>262,5</b>		

#### Kosten:

Betrag [€]	Beschreibung	Quelle
<b>22.800 €</b>	Dämmung der obersten Geschossdecke des Altbaus	Baukosten Gebäude Altbau S. 340, KG 354

#### Achtung:

Bei dieser Dämmmaßnahme gelten die TMA (technischen Mindestanforderungen) der Bafa gemäß Denkmalschutz.

### 3.3.5 Sanierung der Fenster

Die energetischen Eigenschaften im Ausgangsfall stammen aus vordefinierten Datensätzen der Bilanzierungssoftware. Für die Modernisierungsmaßnahme wird eine Dreischeiben-Isolier-Verglasung eingeplant. Mit einem U-Wert  $U = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$  entsprechen die neuen Fenster den technischen Mindestanforderungen der BAFA bezüglich einer geförderten Einzelmaßnahme

Der Einbau der Elemente sollte gemäß dem Leitfaden zur Montage des RAL-Güteausschusses erfolgen. Damit soll eine Einbausituation erreicht werden, die außen dauerhaft und schlagregendicht und innen luftdicht nach dem Prinzip "innen dichter als außen" ist.

Sollten nur die Fenster ausgetauscht werden, ist darauf zu achten, dass die Fenster keinen besseren U-Wert aufweisen, als die Außenwände. Ist dies der Fall müssen die Räume die Anforderungen an den Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken einhalten. Der Nachweis ist nach DIN EN ISO 10211 mit einer geeigneten Wärmebrückensoftware zu erbringen.

Eigenschaften	Ausgangsfall		Modernisiert
Bezeichnung	Holzfenster der Baualterklasse 1983-1993		Dreischeiben-Isolier-Verglasung
U-Wert [ $\text{W/m}^2\text{k}$ ]	2,7; 4,3 und 5,0		0,95
g-Wert	0,9		0,6

#### Kosten:

Betrag [€]	Beschreibung	Quelle
<b>359.000 €</b>	Austausch der Fenster	Baukosten Gebäude Altbau S. 340, KG 334

### 3.3.6 Sanierung der Fensterfassade des Foyers und der Treppenhäuser

Die energetischen Eigenschaften im Ausgangsfall stammen aus vordefinierten Datensätzen der Bilanzierungssoftware. Für die Modernisierungsmaßnahme wird die aktuell bestehende Pfostenriegelfassade gegen eine neue mit Dreischeiben-Isolier-Verglasung ausgetauscht. Die aktuelle Stahlträgerkonstruktion bleibt erhalten. Die neuen Elemente werden einfach davorgesetzt. Mit einem U-Wert = 1,30 W/m<sup>2</sup>\*K entspricht die neue Fassade den technischen Mindestanforderungen der BAFA bezüglich einer geförderten Einzelmaßnahme für Vorhangfassaden. Die Schätzkosten fallen dementsprechend hoch aus, da es sich bei den einzelnen Fensterelementen um Sonderanfertigungen handelt. Vor Umsetzung der Maßnahme sollte der sommerliche Wärmeschutz des Foyers geprüft werden.

Eigenschaften	Ausgangsfall		Modernisiert
Bezeichnung	Alu-Pfostenriegelfassade der Baualtersklasse 1983-1993		Alu-PRF mit Dreischeiben-Isolier-Verglasung
U-Wert [W/m <sup>2</sup> k]	2,4		1,3
g-Wert	0,8		0,6

#### Kosten:

Betrag [€]	Beschreibung	Quelle
<b>454.800 €</b>	Austausch der Pfostenriegelfassade	BKI Neubau 2021 Quartal 4, S. 429, Nr. 29

### 3.3.7 Sanierung der Außentüren

Die energetischen Eigenschaften im Ausgangsfall stammen aus vordefinierten Datensätzen der Bilanzierungssoftware. Die Außentüren werden gegen Türen getauscht, die den technischen Mindestanforderungen ( U = 1,3 W/m<sup>2</sup>K) der BAFA bezüglich einer geförderten Einzelmaßnahme entsprechen.

Eigenschaften	Ausgangsfall		Modernisiert
Türkonstruktion	Im wesentlichen aus Metall		Gemäß den technischen Mindestanforderungen der BAFA
U-Wert [W/m <sup>2</sup> k]	4,0		1,3

#### Kosten:

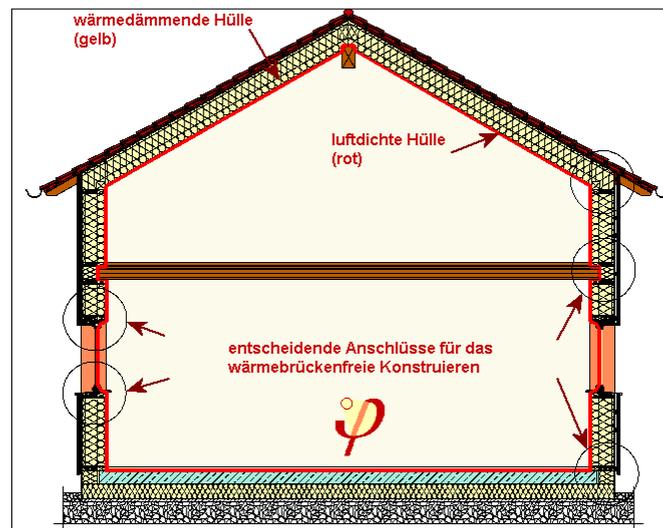
Betrag [€]	Beschreibung	Quelle
<b>70.600 €</b>	Austausch der Türen	BKI Pos. Neubau S. 429, Nr. 27

### 3.4 Wärmebrücken

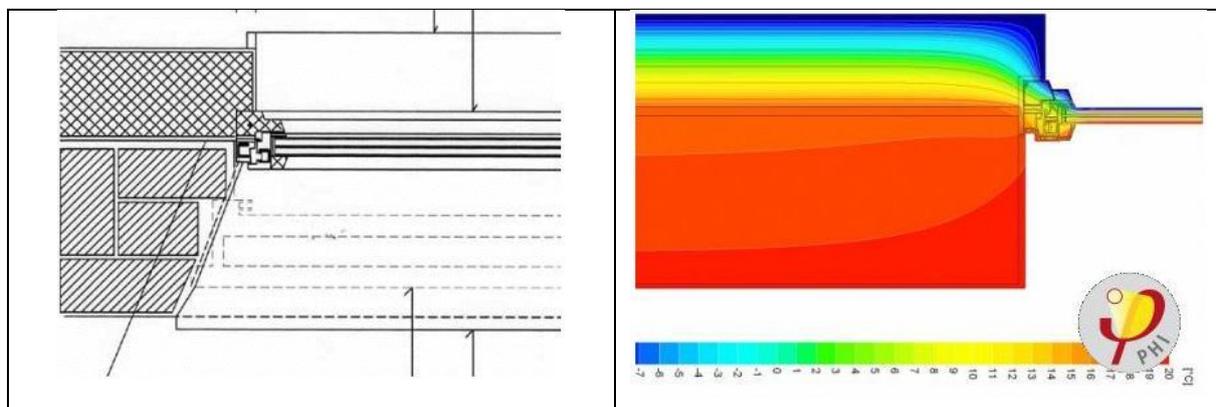
Bei Wärmebrücken im Bauwerk handelt es sich um Stellen in der Gebäudekonstruktion an den es zu einem erhöhten Wärmestrom kommt. Zum einen sind dies materialbedingte Wärmebrücken bei denen Baustoffe mit höherer Wärmeleitfähigkeit den Baukörper durchdringen wie es zum Beispiel beim Fensterrahmen der Fall ist. Zum anderen gibt es geometriebedingte Wärmebrücken (z.B. Hausecken) in denen ein erhöhter Wärmefluss begünstigt wird.

Um diesen Verlusten vorzubeugen sollte bei einem zu errichtenden Gebäude stets auf eine wärmebrückenfreie Konstruktion geachtet werden. Dies hat nicht nur energetische Vorteile, sondern fördert auch die Behaglichkeit und schützt das Gebäude vor wärmebrückenbedingten Feuchteschäden.

Folgende Abbildung (Quelle: Passivhaus Institut) zeigt dabei mögliche kritische Stellen die hinsichtlich Ihrer Wärmebrücken genauer betrachtet werden sollten.



Die folgende linke Abbildung zeigt die wärmebrückenfreie Dämmung eines Fensters (Quelle: Schulze Darup). Die rechte Darstellung zeigt den daraus resultierenden Temperaturverlauf von innen nach außen durch den Bauteilschnitt (Quelle: Passivhaus Institut).



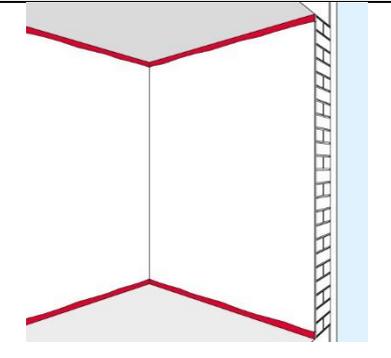
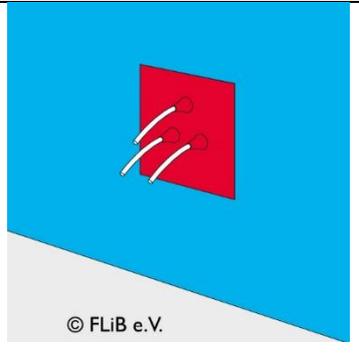
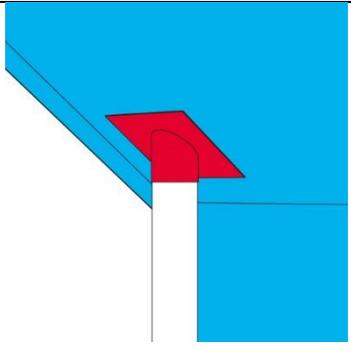
## 3.5 Luftdichtheit

Ein weiteres wichtiges Kriterium ist die Luftdichtheit. Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste sorgen zum einen für eine geringere Energieeffizienz und damit einen höheren Verbrauch bzw. Bedarf an Heizenergie. Zum anderen können Lüftungsverluste durch die Gebäudehülle auch zu ungewollten Bauschäden führen, wenn z.B. Feuchtigkeit aus der Raumluft im Außenbauteil kondensiert. Um beides zu verhindern ist es empfehlenswert das für ein Bauvorhaben ein Luftdichtheitskonzept geplant und ausgeführt wird. Bei einem solchen Konzept wird eine Luftdichtheitsschicht/luftdichte Hülle im zu errichtenden Gebäude geplant.

Zu den von einer Luftdichtheitsschicht betroffenen Details zählen z.B.:

Außenwände	Kamine	Dachstuhl
Wände	Installationsschächte	Dachflächen
Fenster und Türen	Rohrdurchführungen	Leitungsdurchführungen

Die folgenden Prinzipskizzen mit dazugehörigen Beschreibungen vom Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V. (FLiB e.V.) zeigen beispielhaft wie eine solche Luftdichtheitsschicht an bestimmten Details ausgeführt werden könnte.

Außenwand	Leitungsdurchführungen	Rohrdurchführungen
	 <p>© FLiB e.V.</p>	
<p>Mauerwerk vollflächig verputzt.</p> <p>Innenputz bis an den Rohfußboden und die Rohdecke herangeführt.</p> <p>Mauerkronen der Außenwände verputzt (z. B. bei Hochlochziegeln).</p>	<p>Leitungen einzeln durchgeführt und abgedichtet.</p> <p>Leerrohre an den Enden abgedichtet.</p> <p>Elektroleitungen luftdicht an das Rohr/den Kanal angeschlossen.</p>	<p>Rohre einzeln durchgeführt</p> <p>Im Durchdringungsbereich glattwandiges Rohr verwendet</p> <p>Rohre von Antennenmasten innenseitig verschlossen</p>

## 4 Gebäudetechnik

### 4.1 Beschreibung des bestehenden Konzeptes

Im Kellergeschoss des Anbaus West ist die Heizungszentrale angeordnet. Dort steht ein kleiner Gas-Niedertemperaturkessel für die ehemalige Hausmeisterwohnung und den Stadtraum, sowie zwei große Gas-Niedertemperaturkessel für das restliche Gebäude. Alle Kessel sind so alt wie der Anbau selbst. Lediglich beim Kessel 2 wurde der Brenner zwischenzeitlich ausgetauscht. Die Wärme der zwei großen Kessel wird über einen angrenzenden Hauptverteiler zu Unterverteilern im Gebäude verteilt. Die Unterverteiler befinden sich in den Gebäudeabschnitten der Lüftungszentrale. Von dort aus verteilen Heizkreise die Wärme zu den in den Räumen angeordneten Rippenheizkörpern oder zu den Heizregistern der Lüftungsanlagen. Die Bedienung der Heizkörper wird über händisch einstellbare Thermostatköpfe vorgenommen. In allen Verteilern sind teils veraltete Umwälzpumpen, teils moderne Hocheffizienzpumpen eingebaut. Die Dämmung an den Rohren ist weitestgehend vorhanden und ausreichend. Die Wärme des kleinen Gas-Niedertemperaturkessels wird über einen Verteiler im Ostflügel verteilt. Ansonsten besteht hier dieselbe Situation wie bei der oben beschriebenen Wärmeverteilung. Das gesamte System ist nicht hydraulisch abgeglichen. Das Trinkwarmwasser wird über dezentral angeordnete Untertischgeräte abgedeckt. Im Anbau Ost ist die Lüftungszentrale angeordnet. Dort stehen die Zu- und Abluftanlagen „Ratssaal, große Fraktion und Eingang/Foyer“. Die Zu- und Abluftanlage „Besprechungsräume eins und zwei“ ist auf dem Dach des Ostflügels positioniert. Die Zu- und Abluftanlagen „Nebenräume“ und „Ordnungsamt“ sind in den Etagen des Westflügels verteilt, jeweils in den Räumlichkeiten hinter den Teeküchen. Alle Anlagen haben dasselbe Baujahr wie der Anbau. Bis auf die Anlage „Besprechungsräume eins und zwei“ verfügen alle über eine Wärmerückgewinnung in Form eines Kreislaufverbundsystems, welches in dem Hauptaußenluftstrang und den einzelnen Abluftsträngen installiert ist. Zusätzlich ist ein Mischluftbetrieb möglich. Ansonsten wird die Luft in den Geräten über Heizregister erwärmt. Eine Kühlung oder Befeuchtung ist nicht vorhanden. In allen Anlagen sind Trommelläufer mit Keilriemen als Ventilatoren eingebaut. Der Volumenstrom wird entweder stufenweise an einem Schaltfeld in den einzelnen Räumen geregelt oder er ist als konstanter Volumenstrom vorgesehen und die Anlage wird nur ein- oder ausgeschaltet. Bautechnisch sind die Anlagen in einem einwandfreien Zustand. Das Kanalnetz ist weitestgehend isoliert, aber vermutlich stellenweise undicht.

## Heizung



Gas-Niedertemperaturkessel 1 & 2



Gas-Niedertemperaturkessel  
„Hausmeisterwohnung/Stadtraum“



Hauptvorlaufverteiler



Hauptrücklaufverteiler



Heizungsregelung



Unterverteiler Lüftungszentrale



Umwälzpumpe



Rohrnetz im Kellergeschoss



Bodenkanalheizkörper im Foyer



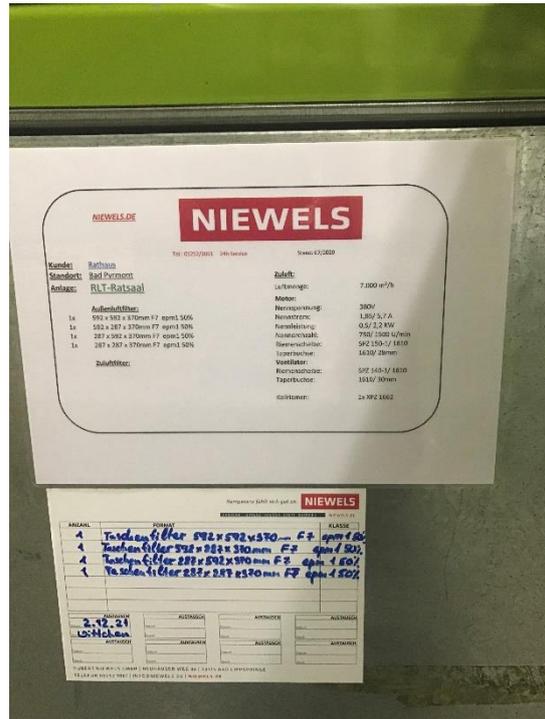
Rippenheizkörper im Büro

Wärmeerzeuger 1	Erdgas Niedertemperaturkessel
Baujahr	1987
Leistung	230 kW
Wärmeerzeuger 2	Erdgas Niedertemperaturkessel
Baujahr	1987
Leistung	230 kW
Wärmeerzeuger 3	Erdgas Niedertemperaturkessel
Baujahr	1987
Leistung	27,3 kW
Verteilung	Zweirohrnetz
VL Temperatur	70°C
RL Temperatur	55°C
Pumpen	Umwälzpumpen mit Asynchronmotor / Hocheffizienzpumpen
Dämmung	Rohre gedämmt / Komponenten teilweise gedämmt
Übergabe	Gussheizkörper / Bodenkanalheizkörper im Foyer
Hydraulischer Abgleich	nicht vorhanden
Thermostatventile	nicht voreinstellbar

## RLT-Anlage



Zu-Abluftanlage Ratssaal



Typenschild Zuluftanlage Ratssaal



Ventilator als Trommelläufer



Außenluftregister Kreislaufverbundsystem



Abluftanlagen „Ordnungsamt & Nebenräume“



Steuerfeld Anlage „Große Fraktion“

Zuluft	Anlagentyp	6x Lüftungsanlagen
	Baujahr	1987
	Ventilator	Radialventilator mit Keilriemen
	Beheizung	Über Heizregister
	Kühlung	Nicht vorhanden
	Befeuchtung	Nicht vorhanden
	Mischluft	Bei Anlage „Ratssaal, große Fraktion und Eingang/Foyer“
	WRG	Kreislaufverbundsystem (Bis auf Anlage „Besprechungsräume 1 & 2“)
Abluft	Lüftungsanlagen	6x Lüftungsanlagen
	Baujahr	1987
	Ventilator	Radial Ventilator mit Keilriemen
	WRG	Kreislaufverbundsystem (Bis auf Anlage „Besprechungsräume 1 & 2“)

## Trinkwarmwasser

Das Trinkwarmwasser wird über dezentral angeordnete Durchlauferhitzer bereitgestellt. Da ein geringer Warmwasserbedarf besteht, besteht hier kein Erneuerungsbedarf.



## Beleuchtung



2-fache LSR-Pendelleuchten im Büro



Kompaktleuchtstofflampe „Besprechungsraum“



Kompaktleuchtstofflampe im Flur



Leuchtstofflampe im Lager DG Altbau

Im gesamten Gebäude sind Leuchtstoffröhren in kompakter und langer Form verbaut.

### PV-Anlage



Im Jahre 2018 wurde auf dem Dach des Westflügels eine PV-Anlage mit einer Leistung von 9,975 kWp installiert. Die Anlage umfasst 35 polykristalline Module mit ca. 55m<sup>2</sup> Fläche. Die Module haben eine Süd-Ost-Ausrichtung.

## 4.2 Beschreibung der Maßnahmen: Ertüchtigung, Austausch und Kosten

### 4.2.1 Wärmeversorgungsanlagen

#### Heizung

Für die Sanierung der Anlagentechnik wird eine Wärmepumpenkaskade vorgesehen, die den untenstehenden technischen Anforderungen genügt.

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	45,0/30,0
Nennleistung Insgesamt [kW]	223 kW
Der Standardwert für die Nennleistung der Wärmepumpe wurde nach einer gemeinsamen Empfehlung der 18599 Gütegemeinschaft berechnet, als das 1,1-fache der max. Heizleistung. Bei der Bauausführung muss die tatsächliche Nennleistung dann mindestens diesem Wert entsprechen.	
Antrieb	elektrisch angetrieben
Art der Wärmepumpe (Quelle-Senke)	Luft-Wasser
Wärmepumpensondertarif	nein
Druckabfall der Sekundärseite [kPa]	10,0
Volumenstrom auf der Sekundärseite [m <sup>3</sup> /h]	14,4 (Standardwert)
Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung [K]	5,0 (Standardwert)
Spreizung unter mittleren Betriebsbedingungen	5 K (Standardwert)
Regelbarkeit	Stetig geregelt
bivalente Betriebsweise	Heizung
bivalente Betriebsweise Heizung	Parallelbetrieb
integrierter Zusatzheizter	keiner
Bivalenztemperatur [°C]	-7,0
Heizgrenztemperatur [°C]	15 (Standardwert)
Gebäudetyp zur Bestimmung der Heizgrenztemperatur	anderes Gebäude
maximale Vorlauftemperatur der Wärmepumpe [°C]	55
Art des Wärmeverteilsystems	Konvektoren/Radiatoren ohne Pufferspeicher
Äquivalenter Wasserinhalt [l/kW]	7,5
integrierter Speicher	keiner
Wärmequelle	Außenluft
Standardwerte für Wärmepumpenparameter	ja

Zu Spitzenlastzeiten werden die Wärmepumpen von dem Niedertemperaturgaskessel unterstützt. Sämtliche ineffiziente Umwälzpumpen sind gegen Hocheffizienzpumpen auszutauschen. Die Thermostatventile sind, um einen hydraulischen Abgleich vollziehen zu können, durch voreinstellbare Thermostatventile zu ersetzen. Die ungedämmten Komponenten sind nachträglich zu dämmen.

Wärmeerzeuger		
Betrag in €	Beschreibung	Quelle
<b>299.000</b>	Wärmepumpen, Regelung, Einbauteile, Montage etc.	Baukosten Gebäude Altbau S. 340 KG 421

#### Trinkwarmwasser

Da der Trinkwarmwasserbedarf so gering ist, erkennen wir keine Sanierungsnotwendigkeit.

#### 4.2.2 RLT-Anlage

Bei allen Lüftungsanlagen wird aufgrund des guten bautechnischen Zustandes eine Sanierung der Geräte vorgesehen. Die Radialventilatoren, welche noch über einen Keilriemen verfügen, sind gegen neuwertige Axialventilatoren mit EC-Motor zu tauschen. Nach DIN EN 16798 sollte für die Ventilatoren eine neue Luftmengenleistung bestimmt werden. Die Heizregister und die Wärmerückgewinnung sind auf Luftdurchlässigkeit zu testen und dementsprechend zu befreien. Bei den Heizregistern gilt es zu prüfen, ob sie unter idealen Vorlauftemperaturen der Wärmepumpe noch genügend Heizleistung erreichen. Ansonsten sind sie auszutauschen. Die Umwälzpumpen in dem Kreislaufverbundsystem sollten gegen Hocheffizienzpumpen getauscht werden. Die vorhandenen Kanalnetze sind auf Dichtheit zu prüfen und dementsprechend abzudichten. Die Regelung ist so anzupassen, dass der Volumenstrom bedarfsgerecht gefördert wird. Eine Zeitschaltuhr und CO<sub>2</sub>-oder Präsenzsensoren sind nachträglich zu installieren.

Ob für das Gebäude eine Kühlung vorgesehen werden muss, sollte über eine Berechnung des sommerlichen Wärmeschutzes und eine anschließende Kühllastberechnung erfolgen. Eine Kühlung könnte gleich über die RLT-Anlage umgesetzt werden. Bei dieser Maßnahme wird davon ausgegangen, dass ein hygienischer Mindestluftwechsel über das aktuelle Kanalnetz umgesetzt werden kann.

RLT-Anlage		
Betrag in €	Beschreibung	Quelle
<b>89.800</b>	Ventilatoren austauschen, Regelung anpassen Kanalnetz abdichten, etc.	Baukosten Gebäude Altbau S. 340 KG 431

#### 4.2.3 Beleuchtung

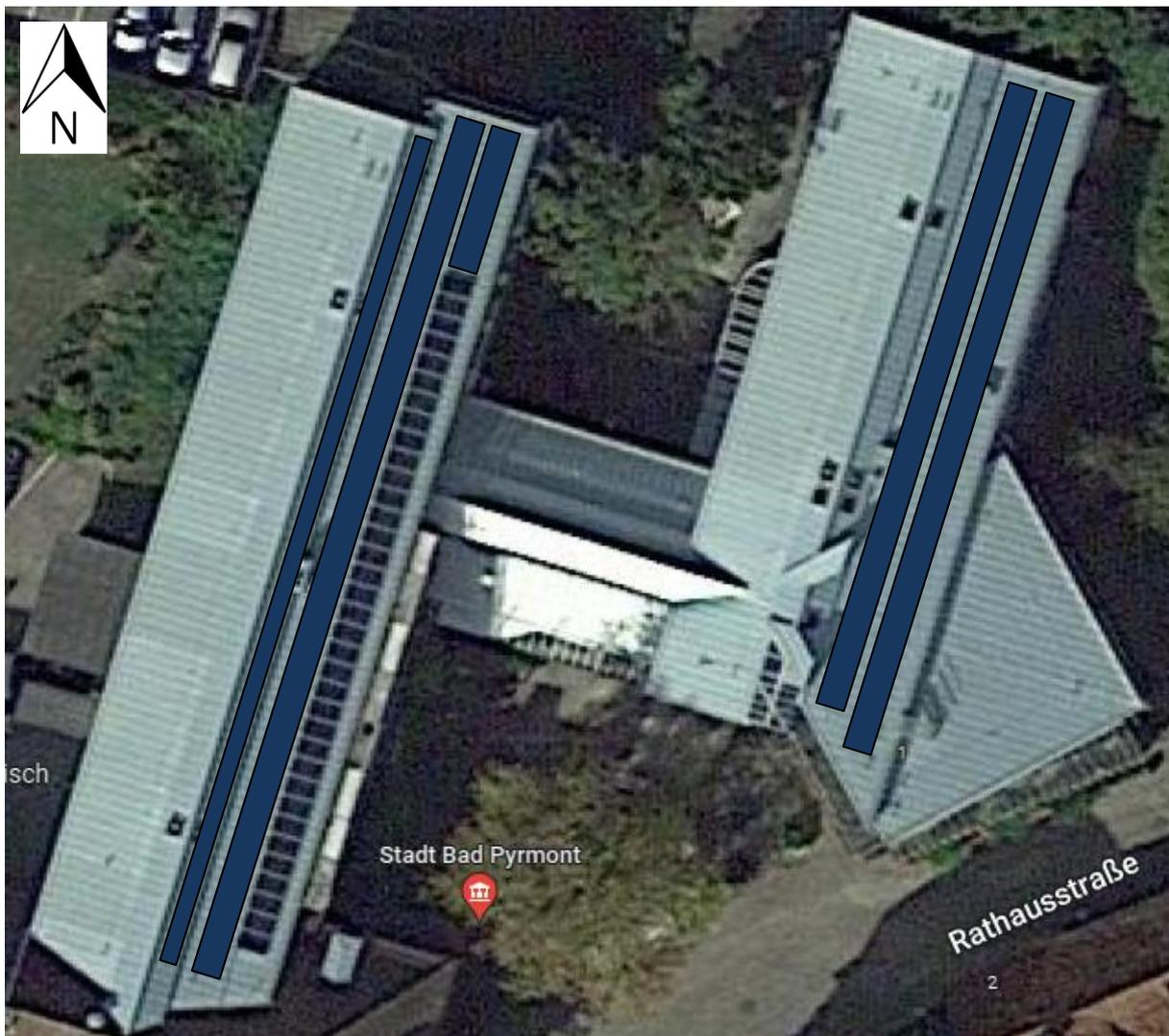
Es gilt, alle nicht LED-Leuchten durch LED-Leuchten auszutauschen.

Beleuchtung		
Betrag in €	Beschreibung	Quelle
<b>273.000</b>	Austausch der Büro- und Flurleuchten, Umrüstung der charakteristischen Einzelleuchten auf LED	BKI Gebäude Altbau S. 300 KG 445

#### 4.2.4 Photovoltaik

Für die Sanierung ist eine Erweiterung der aktuellen PV-Anlage vorgesehen. Wir empfehlen eine maximale Dachausnutzung, da durch den Einbau einer Wärmepumpe der Strombedarf steigen wird und erneuerbare Energie im Hinblick auf Klimaneutralität eine wesentliche Bedeutung besitzen. Dafür sind auf dem Dach des Westflügels oberhalb der Bestandsanlage und auf dem kleinen First 2 weitere Solarstreifen vorgesehen. Zusätzlich können 2 Solarstreifen auf dem Dach des Ostflügels ebenfalls Richtung Süd-Ost aufgebracht werden. Der Vergleich des nach DIN V 18599 errechneten Monatsertrages mit dem Monatsverbrauch des Rathauses ergibt, dass der produzierte Strom vollkommen selbst verbraucht wird. Daher amortisiert sich die Anlage bei einem Strompreis von angenommenen 0,40€/kWh nach ca. 7 Jahren. Wenn es zum Ertragsüberschuss kommen sollte, wird der Strom für die gesetzlich festgelegte Einspeisevergütung ins Stromnetz gespeist. Bei einer weiteren Fachplanung der PV-Anlage muss die Tragfähigkeit des Daches überprüft werden.

Mögliche Aufteilung der Module:



Daten der Anlage inklusive Bestandsanlage	
Peakleistung $P_{pk}$ [kW]	47,3 kw peak
Art des Photovoltaikmoduls	Polykristallines/Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m <sup>2</sup> ]	265,00
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient $K_{pk}$ [kW/m <sup>2</sup> ]	0,166/0,182
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor $f_{perf}$ [-]	0,75
Ausrichtung	Süd-Ost
Winkel	12,5/25°
Stromspeicherleistung	20 kWh

	Verbrauch 2021*	Berechneter Ertrag pro Jahr	Ersparnis pro Jahr**
Monat	[kWh]	[kWh]	[€]
Jan.	10.736	775	310
Feb.	10.736	981	393
März	10.736	2.392	957
Apr.	10.736	4.471	1.788
Mai	10.736	5.285	2.114
Juni	10.736	5.551	2.220
Juli	10.736	5.004	2.001
Aug.	10.736	4.351	1.740
Sep.	10.736	3.020	1.208
Okt.	10.736	1.957	783
Nov.	10.736	747	299
Dez.	10.736	434	174
<b>Gesamt</b>	<b>128.830 kWh</b>	<b>34.968 kWh</b>	<b>13.987 €</b>

\*Jahresverbrauch gemittelt auf alle 12 Monate

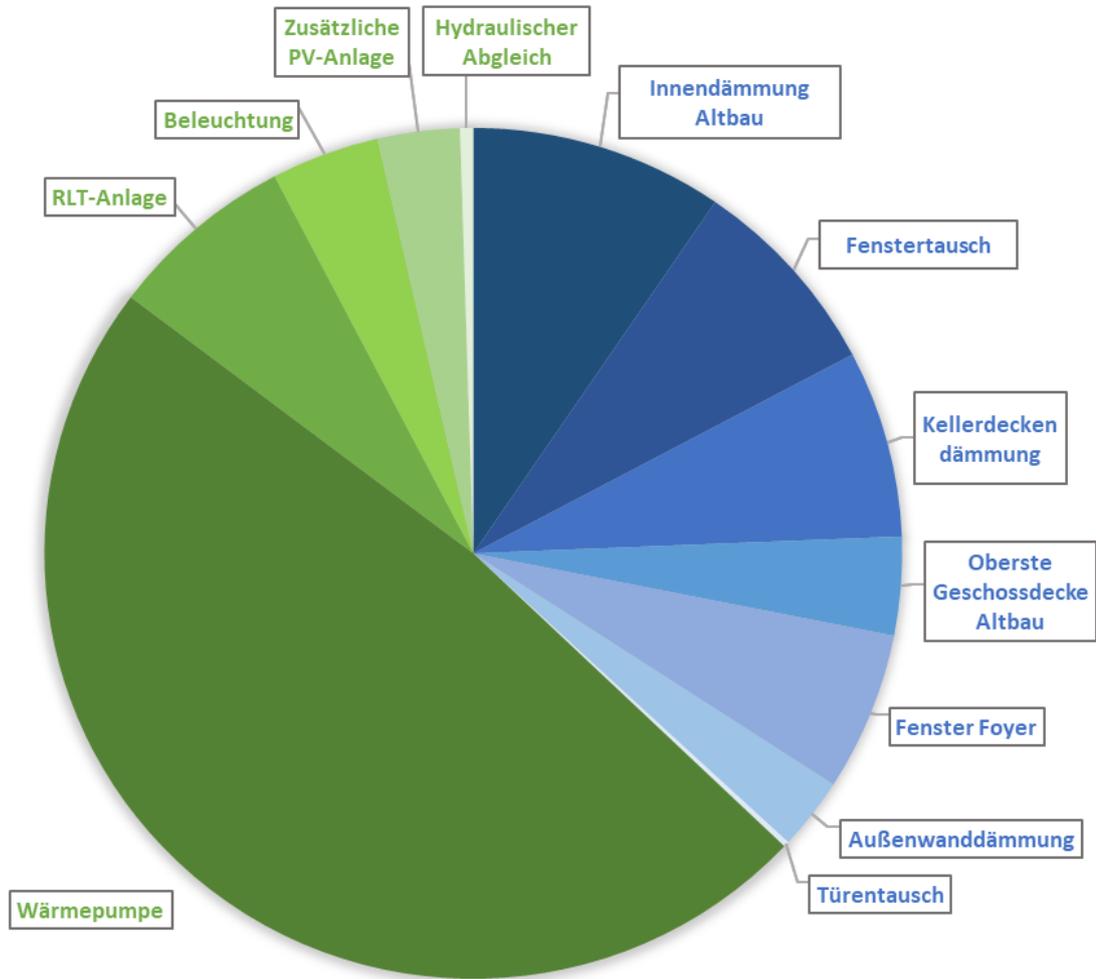
\*\*Bei angenommenen Stromkosten von 0,40 €/kWh

PV-Anlage		
Betrag in €	Beschreibung	Quelle
<b>114.800,-€</b>	Insgesamt 47,3 kWp auf 265m <sup>2</sup> Fläche	Angebot (2022) in der KSA

## 5 Wirkung der Einzelmaßnahmen

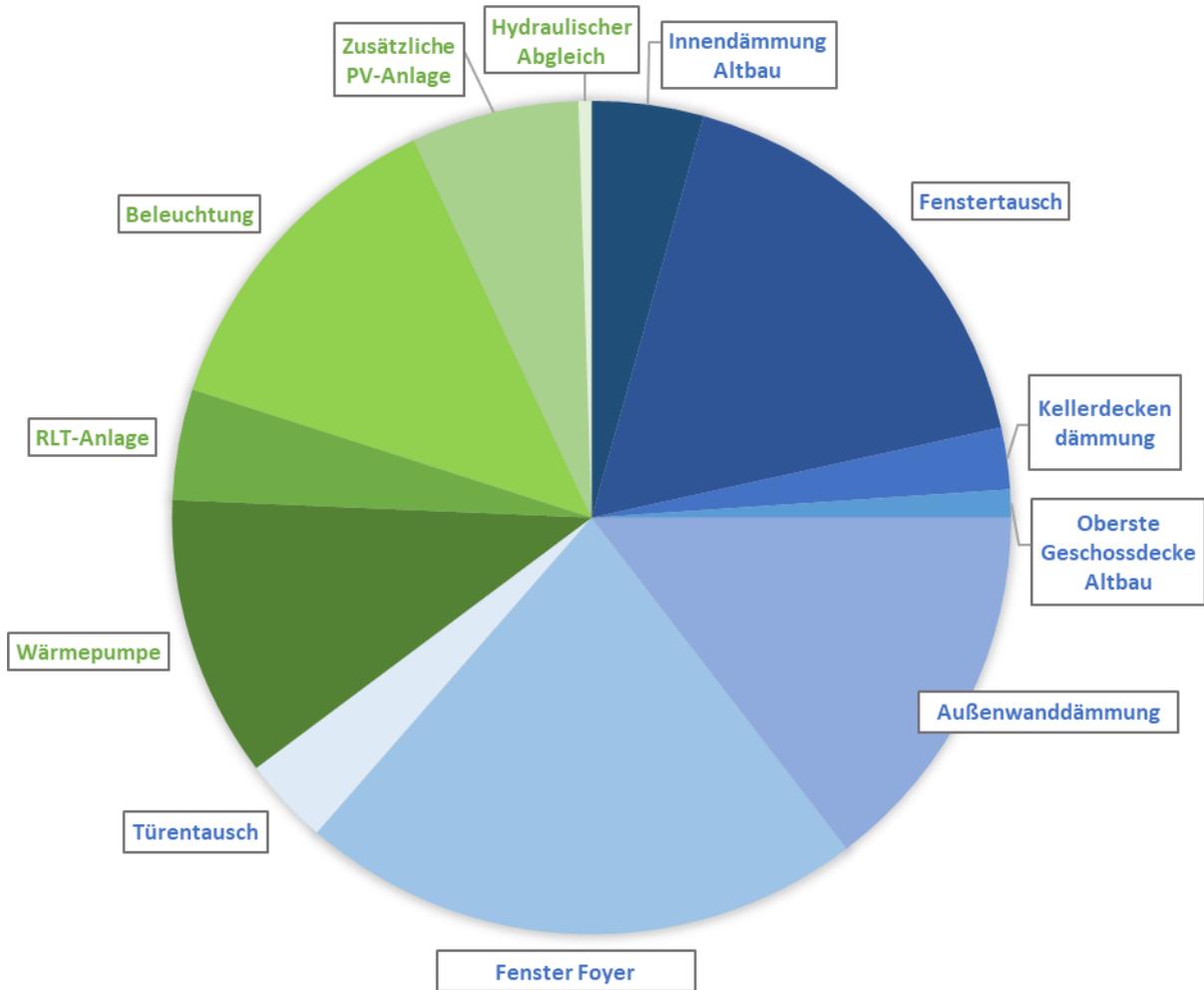
In diesem Kapitel werden der energetische Einfluss und die Kostenanteile der empfohlenen Einzelmaßnahmen aufgezeigt. Die an der Gebäudehülle durchzuführenden Maßnahmen sind in Grüntönen und die an der Gebäudetechnik durchzuführenden Maßnahmen in Blautönen dargestellt. Das obere Kreisdiagramm zeigt die prozentualen Anteile der energetischen Wirkung von den Maßnahmen an. In dem Kreisdiagramm auf Seite 52 sind die prozentualen Anteile der Maßnahmen an den gesamten Schätzkosten inklusive ihrer Förderung dargestellt. Die Maßnahmen an der Gebäudetechnik haben insgesamt einen höheren energetischen Einfluss, als Anteil an den Gesamtkosten. Trotzdem empfehlen wir erst eine Ertüchtigung der Gebäudehülle, da die in dieser Berechnung empfohlenen Wärmepumpen auf so einen Fall (sanierte Gebäudehülle) ausgelegt sind. Wenn die Gebäudehülle nicht energetisch saniert werden würde, müsste eine Wärmepumpenanlage mit höherer Nennleistung geplant werden. Dieser Fall würde andere Ergebnisse und Kosten ergeben. Allgemein empfehlen wir daher erst eine Anpassung der Gebäudehülle und dann eine Auslegung eines neuen Wärmeerzeugers, um einen überdimensionierten Anlagenbetrieb zu vermeiden. Alle anderen Maßnahmen an der Gebäudetechnik können ohne Ertüchtigung der Gebäudehülle umgesetzt werden.

## Prozentuale Anteile der energetischen Wirkung



Gebäudetechnik		Bautechnik	
Maßnahme	Prozent	Maßnahme	Prozent
Wärmepumpe	48%	Innendämmung Altbau	10%
RLT-Anlage	7%	Fenstertausch	8%
Beleuchtung	4%	Kellerdeckendämmung	7%
Zusätzliche PV-Anlage	3%	Fenster Foyer	6%
Hydraulischer Abgleich	<1%	Oberste Geschossdecke Altbau	4%
		Außenwanddämmung	3%
		Türentausch	<1%

### Prozentuale Anteile der Schätzkosten



Gebäudetechnik		Bautechnik	
Maßnahme	Prozent	Maßnahme	Prozent
Wärmepumpe	11%	Innendämmung Altbau	4%
RLT-Anlage	4%	Fenstertausch	17%
Beleuchtung	13%	Kellerdeckendämmung	2%
Zusätzliche PV-Anlage	6%	Oberste Geschossdecke Altbau	1%
Hydraulischer Abgleich	<1%	Außenwanddämmung	15%
		Fenster Foyer	22%
		Türentausch	3%