

Angebot

an die **Gemeinde Neu Wulmstorf
Dipl.-Ing. Gabriele Max
Bahnhofstraße 39
21629 Neu Wulmstorf**

über die **Entwicklung von ¹⁴~~15~~ energetischen
Gebäudesanierungskonzepten
nach dem BAFA-Programm
Nichtwohngebäude, Modul 2: energetische Analyse**

1. Ausgangssituation

Die Gemeinde Neu Wulmstorf plant die energetische Analyse von 15 kommunalen Gebäuden im Gemeindegebiet. Unter diesen Gebäuden befinden sich acht Kindertagesstätten, ein Dorfgemeinschaftshaus, ein Feuerwehrgerätehaus mit Rettungswache, eine Grundschule, eine Mehrzweckhalle, ein Jugendtreff, ein Baubetriebshof sowie ein Sportzentrum. Die Gebäude weisen unterschiedliche Baualtersklassen auf und entsprechen vermutlich dem zum Zeitpunkt der Errichtung zu Grunde liegenden energetischen Standards mit entsprechenden Einsparpotenzialen hinsichtlich Energieverbrauch, CO₂-Emissionen und Kosten. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht der zu analysierenden Gebäude:

Nr.	Gebäude	Ortsteil	Nettofläche m ²	Baujahr
1			466	2001
2			165	2001
3			588+288	2002/2016
4			1270	1960/1992/2001
5			971	1969/1984/2011
6			319	1972
7			1041	2003/2018
8			164	2009
9			986	1994
10			702	1980/1999
11			854	1992
12			479	1990/2014
13			609	1995
14			1298	1998/2015/2016
15			737	2015

2. Aufgabenstellung

Für die o.g. Gebäude sollen 15 energetische Sanierungskonzepte erstellt werden. Die Konzepte sollen sich dabei nach den Vorgaben des Bundes-Förderprogramms Nichtwohngebäude, Modul 2: energetische Analyse richten. Ziel ist die Entwicklung von Handlungsplänen für die Sanierung der Gebäude. Dabei sollen neben technischen Aspekten auch Kosten einschließlich möglicher Förderungen sowie die Einsparpotentiale für Energieverbräuche und CO₂-Emissionen berechnet werden. Neben der Konzepterstellung beinhaltet die Aufgabenstellung die Abwicklung des Förderprozesses beim BAFA sowie die Präsentation der Konzepte in den politischen Gremien der Gemeinde. Die im Detail zu leistenden Arbeiten sind in der durch die Gemeinde Neu Wulmstorf beschriebenen Aufgabenstellung zusammengefasst und sollen an dieser Stelle nicht noch einmal wiedergegeben werden.

3. angebotene Leistungen

Gerne bietet die target GmbH die Entwicklung der ausgeschriebenen Leistungen auf Grundlage des gültigen Gebäudeenergiegesetzes und der DIN V 18599 an. Im Folgenden sollen die Herangehensweise sowie die Inhalte der Konzepte dargestellt werden.

a) Antragstellung

Die target GmbH ist berechtigt, energetische Sanierungskonzepte nach dem BAFA-Förderprogramm „Nichtwohngebäude, Modul 2: energetische Analyse“ zu entwickeln und ist in der entsprechenden Beraterliste gelistet. Gerne übernehmen wir nach entsprechender Bevollmächtigung durch die Gemeinde die Antragstellung einschließlich der kompletten Abwicklung.

b) Konzeptentwicklung

Mit einer detaillierten Gebäudebewertung wird ein Überblick über den energetischen Zustand der o.g. 15 Gebäude möglich. Die ausgewählten Gebäude entstammen unterschiedlichen Baujahren und weisen höchstwahrscheinlich entsprechend differenzierte alterstypische energetische Schwachpunkte auf. Ziel ist es, den Handlungsbedarf für die energetische Sanierung ebenso einzuschätzen wie die Investitionskosten und das Einsparpotenzial. Daraus lässt sich eine Prioritätenliste zum Sanierungsbedarf sowie zu Effektivität der Klimaschutzmaßnahmen (technische und wirtschaftliche Effekte) ableiten.

Bestandsaufnahme und Energieverbräuche

Im ersten Schritt erfolgt eine Bestandsaufnahme des aktuellen Zustands der Gebäudeteile und der Haustechnik über vorhandene Pläne und Unterlagen sowie durch eine ausführliche Begehung vor Ort. Insbesondere die folgenden Merkmale werden dabei erfasst:

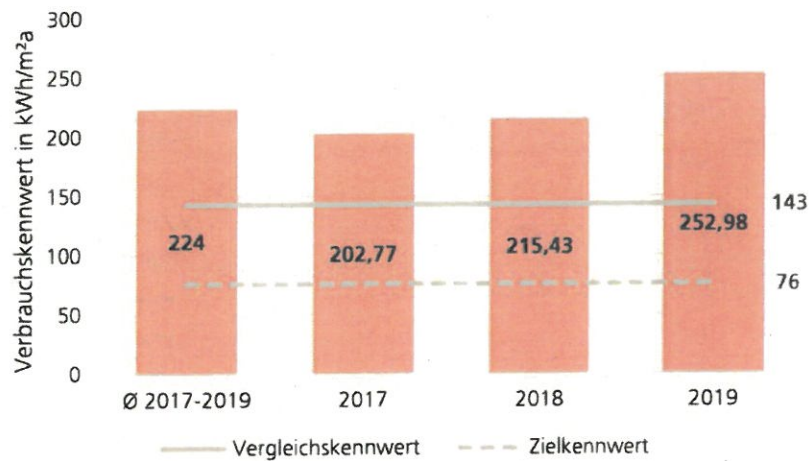
- Geometrie, TGA und Hüllflächenaufnahme
- erste Hüllflächenbewertung anhand von Typologien
- Bilddokumentation (opake Bauteile, Fenster, Heizung, Lüftung etc. einschließlich Schwachstellen und Defekte)
- Schwachstellendokumentation und Analyse

Bei bekannten Bauteilkonstruktionen/ -qualitäten werden die einzelnen U-Werte der Bauteile anhand dieser Werte bzw. den vorliegenden Bauunterlagen abgeleitet. Fehlen diese Angaben oder können sie vor Ort nicht ermittelt werden, wird der Aufbau der einzelnen Bauteile entsprechend des Alters und der Dicke angenommen und mit Kennwerten der einzelnen Schichten aus geeigneten Bauteil-Typologien ergänzt und die einzelnen U-Werte bestimmt. Die U-Werte aller relevanten Bauteile der thermischen Gebäudehülle der Gebäude werden zusammengefasst. Zusätzlich findet eine Gegenüberstellung der einzelnen Bauteile im Ist-Zustand mit den gültigen Anforderungen gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) sowie den Anforderungen der KfW statt.

Bsp.: Zusammenstellung der Bauteilqualitäten

Bauteil-Bezeichnung	U-Wert Bestand	Mindestanforderungen nach GEG		Anforderungen KfW/Bafa
		Raum-Solltempera- tur > 19°	Raum-Solltempera- tur > 19°	
	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Flachdach (1976)	0,60	0,24	0,35	0,14
Flachdach Anbau (2009)	0,20	0,24	0,35	0,14
Flachdach Anbau For- scherraum	0,30	0,24	0,35	0,14
Außenwand (1976)	0,88	0,24	0,35	0,2
Außenwand Anbau (B) 2009)	0,51	0,24	0,35	0,2
Außenwand Anbau Forscherraum	0,52	0,24	0,35	0,2
Innenwand gg. unbe- heizt	1,57	0,3	keine Anforderung	0,25
Bodenplatte (1976)	0,80	0,5	keine Anforderung	0,25
Bodenplatte Anbau (2009)	0,40	0,5	keine Anforderung	0,25
Kellerdecke gg. Unbe- heizt	0,70	0,3	keine Anforderung	0,25
Fenster mit 2-Schei- ben-Iso (Holz)	2,70	1,3	1,9	0,95
Fenster mit 3-Schei- ben-WSV (Kunststoff)	0,90	1,3	1,9	0,95
Fenster mit 2-Schei- ben-WSV (Holz)	1,60	1,3	1,9	0,95

Parallel dazu werden Energieverbräuche für Wärme (witterungsbereinigt) und Strom möglichst über die vergangenen drei Jahre erfasst und ausgewertet. Diese Auswertung dient zum einen einem späteren Bedarfs-Verbrauchs-Abgleich in der Energiebilanz. Zum anderen sollen bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Bearbeitung über ein Benchmark mit vergleichbaren Objekten gleicher Nutzung mögliche Einsparpotenziale abgeleitet werden.

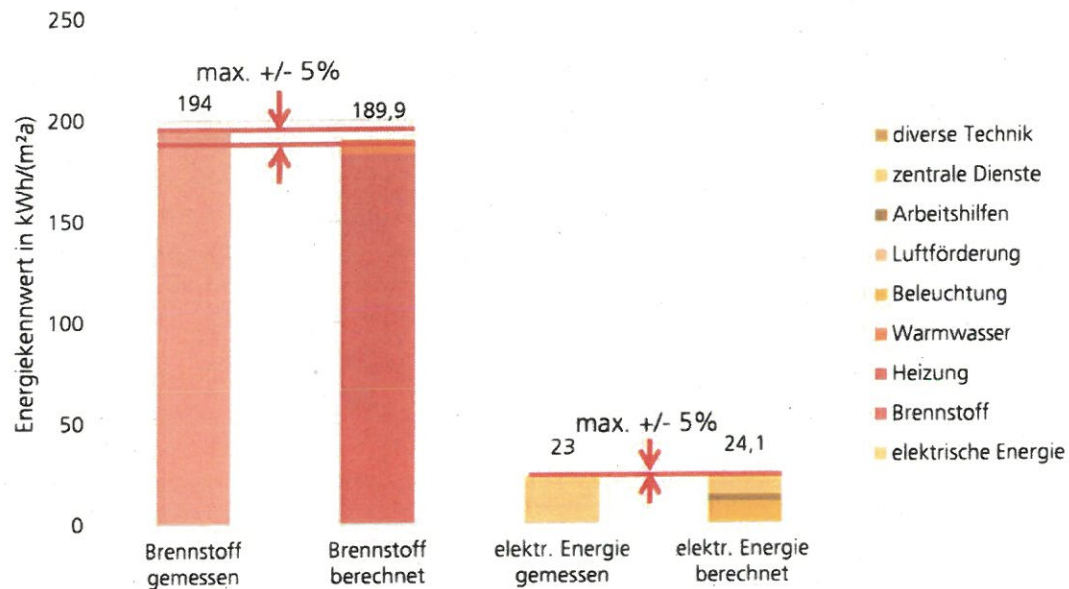


Bsp.: Verbrauchskennwerte mit Vergleichs-Zielwerten

Energiebilanz

Für die Erstellung der Energiebilanz einschließlich einer Hüllflächenbewertung, einer Bedarfsberechnung sowie die Entwicklung von gebäudebezogenen Sanierungskonzepten wird insbesondere die Software „TEK-Tool“ des Instituts für Wohnen und Umwelt in Darmstadt genutzt. Die Software ermöglicht die Bilanzierung von Nichtwohngebäuden im Bestand nach DIN V 18599 und stellt eine qualifizierte Vorbereitung für nachfolgende konkrete Planungsschritte dar. Sämtliche Berechnungsergebnisse werden dem Auftraggeber in gedruckter Form aber auch elektronisch im MS Excel-Format übergeben, so dass eine ggf. später erforderliche Nachbearbeitung einfach möglich ist.

Die zu untersuchenden Gebäude werden in sinnvolle Nutzungseinheiten und Zonen nach DIN V 18599 eingeteilt. Anschließend werden Hüllflächen, Bauteile sowie die Anlagentechnik aus Bestandsplänen und in Ortsterminen ermittelt. Ziel der Bilanzierung ist es, eine Abweichung von +/- 5% zwischen berechneten Bedarfswerten und tatsächlichem Verbrauch nicht zu überschreiten (siehe Bild unten). Bei dem Abgleich werden die individuellen objektspezifischen Randbedingungen bei den Bedarfswerten, an die witterungsbereinigten Verbrauchswerte angepasst, um bei den anschließend durchgeführten Sanierungsvarianten realistische Einsparprognosen zu erhalten.



Ziel: minimale Abweichung zwischen berechnetem Bedarf und realem Verbrauch (Bsp.)

Neben der Ermittlung der Bedarfswerte werden weitere gebäudespezifische Kennwerte, wie z.B. CO₂-Emissionen und Primärenergie ermittelt und übersichtlich dargestellt.

1.5 Teilenergiekennwerte und CO ₂ -Emissionen auf Gebäudeebene						
	Nutzenergie		Endenergie		Primär- energie	CO ₂ - Emission kg/(m² a)
	Zonen/RLT	Erzeuger	Brennstoff *** Fernwärme kWh/(m² a)	el. Energie		
Heizung	162,1	173,7	183,1	0,0	181,5	40,3
Warmwasser	3,3	5,6	6,8	0,0	6,7	1,5
Beleuchtung	-	-	-	10,7	25,7	6,8
Luftförderung	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Kälte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Hilfsenergie Kälte	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Dampf	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Arbeitshilfen	-	-	-	3,3	8,0	2,1
Zentrale Dienste	-	-	0,0	8,1	19,4	5,1
Diverse Technik	-	-	-	2,0	4,8	1,3
gesamt	165,3	179,4	189,9	24,1	246,1	57,0

Bsp.: Darstellung von Energiekennwerten für die einzelnen energierelevanten Bereiche

Außerdem werden Angaben zur spezifischen Hüllfläche (Fläche, U-Wert, Gesamtdurchlassgrad der Verglasung), zu Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten sowie Kennwerte der Wärmeherzeugung und ggf. einer Lüftungsanlage zusammengefasst.

2.1.1 spezifische Hüllfläche					2.1.6 Wärmeerzeugung Heizung und Warmwasser (zentral + dezentral)	
	Bauteilfläche (BTF)		U-Wert	q_tot		
	spezifisch m²BTF/m²NGF	absolut m²BTF				
Außenwand	0,526	309	0,78	-	Nutzenergiebedarf	165,3 kWh/(m²a)
Dach	0,989	582	0,45	-	davon Warmwasser	2,3 kWh/(m²a)
Kellerdecke	1,002	589	0,65	-	zusätzliche Verluste Verteilung*	14,0 kWh/(m²a)
Fenster O,S,W	0,147	86	1,47	0,57	Erzeugernutzwärmeabgabe	179,4 kWh/(m²a)
Fenster N	0,062	37	1,65	0,58	Nennleistung Soll (max. Heizlast * 1,3)	75 kW
Fenster hor.	0,018	11	2,03	0,58	Dimensionierungsfaktor** (nur zentr. Heizl.)	1,06
ges. Gebäude	2,744	1.614	0,68	0,57	Erzeugerauftwandszahl	189,9 kWh/(m²a)
					Endenergie Wärmeerzeugung	188,2 kWh/(m²a)
					davon elektrische Energie	0 kWh/(m²a)
					Primärenergie Wärmeerzeugung	188,2 kWh/(m²a)

Bsp.: Darstellung von Energiekennwerten für die spezifische Hüllfläche sowie die Wärmeerzeugung

Gleichzeitig findet eine Bewertung der einzelnen Teilenergien (Beheizung, Beleuchtung, Luftförderung, Kälte) je Zone statt. Damit erhält man eine erste Aussage über den jeweiligen Verbrauch und ob dieser eher hoch oder niedrig im Vergleich zu ähnlich genutzten Zonen ausfällt. Die Bewertung der einzelnen Teilenergien sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Bsp.: Verbrauchsbewertung der Heizung je Zone

Nr. und Name	Ist-Wert Zone (Endenergie)				Vergleichswert - gering		
	TEK-Bewert.	kWh/(m²a)	W/m²	h/a	kWh/(m²a)	W/m²	h/a
1) Gruppenräume	Mittel	201,4	115,4	1745,1	65,0	239,0	272
2) Schlaf-/Ruheräume	Hoch	211,9	109,8	1930,6	64,9	173,4	375
3) Personal	Mittel	158,2	85,0	1860,1	58,0	119,2	487
4) Küche	Mittel	661,9	462,8	1430,2	345,8	1692,7	204
5) WC/Sanitär	Hoch	193,9	81,8	2370,3	64,9	30,9	2.098
6) Verkehrsflächen	Mittel	111,3	64,4	1727,9	62,4	28,1	2.223
7) Material und Lager	Gering	99,6	67,2	1481,7	77,9	40,6	1.917

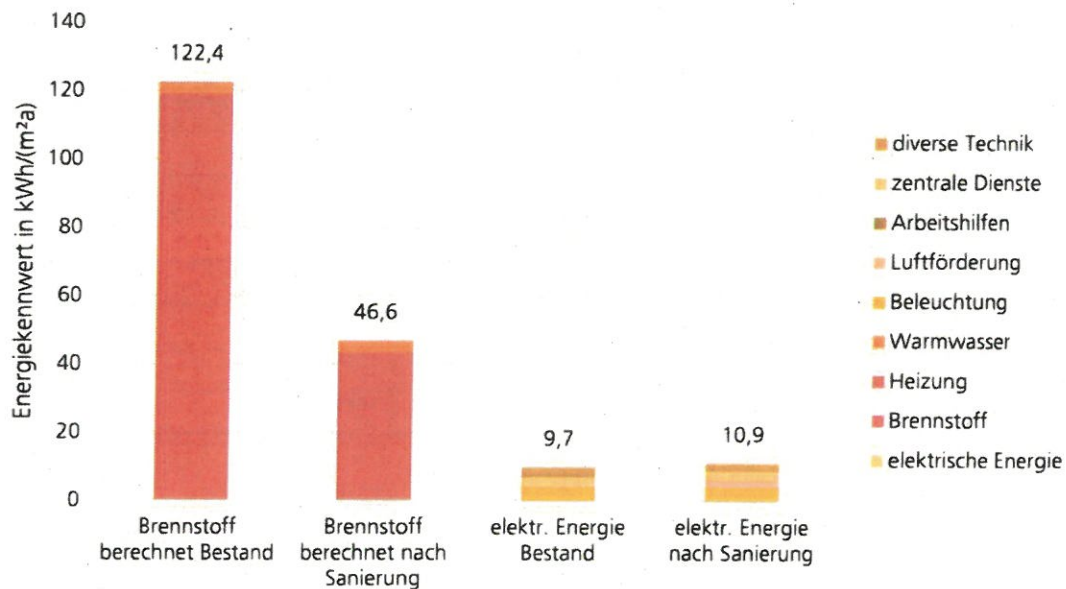
Bsp.: Verbrauchsbewertung der Beleuchtung je Zone

Nr. und Name	Ist-Wert Zone (Endenergie)				Vergleichswert - gering		
	TEK-Bewert.	kWh/(m²a)	W/m²	h/a	kWh/(m²a)	W/m²	h/a
1) Gruppenräume	Mittel	12,6	10,7	1183,5	6,8	7,9	857
2) Schlaf-/Ruheräume	Hoch	4,4	17,2	254,0	1,2	9,3	128
3) Personal	Sehr gering	3,9	7,8	504,8	15,4	17,2	891
4) Küche	Sehr gering	10,5	6,9	1525,9	33,3	19,5	1.708
5) WC/Sanitär	Sehr hoch	2,6	11,6	227,8	0,7	3,0	245
6) Verkehrsflächen	Sehr hoch	17,8	15,9	1117,3	1,7	4,5	387
7) Material und Lager	Sehr hoch	0,1	7,2	9,1	0,0	3,0	7

Sanierungsfahrplan / Modernisierungsmaßnahmen

Auf Grundlage der Energiebilanzen des Ist-Zustands werden unterschiedliche Sanierungsoptionen, die die Zielsetzung eines Gebäudebestands im Niedrigstenergiehaus-Standard gemäß EU-Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden bis zum Jahr 2050 erfüllen, betrachtet und berechnet. **Vor Beginn der Arbeiten muss durch den Auftraggeber entschieden werden, ob die Betrachtung für einen Sanierungsfahrplan erfolgen soll („Schritt für Schritt Sanierung“) oder eine umfängliche Modernisierung auf einen KfW-Effizienzhausstandard betrachtet werden soll.**

Die betrachteten Sanierungsvarianten werden in die vorhandenen Bedarfs-Berechnungen integriert. Um die tatsächlich realisierbaren Energieeinsparungen der unterschiedlichen Sanierungsvarianten bestimmen zu können, werden die Differenzen zwischen dem berechneten Energiebedarf der Bestandsvariante und dem berechneten Energiebedarf der jeweiligen Sanierungsvariante ermittelt. Diese Energieeinsparungen dienen als Grundlage für die im nächsten Schritt folgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.



Bsp.: Berechnete Energiekennwerte des Bestands sowie nach Gesamtsanierung

ENERGIEKENNWERTE

	End- energie Wärme kWh/(m²a)	End- energie Strom kWh/(m²a)	Endenergie Gesamt kWh/(m²a)	Einsparung	Primär- energie kg/(m²a)	CO₂- Emissionen kg/(m²a)	Heizlast W/m²	Sanierungs- Reihenfolge*
Bestand	123	10	132		145	33,1		
Passivhaus	40	11	58	57%	72	17,2		
Außenwand Fachwerk	112	10	122	8%	134	30,8		1
Außenwand Feuerweh	116	10	126	5%	138	31,7		2
Außenwand Turnhalle	110	10	120	9%	133	30,4		3
Dach	114	10	124	7%	136	31,2		4
Wärmeerzeuger	108	9	124	6%	136	31,1		6
Fenster	118	9	128	4%	140	32,1	79	7
Beleuchtung	124	7	131	1%	140	31,8	85	5

Bsp.: Berechnete Energiekennwerte des Bestands sowie nach Gesamtsanierung nach Bauteilen

Die ermittelten Einsparungen beim berechneten Bedarf für die Sanierungsvarianten bzw. der Einzelmaßnahmen werden übersichtlich in einem Gebäudesteckbrief zusammengefasst und dargestellt.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit erfolgen nach dem LEG-Verfahren, welches auf der Kapitalwert- bzw. der Annuitäten-Methode basiert. Neben den berechneten Bedarfswerten der Bestands- und Sanierungsvarianten sowie den bereits ermittelten Grundenergiekosten der Liegenschaften, werden auch eine einheitliche Preissteigerung der Energie und ein Kapitalzins berücksichtigt.

Ebenfalls wird im Bestand und bei allen Sanierungsmaßnahmen, die auf einem fossilen Energieträger beruhen, ein entsprechender CO₂-Preis berücksichtigt. Der CO₂-Preis wurde als Teil-Maßnahme im Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung beschlossen und im Januar 2021 eingeführt. Für Gebäudewärme und Verkehr werden fortan die fossilen Heiz- und Kraftstoffe mit einem CO₂-Preis belegt. Im Vermittlungsausschuss von Bund und Ländern hat man sich auf einen Startpreis ab Januar 2021 von zunächst 25 Euro pro Tonne geeinigt. Ein schrittweiser Anstieg bis zu 55 Euro pro Tonne im Jahr 2025 und ein Preiskorridor von mind. 55 und max. 60 Euro pro Tonne ab dem Jahr 2026 wurden ebenfalls beschlossen und vom Bundesrat gebilligt. Zur Vereinfachung und zur besseren Übersicht werden allen Varianten und Maßnahmen ein einheitlicher CO₂-Preis der fossilen Heizstoffe (Erdgas, Flüssiggas, Heizöl) in Höhe von 55 Euro pro Tonne zugrunde gelegt.

Die Grunddaten der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden übersichtlich zusammengefasst.

Bezeichnung der Varianten			
Variante 0	Bestand	Variante 7	Wärmeerzeuger
Variante 1	Passivhaus	Variante 8	Beleuchtung
Variante 2	Dach	Variante 9	
Variante 3	Außenwand	Variante 10	
Variante 4	Fenster (insgesamt)	Variante 11	
Variante 5	Fenster (Iso // WSV)	Variante 12	
Variante 6	Kellerdecke		

Jährlicher Kalkulationszins p und Annuität $a_{p,n}$			
Zins für Kapital p_{Kapital}	Anteil an der Finanzierung		
1.	0,0200	1/a	100%
2.		1/a	
3.		1/a	
Mittel	0,0200	1/a	
		Annuitäten	
		$a_{p,n}$	0,045 1/a (wird berechnet)
Ersatzzins für Inflationsausgleich / spätere Ausgaben			
p_{sonstige}	0,0200	1/a	$a_{p,n}$ 0,045 1/a (wird berechnet)

Nominale jährliche Preissteigerungen für Investitionsgüter, Wartung, Unterhalt			
s_A	0,020	1/a	Investitionsgüter/Ersatzbeschaffung
s_U	0,020	1/a	Wartung und Unterhalt

Grundkosten der Energie - heutige Preise und nominale Preissteigerungen für Energie			
Energieträger	Kosten heute $k_{e,0}$	Preissteigerung s_e	
1. Gas	0,057 €/kWh	0,040	1/a
2. Heizöl	0,000 €/kWh	0,040	1/a
3. Heizstrom	0,000 €/kWh	0,040	1/a
4. Holz	0,000 €/kWh	0,040	1/a
5. CO ₂ Preis (Erdgas)	0,013 €/kWh	0,040	1/a
6. Hilfsstrom	0,231 €/kWh	0,040	1/a

Mittelwertfaktoren für Preissteigerung Energie und Wartung/Unterhalt, in [-]			
Wartung, Unterhalt	m_U	1,339	langfristiger Preis (wird berechnet)
Gas	m_e	1,836	0,104 €/kWh (wird berechnet)
Heizöl	m_e	1,836	0,000 €/kWh (wird berechnet)
Heizstrom	m_e	1,836	0,000 €/kWh (wird berechnet)
Holz	m_e	1,836	0,000 €/kWh (wird berechnet)
CO ₂ Preis (Erdgas)	m_e	1,836	0,023 €/kWh (wird berechnet)
Hilfsstrom	m_e	1,836	0,424 €/kWh (wird berechnet)

Bsp.: Zusammenfassung der Wirtschaftlichkeit-Grunddaten

Die Kosten energierelevanter Bau- und technischer Anlagenteile für die energetische Sanierung werden aus der vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung veröffentlichten BBSR-Online-Publikation Nr. 06/2014 entnommen und mit den statistischen Kostenkennwerten für Gebäude Altbau 2020 (BKI Baukosten Altbau 2020) aktualisiert. Für jedes zur Sanierung vorgeschlagene Bauteil bzw. Anlagenelement werden die Einzelkosten aus der o.g. BBSR-Publikation verwendet und mit den jeweiligen berechneten Angaben zu Bauteilflächen bzw. Angaben zur Anlagentechnik zu Gesamtkosten der jeweiligen Einzelmaßnahme berechnet. Ähnlich wie bei dem berücksichtigten Kapitalzinssatz gilt, dass die berücksichtigten Kosten angepasst werden können, sofern bereits konkrete Angebote vorliegen.

Sofern Sowieso-Kosten zu berücksichtigen sind, werden diese von den Gesamtinvestitionskosten abgezogen, sodass bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung ausschließlich die energiebedingten Mehrkosten berücksichtigt werden. Unter Sowieso-Kosten versteht man Kosten, die für notwendige Instandsetzungsmaßnahmen eines Bauteils ohnehin anfallen. Wenn also zum Beispiel ein verschlissenes Bauteil (beschädigtes Fenster, etc.) ersetzt wird, sind diese Maßnahmenkosten als

Sowieso-Kosten zu werten und werden nicht berücksichtigt. Ähnlich verhält es sich, wenn ohnehin z.B. die Dachhaut eines Flachdachs erneuert werden muss. Demnach werden für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der energetischen Sanierung lediglich die energiebedingten Mehrkosten und nicht die Vollkosten der Maßnahmen berücksichtigt. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass bei Umsetzung der Maßnahmen die Vollkosten als Investitionskosten angesetzt werden müssen.

Zusätzlich werden einheitliche Planungskosten in Höhe von 10% der Gesamtinvestitionen angesetzt.

1 Passivhaus						
Nr.	Beschreibung der Investition	Einzelpreis	Menge	Investition - heutige Preise	Zuordnung Rubrik	Lebens- dauer
1	Fenstertausch	400 €	88 m ²	35200 €	Fenster, Türen	30 a
2	Tor Feuerwehr	5.000 €	1 St.	5000 €	Fenster, Türen	30 a
3	Kerndämmung Gefach	25 €	121 m ²	3025 €	Wärmedämmung	30 a
4	Wärmedämmverbundsystem FW	130 €	80 m ²	10400 €	Wärmedämmung	30 a
5	Wärmedämmverbundsystem TH	130 €	74 m ²	9620 €	Wärmedämmung	30 a
6	Innenwanddämmung	73 €	95 m ²	6888 €	Wärmedämmung	30 a
7	OGD Bestand	68 €	73 m ²	4928 €	Wärmedämmung	30 a
8	OGD Feuerwehr	68 €	85 m ²	5738 €	Wärmedämmung	30 a
9	Satteldach	160 €	40 m ²	6400 €	Wärmedämmung	30 a
10	Flachdach	175 €	30 m ²	5250 €	Wärmedämmung	30 a
11	Kesselaustausch	195 €	80 kW	15600 €	Kessel, Brenner (Gas, Öl) bis 300 kW	20 a
12	Hydraulischer Abgleich	4 €	752 m ²	3008 €	Thermostatventile	15 a
13	RLT	22 €	3900 m ³ /h	85800 €	Lüftungsanlagen	15 a
	Planungskosten	196.856 €	10%	19686 €	Planungskosten	30 a
	Allgemeine Wartung				Wartung allgemein	0 a
Summe:				216541 €		

Bsp.: Wirtschaftlichkeit LEG – Kostendaten

Aus der Summe der Einzelmaßnahmen und der Planung werden die Gesamtkosten für die Sanierungsvarianten bestimmt, die sich aus den Kapitalkosten und den Energiekosten zusammensetzen. Anfallende Ersatzinvestitionen innerhalb dieses Zeitraums werden dabei ebenfalls mitberücksichtigt.

Lebensdauern und Wartungskosten		
	Lebens- dauer m, in [a]	Wartungsanteil in Prozent der Investition in [%/a]
baulich:	Wärmedämmung	30 0,5
	Fenster, Türen	30 1,0
	Heizzentralen (Bau)	50 0,5
	sonstige bauliche Anlagen	30 0,5
anlagen- technisch:	Kessel, Brenner (Gas, Öl) bis 300 kW	20 3,0
	Kessel, Brenner (Gas, Öl) über 300 kW	25 2,5
	Kessel, Brenner (Biomasse) bis 300 kW	20 5,0
	Elektro-, Diesel-, Gasmotorwärmepumpe	20 4,0
	Blockheizkraftwerk 100...500 kW (elektrisch)	15 6,0
	Blockheizkraftwerk über 500 kW (elektrisch)	15 5,0
	Fernwärmeübergabestation	30 1,0
	Solaranlage	15 3,0
	Speicher, Verteilnetze für Heiz- und Warmwasser	25 1,0
	Pumpen, zentrale Regelsysteme	10 3,0
	Heizkörper	30 1,5
	Fußbodenheizung	30 1,0
	Zapfstellen Trinkwarmwasser	20 1,5
	Thermostatventile	15 3,0
	Lüftungsanlagen	15 3,5
	Klimaanlagen Konstantvolumenstrom	20 4,0
	Klimaanlagen variable Volumenströme	20 5,0
	Beleuchtung LED	15 0,5
	sonstige technische Anlagen	15 1,5
Wartung:	Wartung allgemein	30
sonstige:	Planungskosten	30 0,0
	Beleuchtung LED	15 0,5
	Fördermittel	30 0,0

Bsp.: Wirtschaftlichkeit – Lebensdauern und Wartungskosten

Die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen wird unter Berücksichtigung von Fördermitteln dargestellt. Anschließend erfolgt eine Zusammenfassung der Amortisationszeiten der betrachteten Maßnahmen bzw. der Gesamtsanierung auf einen Effizienzhausstandard.

Bsp.: Wirtschaftliche Darstellung der empfohlenen Einzelmaßnahmen unter Berücksichtigung von Fördermitteln

KOSTEN UND WIRTSCHAFTLICHKEIT - MIT FÖRDERMITTELN									
	Gesamt-investitions-kosten	Sowieso-Kosten	=	energ. bedingte Mehr-kosten	=	berück-sichtigte Förder-mittel	=	energet. Investi-tions-bedarf	dynam. Amorti-sation
	1.000 €	1.000 €		1.000 €		1.000 €		1.000 €	a
Außenwand Fachwerk	3,3			3,3				3,3	7
Außenwand Feuerwehr	10,9	7,0		3,9		2,2		1,7	6
Außenwand Turnhalle	18,2			18,2				18,2	23
Dach	24,5			24,5				24,5	>30
Wärmeerzeuger	20,5			20,5				20,5	>30
Fenster	44,2			44,2				44,2	>30
Beleuchtung	15,2			15,2				15,2	>30

c) Berichte und Präsentation

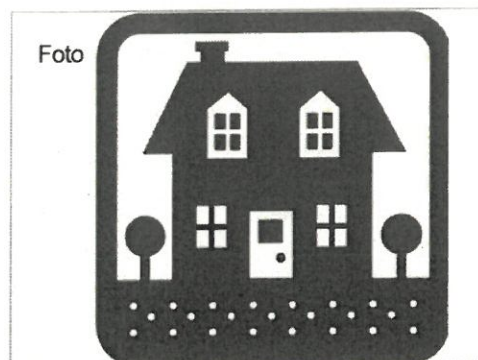
Neben den detaillierten und umfangreichen Berechnungsunterlagen werden die Ergebnisse für jedes Gebäude übersichtlich anhand folgender Unterlagen zusammengestellt:

- Bestandserfassung (gebäudebezogene Ergebnisdarstellung) auf 2 Seiten
- Kurzdokumentation des Gebäudes und der Anlagentechnik auf 4 bis 6 Seiten
- Teilenergiebewertung je Zone auf 2 Seiten
- Sanierungsvarianten (gebäudebezogene Ergebnisdarstellung) auf 2 bis 3 Seiten
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf 1 Seite
- ausführlicher Beratungsbericht

Darüber hinaus werden die Berechnungen in MS-Excel-Format übergeben. Damit ist es dem Auftraggeber möglich, im Zuge der fortschreitenden Planung Änderungen und Anpassungen vorzunehmen. Die Ergebnisse werden zudem zusammengefasst in einem abzustimmenden Präsenz-Termin (ggf. alternativ online) den politischen Gremien der Gemeinde Neu Wulmstorf persönlich vorgestellt.

Nachfolgend wird ein exemplarischer Gebäudesteckbrief als Beispiel gezeigt. Änderungen sind in Absprache mit dem Auftraggeber jederzeit möglich.

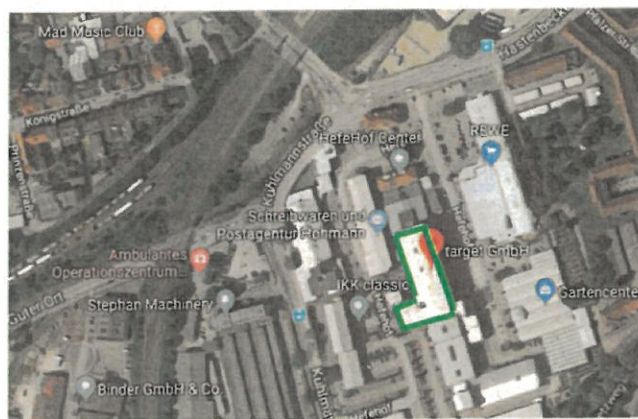
Beispiel-Steckbrief Musterschule



Baujahr(e) **vor 1900**

beheizte Fläche **4.526 m²**

Musterbild/Grundriss



VERBRAUCHSDATEN / GEBÄUDEKENNWERTE 2014 - 2016

Wärme	601	MWh/a	133	kWh/(m ² a)
Wasser	2.116	m ³ /a	0,5	m ³ /(m ² a)
Strom	58	MWh/a	13	kWh/(m ² a)

BEWERTUNG DES GEBÄUDES

Wärmeverbrauchskosten	8,3 €/m ² a	niedrig	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, orange, red);"></div>	hoch
Wasserverbrauchskosten	0,8 €/m ² a	niedrig	<div style="width: 10%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, orange, red);"></div>	hoch
Stromverbrauchskosten	3,6 €/m ² a	niedrig	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, orange, red);"></div>	hoch
Energ. Investitionsbedarf	372 €/m ²	niedrig	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, orange, red);"></div>	hoch
Pro oder Contra Sanierung ?		pro	<div style="width: 100%; height: 10px; background: linear-gradient(to right, green, yellow, orange, red);"></div>	contra
Fazit	Einzelmaßnahmen sind zu empfehlen. Sanierung mit Passivhauskomponenten.			

Musterschule

Musterkommune

Nutzung:

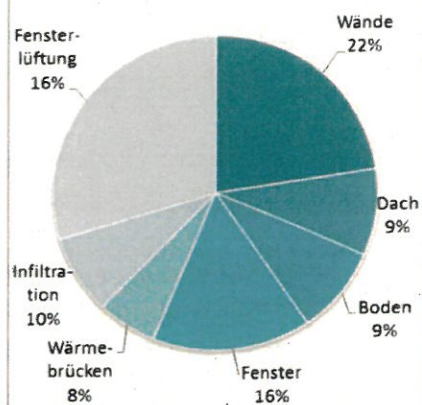
Grundschule mit Mensa und Sporthalle

Hüllfläche **6.850 m²**

Umbautes Volumen **20.147 m³**

Kompaktheit **0,3 m²/m³**

Wärmeverluste



WÄRMEKENNWERTE AUS DEN ENERGIEKONZEPTEN

Empfehlung	Endenergiekennwerte			Heizlast W/m²	Energetischer Investitionsbedarf		äquivalenter Energiepreis
	MWh/a	kWh/(m²a)	Einsparg.		1.000 €	€/m²	
Bestand	570	126		76			0,070
Passivhaus	166	37	71%	50	1.682	372	0,194
X - Außenw. Schule*	523	116	8%	71	72	16	0,069
X - Außenw. Halle	493	109	14%	68	120	27	0,069
- Fenster**	545	120	4%	72	93	21	0,168
X - Oberste Geschossd	536	118	6%	73	46	10	0,057
(X) - Kellerdecke	545	120	4%	74	65	14	0,079

*Dämmung der Außenwände von innen, ** Austausch der Einscheiben-Verglasungen, der Tore und der Verbundgläser in der Mensa

STROMKENNWERTE AUS DEN ENERGIEKONZEPTEN

Empfehlung	Endenergiekennwerte			Energetischer Investitionsbedarf	äquivalenter Energiepreis
	MWh/a	kWh/(m²a)	Einsparg.	1.000 €	€/m²
Bestand	57	13			0,222
(X) Beleuchtung	48	11	16%	50	11

	Istzustand	Instandhaltungsbedarf	Empfohlene Maßnahme
Außenwände	Schule mit 500 mm massivem Vollziegel-Mauerwerk, keine nachträgliche Dämmung. Turnhalle und Mensa mit 365 mm Mauerwerk. $U_{\text{Schule}} = 1,25 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{SH}} = 1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$	mittel	Bei anstehenden Sanierungsarbeiten der Turnhalle und Mensa gleichzeitige Dämmung von außen (z.B. WDVS). Ein U-Wert von 0,15 W/m²K wird empfohlen. Bei der Schule sollte bei Raumsanierungsmaßnahmen überlegt werden, eine Dämmung der Wände von innen vorzunehmen. Dämmstoffdicken von 6...10 mm sind empfehlenswert. Die Bauphysik (mögl. Schimmelbefall und Frostschutz des Mauerwerks) sollte vorab geprüft werden.
Fenster	In der Schule überwiegend 2-Scheiben-Isolierverglasung mit Kunststoffrahmen. Im Treppenhaus sowie in der Turnhalle und deren Nebenräume noch Einfachverglasung. In der Mensa 2-Scheiben-Verbundfenster mit Holzrahmen.	hoch	Aus energetischer Sicht sollten die Einfachverglasungen dringend durch Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden. Langfristig sollten auch die Isolierverglasungen durch 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden.
Außentüren	Zum Schulhof bereits neue 2-Scheiben-wärmeschutzverglaste Kunststofftüren. Zur Straße massive (historische) Holztür mit Einfachverglasung. Die Metalltüre der Turnhalle sind ohne Dämmung, bzw. nur behelfsmäßig geringfügig isoliert.	mittel	Die Tore sollen durch gut gedämmte Objekte ersetzt werden. Prüfen ob die Holztür neu abgedichtet werden kann und das Glas durch Wärmeschutzverglasung ausgetauscht werden kann. Bei der Erneuerung der Türen ausschließlich hochgedämmte Türen und 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung verwenden.
Oberer Gebäudeabschluss	Oberste Geschosdecke in der Schule teilweise aus Stahlbeton oder Holzbalken. Beide nicht nachträglich energetisch saniert. In der Mensa und dem Gymnastikraum wurde die oberste Geschosdecke bereits mit 140 mm Mineralwolle gedämmt. Das Flachdach der Sporthalle weist auf dem Trapezblech ebenfalls Dämmung auf (angenommen etwa 120 mm). Das Flachdach der Nebenräume wurde im Jahr 2000 mit 100 mm Hartschaumplatten gedämmt. $U_{\text{Holz}} = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{Beton}} = 1,74 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{Mensa}} = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{SH}} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{Gymn}} = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{Dachh}} = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$	mittel	Bei anstehenden Sanierungsmaßnahmen des Flachdaches (z.B. Erneuerung der Dachbahnen) eine zusätzliche Dämmung vorsehen. Ein U-Wert von 0,15 W/m²K sollte angestrebt werden.
Unterer Gebäudeabschluss	Bodenplatte aus Stahlbeton auf Erdreich. In der Schule viele unbeheizte Kellerräume. In der Turnhalle Sporthallen-Fußbodenaufbau mit 100 mm Mineralwollplatten. $U_{\text{BP}} = 1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{KD}} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{SH}} = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$	gering	Mittelfristig sollte in den unbeheizten Kellerräumen, insbesondere im Fahrradkeller die Kellerdecke von unten gedämmt werden. Dämmstoffdicken von 60...100 mm sind empfehlenswert.

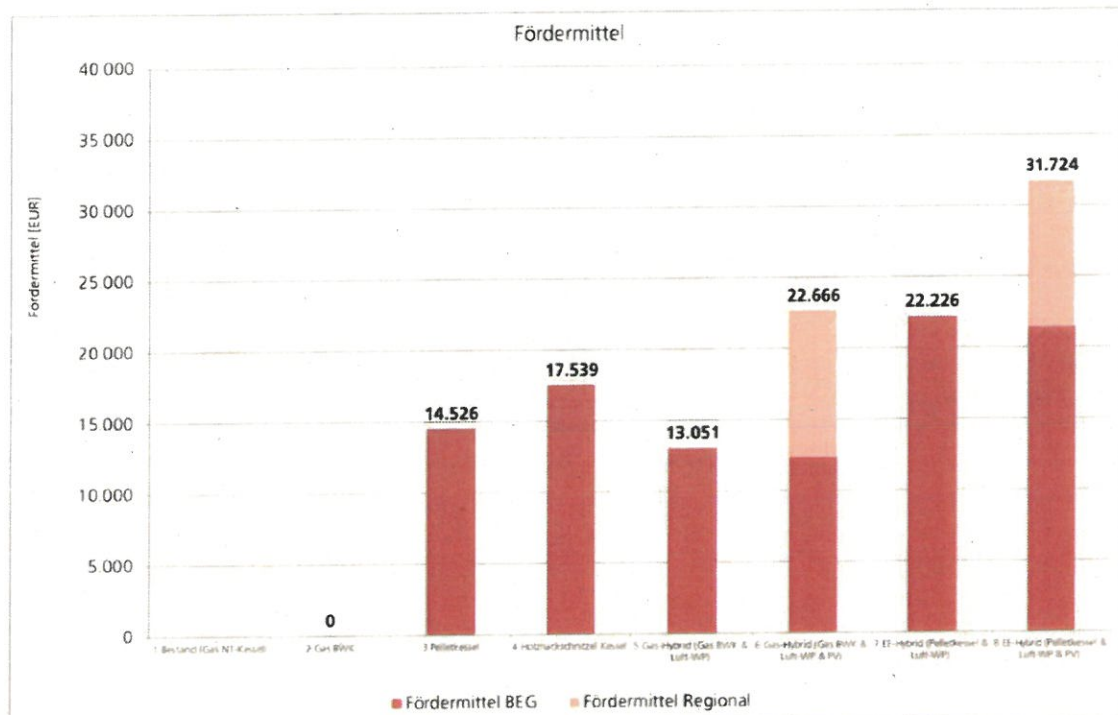
Heizungsanlage	Gas- Brennwertkessel, Bj. 2014, 575 kW Überwiegend bereits Hocheffizienzpumpen verbaut. Voreinstellbare Ventile vorhanden und hydraulischer Abgleich durchgeführt. Deckenstrahlplatten in der Sporthalle, ansonsten ausschließlich Heizkörper.	keiner	
Trinkwarmwasseranlage	Zwei Pufferspeicher mit Frischwasserstation für die Sporthalle. Dezentrale elektrische Kleinspeicher in der Schule.	keiner	
Lüftungsanlage	2-Stufige Abluftanlage für die Sporthalle mit manueller Regelung sowie Abluft in den Sanitärbereichen und im Gymnastikraum. Baujahr 1978	gering	Aufgrund hoher Investitionskosten beim nachträglichen Einbau ist eine Raumlufttechnische Anlage für das gesamte Gebäude nicht wirtschaftlich, dennoch ist zu überlegen, eine Komfortlüftungsanlage mit WRG zu installieren, um die Nutzungsqualität zu steigern und die Gebäudesubstanz zu schützen
Erneuerbare Energien			Zur Warmwasser- und/oder Heizungsunterstützung können Solarthermie-Module auf dem Satteldach des Gymnastikraums installiert werden. Es ist vorab jedoch der Warmwasserbedarf insbesondere in den Sommerferien zu prüfen, um eine gute Auslastung der Anlage zu erreichen. Ebenfalls möglich ist die Installation einer Photovoltaik-Anlage um die Stromkosten zu senken. Ob dies auf dem Schulgebäude möglich ist, ist mit dem Denkmalbehörde zu klären. Es müssen in jedem Fall detaillierte Betrachtungen zur Umsetzung (Statik und Verschattung der Dächer) und zum möglichen Eigenverbrauch erstellt werden.
Beleuchtung	In der Schule bereits überwiegend effizientere Leuchtstoffröhren (49 W) mit elektronischem Vorschaltgerät. In den Klassenräumen, WCs und Fluren bereits Bewegungsmelder installiert. Im Lehrerzimmer bereits LED- Beleuchtung. In der Turnhalle, den Umkleiden und Duschen noch alte Leuchtstoffröhren mit 58 W. Kompakte Leuchtstoffröhren in den Fluren der Sporthalle (je 3*18W)	hoch	Mittelfristig die Beleuchtung in der Sporthalle und den Nebenräumen durch LED- Technik ersetzen und Präsenzmelder installieren. Förderung über die Nationale Klimaschutzinitiative (ggf. auch andere Programme) generell möglich.

4. Zusatzleistungen

Im Falle einer Auftragserteilung bieten wir als kostenlose Zusatzleistung die Betrachtung eines Variantenvergleichs zu verschiedenen Wärmeerzeugungsanlagen für zwei durch den Auftraggeber auszuwählende Gebäuden an. Es wird dabei empfohlen Gebäude auszuwählen, für die ohnehin ein Austausch des vorhandenen Wärmeerzeugers ansteht. Während die Betrachtung der Wärmeerzeugung im Rahmen der unter 3. dargestellten Konzepte mit BAFA-Förderung lediglich eine Wärmeerzeugungsvariante (mit erneuerbarem Anteil) beinhaltet, gehen die angebotenen Zusatzleistungen weit über diesen Umfang hinaus.

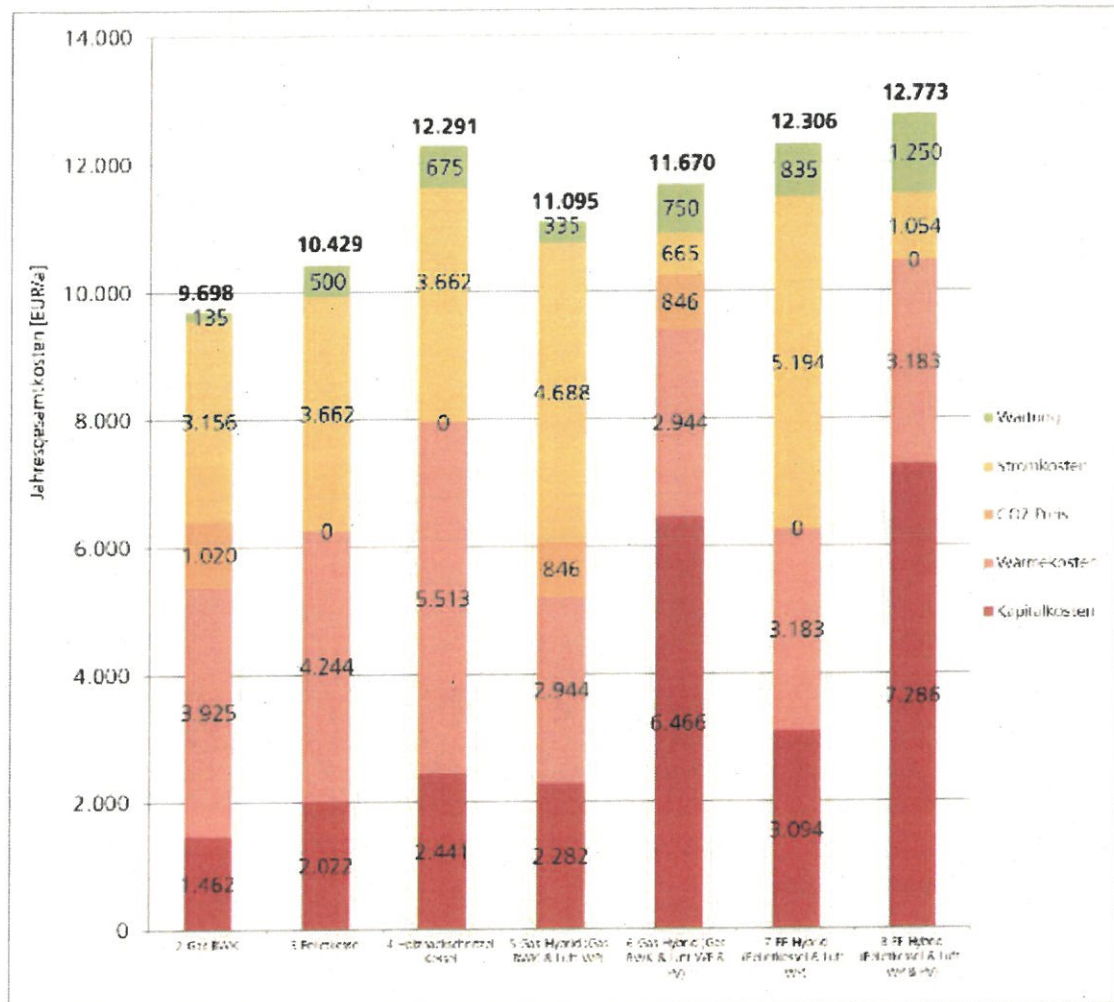
Um einen möglichst effizienten und sparsamen Betrieb eines Wärmeerzeugers zu realisieren, ist ein erster wichtiger Schritt die korrekte Dimensionierung des Wärmeerzeugers. Dazu wird eine raumweise Heizlastberechnung in Anlehnung an die DIN EN 12831 für die zu betrachtenden Gebäude erstellt. Aus dieser Berechnung ergibt sich im unsanierten Zustand eine Kesselleistung, die als Grundlage für den Variantenvergleich dient und für die oben berechnete Sanierungsvariante entsprechend angepasst wird.

Anschließend werden verschiedene zentrale und ggf. dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit ihren Investitionskosten dargestellt.



Bsp.: Darstellung von Fördermitteln

Für alle Varianten wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt, die die Betrachtung von Investitionskosten sowie die Kosten für Wärme, CO₂, Strom und Wartung beinhaltet und letztlich eine systematische Entscheidungsgrundlage bietet.



Bsp.: Gesamtkostenvergleich von Wärmeerzeugern

5. Zeitplan

Für die vollständige Bearbeitung eines energetischen Sanierungskonzepts wird ein Zeitraum von ca. drei Wochen angesetzt. Die Bestandsaufnahme vor Ort sollte so organisiert werden, dass bis zu zwei Gebäude an einem Tag betrachtet werden. Insgesamt wird ein Bearbeitungszeitraum von ca. fünf Monaten angesetzt. In diesen Angaben ist der Zeitraum für die Antragstellung und Abrechnung mit dem Fördermittelgeber nicht enthalten. Dafür werden einmalig ca. sechs Wochen angesetzt.

6. Mitwirkungspflichten des Auftraggebers

Für die Projektdurchführung sind insbesondere folgende Mitwirkungsleistungen des Auftraggebers erforderlich:

1. Administrative Hilfen

Insbesondere bei der Ansprache und Terminabsprache mit den zu betrachteten Gebäuden sind Hilfestellungen seitens des Auftraggebers unbedingt notwendig.

2. Bereitstellung von Daten

Der Auftraggeber stellt alle vorhandenen Daten zu den eigenen Liegenschaften (Energieverbrauch, Flächen, Pläne etc.) zur Verfügung.
