

**Beratungsbericht zur energetischen Betrachtung
im Rahmen der BAFA-Energieberatung für Kommunen
und gemeinnützige Organisationen nach der Richtlinie
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie
vom Dezember 2019**



Objekt:

*Dornbuschhalle Dassow
Rudolf-Breitscheid-Straße 50
23942 Dassow*

Energieberater:

M.Sc Klaus Reiß

K. Reiß

Schwerin, 11.11.2021

Förderprojekt

Die Erstellung des Beratungsbericht zur energetischen Betrachtung ist im Rahmen der BAFA-Energieberatung für Kommunen und gemeinnützige Organisationen nach der Richtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vom Dezember 2019 gefördert worden.

Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit dem Amt Schönberger Land und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Amt Schönberger Land
Fachbereich IV Bauen und Gemeindeentwicklung
Am Markt 15
23923 Schönberg
Tel: +49 038828/330-1405
Ansprechpartner: Christoph Kappel

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH
Zum Kirschenhof 62a
19057 Schwerin
Tel.: +49 385 303090-44
Ansprechpartner: Klaus Reiß

Lesehinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im vorliegenden Bericht bei Personenbezeichnungen in der Regel die maskuline Form verwendet. Diese schließt jedoch gleichermaßen die feminine Form mit ein. Die Leserinnen und Leser werden dafür um Verständnis gebeten.

INHALT

1	Einleitung & zusammenfassende Darstellung	5
1.1	Vorgehen.....	5
1.2	Empfohlene Sanierungsschritte.....	5
1.3	Tabellarische Gesamtübersicht	5
1.4	Endenergie- & Kosteneinsparung	7
1.5	Gesamteffizienz und Klimaschutz	8
2	Ausgangssituation	10
2.1	Zonierung.....	11
2.2	Verbrauch & Emissionen.....	12
2.3	Bedarfskennwerte.....	16
2.4	Energiebedarfe im Ist- und Referenzgebäude.....	16
2.5	Gebäudehülle	19
2.6	Anlagentechnik	22
2.7	Randbedingungen Ökonomie	25
3	Sanierungsvarianten	28
3.1	Übersicht Sanierungsvarianten.....	28
3.2	SV 1: Dämmung Außenwände	29
3.3	SV 2: Dach Austausch Dämmmaterial	31
3.4	SV 3: Dämmung Fußboden	33
3.5	SV 4: Fenstertausch.....	35
3.6	SV 5: Wärmerückgewinnung Lüftungsanlage	37
3.7	SV 6: LED-Beleuchtung	39
3.8	SV 7: Photovoltaik.....	41
3.9	Vorschlag	44
4	Fazit	46
5	Fördermittel	48
5.1	Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).....	48
5.2	Die Kommunalrichtlinie	50
5.3	Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen	52
5.4	Bundesförderung Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme (EBN)	54

5.5	Weitere Bundes-Förderprogramme.....	55
6	Anhang.....	59
6.1	Simulationsergebnisse.....	59
6.2	Bauteilliste.....	63

1 EINLEITUNG & ZUSAMMENFASSENDER DARSTELLUNG

Der vorliegende Beratungsbericht befasst sich mit der Erstellung eines Sanierungsfahrplans im Rahmen der Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen nach der Richtlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie für die *Sporthalle Dassow* verwaltet von dem Amt Schönberger Land.

Mit der Novelle des Klimaschutzgesetzes wurden die Klimaschutzziele im Mai 2021 verschärft. Über alle Sektoren hinweg sollen die CO₂-Emissionen im Vergleich zum Bezugsjahr 1990 um mindestens 65 % bis 2030 und um mindestens 88 % bis 2040 reduziert werden. Bis 2045 soll die Netto-Treibhausgasneutralität erreicht werden. Im Gebäudesektor sieht das Gesetz vor, dass die CO₂-Emissionen bundesweit von aktuell 118 Mio. t (2020) auf 67 Mio. t (2030) gesenkt werden müssen.

Der Gebäudesektor ist geprägt von den langen Nutzungszeiten der Gebäude und Bauteile (häufig mehr als 50 Jahre) und der Anlagentechnik (häufig ca. 20 Jahre). Vor diesem Hintergrund ist erkennbar, dass bereits jetzt das Ziel der Netto-Treibhausgasneutralität bis 2045 eine wichtige Rolle bei der Sanierung von Gebäuden spielen muss. Dieses Ziel wurde in Absprache mit dem Amt Schönberger Land bei der Erstellung des Beratungsberichts berücksichtigt.

1.1 VORGEHEN

Für die Erstellung des Beratungsberichts erfolgte eine Datenerhebung vor Ort und nach Plan. Anschließend wurde das Gebäude im Ist-Zustand simuliert. Die Simulation erfolgte - wenn nicht anders angegeben - anhand der Randbedingungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG)¹ und der DIN V 18599.

Auf Basis der Analyse der Ist-Situation wurden energetische Sanierungsvarianten unter dem Fokus Ökologie und Ökonomie entwickelt. Die einzelnen Varianten werden dabei hinsichtlich

der Energiekosteneinsparung, des Energieverbrauchs- und der Emissionsreduzierung sowie der Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit betrachtet und beschrieben.

Hinweis

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen sowie anhand der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der Durchführungsbeteiligten.

Die Berechnungen in diesem Bericht beziehen sich auf die energetischen Sanierungsmaßnahmen. Es handelt sich um einen energetischen Beratungsbericht mit Handlungsempfehlung, der keine Planungsleistung darstellt. Die vorliegenden Ergebnisse geben somit vor allem eine Indikation für die Vorteilhaftigkeit der Varianten wieder. Bei der Umsetzung der Maßnahmen müssen Fachplaner sowie statische Gutachter und erfahrene Bauphysiker miteinbezogen werden.

1.2 EMPFOHLENE SANIERUNGSSCHRITTE

Für das Gebäude werden die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen in genannter Reihenfolge empfohlen:

- ▶ SV6: LED-Beleuchtung
- ▶ SV7: PV-Anlage (30 kWp)

Die aufgeführten Maßnahmen können durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude gefördert werden. Details zur Förderung sind den detaillierten Beschreibungen der Sanierungsvarianten in Abschnitt 3 zu entnehmen.

1.3 TABELLARISCHE GESAMTÜBERSICHT

In Tabelle 1-1 sind als wesentliche Merkmale der verschiedenen Sanierungsvarianten die

¹ Zu finden unter <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/>
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

ermittelten Investitionskosten, die zu erwartende Amortisationszeit sowie die möglichen Einsparungen von CO₂-Emissionen, Energiekosten und der Endenergie aufgeführt. Eine detaillierte Beschreibung sowie die vollständigen Berechnungsergebnisse sind in Abschnitt 3 sowie im Anhang zu finden.

Die dargestellte Amortisationszeit bezieht sich auf die energetischen Mehrkosten und berücksichtigen keine Fördermittel. Mögliche Förderungen und sich daraus ergebende Amortisationszeiten können den detaillierten Beschreibungen der Sanierungsvarianten in Abschnitt 3 entnommen werden.

Tabelle 1-1: Darstellung des berechneten Ausgangsfalls sowie der geschätzten Investitionskosten, berechneten Amortisationszeiten und der Einsparungen von CO₂-Emissionen, Energiekosten und Endenergie in den Sanierungsmaßnahmen

			CO ₂ - Emissionen	Energiekosten	Endenergie
			[kg/a]	[€/a]	[kWh/a]
Ausgangsfall			92.789	28.192	376.279
Maßnahmen	Energetische Mehrkosten ²	Amortisation ³	CO ₂ -Einsparung	Einsparung Energiekosten	Einsparung Endenergie
	[€]	[a]	[kg/a]	[€/a]	[kWh/a]
SV 1: Dämmung Außenwände	191.286	50	4.042 (4,4%)	1.038	18.582 (4,9%)
SV 2: Dach Austausch Dämmmaterial	203.104	--	1.309 (1,4%)	336	6.027 (1,6%)
SV 3: Dämmung Fußboden	149.333	--	1.023 (1,1%)	263	4.709 (1,3%)
SV 4: Fenstertausch	68.578	30	4.017 (4,3%)	1.028	18.517 (4,9%)
SV 5: Wärmerückgewinnung Lüftungsanlage	65.450	--	727 (0,8%)	187	3.340 (0,9%)
SV 6: LED Beleuchtung	53.692	29	5.233 (5,6%)	3.220	2.361 (0,6%)
SV 7: Photovoltaik	40.572	10	13.134 (14,2%)	3.361	12.765 (3,4%)

² Es handelt sich um die energetisch bedingten Mehrkosten. Diese sind niedriger als die gesamten Investitionskosten, da die Sowieso-Kosten (z.B. Instandhaltungskosten) abgezogen werden.

³ Bezogen auf die energetisch bedingten Mehrkosten und ohne Ansatz einer Förderung.

		CO ₂ - Emissionen [kg/a]	Energiekosten [€/a]	Endenergie [kWh/a]	
Ausgangsfall		92.789	28.192	376.279	
Maßnahmen	Energetische Mehrkosten ² [€]	Amortisation ³ [a]	CO ₂ - Einsparung [kg/a]	Einsparung Energiekosten [€/a]	Einsparung Endenergie [kWh/a]
Vorschlag	94.264	17	13.036 (14,0%)	6.428	12.388 (3,3%)

1.4 ENDENERGIE- & KOSTENEINSPARUNG

Nachfolgend werden der berechnete Endenergiebedarf im Ausgangsfall und die verringerten Bedarfe nach der Maßnahmenumsetzung dargestellt, welche durch die untersuchten Sanierungsvarianten am Gebäude und der Anlagentechnik erwartet werden können (Abbildung 1-1).

Zusätzlich sind die prognostizierten Energiekosten bzw. die Energiekosteneinsparungen aufgeführt (Abbildung 1-2).

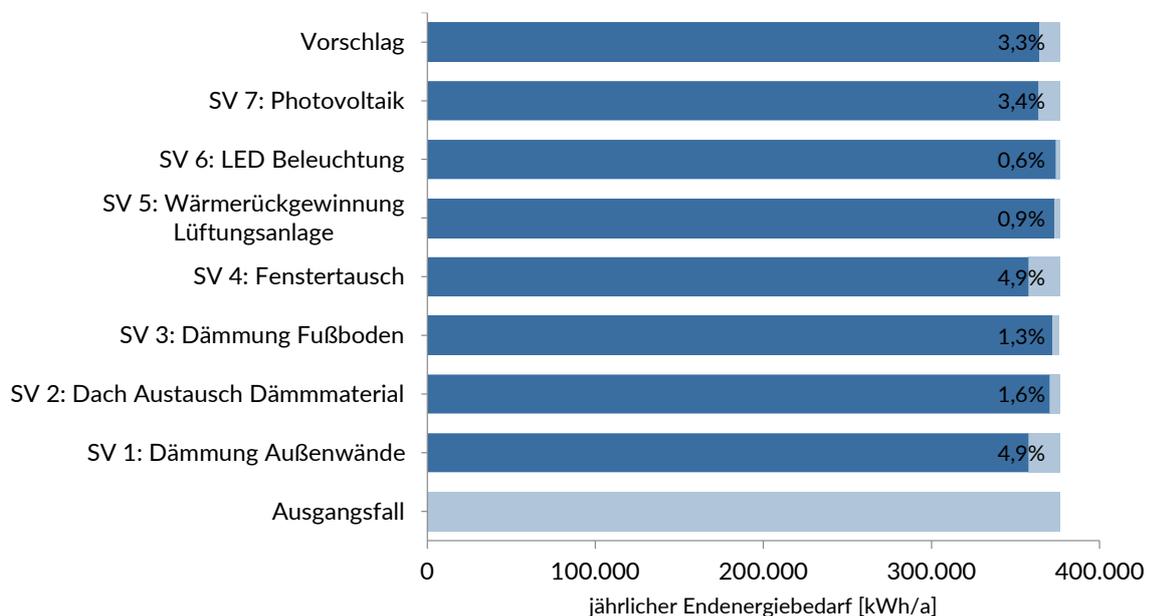


Abbildung 1-1: Endenergiebedarf und Einsparungen Endenergie im Ausgangsfall und nach Umsetzung der Sanierungsvarianten [kWh/a]

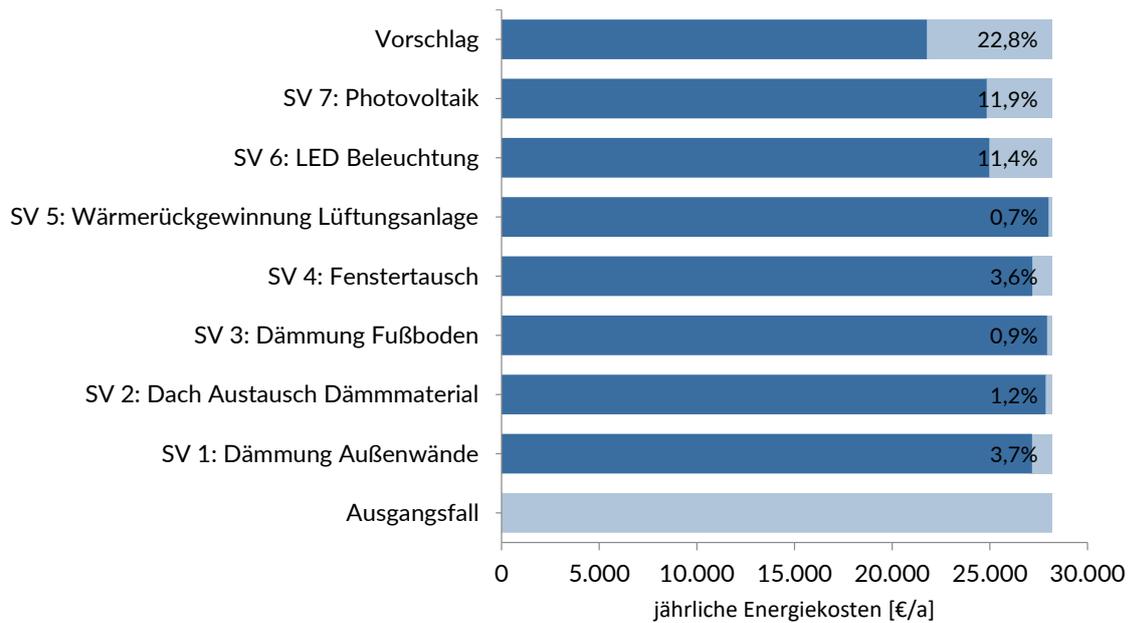


Abbildung 1-2: Energiekosten und Energiekosteneinsparungen im Ausgangsfall und nach Umsetzung der Sanierungsvarianten [€/a]

1.5 GESAMTEFFIZIENZ UND KLIMASCHUTZ

Wie in der Einleitung dieses Berichtes bereits umrissen wurde, sollen die geplanten Maßnahmen einen wirksamen Klimaschutzeffekt erreichen. Kennzeichen hierfür sind die Einsparungen an CO₂-Emissionen und Primärenergie.

Maßnahmen wirken sich dann besonders positiv aus, wenn ein möglichst großer Anteil fossiler Energieträger eingespart wird. Dies führt zu

einem geringen Primärenergiebedarf und gleichzeitig zu einem geringen CO₂-Ausstoß. Neben der CO₂-Einsparung wird die Umwelt durch weniger NO_x, SO₂ und Staub belastet.

In den folgenden Diagrammen werden die Klimaschutzaspekte der einzelnen Varianten anhand der Einsparung an Primärenergie (Abbildung 1-3) und CO₂-Emissionen (Abbildung 1-4) nach Umsetzung der Maßnahmen dargestellt.

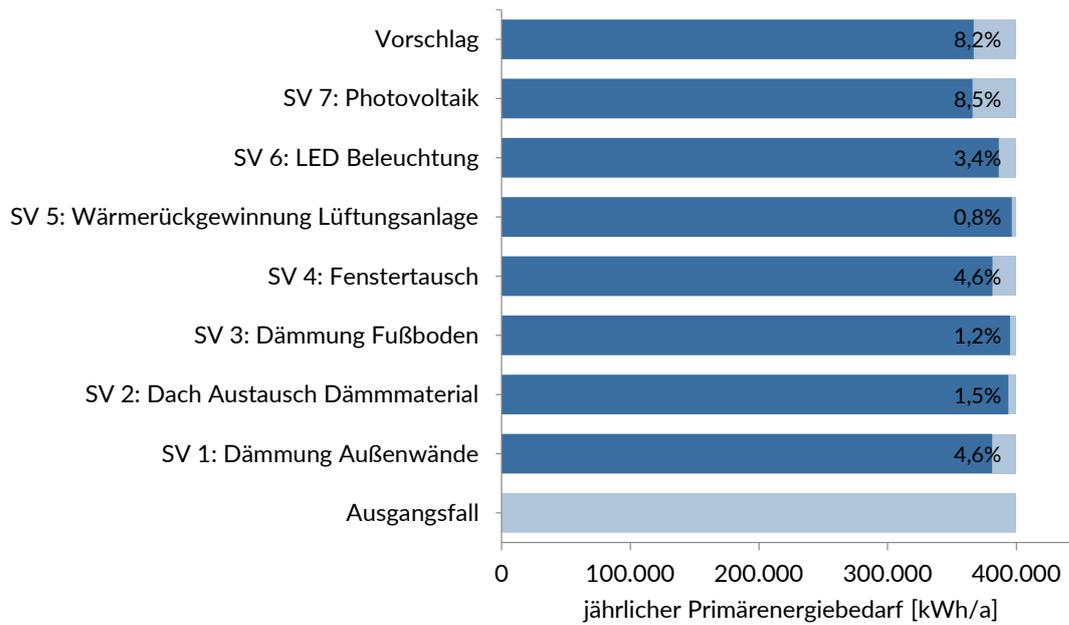


Abbildung 1-3: Primärenergiebedarf und Einsparung Primärenergiebedarf im Ausgangsfall und nach Umsetzung der Sanierungsvarianten [kWh/a]

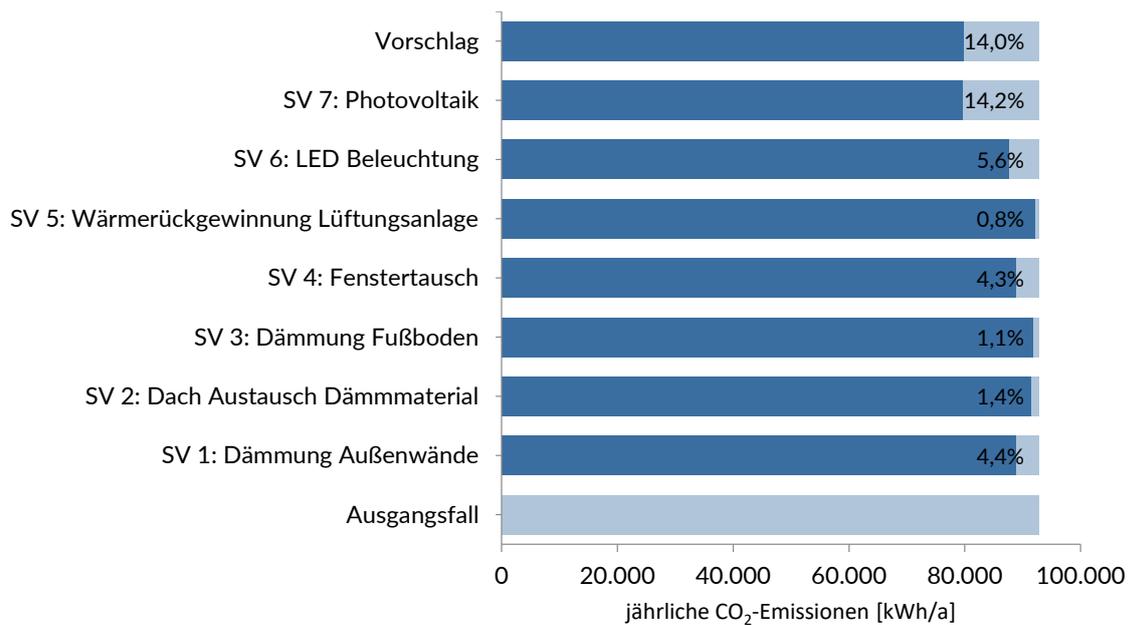


Abbildung 1-4: CO₂-Emissionen und Einsparungen CO₂-Emissionen im Ausgangsfall und nach Umsetzung der Sanierungsvarianten [kg/a]

2 AUSGANGSSITUATION

Abbildung 2-1 zeigt ein Luftbild des untersuchten Gebäudes. Es handelt sich dabei um die Sporthalle der Regionalen Schule mit Grundschule Dassow. Das Gebäude besteht aus der großen Turnhalle (Baujahr 1995), welche von angrenzenden Lagerräumen, sowie Umkleide-, Sanitär- und Nebenflächen an drei Seiten umbaut ist.

Die Turnhalle befindet sich in einem guten baulichen und technischen Zustand. Die betrachtete Gebäudehülle und Anlagentechnik weisen keinen dringenden Sanierungsbedarf auf.

Das Dach wurde im Jahr 2001 neu errichtet und weist von innen Abnutzungserscheinungen auf, die aber ausschließlich den Schallschutz, nicht aber die thermische Hülle oder die Funktion des

Daches beeinträchtigen. Das Gebäude wird täglich in der Schulzeit genutzt, selten auch für Veranstaltungen und Vereinssport am Wochenende.

Das Gebäude und die angrenzende Schule wird über zwei Gas-Brennwertkessel aus dem Jahr 2019 beheizt. Ein Speicher ist vorhanden. Desweiteren wird ein Teil des Gebäudes über eine RLT-Anlage mit Wärmerückgewinnung beheizt.

Die Anlagentechnik befindet sich in einem einwandfreien Zustand und benötigt keine weitere Betrachtung.

Die wichtigsten Gebäudedaten werden nachfolgend in Tabelle 2-1 dargestellt.



Abbildung 2-1: Luftbild des Gebäudes⁴

⁴ Von maps.google.de
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

Tabelle 2-1: Grundsätzliche Informationen zu dem untersuchten Gebäude

Grunddaten	
Gebäudetyp	Turnhalle
Baujahr	1995
Baujahr des Wärmeerzeugers	2019
Gebäudevolumen netto [m ³]	6.898,5
Gebäudenutzfläche [A _{NGF}] [m ²]	1.597,8
Wärme übertragende Hüllfläche [A] [m ²]	3.783,7
Anzahl der Geschosse	1

Anmerkung: Flächen- und Volumenangaben beziehen sich lediglich auf thermisch konditionierte Zonen.

2.1 ZONIERUNG

Für die Berechnung des Energiebedarfs in Anlehnung an die DIN 18599 wurde das Gebäude aufgrund der Nutzungen und der

Konditionierung in die in Tabelle 2-1 dargestellten Zonen unterteilt. Abbildung 2-2 zeigt den zonierten Grundriss des Gebäudes. Entsprechend der dargestellten Zonierung wurde das untersuchte Gebäude simuliert.

Tabelle 2-2: Zonierung, zugehörige Profile und Flächenanteile des untersuchten Gebäudes

Zone	Nutzungsprofil ⁵	Konditionierung					Nettogrundfläche	
		Beheizt	Warmwasser	Beleuchtung	RLT	Kühlung	[m ²]	[%]
Zone 1	Verkehrsfläche (19)	X		X			198,3	12,4
Zone 2	WC und Sanitärräume (16)	X	X	X	X		174,6	10,9
Zone 3	Lager/Technik/Archiv (20)	X		X	X		216,7	13,6
Zone 4	Nebenflächen (18)	X		X			365,8	22,9
Zone 5	Turnhalle (31)	X		X	X		642,3	40,2

⁵ Bezeichnung der Zone und Nummer des verwendeten Nutzungsprofils nach DIN 18599-10
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

Tabelle 2-3). Abbildung 2-3 stellt die Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft dar.

Tabelle 2-3: Energieverbrauch der Liegenschaft nach Energieart

Jahr	Heizung (Erdgas) [kWh/a]	Klima- faktor ⁶ [-]	klimabereinigter Verbrauch [kWh/a]	Strom [kWh/a]	Gesamtener- gieverbrauch [kWh/a]	Wasser [m ³ /a]
2018	503.846	1,09	549.192	84.464	633.656	152
2019	516.005	1,09	562.445	105.508	667.953	130
2020	500.041	1,11	555.046	80.292	635.338	189
Mittelwert:	506.631		555.561	90.088	645.649	157

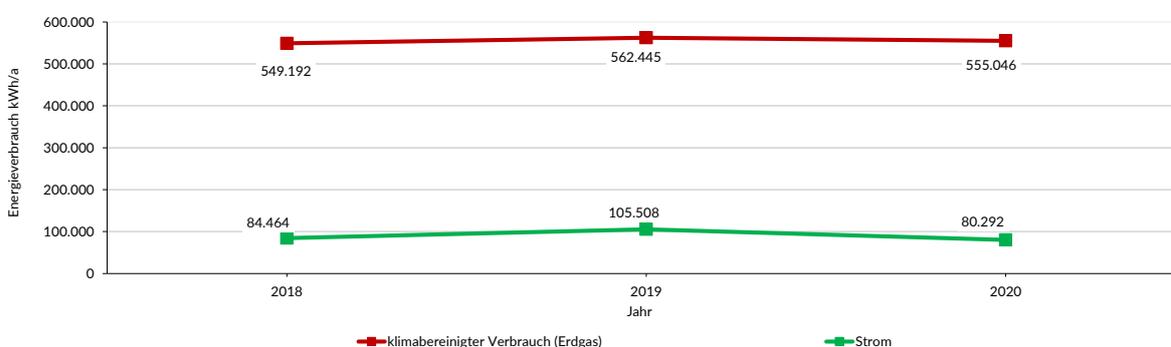


Abbildung 2-3: Entwicklung des Energieverbrauchs der Liegenschaft

2.2.2 Verbrauchskennwerte

Da Energieverbrauchswerte ohne Bezug auf die Rahmenbedingungen, wie z.B. die Zeiteinheit, die Raumfläche oder die äußeren Witterungsverhältnisse wenig aussagekräftig sind, werden diese nach einheitlichen Gesichtspunkten auf entsprechende Bezugswerte umgerechnet. Die so ermittelten Energieverbrauchskennwerte für Strom und Wärme werden nachfolgend abgebildet (Tabelle 2-4). Die Energieverbrauchskennwerte können dann mit Kennwerten der entsprechenden Gebäudekategorie verglichen

werden, um die Verbräuche besser einordnen zu können. Aufgrund von Standardnutzungszeiten, welche im Berechnungsprogramm berücksichtigt werden, können reale- und berechnete Verbräuche teilweise stark voneinander abweichen. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass nur die Verbräuche der gesamten Liegenschaft (Schule und Turnhalle) übermittelt wurden, weshalb die abgebildeten Werte in der Realität nicht übereinstimmen

Abbildung 2-4 stellt die Bildung der Energieverbrauchskennwerte für Strom und Wärme dar.

⁶ Der Einfluss der Witterung und des Klimas auf den Energieverbrauch wird mittels des Klimafaktors erfasst, der sowohl die Temperaturverhältnisse während eines Berechnungszeitraumes als auch die klimatischen Verhältnisse in Deutschland berücksichtigt. Durch die Anwendung des Klimafaktors können die Energieverbrauchskennwerte verschiedener Berechnungszeiträume und von Gebäuden in verschiedenen klimatischen Regionen Deutschlands (überschlägig) verglichen werden. In dieser Berechnung wurden die Klimafaktoren, entsprechend des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für den Gebäudestandort benutzt. Die Witterungsbereinigung erfolgt durch Multiplikation des gemessenen Jahres-Heizenergieverbrauchs mit dem entsprechenden Klimafaktor.

Tabelle 2-4: Kennwerte auf Basis der realen Verbrauchs- und Flächenangaben

Energieverbrauchskennwerte nach BWZK ⁷		
Sporthallen		
in [kWh/m ² NGFa]		
Energieträger	Vergleichswert	Ist-Kennwert
Strom	35	56
Wärme	120	348

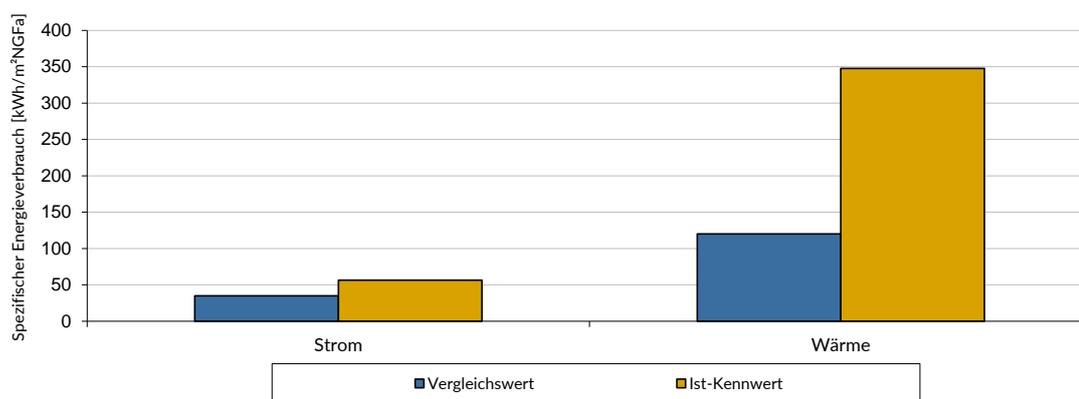


Abbildung 2-4: Vergleichs- und Ist-Kennwert des spezifischen Energieverbrauchs

2.2.3 CO₂-Emissionen

Die CO₂-Emissionen des Gebäudes werden durch Multiplikation der energieträgerabhängigen Verbräuche mit den entsprechenden CO₂-Emissionsfaktoren berechnet. Für die emissionsstechnische Bewertung der

Energieverbräuche werden die CO₂-Faktoren nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) verwendet. Es wurden die jährlichen Emissionen auf Grundlage des klimabereinigten durchschnittlichen Energieverbrauchs der Jahre 2018 bis 2020 errechnet (Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5: CO₂-Emissionen bezogen auf den durchschnittlichen Energieverbrauch (2017-2019)

Energieträger	CO ₂ -Emissionsfaktor [g/kWh]	Energieverbrauch [kWh/a]	CO ₂ -Emissionen [kg/a]
Erdgas	240	506.631	121.591
Strom (netzbezogen)	560	90.088	50.449
Summe:		596.719	172.041

⁷ Vergleichswerte sind ermittelte Kennwerte aus der Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand des BMWi und BMU, Berlin (Werte vom 7. April 2015)
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

2.3 BEDARFSKENNWERTE

Die realen Verbräuche werden mit den berechneten Energiebedarfen abgeglichen. Wo die ermittelten Energiebedarfskennzahlen den tatsächlichen Verbrauch abbilden und bewertbar machen, erfolgt die ingenieurtechnische Berechnung und Analyse des Gebäudes sowie die Erarbeitung und Bewertung von Sanierungsmaßnahmen und deren Effekten basierend auf der theoretischen Berechnung nach DIN 18599.

Da sich die Berechnungen auf genormte Nutzungsprofile stützen, weichen die errechneten

Bedarfwerte in der Regel von den gemessenen Energieverbräuchen ab. Aufgrund der Rechenmethodik und den darin enthaltenen Standardnutzungsprofilen sind Abweichungen möglich und dies ist bei der Bewertung der Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Die berechneten Energiebedarfskennwerte sind in Tabelle 2-6 aufgeführt.

Alle nachfolgenden Berechnungen und Aussagen basieren auf der *Bedarfsberechnung* des untersuchten Gebäudes.

Tabelle 2-6: Berechnete Energiebedarfskennwerte des untersuchten Gebäudes

Energiebedarfskennwerte in [kWh/(m²_{NGF}*a)]	
spez. Endenergiebedarf Heizung [kWh/m ² a]	201,56
spez. Endenergiebedarf Trinkwarmwasser [kWh/m ² a]	13,95
spez. Endenergiebedarf Lüftung [kWh/m ² a]	4,77
Beleuchtungsstrom	15,22
Wärmeenergie (Heizung + Warmwasser)	215,51

2.4 ENERGIEBEDARFE IM IST- UND REFERENZGEBÄUDE

Die ermittelten Bedarfe für Nutz-, End- und Primärenergie ergeben sich aus der energetischen Gebäudesimulation und stellen den simulierten Ist-Zustand des Gebäudes nach dem Bedarfsverbrauchs-Abgleich dar. Sie werden den jeweiligen Ergebnissen des Referenzgebäudes gegenübergestellt. Das Referenzgebäude ist ein simuliertes theoretisches Gebäude mit gleicher Geometrie, Nutzfläche, Ausrichtung und Nutzung wie das vorhandene Gebäude, dessen technische Ausführung der Bauteilaufbauten und Anlagentechnik jedoch fest im GEG definiert ist. Das Referenzgebäude gibt somit einen Vergleichswert für das vorhandene Gebäude mit einem vorgegebenen Standard wieder, der den aktuellen Stand der Technik repräsentieren soll.

2.4.1 Nutzenergiebedarf im Ist- & Referenzgebäude

Die Nutzenergie ist nach DIN 18599-1 definiert als der Oberbegriff für den Nutzwärmebedarf, Nutzkältebedarf, Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser, Beleuchtung, und Befeuchtung. Der Heizwärmebedarf gibt den rechnerisch ermittelten Wärmebedarf, der zur Aufrechterhaltung der festgelegten thermischen Raumkonditionen innerhalb einer Gebäudezone während der Heizperiode nötig ist, an. Der rechnerisch ermittelte Kühlbedarf gibt im Fall einer vorhandenen Einrichtung zur Kühlung des Gebäudes die Energie wieder, die zur Aufrechterhaltung der festgelegten thermischen Raumkonditionen innerhalb einer Gebäudezone benötigt wird, wenn die Wärmequellen eine zu hohe Energiemenge anbieten. Der Nutzenergiebedarf der Beleuchtung gibt den ermittelten Energiebedarf wieder, um das Gebäude mit der in der in den

jeweiligen Nutzungsprofilen festgelegten Beleuchtungsqualität zu beleuchten. Und der Nutzenergiebedarf Trinkwarmwasser stellt den ermittelten Energiebedarf dar, um die Gebäudezonen mit den festgelegten Mengen Warmwasser

der entsprechenden Zulauftemperatur zu versorgen.

Die jeweiligen berechneten Nutzenergiebedarfe des Gebäudes und des Referenzgebäudes sind in Tabelle 2-7 und Abbildung 2-5 dargestellt.

Tabelle 2-7: Vergleich des Nutzenergiebedarfs im Ist- und Referenzgebäude

Jährlicher Nutzenergiebedarf	Ist-Gebäude		Referenzgebäude	
	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	107,47	171.717,60	71,29	113.900,37
Trinkwarmwasser	5,88	9.400,00	5,88	9.400,00
Beleuchtung	1,05	1.680,90	0,38	605,50
Gesamt	114,41	182.798,50	77,55	123.905,87

Anteile der Nutzenergiebedarfe



Abbildung 2-5: Verteilung des Nutzenergiebedarfs im Ist- und Referenzgebäude

2.4.2 Endenergiebedarf im Ist- & Referenzgebäude

Der Endenergiebedarf stellt die berechnete Energiemenge dar, die der Anlagentechnik zur Verfügung gestellt wird, um die festgelegten Randbedingungen im Bereich Heizung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasser im Gebäude über das ganze Jahr sicherzustellen. Die Endenergie beinhaltet die für den Betrieb der Anlagentechnik benötigte Hilfsenergie sowie Verluste durch die Erzeugung, Speicherung und

Verteilung. Nach DIN 18599-1 wird die Endenergie an der „Schnittstelle“ Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die der Verbraucher für eine bestimmungsgemäße Nutzung unter normativen Randbedingungen benötigt. Die Endenergie wird brennwertbezogen angegeben.

Die jeweiligen berechneten Endenergiebedarfe des Gebäudes und des Referenzgebäudes sind in Tabelle 2-8 und Abbildung 2-6 dargestellt.

Tabelle 2-8: Vergleich des Endenergiebedarfs im Ist- und Referenzgebäude

Jährlicher Endenergiebedarf	Ist-Gebäude		Referenzgebäude	
	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	201,56	322.054,40	103,99	166.152,09
Trinkwarmwasser	13,95	22.293,40	5,47	8.739,11
Beleuchtung	15,22	24.312,70	1,09	1.748,33
Belüftung	4,77	7.618,10	4,18	6.682,52
Gesamt	235,50	376.278,60	114,74	183.322,05

Anteile der Endenergiebedarfe



Abbildung 2-6: Verteilung des Endenergiebedarfs im Ist- und Referenzgebäude

2.4.3 Primärenergiebedarf im Ist- & Referenzgebäude

Der Primärenergiebedarf berücksichtigt die vorgelagerte Prozesskette der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweiligen Energieträger außerhalb der Gebäudehülle. Er ergibt sich aus der Multiplikation der energieträgerbezogenen Endenergie mit den entsprechenden

Primärenergiefaktoren nach GEG. Die Primärenergie wird heizwertbezogen angegeben.

Die jeweiligen berechneten Primärenergiebedarfe des Gebäudes und des Referenzgebäudes sind in Tabelle 2-9 und in Abbildung 2-7 dargestellt.

Tabelle 2-9: Vergleich des Primärenergiebedarfs im Ist- und Referenzgebäude

Jährlicher Primär- energiebedarf	Ist-Gebäude		Referenzgebäude	
	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	200,35	320.110,20	103,75	165.773,50
Trinkwarmwasser	13,90	22.204,00	5,62	8.982,91
Beleuchtung	27,39	43.762,90	1,97	3.146,99
Belüftung	8,58	13.712,50	7,53	12.028,53

Jährlicher Primärenergiebedarf	Ist-Gebäude		Referenzgebäude	
	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Gesamt	250,22	399.789,60	118,87	189.931,93

Anteile der Primärenergiebedarfe



Abbildung 2-7: Verteilung des Primärenergiebedarfs im Ist- und Referenzgebäude

2.5 GEBÄUDEHÜLLE

Tabelle 2-10 zeigt die in der Gebäudesimulation verwendeten Konstruktionen der einzelnen Bauteile. Diese beruhen so weit wie möglich auf den vorhandenen Plänen, Erkenntnissen der Gebäudebegehung sowie auf Aussagen der Auftraggeber und Verantwortlichen vor Ort. Konnten keine detaillierten Erkenntnisse über einen Bauteilaufbau gewonnen werden, wurden typische Bauteilaufbauten und Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) des Baujahrs aus Literaturangaben genutzt und/oder nach eigenen Erfahrungswerten angenommen.⁸

Die Flächen der Außenbauteile wurden anhand der vorhandenen Pläne ermittelt. Eine detaillierte Auflistung ist dem Anhang zu entnehmen.

Um die energetische Qualität der vorhandenen Bauteile beurteilen zu können, werden zusätzlich die aktuellen Mindestanforderungen für die Änderung von Außenbauteilen (Ersatz oder erstmaliger Einbau) nach dem Gebäudeenergiegesetz angegeben. Diese müssen eingehalten werden, sobald wenigstens 10% der entsprechenden Bauteilfläche verändert werden. Die Anforderungen sind abhängig von der Innentemperatur der betrachteten Bereiche. Die Anforderungen an die wärmeübertragende Hüllfläche von niedrigbeheizten Zonen sind geringer als bei Raumtemperaturen von mehr als 19 °C.

Tabelle 2-10: Bauteilaufbauten und angesetzte Wärmedurchgangskoeffizienten des untersuchten Gebäudes ($U_{\text{vorhanden}}$) sowie die aktuellen Anforderungen des GEGs (U_{max}) für die Änderung von Bauteilen

Bauteil	Konstruktion	$U_{\text{vorh.}}$	U_{max}	
			$T \geq 19^\circ\text{C}$	$12 < T < 19^\circ\text{C}$
Bodenplatte	Betonplatte gedämmt XPS 10 cm	0,36	0,30	ohne
Turnhallenboden	Betonplatte mit Mineralwolle und Luftschicht	0,37	0,30	ohne
Außenwand	Mehrschalig gedämmt	0,36	0,24	0,35

⁸ „U-Werte alter Bauteile“, der von der Deutschen Energie Agentur (Dena) herausgegebenen Typologie Beratungsbericht Sporthalle Dassow 19 von 65

Außenwand Turnhalle	Mehrschalig gedämmt	0,37	0,24	0,35
Dach Turnhalle	Selbsttragende Sandwich Elemente	0,18	0,24	0,35
Dach	Selbsttragende Sandwich Elemente	0,19	0,24	0,35
Fenster	2-Scheiben Isolierverglasung	3,00	1,3 ⁹	1,9 ⁹
	PMMA-Massivplatte opal/klar	2,20		

2.5.1 Anforderungen BEG Einzelmaßnahmen

Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) legt für eine Förderung von Einzelmaßnahmen (EM) an der Gebäudehülle verschärfte Anforderungen an die maximale Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) fest. Wie auch im

GEG werden die Anforderungen entsprechend der Innenraumtemperatur unterschieden. Tabelle 2-11 zeigt die gültigen Anforderungen für wärmeübertragende Außenflächen (Zusammenfassung). Details zur Förderung können Abschnitt 5 entnommen werden.

Tabelle 2-11: Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten für Einzelmaßnahmen bei Nichtwohngebäuden

Bauteilgruppe	Bauteil	Maximaler U-Wert		
		T ≥ 19 °C [W/(m²K)]	T < 19 °C [W/(m²K)]	
Wände	Außenwand	0,20	0,25	
	Alternativ: Kerndämmung bei zweischaligem Mauerwerk	$\lambda \leq 0,035$ W/(mK)	$\lambda \leq 0,040$ W/(mK)	
	Außenwände von Baudenkmälern	0,45	0,55	
	Außenwände bei Schichtfachwerk	0,65	0,80	
	Wandflächen gegen Erdreich/unbeheizte Räume	0,25	0,25	
Dachflächen	Dächer (ohne Glasdächer)	0,14	0,25	
	Alternativ bei Baudenkmälern: höchstmögliche Dämmschichtdicke	$\lambda \leq 0,040$ W/(mK)	$\lambda \leq 0,040$ W/(mK)	
Geschossdecken und Bodenflächen	Oberste Geschossdecke	0,14	0,25	
	Decken zu unbeheizten Räumen	0,25	0,25	
	Geschossdecken gegen Außenluft	0,20	0,25	
	Bodenflächen gegen Erdreich	0,25	0,25	
Transparente Bauteile (U _w)	Fenster, Fenstertüren:	a) Austausch	0,95	1,30
		b) Ertüchtigung	1,30	1,60
	Barrierearme Fenster und Fenstertüren		1,10	1,40
	Fenster mit Sonderverglasung		1,10	1,40

⁹ Die angegebenen Anforderungswerte des GEG beziehen sich auf den Ersatz oder erstmaligen Einbau des gesamten Fensters. Für Dachflächenfenster, Glasdächer, Vorhangfassaden, Fenstertüren und Außentüren gelten andere Grenzwerte. Wird lediglich die Verglasung getauscht sind ebenfalls andere Anforderungen einzuhalten.

Bauteilgruppe	Bauteil	Maximaler U-Wert	
		$T \geq 19 \text{ °C}$ [W/(m ² K)]	$T < 19 \text{ °C}$ [W/(m ² K)]
Fenster an Baudenkmälern	a) Austausch	1,40	1,70
	b) Ertüchtigung	1,60	1,90
Glasdächer		1,60	1,90
Lichtbänder- und Lichtkuppeln		1,50	1,90
Vorhangsfassade (U_{CW})	Vorhangfassaden ¹⁰	1,30	1,60
Türen (U_D)	Außentüren	1,30	2,00
Tore	Außentore	1,00	2,00

2.5.2 Anforderungen BEG Effizienzgebäude

Die nachfolgenden Tabellen stellen die technischen Mindestanforderungen zum Programm Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) für Nichtwohngebäude (NWG) dar.¹¹ Details zur Förderung können Abschnitt 5 entnommen werden.

Der Jahres-Primärenergiebedarf (QP) eines Effizienzgebäudes darf im Verhältnis zum Jahres-Primärenergiebedarf des entsprechenden Referenzgebäudes ($Q_{P,REF}$) den in Tabelle 2-12 angegebenen prozentualen Maximalwert des geförderten Effizienzgebäude-Standards nicht überschreiten.

Tabelle 2-12: Prozentuale Anforderungen an den Jahres Primärenergiebedarf

Effizienzgebäude (EG)	EG 40	EG 55	EG 70	EG 100	Denkmal
Q_P in % von $Q_{P,REF}$	40 %	55 %	70 %	100 %	160 %

Für Zonen, die mit einer Raum-Solltemperatur $T \geq 19 \text{ °C}$ beheizt werden, darf der über diese Zonen gemittelte Wärmedurchgangskoeffizient für die opaken Außenbauteile (\bar{U}_{opak}), die transparenten Außenbauteile ($\bar{U}_{transparent}$) und

Vorhangfassaden ($\bar{U}_{Vorhang}$) sowie für Glasdächer/Lichtbänder und Lichtkuppeln (\bar{U}_{Licht}) die in Tabelle 2-13 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

Tabelle 2-13: BEG-Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten

BEG-Effizienzgebäude ($T \geq 19 \text{ °C}$)	EG 40 [W/(m ² K)]	EG 55 [W/(m ² K)]	EG 70 [W/(m ² K)]	EG 100 [W/(m ² K)]	Denkmal [W/(m ² K)]
\bar{U}_{opak}	0,18	0,22	0,26	0,34	-
$\bar{U}_{transparent, Vorhang}$	1,00	1,20	1,40	1,80	-
\bar{U}_{Licht}	1,60	2,00	2,40	3,00	-

¹⁰ Vorhangfassaden, deren Bauart in DIN EN 13947: 2007-07 beschrieben ist

¹¹ Zu finden auf <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude-beg.html>

Für Zonen, die mit einer Raum-Solltemperatur von mindestens 12 °C bis maximal 19 °C beheizt werden, darf der über diese Zonen gemittelte

Wärmedurchgangskoeffizient für die wärmeübertragenden Außenbauteile die in Tabelle 2-14 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

Tabelle 2-14: BEG-Anforderungen an die Wärmedurchgangskoeffizienten bei niedrigbeheizten Räumen

BEG-Effizienzgebäude (T < 19 °C)	EG 40 [W/(m²K)]	EG 55 [W/(m²K)]	EG 70 [W/(m²K)]	EG 100 [W/(m²K)]	Denkmal [W/(m²K)]
\bar{U}_{opak}	0,24	0,28	0,32	0,40	-
$\bar{U}_{\text{transparent, Vorhang}}$	1,30	1,50	1,70	2,20	-
\bar{U}_{Licht}	2,00	2,50	2,80	3,60	-

2.5.3 Wärmebrücken

Bei Wärmebrücken handelt es sich um örtlich begrenzte Unregelmäßigkeiten in der Gebäudehülle, an denen ein erhöhter Wärmestrom im Vergleich zu den umgebenden Bereichen (Regelbereiche) auftritt. Wärmebrücken können geometrisch bedingt (z.B. Gebäudeecken), stoff- oder materialbedingt (z.B. Stahlbetonstütze in einer Mauerwerkswand) sowie konstruktiv bedingt sein (z.B. Heizkörpernischen). Wärmebrücken können punktförmig (z.B. Verankerung einer Wärmedämmung) oder Linienförmig (z.B. Anschluss einer Geschossdecke) auftreten. Je besser die energetische Qualität der Gebäudehülle ist, desto größer werden die prozentualen Anteile der Wärmeverluste durch die Wärmebrücken. Liegen sie bei nicht modernisierten Bestandsgebäuden bei weniger als 3 bis 5%, können sie bei Gebäuden nach EnEV-Standard 10 bis 15% der Transmissionswärmeverlusten im Regelbereich ausmachen.¹² Somit wird die Bewertung der Wärmeverluste durch Wärmebrücken zu einem bedeutenden Teil in der Bilanzierung und Planung von Bestands- und Neubauten.

Bei Bestandsgebäuden können Wärmebrücken außerdem durch Schäden an Bauteilen (z.B. Beschädigung der Dämmung) oder durch

ungünstige Ausführungen vergangener Sanierungsmaßnahmen auftreten.

Am Gebäude konnten augenscheinlich keine ungewöhnlichen Wärmebrücken zum Beispiel aufgrund einer fehlenden Dämmung oder sanierungsbedürftiger Bauteile festgestellt werden.

In der Simulation wurden die Wärmebrücken pauschal durch den Wärmebrückenkorrekturfaktor berücksichtigt.

2.6 ANLAGENTECHNIK

Im Folgenden wird die vorhandene Anlagentechnik und die Beleuchtung des Gebäudes beschrieben. Unbekannte Werte und Anlagendetails wurden in der Simulation berechnet bzw. als Standardwert angenommen.

2.6.1 Heizung

Das betrachtete Gebäude wird durch zwei Gas-Brennwertkessel, welche im Technikraum des untergebracht sind, mit Wärme versorgt. Die Umwälzpumpen innerhalb der Heizungsanlage sind geregelt. Die vorhandene Regelungstechnik entspricht dem heutigen Stand der Technik.

Eine Neuplanung der wärmeerzeugenden Anlage ist nicht sinnvoll, da die Heizanlage erst 2019 erneuert wurde.

¹² Lohmeyer; Praktisch Bauphysik (2019)
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

Ein hydraulischer Abgleich ist bei der Erneuerung durchgeführt worden.

Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

Erzeuger	2x Brennwertkessel (Vitocrossal CIB)
Baujahr	2019
Art des Erzeugers	Brennwert-Kombikessel mit Kleinspeicher
Umgebung	Standardrandbedingungen unbeheizt
Umgebungstemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]	13,0
Energieträger	Erdgas H
Kessel-Nennleistung [kW]	636

2.6.2 Warmwasser

Die Sanitärräume/Duschen, sowie Nebenflächen werden mit Warmwasser versorgt. Die Warmwasserbereitung erfolgt im untersuchten

Gebäude zentral über den Heizungskessel und einen Pufferspeicher. Der Warmwasserbedarf wurde auf Grundlage der Nutzungsprofile ermittelt.

2.6.3 Lüftung

Eine Lüftung findet in jedem Gebäude zum einen kontrolliert, zum anderen auch unkontrolliert statt. Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste erfolgen im Wesentlichen über Fenster- und Türfugen. Aber auch Mauerwerksfugen, Maueranschlüsse, Trockenbaufugen etc. können zu hohen Lüftungswärmeverlusten führen.

Ein Mindestluftwechsel ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig. Ebenfalls müssen CO₂ und Feuchtigkeit, die beim Prozess des

Ausatmens entstehen, abgeführt werden. Eine Lüftung ist auch nötig, um einer Schimmelbildung durch erhöhte Feuchtigkeit vorzubeugen und vermehrt austretende Schadstoffe aus modernen Baustoffen, Kunststoffen oder Belägen abzuführen.

Im untersuchten Gebäude erfolgt die Be- und Entlüftung überwiegend über die vorhandenen Fenster und Türen. In den Sanitärräumen/Duschen, der Turnhalle und Lagerflächen ist außerdem eine Lüftungsanlage installiert. Die Anlage verfügt über eine Wärmerückgewinnung.

2.6.4 Kältetechnik

Im Gebäude ist keine Kühlung vorhanden.

2.6.5 Beleuchtung

Das Gebäude wird mit verschiedenen Leuchtmitteln beleuchtet. Überwiegend befinden sich ein- bzw. mehrflammmige Leuchtentypen als Ein- und Anbauleuchte mit einer Leistung P_{Lampe} bis zu 58 W sowie mit

konventionellen/elektronischen/ Vorschaltsgeräten (KVG/EVG) im Gebäude.

Die Ermittlung der elektr. Leistung wurde über das Tabellenverfahren nach DIN V 18599-4 bestimmt. Mit Ermittlung der elektr. Leistung und der jährlichen Nutzungsdauer der bestehenden Beleuchtungsanlage wird der jährliche

Energieeinsatz pro Gebäude bzw. Beleuchtungszone bestimmt. Die Beleuchtungszone sind in Tabelle 2-15 aufgeführt.

Tabelle 2-15: Beleuchtungsbereiche im untersuchten Gebäude (Präsenzerfassung Pe)

Zone	Beleuchtungsbereich [m ²]					
	Glühlampe	KVG	EVG	Halogen	Energiesparlampe	LED
Verkehrsfläche (19)			198,34 (Pe)			
WC und Sanitärräume (16)		9,40	140,54 (Pe)		24,64	
Lager/Technik/Archiv (20)		144,43	72,32 (Pe)			
Nebenflächen (18)		58,87	310,98 (158,3 Pe)			
Turnhalle (31)		642,31				

2.6.6 Einstufung von Solarthermie & Photovoltaik

Nutzung einer Solaranlage für die Heizungs- und Warmwasserunterstützung

Die Installation einer Solaranlage zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung bringt eine zusätzliche Einsparung an fossiler Energie und dient einer Reduktion von Emissionen.

Bei der thermischen Nutzung von Sonnenenergie mittels Sonnenkollektoren, wird Sonnenlicht für die Erwärmung des Heiz- und Warmwasserbedarfs genutzt. Dieses kann zum Duschen, Händewaschen oder wenn ein Warmwasseranschluss an Geräten wie Geschirrspülmaschine und Waschmaschine vorhanden ist, für deren Reduktion des Energieverbrauches eingesetzt werden. Besonders sinnvoll ist die Kombination von Heizkessel und Warmwasserbereiter, wenn das Warmwasser im Sommer vollständig durch die Solaranlage geliefert und der Kessel abgeschaltet werden kann. Unter allgemein guten Bedingungen lassen sich mit einer solchen Anlage jährlich bis zu 50 bis 60% des

Warmwasserbedarfes decken. In den Übergangsmonaten, im Frühjahr und Herbst, kann die solare Heizungsunterstützung bis zu ca. 15 % an Heizenergie einsparen.

Als Kollektortypen stehen Flach-Kollektoren und Vakuum-Röhren-Kollektoren zur Auswahl. Die in den Kollektoren gewonnene Solarenergie wird über ein Wärmeträgermedium in einen bivalenten Warmwasserspeicher geleitet. Bivalent bedeutet, dass dieser Speicher von zwei Wärmequellen (Solarkollektor und Heizkessel) versorgt wird. Vorrangig ist dabei die Nutzung der Solarenergie. Reicht diese nicht aus, bringt der Heizkessel das Warmwasser auf das gewünschte Temperaturniveau.

Eine Nutzung von Solarthermie zur Warmwasserunterstützung wurde in den Ergebnissen nicht betrachtet

Nutzung von Solarstrom zur Eigenstromversorgung

Die regenerative Stromerzeugung ermöglicht eine erhebliche Reduktion der CO₂-Belastung der Umwelt. Unter Berücksichtigung der

Vorgaben nach dem aktuellen EEG 2021 sowie den steigenden Strompreisen, wird die Eigennutzung des eigen erzeugten Solarstroms unter wirtschaftlichen Aspekten attraktiver und sollte in die Überlegungen für die Bewirtschaftung eines Gebäudes mit einbezogen werden. Bedingt durch die stufenweise bzw. kontinuierliche Verminderung der Einspeisevergütung für die regenerative, bzw. solare Stromerzeugung wird die reine wirtschaftliche Betreibung einer Photovoltaikanlage zusehends schwieriger.

Für den wirtschaftlichen Betrieb einer Photovoltaikanlage wird als erster Schritt der Strombedarf für das Gebäude ermittelt. Dieses lässt sich durch eine elektrische Wirkleistungsmessung feststellen. Danach sollte ein möglichst hoher, aber realistischer, Eigennutzungsanteil des Solarstroms festgelegt werden. Um diese Vorgaben umzusetzen, muss gleichzeitig überprüft werden, ob die vorhandenen Dachflächen für die Installation der Paneele groß genug sind. Bei Schrägdächern ist eine geeignete Ausrichtung erforderlich. Flachdächer stellen bezüglich der Ausrichtung kein Problem dar. Sofern die vorgesehene Dachkonstruktion zusätzliche Lasten aufnehmen kann (Prüfung durch Statiker erforderlich) wird auf der vorgesehenen Dachfläche eine entsprechend große Photovoltaikanlage installiert. Die wirtschaftliche Größe der Anlage sollte durch eine Simulation, unter Berücksichtigung der Vorgaben nach dem aktuellen EEG 2021, ermittelt werden.

Eine Nutzung von Solarenergie durch eine Photovoltaikanlage ist möglich und wird in Abschnitt 3.2 detaillierter betrachtet. Insbesondere durch das große Flächenangebot des Parkplatzes kann ein signifikanter Deckungsgrad erwartet werden.

2.7 RANDBEDINGUNGEN ÖKONOMIE

Die wirtschaftliche Betrachtung der Sanierungsvarianten stellt einen wichtigen Bestandteil der

Untersuchung dar. Die dafür angesetzten Randbedingungen werden im Folgenden aufgeführt und erläutert.

Die Nutzungsdauer für Bauteile wurde nach dem Katalog des Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)¹³ bestimmt. Die Nutzungsdauer anlagentechnischer Bestandteile bezieht sich auf die VDI-Richtlinie 2067¹⁴.

Für die Berechnung der Amortisationszeit wird ein Betrachtungszeitraum von 50 Jahren angesetzt. Sie bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten. In die Bestimmung der Amortisationszeit werden Ersatzinvestitionen miteinbezogen, weshalb es sein kann, dass sich Maßnahmen nach Ablauf der Nutzungsdauer und einer anschließenden Reinvestition amortisieren. Die in den nächsten Jahren immer weiter steigende CO₂-Bepreisung wurde in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

Gemäß der Nutzerangaben wurden die dargestellten (brutto) Energiepreise je Energieträger angesetzt (

¹³ Zu finden unter <https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen/>

¹⁴ VDI 2067 (2010) Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

Tabelle 2-16). Die Tabelle beinhaltet zusätzliche Energieträger, die in den Sanierungsvarianten mit neuen Wärmeerzeugern vorgeschlagen werden.

Tabelle 2-17 zeigt die angesetzten Annahmen zur ökonomischen Betrachtung der Sanierungsvarianten. Die ökonomischen Betrachtungen beruhen auf einer dynamischen Amortisationsberechnung.

Tabelle 2-16: Bezugskosten der Energieträger und angenommene jährliche Preissteigerung

Bezeichnung	Einheit	Preis [€/Einheit]	jährl. Preissteigerung ¹⁵ [%]	CO ₂ -Emissionen [g/Einheit]
Erdgas (Gemis 4.2)	kWh	0,061	2,00	227,7
Strom-Mix (Gemis 4.2)	kWh	0,280	2,00	833,6

Tabelle 2-17: Annahmen zur Ökonomie

kalkulatorischer Zinssatz [%]	0,41
jährliche Preissteigerung [%]	2
Steuerersparnis durch Abschreibung berücksichtigt	nein

2.7.1 Preisermittlung

Die angesetzten Preise sind als Richtpreise zu verstehen und beruhen auf Kostenkennwerten, Erfahrungswerten sowie Angebotsanfragen vergleichbarer Sanierungsobjekte.¹⁶ Die Kostenkennwerte sind durch einen Regionalfaktor auf die Region der untersuchten Liegenschaft angepasst. Durch die hohe Individualität von Baumaßnahmen, unbekanntem Randbedingungen (wie z.B. der Beschaffenheit des Bodens) sowie Annahmen zur künftigen Preisentwicklung von Bauleistungen, können die tatsächlichen Investitionskosten abweichen.

Die angegebene Investitionssumme stellt die Gesamtkosten zum Zeitpunkt der Investition dar und umfasst keine Ersatzinvestitionen nach Ablauf der jeweiligen Nutzungsdauer. Ein Teil der Investitionssumme ist bei einigen Maßnahmen ggf. ohnehin im näheren Betrachtungszeitraum nötig (z.B. der Austausch eines alten Heizungskessels oder die Sanierung alter Fenster etc.). Die energetisch bedingten Mehrkosten geben dann die Kosten wieder, die zum Erreichen eines höheren energetischen Standards – als ohnehin rechtlich (z.B. durch das GEG) gefordert – notwendig sind.

¹⁵ Jährliche Preissteigerung, inflationsbereinigt

¹⁶ z.B. BKI-Tabellen 2019, Baukosten 2018 (23. Auflage), Baupreislexikon online (Juni 2021)
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

3 SANIERUNGSVARIANTEN

3.1 ÜBERSICHT SANIERUNGSVARIANTEN

Nachfolgend werden verschiedene Sanierungsvarianten und Kombinationen der Sanierungsvarianten (SV) aufgezeigt:

Dargestellte Sanierungsvarianten:

- ▶ SV 1: Dämmung Außenwände
- ▶ SV 2: Dach Austausch Dämmmaterial
- ▶ SV 3: Dämmung Fußboden
- ▶ SV 4: Fenstertausch
- ▶ SV 5: Wärmerückgewinnung Lüftungsanlage
- ▶ SV 6: LED-Beleuchtung
- ▶ SV 7: Photovoltaik
- ▶ Vorschlag

Anmerkung:

In allen Sanierungsvarianten wird versucht, eine möglichst hohe und wirtschaftlich vertretbare Energieeinsparung zu erzielen.

3.2 SV 1: DÄMMUNG AUßENWÄNDE

In dieser Sanierungsvariante wird die bestehende Außenwanddämmung erweitert, um die energetische Qualität der thermischen Hüllfläche zu verbessern.

Dabei wird die bestehende WDVS auf insgesamt 12 cm Dämmung mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,032 \frac{W}{m \cdot K}$ aufgestockt, um einen

Tabelle 3-1: Simulationsergebnisse der Sanierungsvariante¹⁷

neuen U-Wert von $0,2 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ zu erreichen. Hierdurch werden die BEG-Anforderungen erfüllt.

Die durch diese Maßnahme erzielte Energiekostensparnis führt nicht zu einer Amortisation innerhalb der erwarteten Lebensdauer.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführt

Sanierungsvariante	SV 1: Dämmung Außenwände	
Kenndaten	Wert	Einheit
Energetisch bedingte Mehrkosten	191.286	€
Energiekosten in der Ausgangssituation ¹⁸	28.192	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	27.154	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	1.038	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	3,7	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation ¹⁸	376.279	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	235,5	kWh/(m ² _{NGF} *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	357.696	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	223,8	kWh/(m ² _{NGF} *a)
jährliche Endenergieeinsparung	18.582	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	4,9	%
jährliche CO _{2e} -Emissionen in der Ausgangssituation ^{18 19}	92.789	kg/a
jährliche CO _{2e} -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante ¹⁹	88.747	kg/a
jährliche CO _{2e} -Vermeidung ¹⁹	4.042	kg/a
prozentuale jährliche CO _{2e} -Vermeidung ¹⁹	4,4	%
Nutzungsdauer	50	a
dynamische Amortisation	50	a

¹⁷ Alle Kostenangaben sind brutto. Die dynamische Amortisation bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten

¹⁸ Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile)

¹⁹ Emissionsfaktoren nach GEG

Sanierungsvariante

SV 1: Dämmung Außenwände

Kenndaten

Wert

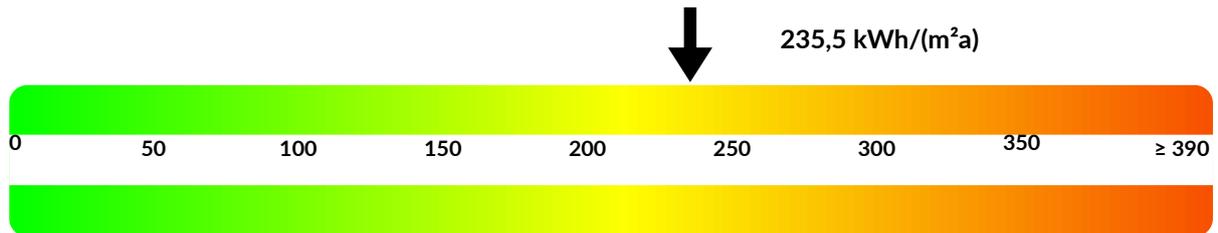
Einheit

Kosten/Nutzen-Faktor²⁰

0,21

€/kWh

Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



²⁰ (energetisch bedingte Kosten/Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

3.3 SV 2: DACH AUSTAUSCH DÄMMMATERIAL

In dieser Sanierungsvariante wird ein Austausch des Dämmmaterials in der Sandwichkonstruktion der gesamten Dachfläche vorgesehen, um den U-Wert des Bauteils weiter zu senken.

Durch den Einsatz von 19 cm Mineralwolle mit WLG 031 kann hierbei ein BEG-konformer U-Wert von $0,14 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ erreicht werden. Durch den

bereits guten energetischen Zustand des Daches sind die Einsparpotenziale dieser Maßnahme allerdings sehr begrenzt.

Die durch diese Maßnahme erzielte Energiekostensparnis führt daher nicht zu einer Amortisation innerhalb der erwarteten Lebensdauer.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden**. aufgeführt.

Tabelle 3-2: Simulationsergebnisse der Sanierungsvariante²¹

Sanierungsvariante	SV 2: Dach Austausch Dämmmaterial	
	Wert	Einheit
Energetisch bedingte Mehrkosten	203.104	€
Energiekosten in der Ausgangssituation ²²	28.192	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	27.857	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	336	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	1,2	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation ²²	376.279	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	235,5	kWh/(m ² _{NGF} *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	370.252	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	231,7	kWh/(m ² _{NGF} *a)
jährliche Endenergieeinsparung	6.027	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	1,6	%
jährliche CO _{2e} -Emissionen in der Ausgangssituation ^{22 23}	92.789	kg/a
jährliche CO _{2e} -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante ²³	91.480	kg/a
jährliche CO _{2e} -Vermeidung ²³	1.309	kg/a
prozentuale jährliche CO _{2e} -Vermeidung ²³	1,4	%

²¹ Alle Kostenangaben sind brutto. Die dynamische Amortisation bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten

²² Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile)

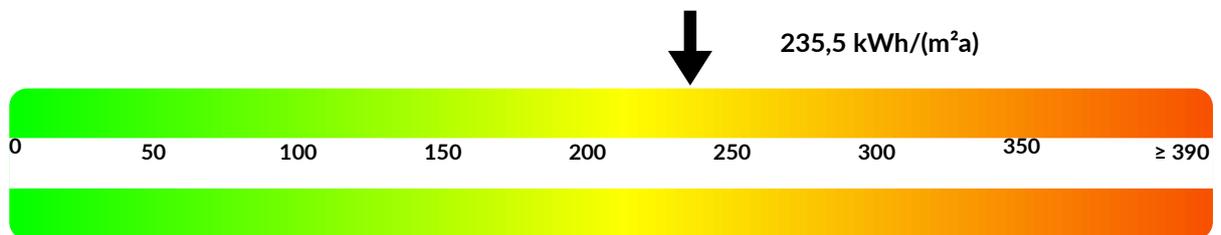
²³ Emissionsfaktoren nach GEG

Sanierungsvariante

SV 2: Dach Austausch Dämmmaterial

Kenndaten	Wert	Einheit
Nutzungsdauer	50	a
dynamische Amortisation	--	a
Kosten/Nutzen-Faktor ²⁴	0,67	€/kWh

Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



²⁴ (energetisch bedingte Kosten/Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

3.4 SV 3: DÄMMUNG FUßBODEN

In dieser Sanierungsvariante wird die Bodenplatte im gesamten Gebäude durch eine zusätzliche Trittschalldämmung ergänzt.

Für die Berechnung wird eine Zusatzdämmung von etwa 4,5 cm WLG 035 angesetzt, wodurch ein BEG-konformer U-Wert von $0,24 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ erreicht wird.

Die durch diese Maßnahme erzielte Energiekostensparnis führt nicht zu einer Amortisation innerhalb der erwarteten Lebensdauer.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden**. aufgeführt.

Tabelle 3-3: Simulationsergebnisse der Sanierungsvariante²⁵

Sanierungsvariante	SV 3: Dämmung Fußboden	
	Wert	Einheit
Kenndaten		
Energetisch bedingte Mehrkosten	149.333	€
Energiekosten in der Ausgangssituation ²⁶	28.192	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	27.930	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	263	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	0,9	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation ²⁶	376.279	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	235,5	kWh/(m ² _{NGF} *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	371.570	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	232,5	kWh/(m ² _{NGF} *a)
jährliche Endenergieeinsparung	4.709	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	1,3	%
jährliche CO _{2e} -Emissionen in der Ausgangssituation ^{26 27}	92.789	kg/a
jährliche CO _{2e} -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante ²⁷	91.766	kg/a
jährliche CO _{2e} -Vermeidung ²⁷	1.023	kg/a
prozentuale jährliche CO _{2e} -Vermeidung ²⁷	1,1	%
Nutzungsdauer	50	a
dynamische Amortisation	--	a

²⁵ Alle Kostenangaben sind brutto. Die dynamische Amortisation bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten

²⁶ Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile)

²⁷ Emissionsfaktoren nach GEG

Sanierungsvariante

SV 3: Dämmung Fußboden

Kenndaten

Wert

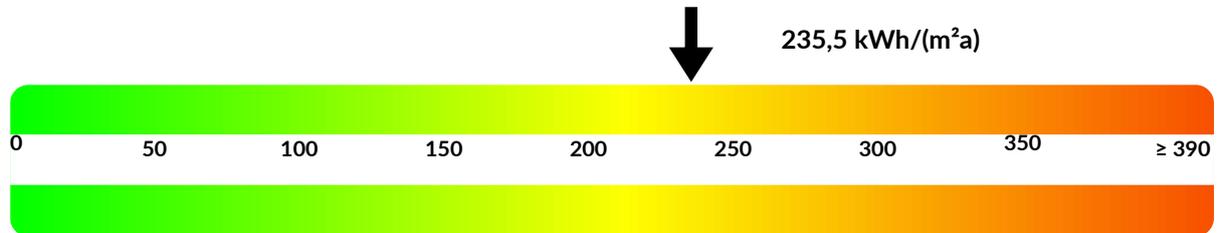
Einheit

Kosten/Nutzen-Faktor²⁸

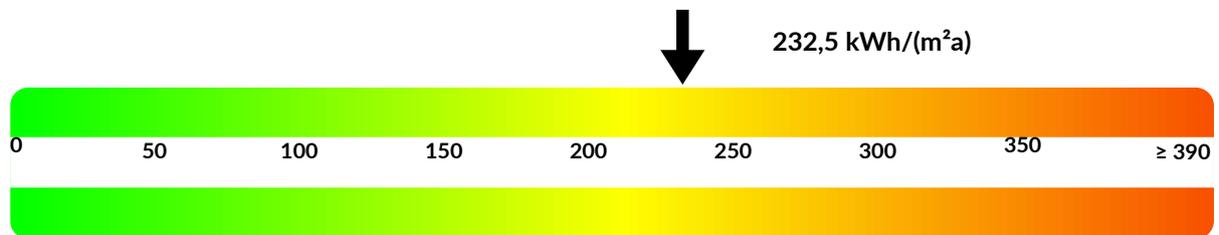
0,63

€/kWh

Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



²⁸ (energetisch bedingte Kosten/Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

3.5 SV 4: FENSTERTAUSCH

In dieser Sanierungsvariante werden die Lichtbänder in dem Dach der Turnhalle sowie alle weiteren Fenster im restlichen Gebäude ausgetauscht.

Der neue U-Wert beträgt $0,9 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ für die Fenster und $1,5 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ für die Lichtbänder.

Tabelle 3-4: Simulationsergebnisse der Sanierungsvariante²⁹

Sanierungsvariante	SV 4: Fenstertausch	
	Wert	Einheit
Energetisch bedingte Mehrkosten	68.578	€
Energiekosten in der Ausgangssituation ³⁰	28.192	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	27.164	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	1.028	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	3,6	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation ³⁰	376.279	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	235,5	kWh/(m ² _{NGF} *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	357.762	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	223,9	kWh/(m ² _{NGF} *a)
jährliche Endenergieeinsparung	18.517	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	4,9	%
jährliche CO _{2e} -Emissionen in der Ausgangssituation ^{30 31}	92.789	kg/a
jährliche CO _{2e} -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante ³¹	88.772	kg/a
jährliche CO _{2e} -Vermeidung ³¹	4.017	kg/a
prozentuale jährliche CO _{2e} -Vermeidung ³¹	4,3	%
Nutzungsdauer	40	a
dynamische Amortisation	30	a
Kosten/Nutzen-Faktor ³²	0,09	€/kWh

Die durch diese Maßnahme erzielte Energiekostensparnis führt zu einer Amortisation innerhalb von 30 Jahren.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation sind in Tabelle 3-4 aufgeführt.

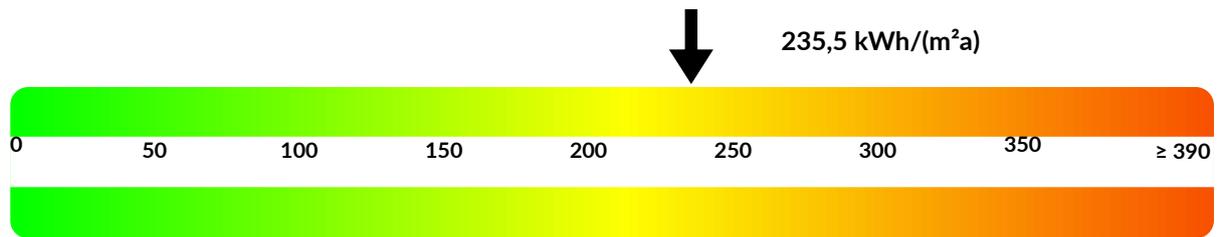
²⁹ Alle Kostangaben sind brutto. Die dynamische Amortisation bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten

³⁰ Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile)

³¹ Emissionsfaktoren nach GEG

³² (energetisch bedingte Kosten/Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung

Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



3.6 SV 5: WÄRMERÜCKGEWINNUNG LÜFTUNGSANLAGE

Diese Sanierungsvariante sieht eine Erneuerung der vorhandenen Wärmerückgewinnung in der Lüftungsanlage vor. Durch den Einbau eines Plattenwärmeübertragers kann der Temperaturänderungsgrad von 0,5 auf 0,73 verbessert werden. Hierdurch verringert sich der Endenergiebedarf. Da im Bestand bereits eine

Wärmerückgewinnung vorhanden ist, sind die zu erwartenden Energiekosteneinsparungen allerdings gering.

Die durch diese Maßnahme erzielte Energiekostensparnis führt daher nicht zu einer Amortisation innerhalb der erwarteten Lebensdauer.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation sind in Tabelle 3-5 aufgeführt.

Tabelle 3-5: Simulationsergebnisse der Sanierungsvariante³³

Sanierungsvariante	SV 5: Wärmerückgewinnung Lüftungsanlage	
	Wert	Einheit
<i>Energetisch bedingte Mehrkosten</i>	65.450	€
<i>Energiekosten in der Ausgangssituation³⁴</i>	28.192	€/a
<i>Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante</i>	28.005	€/a
<i>Energiekostensparnis im ersten Jahr</i>	187	€/a
<i>prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr</i>	0,7	%
<i>Endenergiebedarf in der Ausgangssituation³⁴</i>	376.279	kWh/a
<i>spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation</i>	235,5	kWh/(m ² _{NGF} *a)
<i>Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante</i>	372.938	kWh/a
<i>spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante</i>	233,4	kWh/(m ² _{NGF} *a)
<i>jährliche Endenergieeinsparung</i>	3.340	kWh/a
<i>prozentuale jährliche Endenergieeinsparung</i>	0,9	%
<i>jährliche CO_{2e}-Emissionen in der Ausgangssituation^{34 35}</i>	92.789	kg/a
<i>jährliche CO_{2e}-Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante³⁵</i>	92.062	kg/a
<i>jährliche CO_{2e}-Vermeidung³⁵</i>	727	kg/a
<i>prozentuale jährliche CO_{2e}-Vermeidung³⁵</i>	0,8	%

³³ Alle Kostenangaben sind brutto. Die dynamische Amortisation bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten

³⁴ Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile)

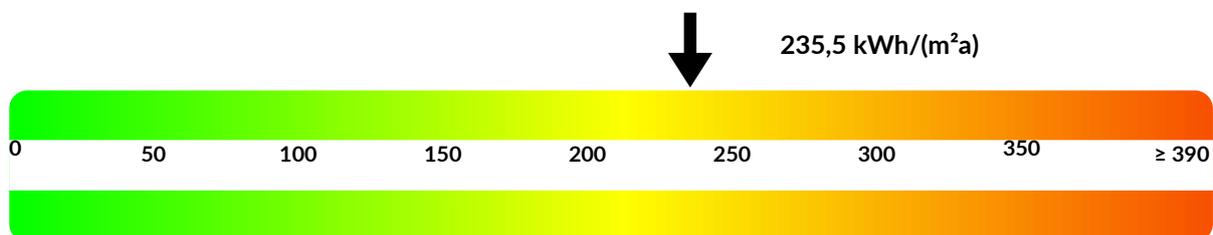
³⁵ Emissionsfaktoren nach GEG

Sanierungsvariante

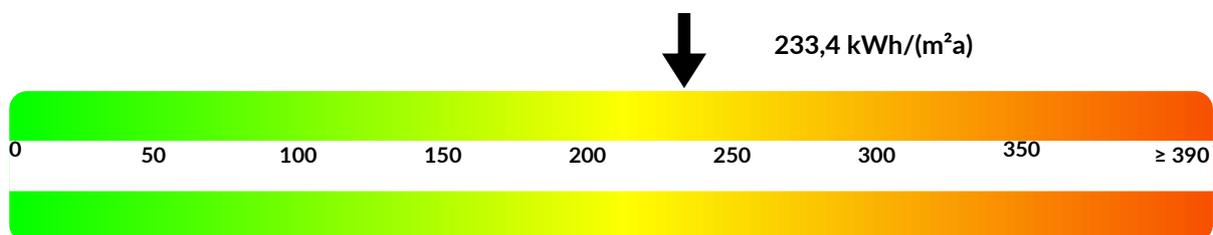
SV 5: Wärmerückgewinnung Lüftungsanlage

Kenndaten	Wert	Einheit
Nutzungsdauer	30	a
dynamische Amortisation	--	a
Kosten/Nutzen-Faktor ³⁶	0,65	€/kWh

Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



³⁶ (energetisch bedingte Kosten/Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

3.7 SV 6: LED-BELEUCHTUNG

In dieser Variante wird die Umrüstung der Beleuchtung auf LED betrachtet. Im Gebäude sind zurzeit überwiegend Leuchtstofflampen (58W) und Kompaktleuchtstofflampen (18W) mit KVG und EVG verbaut. Die alten Leuchtmittel werden demontiert und durch neue, effiziente LED-Leuchtmittel ersetzt. In allen Zonen wird der Einbau einer Präsenzmeldung angesetzt.

Durch die Effizienzsteigerung der Beleuchtung wird ein geringerer Anteil der Endenergie in Form von Wärme freigesetzt, wodurch der

Tabelle 3-6: Simulationsergebnisse der Sanierungsvariante³⁷

Sanierungsvariante	SV 6: LED Beleuchtung	
	Wert	Einheit
Kenndaten		
Energetisch bedingte Mehrkosten	53.692	€
Energiekosten in der Ausgangssituation ³⁸	28.192	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante	24.972	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr	3.220	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr	11,4	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation ³⁸	376.279	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf in der Ausgangssituation	235,5	kWh/(m ² _{NGF} *a)
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	373.918	kWh/a
spezifischer Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante	234,0	kWh/(m ² _{NGF} *a)
jährliche Endenergieeinsparung	2.361	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung	0,6	%
jährliche CO _{2e} -Emissionen in der Ausgangssituation ^{38 39}	92.789	kg/a
jährliche CO _{2e} -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante ³⁹	87.556	kg/a
jährliche CO _{2e} -Vermeidung ³⁹	5.233	kg/a
prozentuale jährliche CO _{2e} -Vermeidung ³⁹	5,6	%
Nutzungsdauer	10	a

thermische Energiebedarf steigt. Durch den höheren Strompreis im Vergleich zu den Kosten für die Wärmeerzeugung führt diese Maßnahme trotz des höheren Endenergiebedarfs zu einer Energiekostensparnis.

Diese Energiekostensparnis führt zu einer Amortisation der Maßnahme innerhalb von 13 Jahren.

Für die Umrüstung der Beleuchtung zur LED-Beleuchtung wird eine Fachplanung empfohlen.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation sind in Tabelle 3-6 aufgeführt.

³⁷ Alle Kostenangaben sind brutto. Die dynamische Amortisation bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten

³⁸ Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile)

³⁹ Emissionsfaktoren nach GEG

Sanierungsvariante

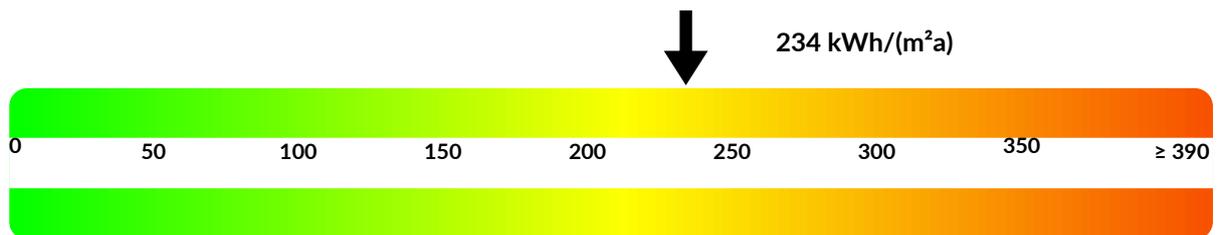
SV 6: LED Beleuchtung

Kenndaten	Wert	Einheit
dynamische Amortisation	29	a
Kosten/Nutzen-Faktor ⁴⁰	2,27	€/kWh

Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Ist-Variante auf der Farbskala



Einstufung des spez. Endenergiebedarfs der Sanierungsvariante auf der Farbskala



⁴⁰ (energetisch bedingte Kosten/Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

3.8 SV 7: PHOTOVOLTAIK

Zur Stromerzeugung wird in dieser Maßnahme eine Photovoltaik-Anlage aus monokristallinem Silizium installiert. In der Simulation beträgt die Kollektorfläche 150,5 m² womit sich eine Peakleistung von 29,98 kWp ergibt. Für den wirtschaftlichen Betrieb einer Photovoltaikanlage ist ein hoher Eigenverbrauch des Solarstroms ausschlaggebend. Für die Anlage ergibt sich voraussichtlich ein Eigennutzungsanteil von ca. 46,2 %, bezogen auf den berechneten Strombedarf. Die Einspeisevergütung gemäß EEG (Vergütung entsprechend März 2021) wurde in der Wirtschaftlichkeitsberechnung mitberücksichtigt.

Gemäß GEG werden Einsparungen der PV-Anlage lediglich bei der Primärenergie und den

CO₂-Emissionen gutgeschrieben. Außerdem wird im Rahmen der Bedarfsbetrachtung nur der Gebäudestrom berücksichtigt. Der Nutzerstrom, welcher anteilig ebenfalls durch die PV-Anlage gedeckt werden kann, lässt sich nicht abbilden. Um eine Anlage zu untersuchen, welche dem realen Bedarf näherkommt, wurde die Berechnung der PV-Anlage abweichend vom GEG durchgeführt. Dazu gehört die Verringerung des Strombezugs aus dem Netz und die damit zusammenhängende Amortisationszeit. Diese beläuft sich auf 11 Jahre.

Für die Berechnung genauer Kennzahlen ist eine Fachplanung erforderlich. Die Tragfähigkeit des Daches muss vorher durch einen Sachverständigen geprüft werden.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation sind in Tabelle 3-7 aufgeführt.

Tabelle 3-7: Simulationsergebnisse der Sanierungsvariante⁴¹

Sanierungsvariante	SV 7: Photovoltaik	
	Wert	Einheit
Kenndaten		
Energetisch bedingte Mehrkosten	40.572	€
Energiekosten in der Ausgangssituation ⁴²	28.192	€/a
Energiekosten in der Ausgangssituation inkl. Nutzerstrom ⁴³	28.192	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante ⁴³	24.832	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr ⁴³	3.361	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr ⁴³	11,9	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation ⁴²	376.279	kWh/a
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation inkl. Nutzerstrom ⁴³	376.279	kWh/a
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante ⁴³	363.513	kWh/a
jährliche Endenergieeinsparung ⁴³	12.765	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung ⁴³	3,4	%

⁴¹ Alle Kostenangaben sind brutto. Die dynamische Amortisation bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten

⁴² Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile)

⁴³ bezogen auf den errechneten Energiebedarf des Gebäudes plus dem aus den Verbrauchsdaten abgeschätzten Nutzerstrom

Sanierungsvariante**SV 7: Photovoltaik**

Kenndaten	Wert	Einheit
jährliche CO _{2e} -Emissionen in der Ausgangssituation inkl. Nutzerstrom ^{43 44}	92.789	kg/a
jährliche CO _{2e} -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante ^{43 44}	79.655	kg/a
jährliche CO _{2e} -Vermeidung ^{43 44}	13.134	kg/a
prozentuale jährliche CO _{2e} -Vermeidung ^{43 44}	14,2	%
Nutzungsdauer	20	a
dynamische Amortisation ⁴³	10	a
Kosten/Nutzen-Faktor ^{43 45}	0,16	€/kWh

Gemäß GEG wird die PV-Anlage lediglich bei der Primärenergie und den CO₂-Emissionen gutgeschrieben. Außerdem wird im Rahmen der Bedarfsbetrachtung nur der Gebäudestrom berücksichtigt. Nutzerstrom, welcher anteilig ebenfalls durch die PV-Anlage gedeckt werden kann, lässt sich nicht abbilden. Um eine Anlage zu untersuchen, welche dem realen Bedarf näherkommt, wird nachfolgend abweichend vom GEG eine eigene Abschätzung der PV-Anlage gemacht. Dazu gehört die Verringerung des Strombezugs aus dem Netz und die damit zusammenhängende Amortisationszeit.

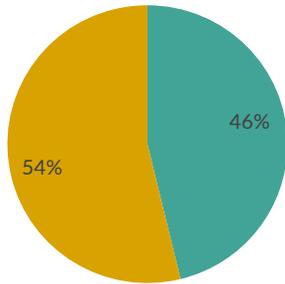
Energetisch bedingte Mehrkosten	40.572	€
Jährlicher Strombedarf (Gebäude & Nutzer)	76.050	kWh/a
Jahresertrag	25.571	kWh/a
Eigenverbrauch	11.814	kWh/a
Einspeisung	13.757	kWh/a
CO ₂ -Reduktion durch verringerten Netzbezug	6.616	kg/a
CO ₂ -Reduktion durch Verdrängung im Netz	7.704	kg/a

⁴⁴ Emissionsfaktoren nach GEG

⁴⁵ (energetisch bedingte Kosten/Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

Eigenverbrauch und Einspeisung

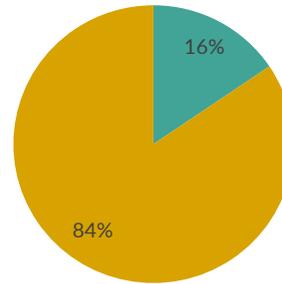
PV Ertrag: 25570,503 kWh/a



■ Eigenversorgung ■ Einspeisung

Autarkiegrad

Strombedarf: 76050 kWh/a



■ Eigenversorgung ■ Netzdeckung

3.9 VORSCHLAG

In dieser Vorschlagsvariante werden die Sanierungsmaßnahmen SV 7 (LED) und SV 8 (PV) kombiniert. Aufgrund des jungen Alters der Halle ist der Kosten-Nutzen-Faktor für andere Maßnahmen momentan nicht gut genug, um Tabelle 3-8 aufgeführt.

andere Sanierungsmöglichkeiten empfehlen zu können. Zusammen führt die Umsetzung beider Maßnahmen zu einer Amortisationszeit von 17 Jahren.

Die Berechnungsergebnisse der Simulation sind in

Tabelle 3-8: Simulationsergebnisse der Sanierungsvariante⁴⁶

Sanierungsvariante	Vorschlag	
	Wert	Einheit
Kenndaten		
Energetisch bedingte Mehrkosten	94.264	€
Energiekosten in der Ausgangssituation ⁴⁷	28.192	€/a
Energiekosten in der Ausgangssituation inkl. Nutzerstrom ⁴⁸	28.192	€/a
Energiekosten im ersten Jahr nach Umsetzung der Sanierungsvariante ⁴⁸	21.764	€/a
Energiekostensparnis im ersten Jahr ⁴⁸	6.428	€/a
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr ⁴⁸	22,8	%
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation ⁴⁷	376.279	kWh/a
Endenergiebedarf in der Ausgangssituation inkl. Nutzerstrom ⁴⁸	376.279	kWh/a
Endenergiebedarf nach Umsetzung der Sanierungsvariante ⁴⁸	363.891	kWh/a
jährliche Endenergieeinsparung ⁴⁸	12.388	kWh/a
prozentuale jährliche Endenergieeinsparung ⁴⁸	3,3	%
jährliche CO _{2e} -Emissionen in der Ausgangssituation inkl. Nutzerstrom ^{48 49}	92.789	kg/a
jährliche CO _{2e} -Emissionen nach Umsetzung der Sanierungsvariante ^{48 49}	79.753	kg/a
jährliche CO _{2e} -Vermeidung ^{48 49}	13.036	kg/a
prozentuale jährliche CO _{2e} -Vermeidung ^{48 49}	14,0	%
Nutzungsdauer	20	a
dynamische Amortisation ⁴⁸	17	a

⁴⁶ Alle Kostenangaben sind brutto. Die dynamische Amortisation bezieht sich auf die energetisch bedingten Mehrkosten

⁴⁷ Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile)

⁴⁸ bezogen auf den errechneten Energiebedarf des Gebäudes plus dem aus den Verbrauchsdaten abgeschätzten Nutzerstrom

⁴⁹ Emissionsfaktoren nach GEG

Sanierungsvariante

Vorschlag

Kenndaten

Wert

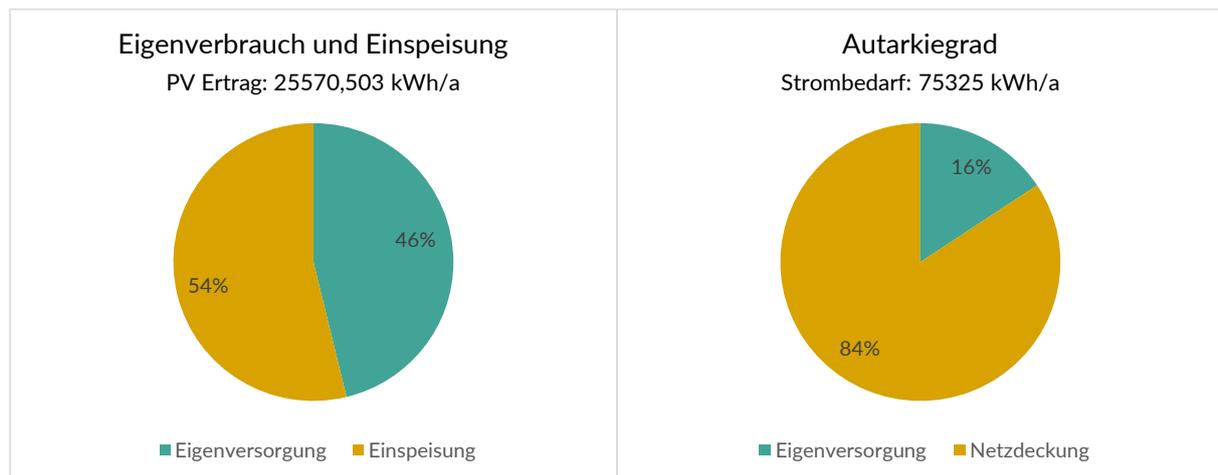
Einheit

Kosten/Nutzen-Faktor^{48 50}

0,38 €/kWh

Gemäß GEG wird die PV-Anlage lediglich bei der Primärenergie und den CO₂-Emissionen gutgeschrieben. Außerdem wird im Rahmen der Bedarfsbetrachtung nur der Gebäudestrom berücksichtigt. Nutzerstrom, welcher anteilig ebenfalls durch die PV-Anlage gedeckt werden kann, lässt sich nicht abbilden. Um eine Anlage zu untersuchen, welche dem realen Bedarf näherkommt, wird nachfolgend abweichend vom GEG eine eigene Abschätzung der PV-Anlage gemacht. Dazu gehört die Verringerung des Strombezugs aus dem Netz und die damit zusammenhängende Amortisationszeit.

Energetisch bedingte Mehrkosten	94.264 €
Jährlicher Strombedarf (Gebäude & Nutzer)	75.325 kWh/a
Jahresertrag	25.571 kWh/a
Eigenverbrauch	11.814 kWh/a
Einspeisung	13.757 kWh/a
CO ₂ -Reduktion durch verringerten Netzbezug	6.616 kg/a
CO ₂ -Reduktion durch Verdrängung im Netz	7.704 kg/a



⁵⁰ (energetisch bedingte Kosten/Nutzungsdauer) / Endenergieeinsparung
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

4 FAZIT

Für die Sporthalle Dassow wird die **Sanierungsvariante SV10: Vorschlag** (Kombination aus einer Umrüstung auf LED-Leuchtmittel und einer Photovoltaik-Anlage mit einer Peak-Leistung von 30 kWp) empfohlen. Für die Maßnahmen sind Investitionen (Gesamtkosten) von ca. 94.264 € brutto erforderlich, wodurch jährlich etwa 6.203 € (13,3 %) an Energiekosten eingespart werden können.

Außerdem führt die Umsetzung zu jährlichen CO₂-Einsparungen von etwa 13.378 kg/a (ca. 10,3 %) und senkt den Primärenergiebedarf jährlich um ungefähr 34.479 kWh/a (6,6 %) auf 484.330 kWh/a.

Die wichtigsten Kennzahlen sind für den Ausgangsfall sowie für die wesentlichen Sanierungsmaßnahmen in Abbildung 4-1 bis Abbildung 4-4 dargestellt.

Abbildung 4-1: Investitionskosten der untersuchten Sanierungsvarianten

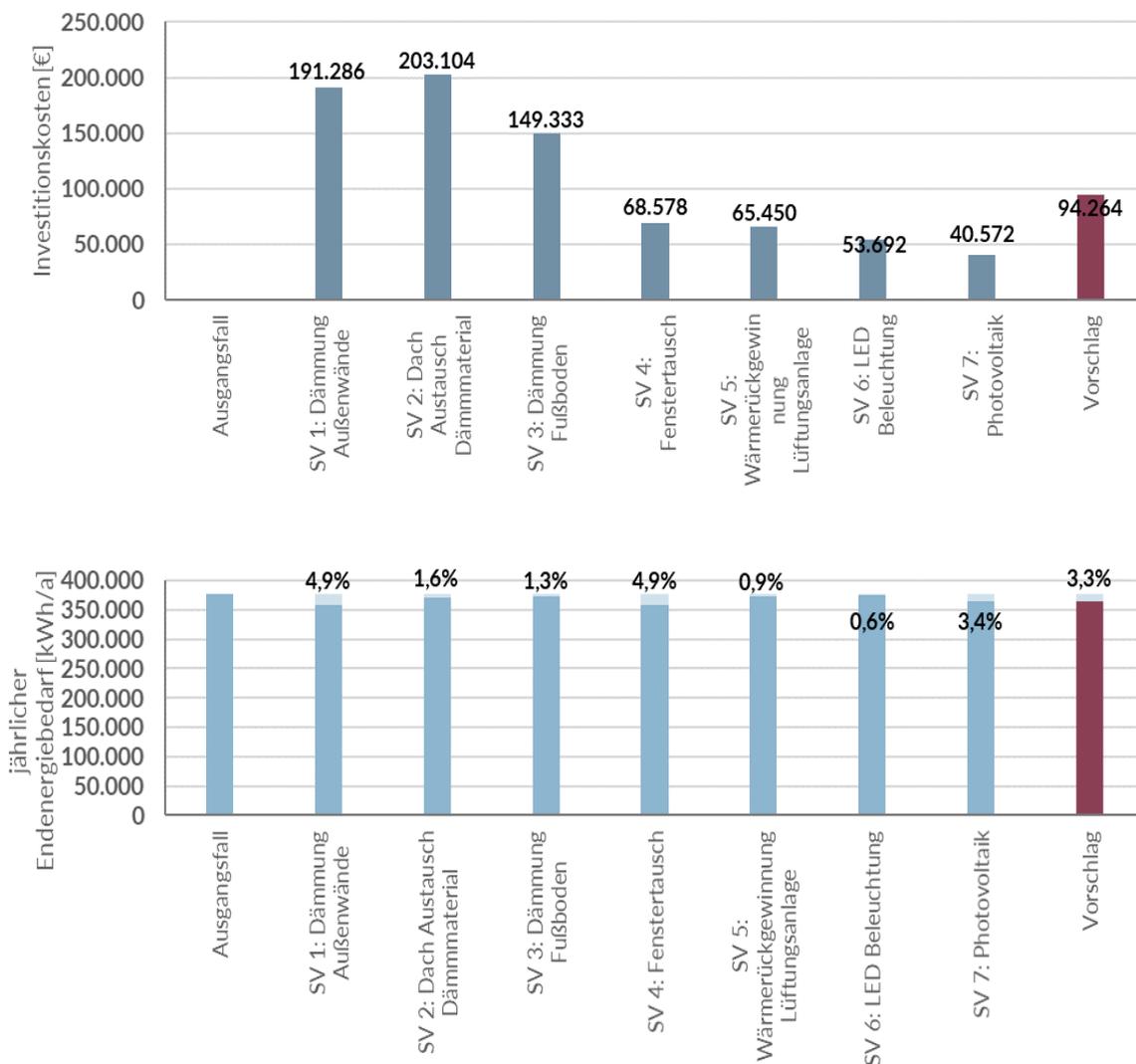


Abbildung 4-2: Jährlicher Endenergiebedarf im Ist-Zustand und nach Umsetzung der Sanierungsvarianten sowie prozentuale jährliche Einsparung an Endenergie

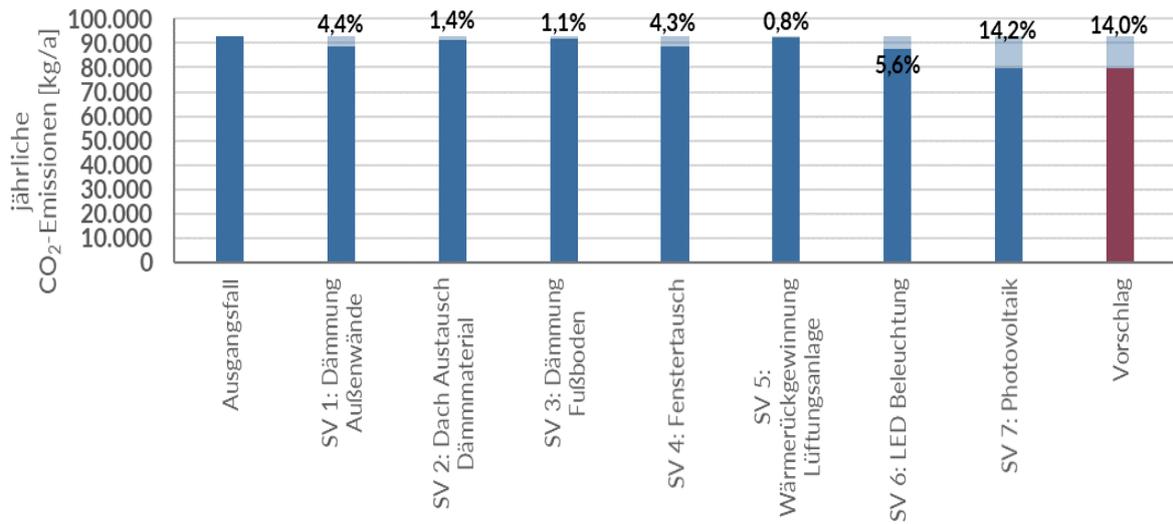


Abbildung 4-3: Jährliche CO₂-Emissionen im Ist-Zustand und nach Umsetzung der Sanierungsvarianten sowie prozentuale jährliche Einsparung an CO₂-Emissionen

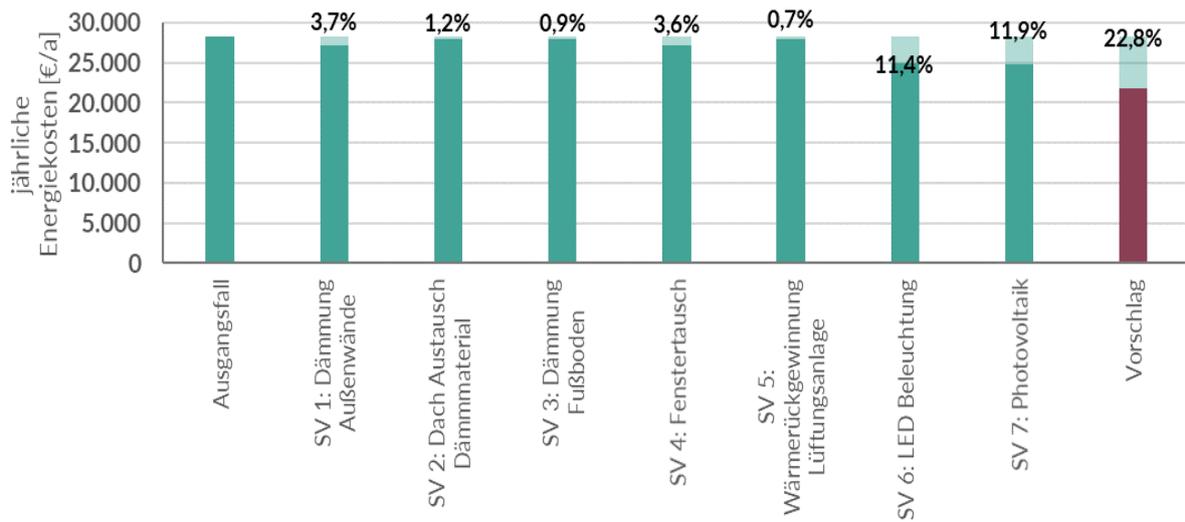


Abbildung 4-4: Jährliche Energiekosten im Ist-Zustand und nach Umsetzung der Sanierungsvarianten sowie prozentuale jährliche Energiekosteneinsparungen

5 FÖRDERMITTEL

Im Folgenden wird eine Übersicht über in Frage kommende Fördermittel gegeben. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Die Kombination verschiedener Fördermittel ist im Einzelfall zu prüfen. Ist geplant Landes- und Bundesmittel zu kumulieren, sollte sich frühzeitig an den Projektträger Jülich und die zuständige Ansprechperson auf Landesebene gewendet werden.

5.1 BUNDESFÖRDERUNG FÜR EFFIZIENTE GEBÄUDE (BEG)

Die Bundesförderung für Effiziente Gebäude (BEG) stellt seit 2021 die energetische Gebäudeförderung des Bundes dar und löst damit Programme wie das CO₂-Gebäudesanierungsprogramm (Programme Energieeffizient Bauen und Sanieren), das Programm zur Heizungsoptimierung (HZO), das Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) und das Marktanreizprogramm zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (MAP) ab.

Die BEG gliedert sich in drei Teilbereiche:

- ▶ Einzelmaßnahmen (BEG EM)
- ▶ Wohngebäude (BEG WG)
- ▶ Nichtwohngebäude (BEG NWG)

Antragsberechtigt sind:

- ▶ Privatpersonen und Wohnungseigentümergeinschaften
- ▶ freiberuflich Tätige
- ▶ Kommunale Gebietskörperschaften, kommunale Gemeinde- & Zweckverbände, rechtlich unselbständige Eigenbetriebe von kommunalen Gebietskörperschaften, sofern diese zu Zwecken der Daseinsvorsorge handeln
- ▶ Körperschaften & Anstalten des öffentlichen Rechts (z.B. Kammern oder Verbände)
- ▶ gemeinnützige Organisationen (einschließlich Kirchen)
- ▶ Unternehmen (einschließlich Einzelunternehmer & kommunale Unternehmen)

- ▶ sonstige juristische Personen des Privatrechts (einschließlich Wohnungsbaugenossenschaften)

Die Antragsberechtigung gilt für Eigentümer, Pächter oder Mieter des Grundstücks, Grundstücksteils, Gebäudes oder Gebäudeteils, auf oder in dem die Maßnahme umgesetzt werden soll, sowie für Contractoren.

5.1.1 BEG Einzelmaßnahmen (EM)

Die BEG EM ist im Januar 2021 in der Zuschussvariante beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gestartet, die BEG EM in der Kreditvariante erfolgt durch die KfW seit dem 1. Juli 2021.

Bei der Antragstellung für Einzelmaßnahme an der Gebäudehülle und Anlagentechnik (außer Heizung) müssen Energie-Effizienzexperten (EEE) eingebunden werden. Die Antragstellung ohne Einbindung eines EEE ist nur für Anlagen zur Wärmeerzeugung (Heizungstechnik) und Heizungsoptimierung möglich.

Die Förderquoten sind in Tabelle 5-1 aufgeführt. Bei der Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP), ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5% möglich.

Das förderfähige Mindestinvestitionsvolumen liegt in der Regel bei 2.000 € (brutto). Für Maßnahmen der Heizungsoptimierung beträgt das förderfähige Mindestinvestitionsvolumen 300 € (brutto). Die förderfähigen Ausgaben für energetische Sanierungsmaßnahmen sind für Nichtwohngebäude gedeckelt auf 1.000 €/m²(NGF) und insgesamt auf maximal 15 Mio. €. Für Wohngebäude sind die förderfähigen Ausgaben für energetische Sanierungsmaßnahmen auf 60.000 € pro Wohneinheit gedeckelt.

Für die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen ist zusätzlich eine Förderung von 50% der förderfähigen Ausgaben möglich. Die förderfähigen Ausgaben sind hier gedeckelt auf

5 €/m²_(NGF) und insgesamt auf maximal 20.000 € pro Zuwendungsbescheid.

Die BEG EM kann grundsätzlich mit anderen Fördermitteln kumuliert werden (Ausnahme

EEG-Förderung, KfW-Förderungen). Dabei darf jedoch maximal eine Förderquote von 60% erreicht werden, andernfalls wird die Förderung entsprechend gekürzt.

Tabelle 5-1: Übersicht der Förderquoten von Einzelmaßnahmen der BEG

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz
Gebäudehülle	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	20%
Anlagentechnik	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen, WG: Einbau „Efficiency Smart Home“ NWG: Einbau Mess-, Steuer-, Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	20%
Heizungsanlagen	Gas-Brennwertheizungen „Renewable Ready“	20%
	Gas-Hybridanlagen	30% ⁵¹
	Solarthermieanlagen	30%
	Wärmepumpe; Biomasseanlagen; innovative Heizanlagen auf EE-Basis; EE-Hybridheizungen	35% ⁵¹
	Anschluss an Gebäude-/Wärmenetz	
	Min. 25% EE Min. 55% EE	30% ⁵¹ 35% ⁵¹
Heizungsoptimierung	Hydraulischer Abgleich; Austausch heizungspumpen, Anpassung Temperaturen/Pumpenleistungen; Optimierung Wärmepumpe; Dämmung Rohrleitungen	20%

5.1.2 BEG Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Mit der BEG WG bzw. NWG werden der Neubau oder die Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG) zu Effizienzgebäuden gefördert. Die BEG NWG und BEG WG (Zuschuss- und Kreditvariante) erfolgen durch die KfW ab 1. Juli 2021. Ab 2023 erfolgt die Förderung in jedem Fördertatbestand wahlweise als direkter Investitionszuschuss des BAFA oder als zinsverbilligter Förderkredit mit

Tilgungszuschuss der KfW. Für kommunale Gebietskörperschaften sowie Gemeinde- und Zweckverbände orientiert sich der Zinssatz beim Kredit an der Kapitalmarktentwicklung. Für alle übrigen Antragsteller hängt der Zinssatz von Ihrer Bonität ab.

Grundsätzlich darf mit dem Vorhaben (Neubau oder Sanierung) erst nach der Beantragung der Förderung gestartet werden. Die Sanierung von Gebäuden kann gefördert werden, wenn diese mindestens 5 Jahre alt sind, das heißt der

⁵¹ Wird eine mit Öl betriebene Heizungsanlage ausgetauscht erhöht sich die Förderung um 10%.
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

Bauantrag oder die Bauanzeige mindestens 5 Jahre zurückliegt.

Die folgenden Ausführungen sowie die Übersicht der möglichen (Tilgungs-)zuschüsse in Tabelle 5-2 beziehen sich auf die Förderung für Nichtwohngebäude (NWG).

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten beträgt für NWG 2.000 €/m²_{NGF} und insgesamt maximal 30 Millionen Euro.

Für die Fachplanung und Baubegleitung der Maßnahmen ist zusätzlich eine Förderung von 50% der förderfähigen Ausgaben möglich. Die förderfähigen Ausgaben sind gedeckelt auf 10 €/m²_(NGF) und insgesamt auf maximal 40.000 € pro Zusage und Kalenderjahr.

Die Höhe des (Tilgungs-)zuschusses steigt, wenn zusätzlich die Erneuerbare-Energien-Klasse (EE-Klasse) oder die Nachhaltigkeitsklasse erreicht wird. Zum Erreichen der EE-Klasse muss die neu eingebaute Heizungsanlage auf Basis erneuerbarer Energien mindestens 55% des Energiebedarfs des Gebäudes decken.⁵² Für die Nachhaltigkeitsklasse muss ein Nachhaltigkeitszertifikat ausgestellt werden. Auch die Nachhaltigkeitszertifizierung kann mit 50% durch einen (Tilgungs-)zuschuss gefördert werden, wenn eine Effizienzhaus-Stufe mit Nachhaltigkeits-Klasse erreicht wird. Für diesen (Tilgungs-)zuschuss gelten die gleichen Höchstbeträge wie für die Fach- und Baubegleitung.

Tabelle 5-2: (Tilgungs-)zuschüsse im Rahmen der BEG NWG für den Neubau oder die Sanierung von Effizienzgebäuden. Die jeweils höheren Förderquoten können mit Einhaltung der EE-Klasse oder der Nachhaltigkeitsklasse erreicht werden.

Effizienzgebäude	(Tilgungs-)zuschuss	
	Neubau	Sanierung
Effizienzgebäude 40	20% / 22,5%	45% / 50%
Effizienzgebäude 55	15% / 17,5%	40% / 45%
Effizienzgebäude 70	--	35% / 40%
Effizienzgebäude 100	--	27,5% / 32,5%
Effizienzgebäude Denkmal	--	25% / 30%

5.2 DIE KOMMUNALRICHTLINIE

Seit 2008 profitieren Kommunen von den in der „Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative“ (Kommunalrichtlinie) festgelegten Fördermöglichkeiten der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums.

Unterschieden werden strategische und investive Förderschwerpunkte. In Tabelle 5-3 wird ein Überblick über die Förderschwerpunkte und die grundsätzlichen Förderquoten für Kommunen, Kitas, Schulen, Jugendeinrichtungen, Hochschulen und Religionsgemeinschaften gegeben.⁵³

Finanzschwache Kommunen können eine vom Fördergegenstand abhängige um 5% bis 25% erhöhte Förderquote erhalten. Kitas, Schulen,

⁵² Bei der Sanierung zum Effizienzgebäude muss die neue Heizungsanlage Bestandteil der Sanierung sein, um die Förderung zu erhalten.

⁵³ Details zu Förderungen von externen Dienstleistern zur Fokusberatung, Netzwerkmanagern, Sportvereinen, kulturellen Einrichtungen, Werkstätten für Menschen mit Behinderung, Beratungsbericht Sporthalle Dassow

Aufgabenträger des öffentlichen Nahverkehrs, Unternehmen mit kommunalen Entsorgungsauftrag und öffentlich-rechtlich organisierten Wasserwirtschaftsverbänden sind nicht aufgeführt. Sie können der Kommunalrichtlinie entnommen werden.

Jugendwerkstätten, Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe sowie Sportstätten erhalten in einigen investiven Förderschwerpunkten eine um 5% erhöhte Förderquote. Die Förderquote für Antragsstellende aus Braunkohlerevieren ist in allen Förderschwerpunkten um 15% erhöht.

Vom 1. August 2020 bis zum 31. Dezember 2021 werden im Zuge des Corona-Konjunkturpakets der Bundesregierung außerdem alle Förderquoten in der Richtlinie um jeweils 10% angehoben. Damit sind in diesem Zeitraum Zuschüsse bis zu 100% der Gesamtinvestition möglich.

Anträge können für alle Förderschwerpunkte ganzjährig eingereicht werden. Nach Einreichen des Antrags erhält der Antragsteller eine Eingangsbestätigung. Wenn der Antrag den Zuwendungsbedingungen entspricht und alle Fragen geklärt sind, erlässt der vom Bundesumweltministerium beauftragte Projektträger Jülich (PtJ) den Bewilligungsbescheid. Dieser gilt

als Startschuss für die Projektumsetzung: Vorher darf mit dem Vorhaben nicht begonnen werden; auch dürfen einzelne Leistungen noch nicht ausgeschrieben werden. Im Auftrag des Bundesumweltministeriums bietet das Service- und Kompetenzzentrum: Kommunaler Klimaschutz (SK:KK) eine umfassende Beratung zur Kommunalrichtlinie und zu weiteren Fördermöglichkeiten im kommunalen Klimaschutz. Für Auskünfte zu einzelnen Projektanträgen steht der PtJ zur Verfügung.

Die Fördermittel der Kommunalrichtlinie können grundsätzlich mit anderen Fördermitteln (z.B. der Bundesländer) kumuliert werden, sofern beihilferechtliche Vorgaben (siehe Nummer 6.1 der Kommunalrichtlinie) dem nicht entgegenstehen. Zu beachten ist, dass Eigenmittel in Höhe von mindestens 15% (bzw. für Anträge bis zum 31.12.2021 5%) des Gesamtvolumens der zuwendungsfähigen Ausgaben eingebracht werden müssen.

Tabelle 5-3: Auszug und Überblick aus der Kommunalrichtlinie für mögliche Förderungen von Kommunen, Kitas, Schulen, Jugendeinrichtungen sowie Hochschulen und Religionsgemeinschaften.

Förderung	Kommunen ⁵⁴	Kitas, Schulen, weitere Jugendeinrichtungen sowie Hochschulen & Religionsgemeinschaften
Strategische Förderschwerpunkte		
Fokusberatung	65%	65%
Energie- & Umweltmanagementsysteme	40%	40%
Energiesparmodelle	65%	65% ⁵⁵
Starterpaket für Energiesparmodelle	50%	50% ⁵⁵
Potenzialstudien	50%	50%
Erstvorhaben Klimaschutzkonzept & -management	65%	65% ⁵⁶
Anschlussvorhaben Klimaschutzmanagement	40%	40% ⁵⁶

⁵⁴ Gilt bis auf Energiesparmodelle und Starterpakete für Energiesparmodelle auch für Betriebe, Unternehmen und Einrichtungen mit mindestens 25% kommunaler Beteiligung.

⁵⁵ Nur für Kitas, Schulen und weitere Jugendeinrichtungen

⁵⁶ Nur für Hochschulen und Religionsgemeinschaften

Förderung	Kommunen ⁵⁴	Kitas, Schulen, weitere Jugendeinrichtungen sowie Hochschulen & Religionsgemeinschaften
Ausgewählte Maßnahmen aus Klimaschutzkonzept	50%	50% ⁵⁶
Investive Förderschwerpunkte		
Außen- & Straßenbeleuchtung	20%	20%
Straßenbeleuchtung adaptive Nutzung	25%	--
Beleuchtung für Lichtsignalanlagen	20%	--
Innen- & Hallenbeleuchtung	25%	25%
Raumlufttechnische Anlagen	25%	25%
Mobilitätsstationen	40%	--
Verbesserung des Radverkehrs	40%	40%
Radabstellanlagen (bahnhofsnahe)	60%	60%
Intelligente Verkehrssteuerung	30%	--
Sammlung Garten- & Grünabfällen	40%	--
Emissionsarme Verkehrssteuerung	40%	--
Siedlungsabfalldeponien	50%	--
Kläranlagen	30%	--
Trinkwasserversorgung: energieeffiziente Aggregate / systemische Optimierung	30% / 20%	--
Rechenzentren	40%	40%
Weitere investive Maßnahmen ⁵⁷	40%	40%

5.3 KLIMAAANPASSUNG IN SOZIALEN EINRICHTUNGEN

Die 2020 gestartete Förderrichtlinie „Klimaanpassungen in sozialen Einrichtungen“ des Bundesumweltministeriums (BMU) richtet sich an Kommunen, gemeinnützige Vereinigungen

sowie Organisationen und Unternehmen, die im Gesundheits- und Sozialwesen tätig sind. Im Mittelpunkt stehen Konzepte und Maßnahmen, um soziale Einrichtungen gegen die Folgen des Klimawandels wie Hitze, Starkregen oder Hochwasser zu wappnen.

⁵⁷ Unter weitere investive Maßnahmen fällt u.a. die Anpassung oder der Rückbau ineffizienter zentraler Warmwassersysteme, der Austausch nicht regelbarer Pumpen (Schwimmbäder), der Einbau von Mess-, Steuer- und Regelungstechnik in Verbindung mit einer Gebäudeleittechnik zur Gebäudeautomation, der Einbau außenliegender Verschattungsvorrichtungen (wenn dadurch eine aktive Kühlung verringert oder vermindert werden kann) sowie der Austausch von Elektrogeräten zur Erwärmung, Kühlung und Reinigung in Schul- und Lehrküchen, Fach- und Technikräumen sowie Kindertagesstätten.

In der Richtlinie werden drei wesentliche Förderschwerpunkte (FSP) unterschieden:

- ▶ FSP 1: Beratung und Erstellung von Konzepten zur Anpassung an den Klimawandel in sozialen Einrichtungen,
- ▶ FSP 2: Investive Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in sozialen Einrichtungen,
- ▶ FSP 3: Kampagnen und Weiterbildungsprogramme zur Sensibilisierung für den Umgang mit klimabedingten Belastungen im Bereich der Sozial- und Bildungsarbeit.

Es können mehrere Förderschwerpunkte gleichzeitig beantragt werden. Die Erstellung eines Anpassungskonzeptes (FSP 1) soll die Umsetzung von Maßnahmen (FSP 2) ermöglichen. Voraussetzung für die Beantragung von investiven Maßnahmen ist der Nachweis einer fachkundigen Beratung oder eines Anpassungskonzeptes.

Die jeweiligen Förderquoten sowie angestrebte Laufzeiten und Mindestsummen der Zuwendung sind Tabelle 5-4 zu entnehmen.

Förderfähige investive Maßnahmen an Gebäuden sind u.a.:⁵⁸

- ▶ Verschattung am Gebäude (z.B. Jalousien, Markisen, Roll- und Fensterläden sowie statischer Sonnenschutz),
- ▶ Fenster mit Sonnen-/ Wärmeschutzverglasung und Mehrfachverglasung,
- ▶ Hitzereduzierung durch bauliche Veränderungen unter besonderer Berücksichtigung innovativer Baumaterialien (z.B. Schaffung heller Oberflächen zur Reflexion), Erhöhen der Bauteilmasse (z.B. Leichtbauwände mit Phasenwechselmaterialien), Wärmedämmung und /oder Freilegen von massiven Bauteilen,
- ▶ Befeuchtungsanlagen zur adiabatischen Kühlung von Außenanlagen,

- ▶ Dach- und Fassadenbegrünung am Gebäude.

Förderfähige investive Maßnahmen im Gebäude sind u.a.:

- ▶ Anlagen zur passiven Raumkühlung,
- ▶ Anlagen zur Belüftung oder Raumluftreinigung in medizinischen Einrichtungen,
- ▶ Errichtung von Cooling Centres für vulnerable Personengruppen,
- ▶ Nachrüstung einer Wärmerückgewinnung in bestehende raumlufttechnische Anlagen,
- ▶ Beschaffung von Kühlwesten und energieeffizienten Ventilatoren,
- ▶ Installation von leitungsgebundenen Trinkwasserspendern.

Des Weiteren können Maßnahmen im Umfeld von Gebäuden wie die Verschattung von Aufenthaltsbereichen, die Straßen- und Hofbegrünung, die Entsiegelung von Flächen oder die Schaffung von Verdunstungsflächen, klimaangepassten Multifunktionsflächen und Schutzbarrieren gegen eindringendes Wasser gefördert werden. Eine vollständige Ausführung ist der Förderrichtlinie zu entnehmen.

Anträge können während bestimmter Förderfenster gestellt werden. Das erste Förderfenster wurde im Dezember 2020 geschlossen. Das nächste Antragsfenster liegt voraussichtlich im Frühjahr 2022. Das Förderprogramm hat eine Laufzeit bis 2023.

Die Kumulierung mit anderen Förderprogrammen des Bundes ist ausgeschlossen. Die Kumulierung mit Drittmitteln oder Förderungen Dritter (z.B. Zuschussförderungen aus EU- oder Länderförderprogrammen) ist möglich, wenn dem keine beihilferechtlichen Vorgaben entgegenstehen und eine angemessene Eigenbeteiligung durch Eigenmittel erfolgt.

⁵⁸ Voraussetzung ist, dass der Bauantrag für betreffende Gebäude vor dem 1.10.2007 gestellt wurde (gilt nicht für Dach- und Fassadenbegrünung)

Tabelle 5-4: Übersicht über Mindestsummen, Laufzeiten und Förderquoten der Förderschwerpunkte im Rahmen der Förderrichtlinie „Klimaanpassungen in sozialen Einrichtungen“

	Förderschwerpunkt		
	FSP 1	FSP 2	FSP 3
Mindestsumme der beantragten Zuwendung	10.000 €	5.000 € bzw. 50.000 € ⁵⁹	20.000 €
Laufzeit Vorhaben / Abschluss des Vorhabens	6 Monate / bis 01.07.2023	15 Monate / bis 01.07.2023	Bis 01.07.2023
Maximale Förderquoten			
Juristische Personen des öffentlichen Rechts mit nicht wirtschaftlicher Betätigung (insb. Kommunen)	90%	80%	80%
Finanzschwache Kommunen & gemeinnützige Personen des Privatrechts (z.B. Wohlfahrtsverbände)	90%	90%	90%
Juristische Personen des öffentlichen Rechts & des Privatrechts mit wirtschaftlicher Betätigung	75%	75%	75%
Staatliche & staatlich anerkannte Hochschulen & öffentlich grundfinanzierte Forschungseinrichtungen	--	--	85%

5.4 BUNDESFÖRDERUNG ENERGIEBERATUNG FÜR NICHTWOHN- GEBÄUDE, ANLAGEN UND SYSTEME (EBN)

Das Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Nichtwohngebäude, Anlagen und Systeme“ ersetzt die Richtlinien „Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen“ und „Energieberatung im Mittelstand“.

Antragsberechtigt sind:

- ▶ Kommunale Gebietskörperschaften
- ▶ Kommunale Zweckverbände nach dem jeweiligen Zweckverbandsrecht (ausschließlich inländische)
- ▶ Gemeinnützige Organisationen & Religionsgemeinschaften
- ▶ Soziale & gesundheitliche Einrichtungen
- ▶ Kultureinrichtungen
- ▶ Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit < 250 Beschäftigte &

Jahresumsatz < 50 Mio. € oder Jahresbilanzsumme < 43 Mio. €

- ▶ Nicht-KMU (Gesamtenergieverbrauch max. 500.000 kWh)

Die Förderung kann unter Umständen mit anderen Förderungen (z.B. der Länder) kumuliert werden. Die maximale Förderquote darf 90% jedoch nicht übersteigen.

Das Programm gliedert sich in drei Module.

5.4.1 Modul 1: Energieaudit

In Modul 1 werden Energieaudits gefördert. Durch diese können Informationen über bestehende Energieverbrauchsprofile von Gebäuden, Betriebsabläufen oder industriellen/gewerblichen Anlage ermittelt und Möglichkeiten für wirtschaftliche Energieeinsparungen dargestellt werden.

Die Förderung beträgt 80% des Beratungshonors, jedoch bei jährlichen Energiekosten von mehr als 10.000 € max. 6.000 € und bei

⁵⁹ Auf Grundlage einer einfachen Beratung bzw. auf Grundlage eines umfassenden Konzeptes
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

jährlichen Energiekosten von weniger als 10.000 € max. 1.200 €.

5.4.2 Modul 2: Energieberatung DIN 18599

In Modul 2 wird die Erstellung eines energetischen Sanierungskonzeptes für Nichtwohngebäude gefördert. Die Beratung kann entweder durch ein Konzept für eine Schritt für Schritt Sanierung mehrerer abgestimmter Maßnahmen (Sanierungsfahrplan) oder durch ein Konzept für eine umfassende Sanierung mit Ziel des Erreichens des Standards eines Energieeffizienzgebäudes des Bundes erfolgen. Eine Neubauberatung ist möglich, wenn das Ziel eines bundesgeförderten Effizienzhauses besteht.

Die Förderung beträgt 80% des förderfähigen Beratungshonorars, jedoch abhängig von der Grundfläche des Gebäudes max. 1.700 € für weniger als 200 m², max. 5.000 € von 200 m² bis 500 m² und max. 8.000 € für mehr als 500 m².

5.4.3 Modul 3: Contracting-Orientierungsberatung

In Modul 3 wird die Contracting-Orientierungsberatung mit Ziel eines Contracting- Modells mit vertraglicher Einspargarantie für geeignete Gebäude oder Gebäude-Pools gefördert.

Die Förderung beträgt 80% des Beratungshonorars, jedoch bei jährlichen Energiekosten von mehr als 300.000 € max. 10.000 € und bei jährlichen Energiekosten von weniger als 300.000 € max. 7.000 €.

5.5 WEITERE BUNDES-FÖRDER-PROGRAMME

5.5.1 Bundesförderung Corona-gerechte Um- und Aufrüstung von stationären raumluftechnischen Anlagen

Im Rahmen der „Bundesförderung Corona-gerechte Um- und Aufrüstung von stationären raumluftechnischen Anlagen“ werden Maßnahmen an bestehenden stationären, raumluftechnischen (RLT) Anlagen, die für die Zu- und Abführung sowie Verteilung der Luft mit einem im Beratungsbericht Sporthalle Dassow

Gebäude fest installierten Luftkanalsystem ausgestattet sind, gefördert, die dazu dienen, das Infektionsrisiko ausgehend von potenziell virusbeladenen Aerosolen durch unzureichende Lüftung in geschlossenen Räumen zu senken. Mindestens einer der über die Bestandsanlage versorgten Räume muss dabei regelmäßigen Personenansammlungen dienen und im Bestand mit einem Regelluftvolumenstrom von mindestens 400 m³/h versorgt werden.

Gefördert werden folgende Maßnahmen:

- ▶ Erwerb & Einbau von hochwertigen Filtern in bestehende Filterstufen zur Reinigung der Umluft (bis zu 3 vollständigen Filtersätzen),
- ▶ Maßnahmen zur Umluftvermeidung bzw. -reduzierung & zur Erhöhung des Frischluftanteils
- ▶ Maßnahmen zur Erhöhung der Frischluftzufuhr bei bestehenden reinen Zu-/ Abluftanlagen
- ▶ Umbauten an der RLT-Anlage zur Reinigung der Umluft durch Einbau infektionsschutzgerechter Filterstufen & Anlagen zur Luftdesinfektion
- ▶ Einbau von Steuerungs- und Regelungstechnik
- ▶ Erweiterung einer bestehenden RLT-Anlage durch nachträgliche Anbindung einzelner notwendiger Nebenräume
- ▶ Maßnahmen zur Optimierung der Lüftungsströmung in den Räumen, die von einer RLT-Anlage versorgt werden
- ▶ Erstellung eines Konzepts zur infektionsschutzgerechten Lüftung.

Antragsberechtigt sind:

- ▶ Länder und Kommunen
- ▶ Unternehmen, Universitäten, Hochschulen, Träger öffentlicher Einrichtungen, institutionelle Zuwendungsempfänger (wenn diese min. zu 50% durch Bund, Länder oder Kommunen finanziert werden)
- ▶ Allgemein- & berufsbildende Schulen (nach 6b der Richtlinie),
- ▶ Medizinische Einrichtungen und Pflegeeinrichtungen (nach 6c/d der Richtlinie)

- ▶ Inklusionsbetriebe, Werkstätten, Einrichtungen der Behindertenhilfe, medizinische Behandlungszentren oder Blindenwerkstätten (nach 6e der Richtlinie)
- ▶ Tageseinrichtungen der Kinder- & Jugendhilfe (nach 6f der Richtlinie)

Gefördert werden die Investitionsausgaben sowie die Ausgaben für Planung und Montage in Höhe von bis zu 80% der förderfähigen Ausgaben. Das förderfähige Mindestinvestitionsvolumen liegt bei Filtermaßnahmen sowie bei Maßnahmen zur Erhöhung des Frischluftanteils bzw. der Frischluftzufuhr bei 2.000 € und bei anderen förderfähigen Maßnahmen bei 5.000€. Die maximale Förderung beträgt 200.000 € pro RLT-Anlage.

5.5.2 BAFA: Kälte- und Klima-Anlagen

Das BAFA fördert im Rahmen der „Richtlinie zur Förderung von Kälte- und Klimaanlage mit nicht-halogenierten Kältemitteln in stationären und Fahrzeug-Anwendungen im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative“ (Kälte-Klima-Richtlinie) vom 27.08.2020 stationäre Kälte- und Klimaanlage sowie Fahrzeug-Klimaanlagen in Bussen und Schienenfahrzeugen, die mit nicht-halogenierten Kältemitteln betrieben werden.

Antragsberechtigt für stationäre Anlagen sind:

- ▶ Unternehmen
- ▶ Gemeinnützige Organisationen
- ▶ Kommunen
- ▶ Kommunale Gebietskörperschaften
- ▶ Zweckverbände und Eigenbetriebe

- ▶ Hochschulen und Schulen
- ▶ Krankenhäuser
- ▶ Kirchliche Einrichtungen

Der Antragsteller muss entweder Eigentümer, Pächter oder Mieter des Grundstücks, auf dem sich die Anlage befindet, oder ein vom Eigentümer, Pächter oder Mieter des Grundstücks beauftragter Contractor sein.

Die Höhe der Förderung ist projektabhängig, beträgt jedoch maximal 50% der förderfähigen Kosten bzw. maximal 150.00 € pro Maßnahme.

5.5.3 Bundesförderung Wärmenetze 4.0

Die „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (Wärmenetzsysteme 4.0) fördert innovative Wärmenetzsysteme mit einem überwiegenen Anteil erneuerbarer Energien und Abwärme. Die Förderung ist in vier Fördermodule gegliedert, die in Tabelle 5-5 dargestellt sind.

Antragsberechtigt für die Module I bis III sind:

- ▶ Unternehmen,
- ▶ Kommunen (wirtschaftlich tätig)
- ▶ kommunale Betriebe / Zweckverbände
- ▶ eingetragene Vereine / Genossenschaften

In Modul IV wird die wissenschaftliche Begleitung in Kooperation mit Antragstellern aus Modul II gefördert. Antragsberechtigt sind hierfür Einrichtungen für Forschung, Wissenschaft und Wissensverbreitung.

Die Antragsstellung für die Fördermodule kann bis zum 31.12.2022 gestellt werden.

Tabelle 5-5: Übersicht über die Bundesförderung Wärmenetze 4.0

	Modul I	Modul II	Modul III	Modul IV
Fördergegenstand	Machbarkeitsstudie	Realisierung	Informationsmaßnahmen	Capacity Building
Förderquote	bis 60% (max. 600.000 €)	bis 50% (max. 15 Mio. €)	bis 80% (max. 200.000 €)	bis 100% (max. 1 Mio. €)

5.5.4 KfW: Zuschuss Brennstoffzelle

Das KfW-Programm „Energieeffizientes Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle“ (433) fördert den Einbau von stationären Brennstoffzellen in neuen oder bestehenden Wohn- und Nichtwohngebäuden in den Leistungsklassen von 0,25 bis 5,0 kW. Gefördert werden Kosten für Brennstoffzellensysteme und deren Einbau, Vollwartungsverträge in den ersten 10 Jahren und Leistungen von Energieeffizienzexperten.

Der Zuschuss beträgt bis zu 40% der förderfähigen Gesamtkosten und abhängig von der elektrischen Leistung max. 34.300 € (6.800 € Grundbetrag plus 550 € je 100 Watt Leistung).

Antragsberechtigt sind:

- ▶ Natürliche Personen
- ▶ Wohnungseigentümergeinschaften
- ▶ Freiberuflich Tätigen
- ▶ In- & ausländische Unternehmen
- ▶ Contracting-Geber
- ▶ Kommunen
- ▶ Kommunale Unternehmen & kommunalen Zweckverbände
- ▶ Körperschaften & Anstalten des öffentlichen Rechts, z.B. Kammern/Verbände
- ▶ Gemeinnützige Organisationen & Kirchen

Die Kombination mit weiteren Förderungen aus Mitteln des Bundes wie Krediten, Zulagen und Zuschüssen ist nicht möglich.

5.5.5 KfW: Erneuerbare Energien Premium

Im Rahmen der KfW-Förderung „Erneuerbare Energien Premium“ (271) werden Investitionen zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien im Rahmen eines Kredits mit Tilgungszuschuss gefördert.

Zu diesen gehören:

- ▶ Solarkollektoranlagen (> 40 m²)
- ▶ Große Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse
- ▶ Wärmenetze
- ▶ Biogasleitungen (> 300 m)
- ▶ Wärmespeicher (> 10 m³)
- ▶ Effiziente Wärmepumpen (> 100 kW)

- ▶ KWK-Biomasse-Anlagen (> 100 kW)
- ▶ Anlagen für die Erschließung von Tieftengeothermie (> 400 m Bohrtiefe)

Antragsberechtigt sind:

- ▶ Unternehmen
- ▶ Privatpersonen und Freiberufler
- ▶ Landwirte
- ▶ Kommunen und kommunale Gebietskörperschaften & Gemeindeverbände
- ▶ Gemeinnützige Antragssteller & Genossenschaften
- ▶ Contractoren

Die Förderung ist projektabhängig. Der Kreditbeitrag beträgt max. 25 Mio. €, der Tilgungszuschuss bis zu 50%.

Die Kombination mit anderen öffentlichen Fördermitteln ist unter Beachtung der beihilferechtlichen Vorgaben möglich.

5.5.6 KfW: Energetische Stadtsanierung - Zuschuss

Mit der Förderung „Energetische Stadtsanierung – Zuschuss“ (432) werden Maßnahmen, mit denen die Energieeffizienz im Quartier erhöht wird gefördert. Dazu gehört die Erstellung eines Quartierskonzepten (Ausgangsanalyse, Erarbeitung konkreter Maßnahmen, Erfolgskontrolle, Zeitplan, Mobilisierung der Akteure, Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit) sowie ein Sanierungsmanagement (Planung der Konzeptumsetzung, Aktivierung und Vernetzung von Akteuren, Koordination und Kontrolle der Maßnahmen, Ansprechpartner für Finanzierung und Förderungen). Die Förderung richtet sich an bestehende Quartiere (min. 20% Bestandsgebäude).

Antragsberechtigt sind kommunale Gebietskörperschaften und deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe. Die Zuschüsse können an privatwirtschaftliche oder gemeinnützige Akteure weitergegeben werden.

Der Zuschuss beträgt für Quartierskonzepte 75% der förderfähigen Kosten. Für das Sanierungsmanagement können Personal- und Sachkosten mit 75%, max. jedoch 210.000 € pro

Quartier, gefördert werden. Bei einer Verlängerung kann auf bis zu 350.000 € aufgestockt werden.

5.5.7 IKK: Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung

Mit der Förderung „Energetische Stadtsanierung – Quartiersversorgung“ (201) werden nachhaltige Investitionen in die Energieeffizienz kommunaler Wärme-, Kälte-, Wasser- und Abwassersysteme im Quartier, Maßnahmen zur Anreizsetzung für die Nutzung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben und Investitionen in die Grüne Infrastruktur durch einen Kredit mit bis zu 40% Tilgungszuschuss gefördert.

Antragsberechtigt sind:

- ▶ Kommunale Gebietskörperschaften & deren rechtlich unselbstständige Eigenbetriebe
- ▶ Gemeindeverbände (wie kommunale Zweckverbände)

Gefördert werden unter anderem (Auszug):

- ▶ Anlagen zur Nutzung industrieller Abwärme
- ▶ Gebäudeübergreifende Wärme- & Kältespeicher
- ▶ Wärme- & Kältenetze im Quartier
- ▶ KWK-Anlagen zur Nutzung von Klär-/Faulgasen & zugehörige Komponenten
- ▶ Anlagen zur Wärmeengewinnung in öffentlichen Kanalsystemen, z.B. Wärmepumpen & Wärmetauscher
- ▶ Begrünung von Dach- und Fassadenflächen von öffentlichen Verwaltungsgebäuden zur Regenwasserrückhaltung oder Kühlung durch Verdunstung

Eine Kombination mit anderen öffentlichen Fördermitteln ist möglich. Die Inanspruchnahme anderer Fördermittel des Bundes für dieselbe Maßnahme ist jedoch nicht zulässig.

6 ANHANG

6.1 SIMULATIONSERGEBNISSE

In den nachfolgenden Tabellen ist eine Übersicht über die Simulationsergebnisse der

verschiedenen Sanierungsvarianten sowie des Ausgangsfalls zu finden.

Tabelle 6-1: Übersicht der Simulationsergebnisse

Parameter	Ausgangsfall	SV 1: Dämmung Außenwände	SV 2: Dach Austausch Dämmmaterial	SV 3: Dämmung Fußboden	SV 4: Fenstertausch
Energetisch bedingte Mehrkosten [€]	--	191.286	203.104	149.333	68.578
Nutzungsdauer [a]	--	50	50	50	40
Dynamische Amortisation [a] ⁶⁰	--	50	--	--	30
Kosten/Nutzen-Faktor [€/kWh]	--	0,21	0,67	0,63	0,09
Energiekosten im ersten Jahr [€/a] ⁶¹	28.192	27.154	27.857	27.930	27.164
Energiekostensparnis im ersten Jahr [€/a]	--	1.038	336	263	1.028
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr [%]	--	3,7	1,2	0,9	3,6
jährlicher Endenergiebedarf [kWh/a]	376.279	357.696	370.252	371.570	357.762
jährliche Endenergieeinsparung [kWh/a]	--	18.582	6.027	4.709	18.517
prozentuale Endenergieeinsparung [%]	--	4,9	1,6	1,3	4,9
jährlicher Primärenergiebedarf [kWh/a]	399.790	381.319	393.803	395.111	381.408
jährliche Primärenergieeinsparung [kWh/a]	--	18.471	5.987	4.679	18.382
prozentuale Primärenergieeinsparung [%]	--	4,6	1,5	1,2	4,6

⁶⁰ Bezogen auf die energetisch bedingten Mehrkosten

⁶¹ Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft
Beratungsbericht Sporthalle Dassow

<i>Parameter</i>	<i>Ausgangsfall</i>	<i>SV 1: Däm- mung Außen- wände</i>	<i>SV 2: Dach Austausch Dämmmate- rial</i>	<i>SV 3: Däm- mung Fuß- boden</i>	<i>SV 4: Fens- tertausch</i>
<i>jährliche CO₂-Emissio- nen [kg/a]</i>	92.789	88.747	91.480	91.766	88.772
<i>jährliche CO₂-Vermei- dung [kg/a]</i>	--	4.042	1.309	1.023	4.017
<i>prozentuale CO₂-Ver- meidung [%]</i>	--	4,4	1,4	1,1	4,3

Parameter	Ausgangsfall	SV 5: Wärme- rückgewin- nung Lüf- tungsanlage	SV 6: LED Be- leuchtung	SV 7: Photo- voltaik	Vorschlag
Energetisch bedingte Mehrkosten [€]	--	65.450	53.692	40.572	94.264
Nutzungsdauer [a]	--	30	10	20	20
Dynamische Amortisation [a] ⁶²	--	--	29	10	17
Kosten/Nutzen-Faktor [€/kWh]	--	0,65	2,27	0,16	0,38
Energiekosten im ersten Jahr [€/a] ⁶³	28.192	28.005	24.972	28.140	25.072
Energiekosten inkl. Nutzerstrom im ersten Jahr [€/a] ⁶⁴	28.192	--	--	24.832	21.764
Energiekostensparnis im ersten Jahr [€/a]	--	187	3.220	3.361	6.428
prozentuale Energiekostensparnis im ersten Jahr [%]	--	0,7	11,4	11,9	22,8
jährlicher Endenergiebedarf [kWh/a]	376.279	372.938	373.918	375.327	375.704
jährlicher Endenergiebedarf inkl. Nutzerstrom [kWh/a] ⁶⁴	376.279	--	--	363.513	363.891
jährliche Endenergieeinsparung [kWh/a]	--	3.340	2.361	12.765	12.388
prozentuale Endenergieeinsparung [%]	--	0,9	0,6	3,4	3,3
jährlicher Primärenergiebedarf [kWh/a]	399.790	396.467	386.336	371.220	370.097

⁶² Bezogen auf die energetisch bedingten Mehrkosten

⁶³ Bezogen auf den errechneten Energiebedarf für alle betrachteten Gebäude(teile) der Liegenschaft

⁶⁴ Im Rahmen der energetischen Untersuchung nach GEG wird für Nichtwohngebäude lediglich der Energiebedarf des Gebäudes betrachtet, kein Nutzerstrom. Für die Dimensionierung einer PV-Anlage ist die zusätzliche Berücksichtigung des Nutzerstroms jedoch sinnvoll. Daher ist für alle Varianten, die eine PV-Anlage enthalten, zusätzlich ein jährlicher Endenergiebedarf inklusive des abgeschätzten Nutzerstroms aufgeführt. Auf diesem basierend werden die Angaben zur dynamischen Amortisationszeit, dem Kosten/Nutzen-Faktor, der Primärenergie und der CO₂-Emissionen und den Energiekosten angepasst. Dieses Vorgehen weicht von den Vorgaben gemäß GEG §23 Abs 2 ab. Hier wird durch den Einsatz von PV-Strom der Endenergiebedarf nicht reduziert.

Parameter	Ausgangsfall	SV 5: Wärmereückgewinnung Lüftungsanlage	SV 6: LED Beleuchtung	SV 7: Photovoltaik	Vorschlag
jährlicher Primärenergiebedarf inkl. Nutzerstrom [kWh/a] ⁶⁴	399.790			365.868	366.871
jährliche Primärenergieeinsparung [kWh/a]	--	3.322	13.453	33.921	32.919
prozentuale Primärenergieeinsparung [%]	--	0,8	3,4	8,5	8,2
jährliche CO ₂ -Emissionen [kg/a]	92.789	92.062	87.556	88.421	85.359
jährliche CO ₂ -Emissionen inkl. Nutzerstrom [kg/a] ⁶⁴	92.789			79.655	79.753
jährliche CO ₂ -Vermeidung [kg/a]	--	727	5.233	13.134	13.036
prozentuale CO ₂ -Vermeidung [%]	--	0,8	5,6	14,2	14,0

6.2 BAUTEILLISTE

In den folgenden Abschnitten und Tabellen werden die für die Simulation angesetzten Bauteile

und Bauteilflächen der jeweiligen Zonen aufgeführt.

6.2.1 Verkehrsflächen

Tabelle 6-2: Bauteile für die energetische Simulation der Zone

Bezeichnung	Fläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	zul. U-Wert [W/(m ² K)]
Decke	217,61	217,61	0,19	0,30
Boden andere Bereiche	217,61	217,61	0,36	0,30
Außenwand SO	92,78	31,86	0,38	0,24
4,50*93		8,37	3,0	1,30
1,80*93		3,35	3,0	1,30
90*1,97		3,55	3,0	1,30
60*3,00		36,00	3,0	1,30
Eingangstür 001 Flur		9,66	3,0	1,30
Außenwand SW	19,10	12,70	0,38	0,24
Eingangstür 013 Flur 3		6,40	3,0	1,30
Außenwand West	12,52	4,14	0,38	0,24
Eingangstür 017 Flur 5		8,37	3,0	1,30
Außenwand NW	9,55	9,55	0,38	0,24
Thermische Hüllfläche		569,16		

6.2.2 Sanitärräume

Tabelle 6-3: Bauteile für die energetische Simulation der Zone

Bezeichnung	Fläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	zul. U-Wert [W/(m ² K)]
Boden andere Bereiche	11,36	11,36	0,36	0,30
Decke	11,36	11,36	0,19	0,30
Boden andere Bereiche	16,38	16,38	0,36	0,30
Decke	16,38	16,38	0,19	0,30
Decke	139,91	139,91	0,19	0,30
Boden andere Bereiche	139,91	139,91	0,36	0,30
Außenwand SW	21,08	21,08	0,38	0,24
Außenwand NW	17,11	17,11	0,38	0,24
Thermische Hüllfläche		373,49		

6.2.3 Lager/Technik/Archiv

Tabelle 6-4: Bauteile für die energetische Simulation der Zone

Bezeichnung	Fläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	zul. U-Wert [W/(m ² K)]
Boden andere Bereiche	75,34	75,34	0,36	0,30
Decke	75,34	75,34	0,19	0,30
Außenwand NO	22,18	19,77	0,38	0,24
1,2*2,01		2,41	4,0	1,80
Boden Turnhalle	156,45	156,45	0,37	0,30
Decke	156,45	156,45	0,19	0,30
Außenwand NO	46,09	43,68	0,38	0,24
1,2*2,01		2,41	4,0	1,80
Außenwand NW	17,47	15,80	0,38	0,24
1,80*93		1,67	3,0	1,30
Thermische Hüllfläche		549,32		

6.2.4 Nebenfläche ohne Aufenthalt

Tabelle 6-5: Bauteile für die energetische Simulation der Zone

Bezeichnung	Fläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	zul. U-Wert [W/(m ² K)]
Außenwand SO	45,62	42,27	0,38	0,24
1,80*93		3,35	3,0	1,30
Boden andere Bereiche	178,87	178,87	0,36	0,30
Decke	178,87	178,87	0,19	0,30
Außenwand NO	11,34	11,34	0,38	0,24
Außenwand SO	20,34	20,34	0,38	0,24
Außenwand Süd	3,78	3,78	0,38	0,24
Außenwand SW	9,60	7,93	0,38	0,24
1,80*93		1,67	3,0	1,30
Boden andere Bereiche	57,19	57,19	0,36	0,30
Decke	57,19	57,19	0,19	0,30
Boden andere Bereiche	163,16	163,16	0,36	0,30
Decke	163,16	163,16	0,19	0,30
Außenwand SW	48,27	27,00	0,38	0,24
90*1,97		21,28	3,0	1,30
Thermische Hüllfläche		937,39		

6.2.5 Turnhalle

Tabelle 6-6: Bauteile für die energetische Simulation der Zone

Bezeichnung	Fläche [m ²]	Nettofläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]	zul. U-Wert [W/(m ² K)]
Boden Turnhalle	850,39	850,39	0,37	0,30
Decke Turnhalle	850,39	766,60	0,18	0,30
Lichtband Turnhalle		83,79	2,2	1,40
Turnhallenwand NW	217,00	217,00	0,37	0,24
Turnhallenwand NO	138,48	138,48	0,37	0,24
Turnhallenwand SW	114,33	114,33	0,37	0,24
Turnhallenwand SO	34,16	34,16	0,37	0,24
Thermische Hüllfläche		1.354,36		