
08. November 2024 | Autor: Felix Geyer - eza! | www.eza-allgaeu.de

Gebäudestrategie 2045

Gemeinde Weißensberg

Inhalt

1.	Zusammenfassung	3
1.1.	Klimaneutralität der Kommunalen Liegenschaften	3
1.2.	Zeitplan Emissionsreduktion	3
1.3.	Maßnahmen zur Umsetzung	5
2.	Energieverbrauch und CO₂-Emissionen	7
3.	Maßnahmenvorschläge	9
4.	Gebäude	10
4.1.	Kindergarten	10
4.2.	Verbandsschule (Grundschule)	11
4.3.	Rathaus und Feuerwehr	14
4.4.	Turnhalle	15
4.5.	Haus der Vereine	17
4.6.	Festhalle	18
4.7.	Wohnhaus Kirchstraße 6	20
4.8.	Bauhof	21
5.	Erläuterungen zur Vorgehensweise	22
6.	Anhang	24
6.1.	Emissionsfaktoren	24

1. Zusammenfassung

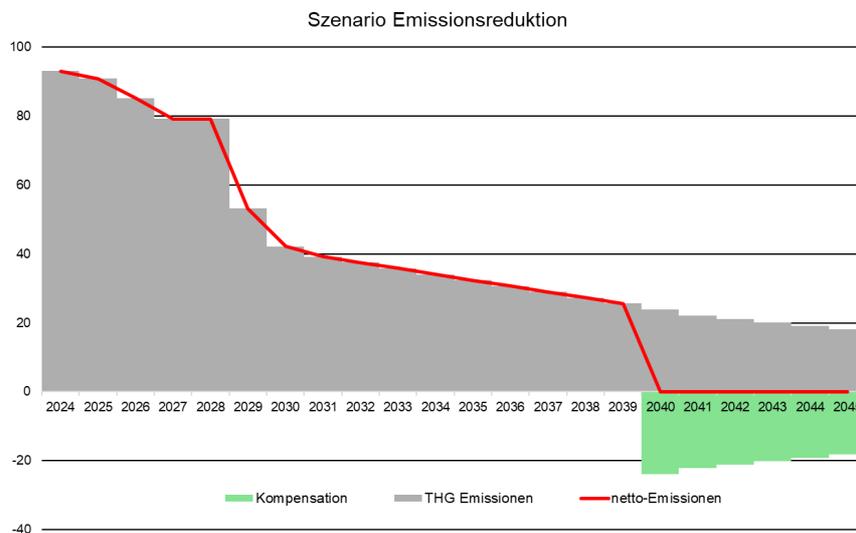
1.1. Klimaneutralität der Kommunalen Liegenschaften

Als langfristiger Zeithorizont für die Umsetzung der Maßnahmen wurde ein Zeitraum bis 2045 festgelegt. Dies entspricht den Zielen des Bundesklimaschutzgesetzes. Eine schnellere Umsetzung der Maßnahmen ist - je nach personeller und finanzieller Ausstattung der Bauverwaltung - selbstverständlich möglich.

CO₂-Emissionen Liegenschaften

	to/a	Einsparungen
Emissionen IST	107 to/a	
Einsparpotenzial bis 2045		76 to/a
Restemissionen		31 to/a
Einsparung prozentual		71 %

1.2. Zeitplan Emissionsreduktion



Die Grafik zeigt den Absenkpfad der CO₂-Emissionen der 8 in die Untersuchung einbezogenen Liegenschaften. Insgesamt wurden 23 mögliche Maßnahmen identifiziert, die in kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen kategorisiert wurden. Dadurch ergibt sich der Minderungspfad der CO₂-Emissionen, mit verbleibenden Restemissionen von ca. 31 Tonnen pro Jahr. Diese müssen kompensiert werden, um eine bilanzielle Klimaneutralität zu erreichen.

Zielsetzungen Klimaneutralität

2040 Bayerisches Klimaschutzgesetz

2045 Bundes-Klimaschutzgesetz

2050 Europäische Union

Was versteht man unter Klimaneutralität?

Klimaneutralität bedeutet, ein Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und der Aufnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Kohlenstoffsinken herzustellen. Um Netto-Null-Emissionen zu erreichen, müssen alle Treibhausgasemissionen weltweit durch Kohlenstoffbindung ausgeglichen werden.

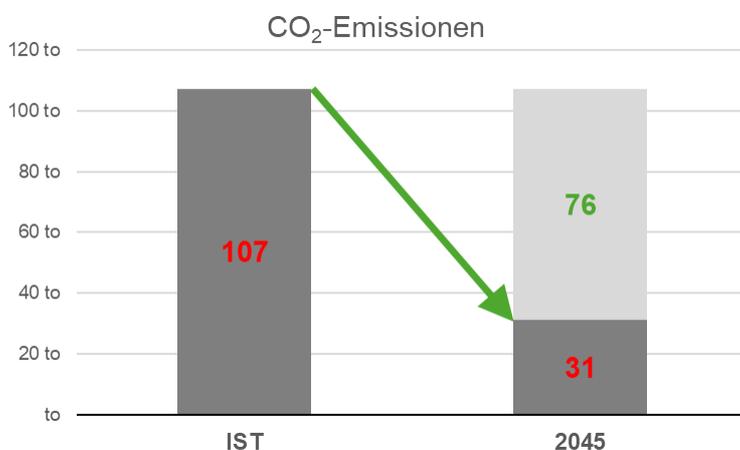
<https://www.europarl.europa.eu>

Prämissen:

- ▶ Keine Investitionen mehr in fossile Energieträger.
- ▶ Alternativen:
 - ▶ Wärmepumpen
 - ▶ Nah/Fernwärme
 - ▶ Biomasse-Heizungen, dort wo sinnvoll
- ▶ Umsetzung sinnvoller energetischer Einzelmaßnahmen
- ▶ Gebäudesanierung im Lebenszyklus (ca. 50 Jahre); in Kombination mit Verbesserungen bei: Brandschutz, Barrierefreiheit, Schadstoffen, strukturellen Mängeln

CO₂-Einsparung von ca. 71% möglich

Durch Maßnahmen an der Gebäudehülle und Umstellung der Energieträger können bis 2045 bei den betrachteten Gebäuden realistisch ca. 76 Tonnen CO₂ eingespart werden. Der Begriff 'realistisch' bedeutet hier, dass sinnvolle Einzelmaßnahmen sofort und Gesamtanierungen entsprechend den üblichen Instandhaltungszyklen durchgeführt werden. Bei Gesamtanierungen wird angenommen, dass das energetische Niveau eines KfW-Effizienzhauses 40 erreicht wird.



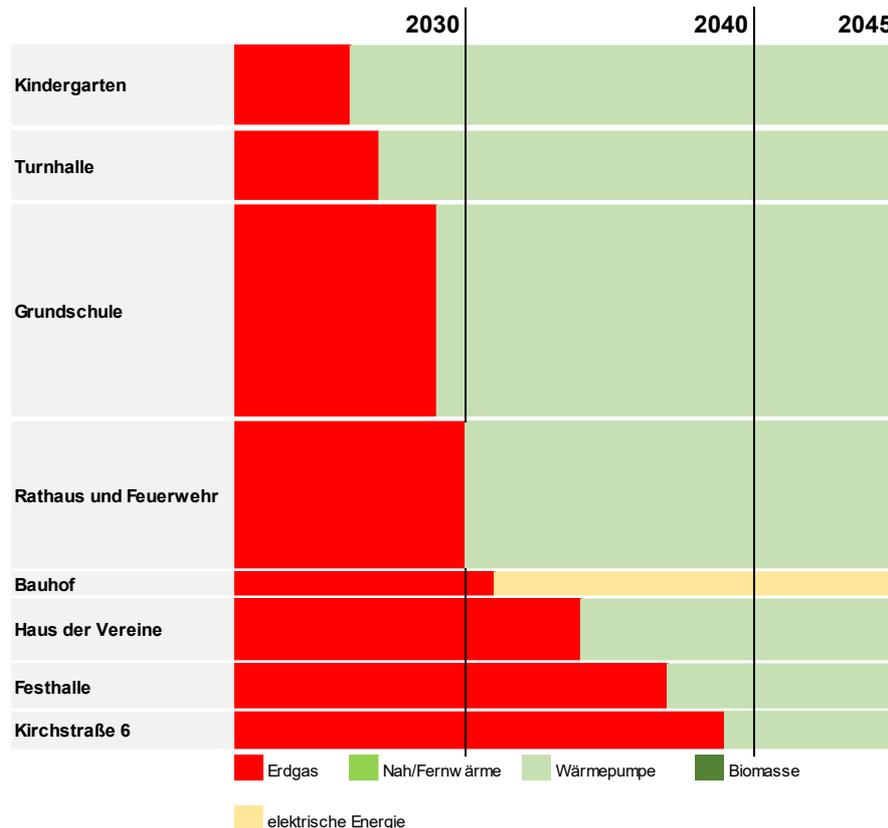
Einsparung bis 2030:	54 to/a
Einsparung 2030 bis 2040:	17 to/a
Einsparung bis 2045:	5 to/a
Summe	76 to/a

Für die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen müssen bis 2045 ca. 8,7 Mio € an Finanzmitteln bereitgestellt werden. Für verschiedene Maßnahmen können Förderungen in Anspruch genommen werden. Fördermittel sind in bei den geschätzten Kosten nicht berücksichtigt.

Kosten bis 2030:	0,84 Mio €
Kosten 2030 bis 2040:	2,6 Mio €
Kosten bis 2045:	5,3 Mio €
Summe	8,7 Mio €

1.3. Maßnahmen zur Umsetzung

Priorität 1: schnelle Umstellung auf Erneuerbare Wärmeversorgung



Ein erster Schritt zur Umstellung der kommunalen Liegenschaften von einer fossilen Wärmeversorgung auf eine Versorgung mit Erneuerbaren Energien kann durch die kurzfristige Umstellung auf Wärmepumpen erreicht werden.

Die Grafik zeigt die vorgeschlagenen Umstellungszeitpunkte der einzelnen Liegenschaften. Rot symbolisiert eine Versorgung mit fossilen Energieträgern (Erdgas, Flüssiggas und Heizöl). Eine Umstellung der Wärmeversorgung auf Erneuerbare Energien wird mit grün dargestellt. Bei vielen Liegenschaften können bereits jetzt die fossilen Heizungen gegen Wärmepumpen ausgetauscht werden. Beim Bauhof wird eine Umstellung auf direktelektrische Beheizung – mit Ökostrom – vorgeschlagen.

Die Höhe des Balkens jeder Liegenschaft ist entsprechend ihres Anteils an den Gesamtemissionen gewählt.

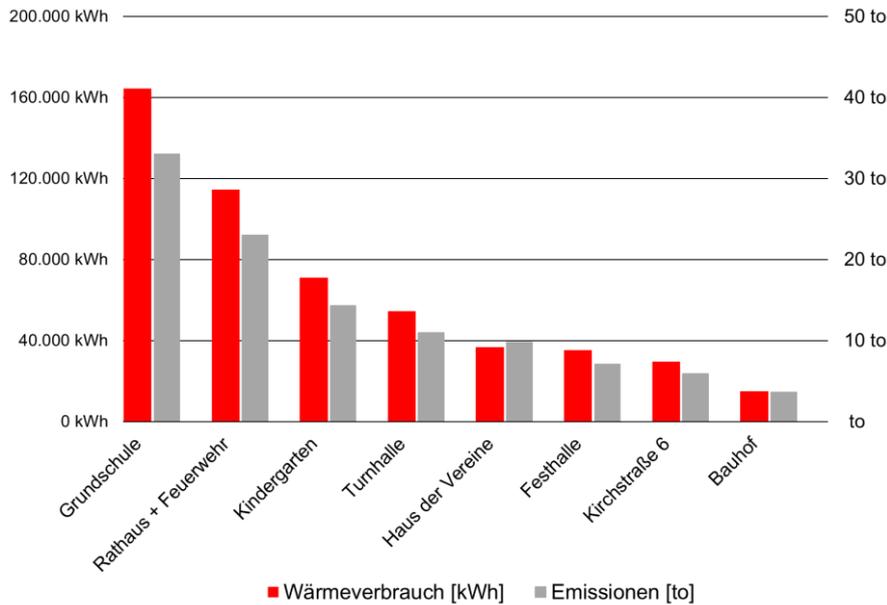
Klimaneutralität durch Kompensation

Auch nach einer schrittweisen Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen verbleiben noch CO₂-Emissionen von 25 to/a im Bereich der Wärmeversorgung. Trotz Umstellung der Wärmeversorgung werden Emissionen durch den Verbrauch der Liegenschaften verursacht, die nicht vermieden werden können. Um eine Klimaneutralität zu erreichen, müssten diese Emissionen kompensiert werden.

CO ₂ -Preis 2024	45 €/to
CO ₂ -Preis 2040 (Schätzung)	200 – 400 €/to
Kosten für die Restemissionen (31 to) 2040:	6.200 – 12.400 €/a
Kosten ohne Maßnahmenumsetzung (93 to/a) 2040:	21.400 – 42.800 €/a

2. Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Grafik Energieverbrauch und CO₂-Emissionen 2024



Grafik Energieverbrauch und CO₂-Emissionen 2045

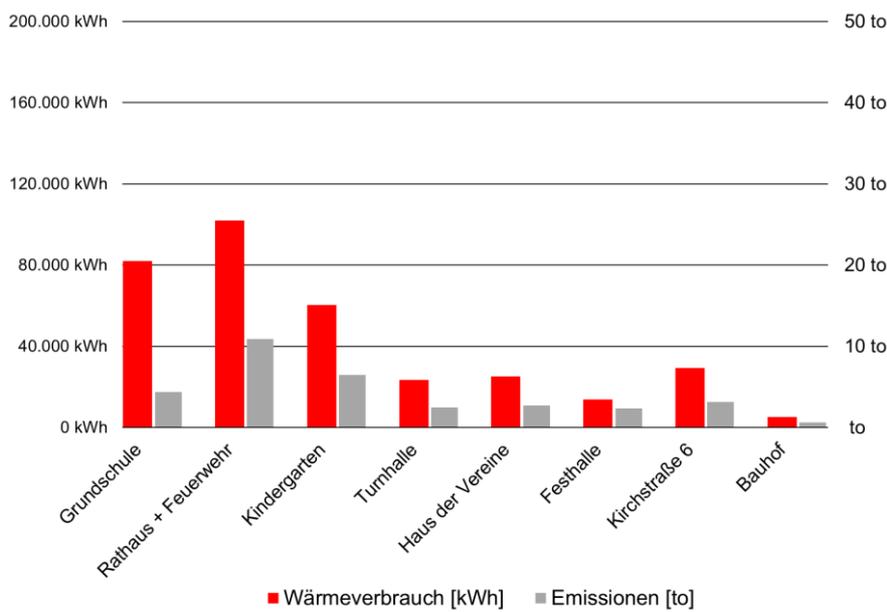


Tabelle IST (2024)

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissionsfaktor	Emissionen [to]
Grundschule	164.351	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	33,03
Rathaus + Feuerwehr	114.647	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	23,04
Kindergarten	71.098	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	14,29
Turnhalle	54.525	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	10,96
Haus der Vereine	36.795	Heizöl	0,266 kgCO ₂ /kWh	9,79
Festhalle	35.190	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	7,07
Kirchstraße 6	29.450	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	5,92
Bauhof	15.102	Flüssiggas	0,239 kgCO ₂ /kWh	3,61
				93,43

Tabelle Ziel (2045)

Gebäude	Wärmeverbrauch [kWh]	Einsparung	Emissionen [to]	Einsparung
Grundschule	82.141	-50%	4,37	-87%
Rathaus + Feuerwehr	101.893	-11%	10,90	-53%
Kindergarten	60.433	-15%	6,47	-55%
Turnhalle	23.400	-57%	2,50	-77%
Haus der Vereine	25.263	-31%	2,70	-72%
Festhalle	13.817	-61%	2,35	-67%
Kirchstraße 6	29.450	0%	3,15	-47%
Bauhof	5.102	-66%	0,63	-83%

3. Maßnahmenvorschläge

Liegenschaft	Maßnahme	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45
Kindergarten	Optimierung der Anlagentechnik	2,14	x		
	Austausch Wärmeerzeuger: Einbau Wärmepumpe 24 KW	5,68			
Schule	Einbau Lüftungsgeräte in Klassenräume	0,56	x		
	Austausch Thermostatventile + Durchführen Hydraulischer Abgleich	3,30	x		
	Im Zuge Anbau (Ganztagesbereich): neue Heizzentrale - WP mit EE Hybrid (Pellet)	21,73	x		
	Fassadensanierung mit Austausch Fenster	3,07			x
Rathaus und Feuerwehr	Austausch Heizungsanlage, Einbau Wärmepumpe	10,24	x		
Feuerwehr	Hydraulischer Abgleich	0,69	x		
	Sanierung Gebäudehülle im Zuge Umnutzung (Fenster, WD Außenwände, Dach, Ausbau Rolltore)	3,45		x	
	Solar Luftkollektor für Heizungsunterstützung (und Lüftung während Heizperiode)	2,01	x		
Turnhalle	Erneuerung Heizungsanlage: Einbau Wärmepumpe 20 KW	4,19	x		
	Sanierung Gebäudehülle (Dach, Fenster, Außenwände)	1,00		x	
	Hydraulischer Abgleich	0,98	x		
Haus der Vereine	Dämmung Kellerdecke	2,09	x		
	Austausch Heizungsanlage, Einbau Wärmepumpe	4,45		x	
	zentrale Warmwasserbereitung stilllegen, Umstellung auf Elektroboiler für Küche	0,23	x		
Festhalle	Austausch Heizungsanlage (2014) - Einbau Wärmepumpe 10 kW	2,33		x	
	Dämmung Dach (Aufdachdämmung)	2,16			x
	Austausch Heizungsanlage (1998) - Einbau Wärmepumpe	2,77		x	
Kirchstraße 6 (Altes Rathaus) Bauhof	Solar-Luftkollektor für Fahrzeughalle	2,39		x	
	Infrarotheizungen für Fahrzeughalle	0,21		x	
	Infrarotheizungen für Büro, Sozialraum, Dusche	0,38		x	
	Summe	76,05			

4. Gebäude

4.1. Kindergarten

Gebäude	2023	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to/a]	Anteil
Kindergarten	71.098 kWh	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	14,29	13%

Baujahre / Bauhistorie:

- ▶ Baujahr: ca. 1970er
- ▶ Sanierung: 2010
- ▶ Anbau: 2022 mit Einbau neuer Heizungsanlage

IST-Zustand

Der Kindergarten in Weißensberg wurde ca. in den 1970er Jahren gebaut. Im Jahr 2010 wurde der Bestand saniert, 2022 wurde ein Gebäudeteil neu angebaut. In diesem Zuge wurde die Heizung erneuert und es wurde eine Lüftungsanlage eingebaut. Die Beheizung erfolgt mit einem Erdgas-Brennwertkessel. Es ist eine Solaranlage zur Heizungsunterstützung vorhanden.

Maßnahmenvorschläge

	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45	Kosten (Schätzung)
Optimierung Anlagentechnik	2,14	x			1.000 €
Austausch Wärmeerzeuger: Einbau Wärmepumpe 24 KW	5,68	x			50.000 €
Summe Einsparungen	7,82				51.000 €

Optimierung der Anlagentechnik

Bei der Vor-Ort Begehung wurde eine funktionsfähige Anlagentechnik mit – zum großen Teil – unpassenden Einstellungen vorgefunden. Diese waren auf Standard-Werten und für das sanierte bzw. neu gebaute Gebäude zu hoch eingestellt. Durch eine Anpassung der Regelungseinstellungen kann der Wärmeverbrauch des Gebäudes schätzungsweise um 10-15% gesenkt werden. Bei geringen Kosten (ca. 1.000 €) ergeben sich CO₂-Einsparungen von ca. 2,14 Tonnen pro Jahr.

Austausch Wärmeerzeuger: Einbau Wärmepumpe

Das Gebäude ist in einem sehr guten Zustand, die Räume werden bereits mit Flächenheizungen versorgt. In einem, der vor-Ort Begehung folgenden Termin, wurden die maximalen Vorlauftemperaturen auf 60°C (Altbau) bzw. 40°C (Anbau) abgesenkt. Die Nachheizung für die Lüftungsanlage wurde auf 50°C begrenzt. Sollten sich die gewählten Einstellungen als ausreichend erweisen, kann der Erdgas-Kessel durch

eine Wärmepumpe ersetzt werden. Es wird empfohlen, diese Maßnahme so bald wie möglich anzugehen. Es können pro Jahr ca. 5,68 Tonnen CO₂-Emissionen eingespart werden.

4.2. Verbandsschule (Grundschule)

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to/a]	Anteil
Grundschule	164.351 kWh	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	33,03	35%

Baujahre / Bauhistorie:

- ▶ Baujahr: 1970
- ▶ Anbau: 1990-92 mit Einbau neuer Heizungsanlage
- ▶ Austausch Fenster: 1990 bis 2005
- ▶ Dachsanierung: 2010

IST-Zustand

Die Grundschule Weißensberg wurde im Jahr 1970 gebaut. Im Jahr 1990 hat die Schule einen Anbau erhalten. Dabei wurde auch eine neue Heizungsanlage installiert und die Fenster wurden erneuert. Das Flachdach wurde 2010 mit einer Aufdachdämmung versehen und die Dachabdichtung wurde erneuert.

Es sind Brüstungselementen mit einer Waschbeton-Vorsatzschale vorhanden. Es kann eine geringe Dämmstärke (3-4cm) angenommen werden. Die Tragkonstruktion des Schulgebäudes ist in einem guten Zustand.

Die Schule wird mit zwei Erdgas-Brennwertkesseln beheizt. Die Kessel aus dem Jahr 1992 haben je eine Leistung von 80 KW.

Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt mit Heizkörpern. Die Heizkörperthermostatventile sind nicht voreinstellbar, der Hydraulische Abgleich wurde nicht durchgeführt.

Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral elektrisch mit Untertischboilern bzw. Durchlauferhitzern.

Maßnahmenvorschläge

	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45	Kosten (Schätzung)
Einbau Lüftungsgeräte in Klassenräume	0,56	x			300.000 €
Austausch Thermostatventile + Durchführen Hydraulischer Abgleich	3,30	x			16.000 €
Im Zuge Anbau (Ganztagesbereich): neue Heizzentrale - WP mit EE Hybrid (Pellet)	21,73	x			200.000 €
Fassadensanierung mit Austausch Fenster	3,07			x	5.200.000 €
Summe Einsparungen	28,66				5.716.000 €

Einbau Lüftungsgeräte in Klassenräume

Die Klassenräume werden aktuell über die Fenster gelüftet. Um die Lüftungswärmeverluste zu reduzieren, könnten dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung eingebaut werden. Je Klassenzimmer wäre ein Lüftungsgerät mit einer Zu/Abluftmenge von 800 m³/h sinnvoll. Solche Lüftungsanlagen haben einen Wirkungsgrad > 80%. Durch die Wärmerückgewinnung können ca. 4.000 kWh Energie pro Jahr eingespart werden. Unter Berücksichtigung des zusätzlichen Stromverbrauchs der Ventilatoren ergeben sich Einsparungen bei den CO₂-Emissionen in Höhe von 0,56 Tonnen pro Jahr.

Neben der Energieeinsparung durch eine Reduzierung der Lüftungswärmeverluste ergeben sich weitere Vorteile durch Lüftungsanlagen wie z.B. bessere Raumluftqualität durch einen hygienischen Mindestluftwechsel und reduzierte Staub- und Pollenbelastung in den Räumen durch die in den Geräten integrierten Filter.

Austausch Thermostatventile und Durchführen Hydraulischer Abgleich

Die Heizkörperventile wurden überprüft. Es wurde festgestellt, dass die Heizkörperthermostatventile nicht voreinstellbar sind und noch kein hydraulischer Abgleich vorhanden ist.

Durch den Hydraulischen Abgleich wird sichergestellt, dass alle Heizkörper mit der richtigen Menge an Heizwasser versorgt werden.

Insbesondere bei Brennwerttechnik und Fernwärme können folgende Probleme auftreten, wenn kein Hydraulischer Abgleich vorhanden ist:

- ▶ Unter- bzw. Überversorgung der Heizflächen
- ▶ Kesselleistung reicht nicht aus; um das nicht abgegliche System zu versorgen
- ▶ Unzureichende Versorgung (Bei hohem Gleichzeitigkeitsfaktor)
- ▶ Verzögertes Wiederaufheizen und schlechte Regelbarkeit
- ▶ Für die Nutzung des Brennwerteffekts notwendige niedrige Rücklauftemperaturen werden nicht erreicht
- ▶ Schlechter Wirkungsgrad und erhöhter Energieverbrauch

Der Hydraulische Abgleich hat folgende Vorteile:

- ▶ Einsparung von Heizenergie / Brennwertnutzung
- ▶ Längere Kesselaufzeiten (Kein Takten)
- ▶ Verlängerung der Lebensdauer des Wärmeerzeugers und Anlagenkomponenten durch niedrigere Temperaturen
- ▶ Einsparung von Antriebsstrom der Förderpumpe

Durch die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs lassen sich meist 10-15% Heizenergie einsparen. Bei der Grundschule bedeutet dies konkret eine Einsparung von ca. 16 MWh pro Jahr. Dies entspricht einer Einsparung an CO₂-Emissionen von rund 3,30 Tonnen pro Jahr.

Im Zuge Anbau: neue Heizzentrale - WP mit EE Hybrid (Pellet)

Bei der Grundschule ist in den nächsten Jahren der Anbau eines Ganztagesbereiches geplant. Dieser Zeitpunkt könnte genutzt werden, um die Wärmeversorgung der Schule auf regenerative Energien umzustellen. Da das Gebäude relativ kompakt ist und bereits Verbesserungen - wie neue Fenster und eine Dämmung des Flachdachs - umgesetzt wurden, müsste das Gebäude bereits für eine Beheizung mit einer Wärmepumpe geeignet sein. Wird der Anbau in einem guten Energiestandard umgesetzt, könnte eine neue Wärmepumpe in Kombination mit einem Holz-Pellet Spitzenlastkessel die gesamte Schule in Zukunft mit Wärme versorgen. Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral elektrisch. Auch dies spricht für eine Wärmepumpe als neues Heizungssystem.

Durch die Umstellung von der Beheizung mit Erdgaskesseln auf eine Wärmepumpe in Kombination mit einem Holz-Pelletkessel könnten die CO₂-Emissionen von jährlich 33 Tonnen auf 11,3 Tonnen reduziert werden.

Fassadensanierung mit Austausch Fenster

Die Gebäudehülle ist insgesamt in einem guten Zustand. Es wurde bereits das Flachdach saniert und es wurden im Zeitraum zwischen 1990 und 2005 die Fenster ausgetauscht. Eine grundlegende Sanierung der Gebäudehülle wird voraussichtlich im Zeitraum 2040-45 notwendig.

Mit einer Sanierung wird der Energieverbrauch der Schule deutlich gesenkt. Durch eine Sanierung des Gebäudes auf KfW-Effizienzgebäude 40 Standard kann der Energieverbrauch um mehr als 60% reduziert werden. Da das Gebäude bereits mit Erneuerbaren Energien versorgt wird, liegt die Reduzierung der CO₂-Emissionen nur noch bei ca. 3 Tonnen pro Jahr.

4.3. Rathaus und Feuerwehr

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to/a]	Anteil
Rathaus + Feuerwehr	114.647	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	23,04	25%

Baujahre / Bauhistorie:

- ▶ Baujahr Rathaus: 1900
- ▶ Kellerdecke: ca. 20cm Dämmschüttung
- ▶ Ca. 18cm Aufdach-Dämmung
- ▶ Fenster: 2-fach und 3-fach Verglasung vorhanden

- ▶ Baujahr Feuerwehr: 1985
- ▶ Neubau in den nächsten 5 Jahren geplant
- ▶ Dachausbau ca. 2006-2009; mit 16cm Zwischensparrendämmung
- ▶ Fenster OG: 2-Scheiben-Verglasung, Baujahr 2006

Maßnahmenvorschläge

	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45	Kosten (Schätzung)
Rathaus und Feuerwehr: Austausch Heizungsanlage, Einbau Wärmepumpe	10,24	X			60.000 €
Feuerwehr: Hydraulischer Abgleich	0,69	X			1.500 €
Feuerwehr: Sanierung Gebäudehülle im Zuge Umnutzung (Fenster, WD Außenwände, Dach, Ausbau Rolltore)	3,45		x		1.360.000
Summe Einsparungen	14,38				1.421.500 €

Austausch Heizungsanlage

Durch die bereits erfolgten Verbesserungen an der Gebäudehülle erscheinen beide Gebäude – Rathaus und Feuerwehr – für den Einbau einer Wärmepumpe geeignet. Bei beiden Gebäuden wurden die Fenster ausgetauscht und die Dachflächen gedämmt. Die Tore des Feuerwehrhauses sind noch ein Schwachpunkt, durch die undichten Fugen entstehen Wärmeverluste. Da die Fahrzeughalle nur auf eine niedrige Temperatur beheizt wird und die Wärmeübergabe über große Heizkörper unter den Spinden für die Einsatzkleidung erfolgt, ist eine Beheizung mit einer Wärmepumpe denkbar. Außerdem ist keine zentrale Warmwasserbereitung vorhanden. Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt dezentral elektrisch mit Boilern und Durchlauferhitzern.

Durch den Austausch des Erdgaskessels gegen eine Wärmepumpe können rund 10 Tonnen CO₂-Emissionen pro Jahr eingespart werden.

Hydraulischer Abgleich Feuerwehr

Die Heizkörperthermostatventile in der Feuerwehr sind voreinstellbar. Ein Hydraulischer Abgleich ist aber nicht vorhanden. Durch einen Hydraulischen Abgleich – der umgehend bzw. im Zuge des Austauschs des Wärmeerzeugers gemacht werden sollte – können ca. 10% Endenergie eingespart werden. Durch diese Maßnahme können 0,69 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Sanierung Gebäudehülle Feuerwehr

In den kommenden 5 Jahren ist der Neubau eines Feuerwehrhauses geplant. Das bestehende Gebäude soll umgenutzt werden. Im Zuge der Umbauten für die Nutzungsänderung sollten auch Verbesserungen an der Gebäudehülle umgesetzt werden. Die bisher noch nicht erneuerten Fenster und die Rolltore sollten ersetzt werden und die Außenwände sollten mit einer Wärmedämmung versehen werden. Durch die energetischen Verbesserungen können ca. 9.300 kWh pro Jahr an Heizenergie eingespart werden. Wird das Gebäude mit einer Wärmepumpe beheizt, entspricht dies einer Reduktion der CO₂-Emissionen um ca. 1 Tonne pro Jahr.

4.4. Turnhalle

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to/a]	Anteil
Turnhalle	54.525	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	10,96	12%

Baujahre / Bauhistorie:

- ▶ Baujahr: 1970
- ▶ Erdgaskessel Baujahr 1993 (48 KW), undicht
- ▶ 2003: Erneuerung der Fenster in der Turnhalle

Maßnahmenvorschläge

	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45	Kosten (Schätzung)
Solar Luftkollektor für Heizungsunterstützung (und Lüftung während Heizperiode)	2,01	x			16.250 €
Erneuerung Heizungsanlage: Einbau Wärmepumpe 20 KW	4,19	x			50.000 €
Sanierung Gebäudehülle (Dach, Fenster, Außenwände)	1,00		x		1.170.000 €
	7,20				1.236.250 €

Solar-Luftkollektor zur Heizungsunterstützung

Die Turnhalle hat eine eigene Heizungsanlage, einen Gas-Brennwertkessel mit 48 KW. Die Beheizung der Halle erfolgt mit Deckenstrahlheizungen. Es ist keine Lüftungsanlage vorhanden.

Als sinnvolle Möglichkeit zur Beheizung und Belüftung der Turnhalle könnten Solar-Luft-Kollektoren an der südlichen Außenwand angebracht werden. Ein Solarluftkollektor funktioniert ähnlich wie ein normaler Sonnenkollektor. Anstelle einer Solarflüssigkeit, die die Sonnenwärme vom Kollektor aufnimmt, wird die Wärme jedoch an einen Luftstrom abgegeben, der durch Rohre unterhalb des Kollektors strömt. Dieser wird dann durch thermische Bewegung in die Räume transportiert. Zusätzlich sorgt ein Ventilator dafür, dass die warme Luft in das Lüftungssystem des Gebäudes geblasen wird. Nach diesem Prinzip eignen sich Solar-Luft-Kollektoren zur Unterstützung einer der Heizungsanlage.

Der Ertrag eines Solar-Luft-Kollektors liegt bei ca. 500-800 kWh/m²a. Auf der Südfassade der Turnhalle könnte eine Kollektoranlage mit 20m² montiert werden. Durch den jährlichen Ertrag von ca. 10.000 kWh könnten 2,01 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden.

Erneuerung der Heizungsanlage

Der vorhandene Erdgaskessel ist undicht und sollt ausgetauscht werden. Die Deckenstrahlheizungen sind für den Betrieb mit einer Wärmepumpe geeignet. Durch die Solar-Luftkollektoren wird ein Teil der Heizlast (10 MWh von 54,5 MWh = ca. 18%) abgedeckt, so dass der Einsatz einer Wärmepumpe für die Beheizung der Turnhalle möglich erscheint. Durch die Umstellung der Beheizung von Erdgas auf Umweltwärme können die CO₂-Emissionen von 8,95 Tonnen auf 4,76 Tonnen pro Jahr reduziert werden. Dies bedeutet eine Einsparung von 4,19 Tonnen CO₂ pro Jahr.

In diesem Zuge sollte die Steuerung auf eine Regelung nach der Raumtemperatur umgestellt werden. Damit können die Energiegewinne, z.B. durch die Fenster, die Nutzer sowie die Solar-Luftkollektoren besser berücksichtigt werden.

Sanierung Gebäudehülle

Die Außenhaut des Gebäudes befindet sich – bis auf die Fenster in der Halle – noch im Zustand des Erstellungsjahres. Auf mittlere Sicht wird hier eine Sanierung der Gebäudehülle notwendig, um den Bestand zu erhalten. Der nächste Sanierungszyklus ist ca. 2035 zu erwarten.

Durch eine Sanierung der Gebäudehülle (Dach, Außenwände, Fenster) kann der spezifische Wärmeverbrauch von derzeit 76 kWh/m²a auf ca. 40 kWh/m²a reduziert werden. Die Energieeinsparung beträgt ca. 21 MWh/a. Wenn die Turnhalle zu diesem Zeitpunkt mit einer Wärmepumpe versorgt wird, beträgt die Einsparung der CO₂-Emissionen 2,26 Tonnen pro Jahr.

4.5. Haus der Vereine

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to/a]	Anteil
Haus der Vereine	36.795	Heizöl	0,266 kgCO ₂ /kWh	9,79	10%

Baujahre / Bauhistorie:

- ▶ Baujahr: 1989
- ▶ Umbauten: 1991 (Musik) und 2014 (Schützen)

Maßnahmenvorschläge

	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45	Kosten (Schätzung)
Hydraulischer Abgleich	0,98	x			1.500 €
Dämmung Kellerdecke (UG)	2,09	x			36.000
Austausch Heizungsanlage, Einbau Wärmepumpe	4,45		x		45.000 €
Summe	7,52				82.500 €

Hydraulischer Abgleich

Die Heizkörper-Thermostatventile sind voreinstellbar. Ein Hydraulischer Abgleich wurde aber noch nicht durchgeführt. Mit dem Abgleich kann eine Einsparung an Wärmeenergie von ca. 10% angenommen werden. Dies entspricht bei der gegenwärtigen Beheizung des Gebäudes mit Heizöl einer Einsparung bei den CO₂-Emissionen von 0,98 Tonnen pro Jahr.

Dämmung der Kellerdecke

Das Untergeschoss des Hauses der Vereine ist unbeheizt. Die Decke zum Erdgeschoss sollte mit einer Wärmedämmung versehen werden. Dadurch können die Energieverluste um ca. 7.850 kWh pro Jahr reduziert werden. Bei einer Beheizung des Gebäudes mit Heizöl entspricht dies einer Reduzierung der CO₂-Emissionen um 2,09 Tonnen pro Jahr.

Austausch Heizungsanlage – Einbau Wärmepumpe

Der vorhandene Ölkessel ist aus dem Jahr 1989. Ein Austausch nach ca. 30 Jahren wäre sinnvoll. Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt zu Teil mit Heizkörpern und zum Teil mit einer Fußbodenheizung. Das Dach ist bereits (teilweise) gedämmt und es sind dezentrale Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung vorhanden. Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral elektrisch. Dadurch sollte das Gebäude für eine Beheizung mit einer Wärmepumpe bereits gut geeignet sein.

Durch die Durchführung des Hydraulischen Abgleichs und eine Dämmung der Kellerdecke wird sich der Energiebedarf des Gebäudes von aktuell 37 MWh auf ca. 25 MWh reduzieren. Durch einen Austausch des Ölkessels gegen eine Wärmepumpe reduzieren sich die CO₂-Emissionen von 6,72 Tonnen auf 2,70 Tonnen pro Jahr. Dies bedeutet eine Einsparung von 4,02 Tonnen pro Jahr.

4.6. Festhalle

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to/a]	Anteil
Festhalle	35.190	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	7,07	8%

Baujahre / Bauhistorie:

- ▶ Baujahr: 1978
- ▶ Umbauten: Einbau neue Fenster, Akustikdecke im Saal

Maßnahmenvorschläge

	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45	Kosten (Schätzung)
zentrale Warmwasserbereitung stilllegen, Umstellung auf Elektroboiler für Küche	0,23	x			2.500 €
Austausch Heizungsanlage (2014) - Einbau Wärmepumpe 10 kW	2,33		x		40.000
Dämmung Dach (Aufdachdämmung)	2,16			x	88.000 €
Summe	4,72				130.500 €

Zentrale Warmwasserbereitung stilllegen

Für den Küchenbereich ist eine zentrale Warmwasserbereitung mit einem vom Heizkessel versorgten Warmwasserspeicher vorhanden. Warmes Wasser wird nur temporär, für einzelne Veranstaltungen, benötigt. Da es sich rechtlich bei der Trinkwarmwasserbereitung um eine Großanlage handelt, ist eine Zirkulationsleitung vorhanden. Diese ist von 07-22 Uhr in Betrieb. Dadurch entstehen vermeidbare Wärmeverluste in Höhe von ca. 1.168 kWh pro Jahr. Es wird empfohlen, die zentrale Warmwasserbereitung auf eine dezentrale Lösung mit elektrisch beheizten Boilern oder Durchlauferhitzern umzustellen. Dadurch kann die Zirkulationsleitung entfallen. Neben den Zirkulationsverlusten entfallen auch die Bereitschaftsverluste des Warmwasserspeichers sowie der Antriebsstrom für die Umwälzpumpe der Zirkulation. Die Einsparung an CO₂-Emissionen beträgt ca. 0,23 Tonnen pro Jahr.

Austausch Heizungsanlage - Einbau Wärmepumpe

Der Heizkessel ist aus dem Jahr 2014 und mit einer Leistung von 22-114 kW wahrscheinlich stark überdimensioniert. Mittelfristig wird der Austausch des Heizkessels empfohlen. Die Wärmeübergabe an die Räume erfolgt mit

Gebläsekonvektoren (Saal), Heizkörpern sowie mit Deckenstrahlheizungen. Die Heizkörperthermostatventile sind voreinstellbar, ein Hydraulischer Abgleich wurde noch nicht durchgeführt. Wenn die Warmwasserbereitung auf eine dezentrale elektrische Lösung umgestellt wird und die Zirkulationsleitung entfallen kann, sollte eine Wärmepumpe mit einer Leistung von 10 KW ausreichend sein. Im Zuge des Austauschs des Wärmeerzeugers sollten die Heizkörper hydraulische einreguliert werden. Problematisch an der Lösung mit einer Wärmepumpe könnte möglicherweise die Nutzung des Gebäudes sein. Die Festhalle wird nicht dauerhaft, sondern aktuell nur 2-Mal pro Monat bzw. im Winterhalbjahr 2-Mal pro Woche genutzt. Eine schnelle Aufheizung bei intermittierendem Betrieb ist für eine Wärmepumpe nicht ideal.

Durch die Umstellung der Warmwasserbereitung auf direkt elektrisch, reduziert sich die von der Wärmepumpe bereit zu stellende Heizenergie von 35 MWh/a auf ca. 25 MWh/a. Mit der Umstellung von Erdgas auf Umweltwärme und Strom ergibt sich eine CO₂-Einsparung von 2,33 Tonnen pro Jahr.

Dämmung Dach

Das Dach der Festhalle ist bis auf eine innenseitig angebrachte Akustikdecke noch ungedämmt. Im Zuge des nächsten Sanierungszyklus müssen mittelfristig wahrscheinlich die Dachziegel ersetzt werden. Diese Maßnahme sollte genutzt werden, um das Dach mit einer Aufdachdämmung zu versehen. Dadurch können theoretisch 20 MWh an Heizenergie eingespart werden. Bei einer Beheizung mit einer Wärmepumpe ergibt sich damit eine CO₂-Einsparung von 2,16 Tonnen pro Jahr.

4.7. Wohnhaus Kirchstraße 6

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to/a]	Anteil
Kirchstraße 6	29.450	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	5,92	6%

Baujahre / Bauhistorie:

- ▶ Baujahr: ca. 1800
- ▶ 1998: Wärmedämmung Außenwände, Fenster erneuert, Dachdämmung und Einbau Gas-Brennwertkessel

Maßnahmenvorschläge

	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45	Kosten (Schätzung)
Austausch Heizungsanlage (1998) Einbau Wärmepumpe	2,77		x		40.000
Summe	2,77				40.000 €

Austausch Heizungsanlage Einbau Wärmepumpe

Der Erdgas-Brennwertkessel ist aus dem Jahr 1998. Es sind eine zentrale Warmwasserbereitung (470 Liter) und 3 Heizkreise vorhanden.

Da die Gebäudehülle bereits saniert ist, sollte das Gebäude für eine Beheizung mit einer Wärmepumpe geeignet sein. Die Außeneinheit der Luft-Wasser Wärmepumpe könnte auf der Südseite des Gebäudes im Innenhof / Parkplatzbereich aufgestellt werden. Hierbei muss der Schallschutz, wegen der Geräuschentwicklung des Ventilators, berücksichtigt werden.

Vor einer Umstellung auf eine Wärmepumpe im Zeitraum 2030-2040 könnte ein „Testbetrieb“ erfolgen. Die Heizkurve ist mit einer Neigung von 1,2 und einer Parallelverschiebung von +5° relativ hoch eingestellt. Hier könnte mit einer Anpassung der Heizkurve ausprobiert werden, ob eine Vorlauftemperatur von 50°C ausreichend wäre.

Durch eine Umstellung der Wärmeerzeugung auf eine Wärmepumpe können die CO₂-Emissionen von derzeit 5,92 Tonnen auf 3,15 Tonnen pro Jahr reduziert werden.

4.8. Bauhof

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to/a]	Anteil
Bauhof	15.102	Flüssiggas	0,239 kgCO ₂ /kWh	3,61	4%

Baujahre / Bauhistorie:

- ▶ Baujahr: 2006

Maßnahmenvorschläge

	Einsparung CO ₂ in Tonnen / Jahr	bis 2030	2030-40	2040-45	Kosten (Schätzung)
Solar-Luftkollektor für Fahrzeughalle	2,39			x	16.250 €
Infrarotheizungen für Fahrzeughalle	0,21			x	5.000 €
Infrarotheizungen für Büro, Sozialraum, Dusche	0,38			x	2.500 €
Summe	2,98				23.750 €

Solar-Luftkollektor für Fahrzeughalle

Die Fahrzeug- bzw. Waschhalle des Bauhofs wird mit Gas-Dunkelstrahlern beheizt. Die Halle hat keine besonderen Temperaturanforderungen, sie muss frostfrei gehalten werden. Wie auch bei der Turnhalle würde sich hier der Einsatz von Solar-Luft-Kollektoren anbieten. Auf der Südseite der Fahrzeughalle könnte eine 20m² große Kollektoranlage montiert werden. Mit einem spezifischen Ertrag von 500 kWh/m²*a können ca. 10.000 kWh Wärme pro Jahr erzeugt werden. Dies würde ca. 2/3 des Wärmebedarfs des Bauhofs decken. Durch die Solar-Luftkollektoren wird eine Grundbelüftung des Gebäudes erreicht. Dies wäre für die Nutzung der Halle sinnvoll – die durch die Fahrzeuge eingebrachte Feuchtigkeit wird dadurch abgeführt.

Durch den Einsatz von Solar-Luftkollektoren zur Temperierung und Trocknung der Fahrzeughalle können ca. 10.000 kWh (= 1.400 Liter) Flüssiggas eingespart werden. Die Reduzierung der CO₂-Emissionen beträgt 2,39 Tonnen pro Jahr.

Infrarotheizungen für Fahrzeughalle

Der noch verbleibende Wärmebedarf für die Fahrzeughalle – ca. 2.250 kWh/a – könnte mit elektrisch betriebenen Infrarotheizungen gedeckt werden. Die CO₂-Emissionen reduzieren sich von 0,45 Tonnen bei der Erzeugung mit Flüssiggas auf 0,24 Tonnen pro Jahr bei der Erzeugung der Wärme mit Strom.

Infrarotheizungen für Büro, Sozialraum, Dusche

Für den ca. 50m² großen Bereich für Büro, Sozialräume und Dusche wird ein jährlicher Energiebedarf von 2.870 kWh abgeschätzt. Die Wärme für diesen Bereich wird mit einer Gastherme, die auch an den vorhandenen

Flüssiggastank angeschlossen ist, erzeugt. Eine separate Erfassung des Gasverbrauchs erfolgt nicht.

Mittelfristig erscheint ebenfalls eine Umstellung auf elektrische Infrartheizungen sinnvoll. Die Räume werden nicht dauerhaft genutzt, mit Infrartheizungen können diese schnell und unkompliziert beheizt werden.

Die Einsparung an CO₂-Emissionen durch die Umstellung beträgt 0,38 Tonnen pro Jahr.

5. Erläuterungen zur Vorgehensweise

1. Zusammenstellung Gebäudedaten

Von der Gemeinde Weißensberg wurden uns die Wärmeverbräuche der Liegenschaften für die Jahre 2020 bis 2023 zur Verfügung gestellt. Aus den Verbrauchswerten der einzelnen Jahre wurde ein Mittelwert errechnet. Anhand des Mittelwerts wurden die CO₂-Emissionen für den Wärmeverbrauch ermittelt.

Gebäude	Ø 2020-23	Energieträger	Emissions-Faktor	Emissionen [to]	Anteil
Grundschule	164.351	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	33,03	35%
Rathaus + Feuerwehr	114.647	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	23,04	25%
Turnhalle	54.525	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	10,96	12%
Haus der Vereine	36.795	Heizöl	0,266 kgCO ₂ /kWh	9,79	10%
Festhalle	35.190	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	7,07	8%
Kirchstraße 6	29.450	Erdgas	0,201 kgCO ₂ /kWh	5,92	6%
Bauhof	15.102	Flüssiggas	0,239 kgCO ₂ /kWh	3,61	4%
				93,43	

2. Vor-Ort Begehung der Gebäude

Zur Untersuchung der Gebäude und der Ermittlung von Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs und zur Umstellung der Beheizung der Gebäude mit Erneuerbaren Energien wurden die Gebäude vor Ort untersucht. Anlagentechnik und Gebäudehülle wurden mit einer aufgenommen und dokumentiert.

3. Zusammenstellung der Ergebnisse und Abschätzung der Einsparungen

Die Ergebnisse der Vor-Ort Checks wurden anschließend zusammengestellt und zu einem Vorschlag für eine mögliche langfristige Gebäudestrategie zusammengestellt. Die Einsparungen an CO₂-Emissionen wurden über vereinfachte Verfahren ermittelt. Wie z.B.

- ▶ Wechsel Energieträger: Verbrauch * Differenz Emissionsfaktor
- ▶ Generalsanierung Gebäude: spezifischer Kennwert * Fläche ergibt den zukünftigen Verbrauch für Wärme und Strom
- ▶ Verbesserung einzelner Bauteile: Abschätzung über U-Wert, Fläche und Gradtagszahl
- ▶ Reduzierung Lüftungswärmeverluste durch Einbau von Lüftungsanlagen: Luftwechsel * spez. Wärmekapazität Luft Wärmerückgewinnungsfaktor von 80%
Stromaufnahme Lüftungsgerät mit 0,3 Wh/m³ angesetzt

6. Anhang

6.1. Emissionsfaktoren

Tabelle 2: CO₂-Faktoren der Energieträger

Energieträger	Einheit	CO ₂ -Faktor
Altöl	tCO ₂ /MWh	0,288
Biodiesel ⁵	tCO ₂ /MWh	0,070
Bioethanol ⁴	tCO ₂ /MWh	0,043
Biogas ⁴	tCO ₂ /MWh	0,152
Biomasse Holz, trocken <20% Restfeuchte ⁶	tCO ₂ /MWh	0,027
Braunkohle	tCO ₂ /MWh	0,383
Deponiegas	tCO ₂ /MWh	0,05
Erdgas	tCO ₂ /MWh	0,201
Flüssiggas	tCO ₂ /MWh	0,239
Heizöl leicht / Diesel	tCO ₂ /MWh	0,266
Heizöl schwer	tCO ₂ /MWh	0,288
Klärgas	tCO ₂ /MWh	0,05
Klärschlamm	tCO ₂ /MWh	0,010
Nah- / Fernwärme	tCO ₂ /MWh	0,280
Pellets	tCO ₂ /MWh	0,036
Rohbenzin	tCO ₂ /MWh	0,264
Steinkohle	tCO ₂ /MWh	0,335
Strom (Effizienzmaßnahme) ⁷	tCO ₂ /MWh	0,435
Strom (Energieträgerwechsel zu Strom) ⁸	tCO ₂ /MWh	0,107
Strom (Erneuerbare Quelle) ⁹	tCO ₂ /MWh	0
Wasserstoff	tCO ₂ /MWh	0,385
Wasserstoff (Erneuerbare Quelle) ¹⁰	tCO ₂ /MWh	0

Quelle:

https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2023.html