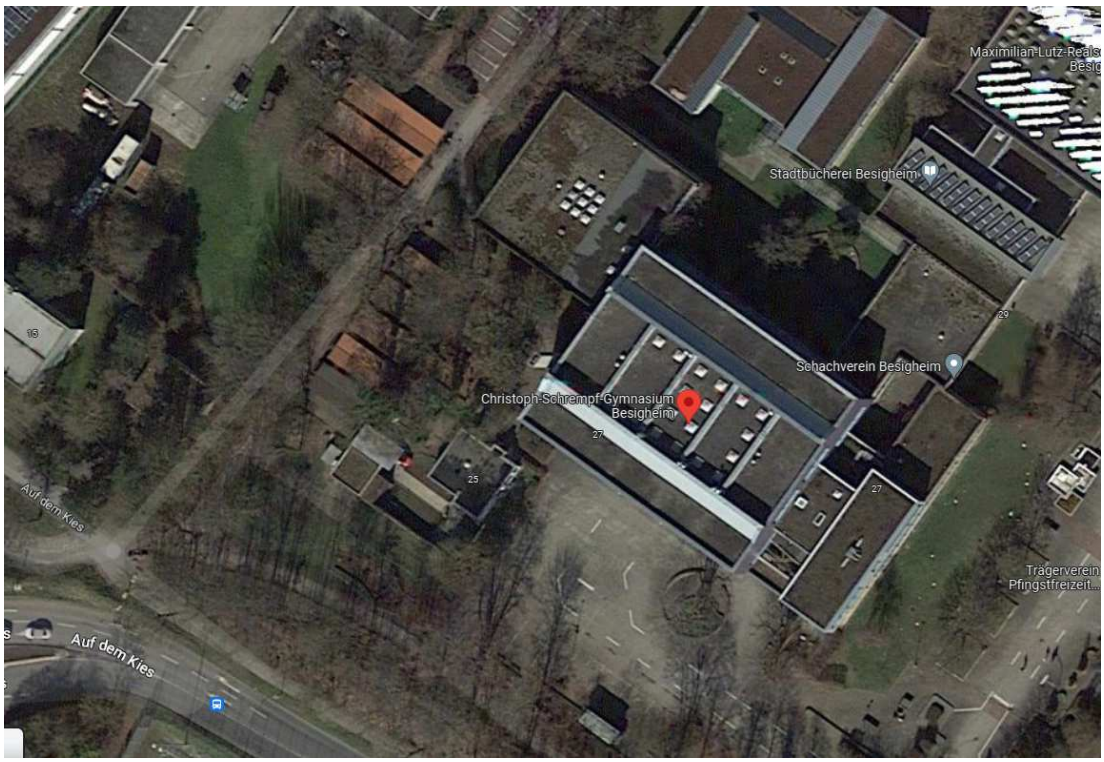
Sanierungskonzept
Wärmeerzeugung CSG Besigheim

Auftraggeber: Stadt Besigheim
Marktplatz 12
74354 Besigheim

Objekt: Christoph-Schrempf-Gymnasium
Auf dem Kies 27
74354 Besigheim



erstellt durch

Patrick Auderer
bunse GmbH
Beratende Ingenieure
Karlstraße 103
74076 Heilbronn

Tel.: 07131 – 76 41 0
Fax: 07131 – 76 41 20

Email: info@bunse-gmbh.de
www.bunse-gmbh.de

Heilbronn, den 14.03.2023

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung 3
2. Grundlagen 3
2.1. Bestandsaufnahme 3
2.1. Verbrauchsdaten 3
2.2. Gesetzliche Rahmenbedingungen 4
2.3. Maßnahmen zur Erfüllung der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen 5
3. Umsetzung der Maßnahmen 6
3.1. Dimensionierung Wärmeerzeugungen 6
3.2. Flächenbedarf Pelletkessel, Lager und Zubehör 7
3.3. Unterbringung Wärmeerzeugung und Lager 7
4. Kosten 9
4.1. Kosteneinschätzung 9

1. Aufgabenstellung

Gemäß Gemeinderatsbeschluss soll die bestehende Wärmeerzeugung um eine Pelletheizung zur Deckung der Mittellast des Nahwärmenetzes ergänzt werden.
Es soll geprüft werden, ob die Pelletheizung unter Berücksichtigung der aktuellen Gegebenheiten noch sinnig ist, und wie die Umsetzung der Sanierung/Ergänzung erfolgen kann.
Ziel ist es, den Einsatz von fossilen Energieträgern zu reduzieren.

2. Grundlagen

2.1. Bestandsaufnahme

Die aktuelle Wärmeerzeugung besteht aus einem erdgasbetriebenen Gas-NT-Kessel Fabr. Fröhling Type FHNR 1000 mit einer Nennwärmeleitung von 1150 kW Bj. 1993 und einer neu installierten erdgasbetriebenen KWK-Anlage mit 50 kW el. und 91 kW th. Gesamtbrennstoffbedarf 148 kW Fabr. TEDOM Type MICRO 50 Bj. 2022.
Die bestehende Heizungsverteilung und Druckhaltung wurden 2022 vollständig saniert.
Die Regelung der Pumpengruppen und der einzelnen Wärmeerzeuger erfolgt über eine zentrale Gebäudeautomation.
Ein bestehender Öl-NT-Kessel samt Öllager wurde zurückgebaut, so dass im Gebäude entsprechende Flächen zur Unterbringung von neu zu installierenden Wärmeerzeugern vorhanden ist.
Der bestehende Schornstein mit zwei Zügen ist durch die Wärmeerzeugung KWK und Gaskessel vollständig belegt.
Im Bestand ist aktuell ein Puffervolumen mittels Zortström-Weichen von ca. 7.000 Litern installiert. Dieses Puffervolumen ist für die KWK-Anlage ausreichend, bietet aber für evtl. neu zu installierende Wärmeerzeuger keine Reserven.

2.1. Verbrauchsdaten

Nachfolgend sind die Verbrauchsdaten der Wärmeerzeugung Nahwärmenetz Schule in kWh pro Jahr aufgeführt. Im Jahr 2019 wurde der Ölkessel außer Betrieb gesetzt.

Gasverbrauch Schulzentrum + Neckarhalle		Ölverbrauch Schulzentrum + Neckarhalle	Heizenergiebedarf gesamt
2017	1535234 kWh	39200 kWh	1574434 kWh
2018	1354979 kWh	53900 kWh	1408879 kWh
2019	1423873 kWh	29400 kWh	1453273 kWh
2020	1417369 kWh		1417369 kWh
2021	1597087 kWh		1597087 kWh

Mittelwert	**1.490.208**	**kWh**
Maximalwert	**1.597.087**	**kWh**

2.2. Gesetzliche Rahmenbedingungen

Bei der Sanierung/Ergänzung von Wärmeerzeugern im Bestand, gilt aktuell in Baden-Württemberg das EWärmeG (Erneuerbare-Wärme-Gesetz) für Nichtwohngebäude.
Dieses ist im Prinzip ähnlich aufgebaut wie das GEG (Gebäudeenergiegesetz), welches Bundesweit gilt. Eine Abweichung zwischen GEG 2020 und dem EWärmeG ist der §52 des GEG.
Hier wird die Vorbildfunktion von öffentlichen Gebäuden hervorgehoben, so dass bei der Sanierung in jedem Fall eine anteilige Nutzung erneuerbarer Energien anzusetzen ist.
Diese Pflicht kann mit dem EWärmeG je nach Kombination der Maßnahmen bei Nichtwohngebäuden umgangen werden. Das EWärmeG 2015 gilt für vor dem 1. Januar 2009 errichtete Gebäude, bei denen ab dem 1. Juli 2015 die Heizungsanlage saniert wird.
Aktuell wird das GEG 2024 erarbeitet, dass voraussichtlich ab dem 01.01.2024 das vorgenannte GEG 2020 und das EWärmeG ablösen wird. Die ersten Veröffentlichungen zeigen, dass mit der 65-Prozent-EE-Vorgabe künftig bei neu installierten Heizungen der Wärmebedarf zu mindestens 65 Prozent aus erneuerbaren Energien gedeckt werden muss. Welche technischen Optionen dafür erlaubt werden, wird derzeit erarbeitet.

Für die Wärmeversorgung Landeseigender Liegenschaften werden aktuell nur noch folgende Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt.

- Wärmepumpe in Verbindung mit Nutzung von Umweltenergie (Geothermie, Umgebungswärme, Flüsse/Seen)
- Der Einsatz von nicht fossiler, fester Biomasse (Holzhackschnitzel, -pellets) als Brennstoff. Wärmeerzeuger für diese Energieträger werden nur in begründeten Ausnahmen als Übergangstechnologie genutzt, sofern anderweitige erneuerbare Energien aus technischen Gründen nicht sinnvoll genutzt werden können.
- Extern bezogene Fernwärme bildet weiterhin eine wesentliche Grundlage der Wärmeversorgung von Landesgebäuden. Voraussetzung für die weitere Nutzung ist die Verpflichtung der Anbieter zur schrittweisen Umstellung auf eine klimaneutrale oder weitgehend klimaneutrale Fernwärme

Heizöl und Erdgas wird in Landeseigenen Liegenschaften grundsätzlich nicht mehr zur Wärmeerzeugung verwendet.

Bei einer Umsetzung im Jahr 2023 gilt wie vorstehend beschrieben noch das EWärmeG.
Um eine zukunftsweisende Wärmeversorgung der Liegenschaften zu berücksichtigen, sollten die aktuellen Planspiele der Bundesregierung mit einbezogen werden.

2.3. Maßnahmen zur Erfüllung der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen

Vorgaben gemäß EWärmeG

Solarthermie
Eine Erfüllung des EWärmeG über Solarthermie ist aus technischer Sicht nicht sinnvoll.
Der überwiegende Teil der Heizenergie steht in den Sommermonaten zur Verfügung, wenn in der Schule kein Wärmebedarf vorhanden ist. Eine saisonale Pufferung für ein solch großes Projekt ist nicht zu empfehlen.

Schematische (vereinfachende) Übersicht	Wohngebäude			Nichtwohngebäude		
Erfüllungsoptionen	**5 %**	**10 %**	**15 %**	**5 %**	**10 %**	**15 %**
Solarthermie*/**** [m^2 Aperturfläche/m^2 Wfl|Nfl]	✔(EZFH 0,023 m^2) (MFH 0,02 m^2)	✔(EZFH 0,047 m^2) (MFH 0,04 m^2)	✔(EZFH 0,07 m^2) (MFH 0,06 m^2)	✔ (0,02 m^2)	✔(0,04 m^2)	✔(0,06 m^2)

Holzzentralheizung
Die Erfüllung des EWärmeG über eine zentrale Hackschnitzel-/Pelletheizung ist grundsätzlich möglich.
Pelletheizung / Holzhackschnitzelheizung

Holzzentralheizung*	✔	✔	✔	✔	✔	✔

Wärmepumpe
Eine Erfüllung des EWärmeG über eine Luft/Wasser Wärmepumpe ist aufgrund der bestehenden Wärmeübergabe mittels Heizkörper und dem dadurch resultierenden hohen Temperaturniveau nur bedingt möglich. Gemäß EWärmeG müsste eine Jahresarbeitszahl in Höhe von 3,5 erreicht werden. Bei den aktuellen Vorlauftemperaturen für die Heizkörper von bis zu >70°C ist dies nicht möglich.
Bei einem Ansatz einer Sole/Wasser Wärmepumpe (Geothermie) mit einer Nennwärmeleistung von 400kW wären z.B. ca. 65 Erdsonden mit einer Tiefe von ca. 100m erforderlich.
Bei einer Wärmepumpe mit einer Brunnenanlage und einer Nennwärmeleistung von 200kW wäre eine Brunnenanlage mit einer Wassermenge von ca. 45.000 Liter/Stunde erforderlich.

Wärmepumpe* (JAZ ≥ 3,50; JHZ ≥ 1,20)	✔	✔	✔	✔	✔	✔

Bio-Gas / Bio-Öl
Die Erfüllung des EWärmeG mit einem Biogas- bzw. Bioölanteil bei einer Kesselleistung >50kW ist nicht zulässig.

Biogas* (i.V.m. Brennwert)	✔ ≤ 50kW	✔ ≤ 50kW	-	✔≤ 50kW	✔≤ 50kW	-
Bioöl* (i.V.m. Brennwert)	✔	✔	-	✔≤ 50kW	✔ ≤50kW	-

KWK-Anlage
Die Erfüllung des EWärmeG über eine KWK-Anlage ist grundsätzlich möglich.
Die Bauherrschaft wünscht jedoch eine Abkehr von fossilen Brennstoffen (siehe auch Vorgabe Land).

Hocheffiziente KWK* - ≤ 20 kW_{el} (Pauschale: el. Nettoarb./m^2 Wfl|Nfl) - > 20 kW_{el} (min. 50 % Deckung des WEB)	✔ (≥ 5 kWh_{el}) ✔	✔ (≥ 10 kWh_{el}) ✔	✔ (≥ 15 kWh_{el}) ✔	✔ (≥ 5 kWh_{el}) ✔	✔ (≥ 10 kWh_{el}) ✔	✔ (≥ 15 kWh_{el}) ✔

Anschluss an Wärmenetz
Die Erfüllung des EWärmeG über den Anschluss an ein Nah- oder Fernwärmenetz ist aufgrund eine fehlenden Anschlussmöglichkeit nicht möglich.

Anschluss an Wärmenetz* (min 50% KWK oder 15 % EE oder Abwärme)	✔	✔	✔	✔	✔	✔

Photovoltaik
Eine Erfüllung des EWärmeG über eine PV-Anlage wäre je nach erforderlicher Leistung, und zur Verfügung stehenden Dachfläche möglich. Ebenso ist eine Anteilige Deckung möglich.

Photovoltaik* [kWp/m^2 Wfl|Nfl]	✔ (0,0067 kWp)	✔ (0,0133 kWp)	✔ (0,02 kWp)	✔ (0,0067 kWp)	✔ (0,0133 kWp)	✔ (0,02 kWp)

Zur Erfüllung des EWärmeG bei Nichtwohngebäuden, wäre der Kesselaustausch in Kombination mit einem Sanierungsfahrplan umsetzbar. Hierbei wären keine weiteren Maßnahmen erforderlich.

Sanierungsfahrplan	✔	-	-	-	-	✔

Mit der vom Gemeinderat beschlossenen Variante „Pelletheizung“, werden die vom Land Baden-Württemberg vorgegebenen Rahmenbedingungen eingehalten, sofern eine Deckungsanteil der Pelletheizung am Gesamtheizenergiebedarf von mindestens 15% erreicht wird.
Der vorgenannte Deckungsanteil kann reduziert werden, wenn die neu installierte KWK-Anlage einen der vorgenannten Deckungsanteile erfüllt (5%, 10%, 15%).
Da die Bauherrschaft jedoch eine wesentliche Reduzierung der fossilen Energieträger wünscht, wird nachfolgend mit einer Pelletheizung >15% geplant.
Die aktuellen Planungen würden auch die voraussichtlichen 65% des GEG2024 des Bundes übersteigen, so dass auch zukünftig keine weiteren Maßnahmen erforderlich wären.

3. Umsetzung der Maßnahmen

3.1. Dimensionierung Wärmeerzeugungen

Energiebedarf gesamte Liegenschaft 1.490.208 kWh

Aufteilung des Energiebedarfs auf die bestehenden Wärmeerzeuger
KWK-Anlage 91 kWth. Mindestlaufzeit 4.500 h/a → **409.500 kWh/a**
Heizenergiebedarf Gas-Kessel → **1.080.708 kWh/a**
Der Energiebedarf des Gas-Kessel soll weitestgehend reduziert werden.

Maximal erforderliche Nennleistung Wärmeerzeugung
Annahme Vollbenutzungsstunden → 1.300 h/a (in Anlehnung an VDI 2067)
1.574.434 kWh/a : 1.300 h/a = **1.211 kW**

Im Bestand hat die Stadt Besigheim Pelletheizungen des Herstellers Hargassner installiert.
Bisher wurden im Betrieb und Service nur gute Erfahrungen gemacht.
Dimensionierung und Planung erfolgt daher anhand des Herstellers Hargassner.
Die Fa. Hargassner hat Pelletkessel bis zu einer maximalen Nennwärmeleistung von 330kW im Angebot.
Aus diesen Kesselgrößen ergibt sich Planung einer Mehrkesselanlage (Kaskade).

Nachfolgend werden Varianten mit verschieden Kesselgrößen untersucht.
Die maximal zulässigen Vollbenutzungsstunden des Herstellers liegen bei ca. 2.900 h/a. Um einen Puffer für die Vollbenutzungsstunden vorzuhalten, werden nachfolgend 2.500 h/a angesetzt.

2x 200 kW
Unter der Berücksichtigung von 2.500 Vollbenutzungsstunden ergibt sich eine Heizenergiemenge von 1.000.000 kWh/a.

2x 300 kW
Unter der Berücksichtigung von 2.500 Vollbenutzungsstunden ergibt sich eine Heizenergiemenge von 1.500.000 kWh/a.

1x 330 kW
Unter der Berücksichtigung von 2.500 Vollbenutzungsstunden ergibt sich eine Heizenergiemenge von 825.000 kWh/a.

Wir würden empfehlen zwei 200 kW Pelletkessel mit einer Nennleistung von 400 kW zu installieren.
Der Deckungsanteil der Pelletheizung würde sich auf ca. 67% des Gesamtheizenergiebedarfs belaufen.
Dieser Deckungsanteil würde die voraussichtlichen Forderungen des GEG 2024 erfüllen.

3.2. Flächenbedarf Pelletkessel, Lager und Zubehör

Die Abmessungen eines Pelletkessel mit einer Nennwärmeleistung von 200 kW liegen bei ca. 4,0 x 3,4 x 3,0 m (LxBxH).

Das erforderliche Puffervolumen für einen Betrieb der Pelletkesselanlage mit 400 kW liegt bei ca. 10.000 Liter
z.B. 3 Stck Pufferspeicher a 4.000 Liter (Durchmesser je Puffer ca. 1,6m).

Der Pelletbedarf bei einer Pelletanlage mit einem Jahresheizenergiebedarf von ca. 1.000.000 kWh/a liegt bei ca. 217.391 kg/a. Dies entspricht einem Volumen von 334 m³/a.
Mit einem LKW können ca. 35m³ pro Anfahrt transportiert werden.
Das Lagervolumen sollte in etwa so groß sein, dass bis zu zwei LKW´s vollständig eingelagert werden können. Dies entspricht somit einem Volumen von >70m³.
Wir rechnen mit einem Lagervolumen von ca. 80m³. Da für die Rutschböden und die Austragung noch Volumen abgezogen werden muss (ca. 35%) ergibt sich somit ein Raumbedarf von ca. 123m³.

3.3. Unterbringung Wärmeerzeugung und Lager

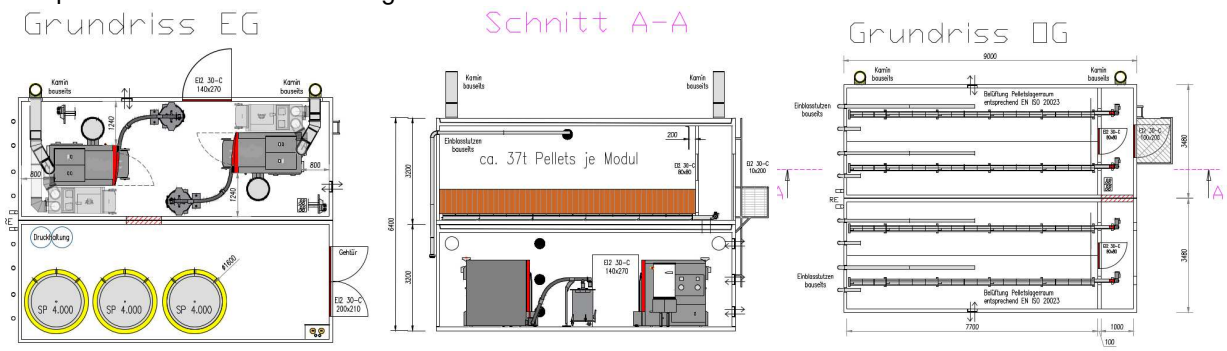
Die Unterbringung der vorgenannten Komponenten im bestehenden Technikraum und Lager ist nur mit erheblichen funktionalen und ablauftechnischen Einschränkungen möglich.
Das bestehende Öllager wäre groß genug, aber von der Lage her ungünstig.
Für eine Einbringung der Pellet (35m³) müsste der LKW je Liefervorgang mehrere Stunden den Schulhof befahren.
Dies ist aus Gründen der Sicherheit und Akustischen Belästigung nicht mit dem Schulbetrieb vereinbar.

Die Pelletheizungen müssen mit einer möglichst kurzen horizontalen Abgasverbindungsleitung ausgestattet werden. Die in der Technikzentrale zur Verfügung stehenden Aufstellflächen liegen ca. 14m vom aktuellen Schornstein entfernt.
In langen horizontalen Abgasleitungen würde sich Ruß ablagern, der in regelmäßigen Abständen entfernt werden müsste. Dies bedeutet einen erhöhten Betreuungsaufwand.

In der bestehenden Technikzentrale müssten mehrere Umbauten durchgeführt werden, damit eine Mehrkesselanlage untergebracht werden könnte.
Ggf. kann hier nur ein Kessel aufgestellt werden (hier würde dann ein Pelletkessel mit max. 300 kW zur Ausführung kommen).

Wir empfehlen die Unterbringung der neuen Pelletkesselanlage mit Lager und Zubehör in einem separaten Gebäude, dass auf der Nord/West Seite des Gebäudes an den bestehenden Schornstein angegliedert wird.
Das Gebäude kann als Containerlösung, oder als kleine Baumaßnahme umgesetzt werden.
Die Gebäudeabmessungen werden ca. 9 x 7 x 6,5 m (LxBxH) betragen.

Beispiel für eine Containerlösung



Bei der Unterbringung des Lagers in einem dort platzierten Gebäude kann die Anlieferung der Pellet über die Robert-Bosch-Straße erfolgen.
Der Schulbetrieb würde hierdurch nicht beeinträchtigt.

Weitere Vorteile bei der Unterbringung in einem Nebengebäude

- der Abtransport der Anfallenden Asche (ca. 4,4 Tonnen pro Jahr) kann ebenerdig erfolgen.
- Anbindung an den Schornstein erfolgt über kurze Wege.
- Es können auch Hackschnitzel mit der Anlage verbrannt werden.
- Keine weiteren Brandschutztechnischen Ertüchtigungen im Bestand erforderlich.
- Kurze Einbringung und Austragung der Pellet (erhöht die Betriebssicherheit).

4. Kosten

4.1. Kosteneinschätzung

Kosteneinschätzung

Pelletkessel-Kaskade 2x 200kW Nennleistung (z.B. Hargassner Eco-PK 200 kW)

Pelletkesselanlage 400 kW	78.000 €	-	82.000 €
Schneckenaustragung	16.000 €	-	20.000 €
Rutschböden und Lagerzubehör	22.000 €		26.000 €
Abgasleitung und Zubehör	30.000 €	-	40.000 €
Druckhaltung	5.000 €	-	8.000 €
Pufferspeicher 4x 4000 Liter	20.000 €	-	25.000 €
Pumpengruppen	9.000 €	-	11.000 €
Rohrleitungen und Zubehör	15.000 €	-	20.000 €
Regelung und Zubehör	10.000 €	-	15.000 €
Besondere Leistungen	5.000 €	-	8.000 €
Containerlösung und Zubehör*	150.000 €	-	160.000 €
Summe Wärmeversorgungsanlagen	**360.000 €**	**-**	**415.000 €**