

Gemeinderatsdrucksache Nr. 49/2022

Beratungsfolge	Datum		
Gemeinderat	17.05.2022	Beschlussfassung	öffentlich

Sanierung Wohngebäude Achalmstraße 81 - Baubeschluss

Anlagen:

Anlage 1: Bericht zur Heizungssanierung

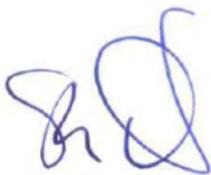
Anlage 2: Beurteilung Dachkonstruktion wegen Aufbau PV-Anlage

Bezug:

GR-DS 17/2022 – Sanierung Wohngebäude - Maßnahmenüberblick

Beschlussvorschlag:

1. Der Sanierung sechs kommunaler Wohnungen in dem Gebäude Achalmstraße 81 - wie in der Drucksache dargestellt - wird zugestimmt. Die Baukosten betragen ca. 340.000 € (brutto).
2. Die Heizungsanlage wird als Gasbrennwertheizung ausgeführt.
3. Die Verwaltung wird ermächtigt, die vor genannten Maßnahmen zu planen, auszuschreiben und an die wirtschaftlichsten Bieter (Einzelvergabe) zu vergeben und die Maßnahmen umzusetzen.
4. Die Verwaltung wird beauftragt die Belegung der Dachflächen der beiden Gebäude Achalmstraße 81+83 mit einer Photovoltaikanlage und einem geeigneten Betreibermodell weiterzuentwickeln und vor der Umsetzung eine entsprechende Beschlussfassung auch in Bezug auf den möglichen Betreiber in die Wege zu leiten.



Stefan Wörner,
Bürgermeister

Finanzierungsübersicht:

Finanzielle Auswirkungen auf den Haushaltsplan: Ja
 Nein

Bemerkungen: Kostenrahmen / Kostenschätzung / Kostenberechnung etc.

GESAMTKOSTEN der Maßnahme	jährliche Folgekosten	Objektbezogene Einnahmen (Zuschüsse/Beiträge)
340.000 €	(siehe unten)	6.500 € Bafa

Die Maßnahme ist im Haushaltsplan unter

der Investitionsnummer	I-1124-022
der Kostenstelle/Kostenträger/ Sachkonto	
bzw. im Budget	Investitionshaushalt 2022

mit einem Ansatz von 340.000 Euro (Gesamtansatz 400.000€) im Investitions-
haushalt 2022 veranschlagt.

Ausreichende Mittel sind vorhanden
 nicht vorhanden (ÜPL / APL)

Kalkulatorische Kosten:

Die dargestellte Maßnahme hat unter Berücksichtigung der nachfolgenden Annahmen
Auswirkungen auf den Ergebnishaushalt.

Anschaffungs-/Herstellungskosten:

verbleibende Restnutzungsdauer:

Abschreibungssatz: 2,86%

Kalk. Zins = $\frac{\text{Buchwert 01.01.} + \text{Buchwert 31.12.}}{2}$ x Zinssatz 3,5 %

	Jahr der Fertigstellung	Jahr der Fertigstellung + 1	Jahr der Fertigstellung + 2	Jahr der Fertigstellung + 3
Abschreibungen	9.714,29 €	9.714,29 €	9.714,29 €	9.714,29 €
Kalk. Zinsen	11.730,00 €	11.390,00 €	11.050,00 €	10.710,00 €

Sachverhaltsdarstellung:

In der Drucksache 17/2022 wurde die Planung zur Sanierung des Gebäudes Achalmstraße 81 dargestellt. Darauf aufbauend wurde aus der Mitte des Gremiums angeregt alternative Heizsysteme sowie die Nutzung der Dachfläche mit einer Photovoltaikanlage (PV) bzw. in Kombination zu prüfen.

Sachverhalt aus GR-DS 17/2022:

1. Sanierungsarbeiten Achalmstraße 81

Die Achalmstraße 81 wurde 1954 erbaut und wurde seither noch nicht grundlegend saniert. Im Jahr 2019 wurde aufgrund von Undichtigkeiten das Dach erneuert und gedämmt. Die Fenster wurden in den Jahren 2014/2015 als Kunststofffenster neu eingebaut. Die Elektroleitungen sind dem Baujahr entsprechend größtenteils 2-adrig und stoffummantelt. Frisch- und Abwasserleitungen haben oft Leckagen und müssen laufend repariert werden und verursachen bis diese sichtbar werden Folgeschäden. Bei lang andauernden, nicht sichtbaren Schäden, kann hierdurch die Bausubstanz gefährdet werden. Die Wohnungen verfügten über nicht ausreichende Sanitäreinrichtungen, weshalb vor längerer Zeit notdürftig meist einzelne Duschzellen in den Küchen nachgerüstet wurden, wobei hier keine räumliche Trennung zur Küche besteht. Beheizt wird das Gebäude mit Gas-Einzelöfen. Die Gaszähler befinden sich im Treppenhaus und stellen eine potentielle Gefahr im Flucht- und Rettungsweg.

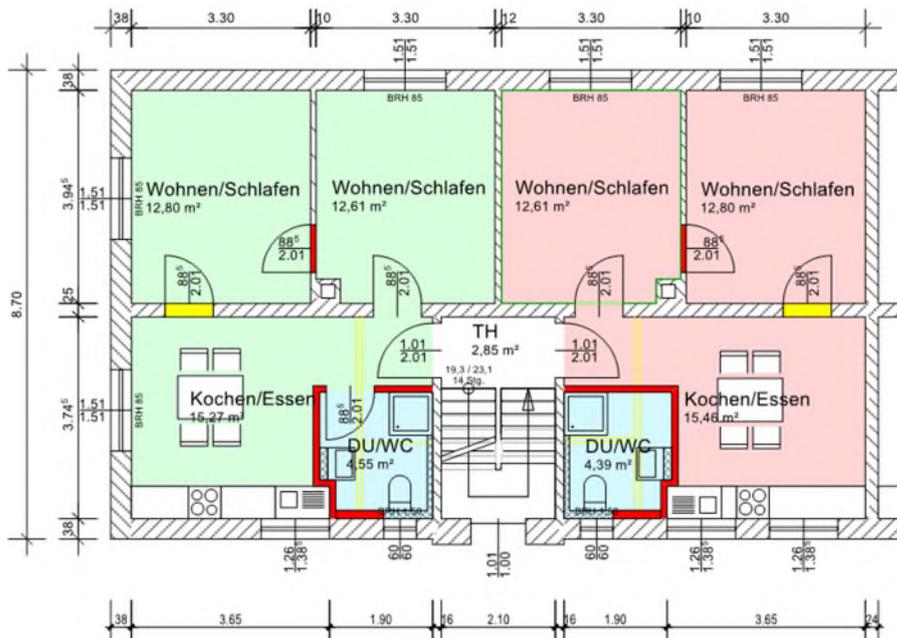
Der Ist-Zustand ist anhand der Bilder in der Anlage 1 zu erkennen.

In einer Wohnung (EG links) kam es bei der letzten Vermietung zu einem Kurzschluss, glücklicherweise ohne weitere Personen- und Sachschäden. Die Ursache konnte nicht lokalisiert werden, die Wohnung ist seither unbewohnt (Aufgrund der Leitungssituation ist ein E-Check nicht möglich). Die Wohnung im 1.OG links ist aufgrund des Nutzerverhaltens komplett verschimmelt. Ohne die Behebung dieser Mängel können die Wohnungen nicht wieder belegt werden. Im Gebäude insgesamt sind aktuell 3 Wohnungen noch bewohnt. Davon 2 Mietverhältnisse, welchen in Aussicht gestellt wurde, dass sie in das sanierte Gebäude 83 ziehen könnten, und dies von den Mietern auch begrüßt wurde. Eine Einheit wird zur Unterbringung genutzt, die Bewohner müssten dann noch umgesetzt werden.

Die Stadt als Vermieter ist unter anderem für eine sichere Elektroinstallation verantwortlich, dies wird bei Gebäuden mit dem sogenannten E-Check überprüft. Oftmals kann aufgrund der alten Installation (2-adrig) und z.B. fehlenden FI-Schutzschaltern keine Wiedervermietung ohne aufwendige Nachinstallation durchgeführt werden.

In diesem Gebäude ist die Erneuerung der Elektroinstallation mit aufwändigen Leitungserneuerungen durch das gesamte Gebäude und in den jeweiligen Wohnungen erforderlich. Zudem sind wie oben beschrieben die anderen Medien und der Zustand mangelhaft und bilden keinen angemessenen Wohnraum, daher wird eine Gesamtsanierung der betreffenden 6 Wohnung angestrebt.

Ein weiteres Problem stellt der aktuelle Grundriss dar, so sind einige Zimmer Durchgangszimmer und können z.B. nicht zur Unterbringung von mehreren Einzelpersonen genutzt werden. Bei der Sanierung ist geplant jeweils zwei separat zugängliche Zimmer herzustellen die von der Küche bzw. dem Flur aus begangen werden können. In den sehr großen Küchen werden die fehlenden Sanitäreinheiten mit Dusche, Waschbecken und WC hergestellt. (s. Planskizzen).



Darstellung EG (1. OG und 2. OG sind nahezu identisch)

Geplante Maßnahmen:

Die vorhandenen alten Gasleitungen und Gasgeräte in den Wohnungen können an den aktuellen Stand der Technik nicht bzw. nur sehr aufwändig angepasst werden. Deshalb ist vorgesehen, die Leitungen und die alten Gasgeräte rückzubauen und im Untergeschoss eine zentrale moderne Erdgasheizung (Brennwerttechnik) für die zentrale Wärmeversorgung der Wohnungen zu installieren.

Die Elektrik wird einschließlich der Wohnungsverteiler und Zählerschrank erneuert und so auf den aktuellen Stand der Technik gebracht.

Der Fußboden in den Wohnungen wird mit Trittschalldämmung und Trockenestrich ausgelegt, Wände und Decken werden mit Streichputz versehen um die oft durch ungünstiges Nutzerverhalten vorhandene Schimmelgefahr zwischen Wand und Tapete zu verringern. In den Nassräumen sind einfache Fliesen geplant und in den Aufenthaltsräumen werden robuste Vinylböden verlegt.

Aufgrund der Fenstersanierung in den Jahren 2014/2015 und der erfolgten Dachsanierung 2019 sind an der Fassade keine Maßnahmen geplant. Eine erneute Gerüststellung und die Anpassarbeiten an das Wärmedämmverbundsystem (WDVS) ist nicht wirtschaftlich darstellbar. Derzeit sind Fensterläden als Verdunklungsmöglichkeit und Sonnenschutz vorhanden, sollte ein WDVS vorgesehen werden, sind diese schwierig zu befestigen und es müssten Vorbaurolläden eingebaut werden, ebenso sind aktuell Leibungsdämmung an den Fenstern nicht vorgesehen, so müssten die relativ neuen Fenster ebenfalls ausgetauscht werden.

Kosten und Finanzierung

Die Wohnungen sind wie oben dargestellt identisch und es wird aktuell von denselben Kosten je Wohnung ausgegangen, leichte Verschiebungen aufgrund einzelner unterschiedlicher Zustände sind möglich, aber in der Gesamtmaßnahme ausgeglichen.

Folgende Kosten sind vorgesehen:

Portfolio-Übersicht Wohnungen

WE	Objekt	Wohnfläche [m ²]	Anzahl Räume	Lage	Gesamtkosten
8810-040.101	Achalmstrasse 81	47,50	3,00	EG links	44.137,05 €
8810-040.102	Achalmstrasse 81	47,50	3,00	EG rechts	44.137,05 €
8810-040.201	Achalmstrasse 81	47,50	3,00	1. OG links	44.137,05 €
8810-040.202	Achalmstrasse 81	47,50	3,00	1. OG rechts	44.137,05 €
8810-040.301	Achalmstrasse 81	47,50	3,00	2. OG links	44.137,05 €
8810-040.302	Achalmstrasse 81	47,50	3,00	2. OG rechts	44.137,05 €
					264.822,30 €

Zusätzlich sind folgende Kosten angenommen:

- Heizungserneuerung 33.000€
- Elektrosanierung 17.000€
- Erneuerung der Frisch- und Abwasserleitungen 25.000€
jeweils außerhalb der Wohnung.

Insgesamt werden Investitionskosten in Höhe von rd. 340.000 € (brutto) berechnet.

Der Einbau eines Gas-Brennwertkessels inklusive Leitungen und Hausanschluss kann durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude mit bis zu 20%, also ca. 6.580€ gefördert werden. Der Anteil an regenerativen Energien wurde bei der Dachsanierung 2019 durch eine Übererfüllung der Dämmstärke bereits berücksichtigt, ggf. werden fehlende Prozente durch die Beschaffung von Biogas ausgeglichen.

Durchschnittlich kostet somit die Komplettsanierung einer Wohnung (mit je 47m² Wohnfläche) rd. 57.000 € (brutto). Die Wohnungen können dann ohne weitere Maßnahmen einige Zeit vermietet werden.

Bilder zu den bereits sanierten Wohnungen im Gebäude Achalmstraße 83, wie sie auch für das Gebäude 81 vorgeschlagen werden sind in der Anlage 2 zusammengestellt.

Zusätzliche Informationen:

Warmwasserversorgung:

Es ist geplant eine dezentrale Warmwasserbereitung umzusetzen. Das System wurde gewählt um das Trinkwassersystem frei von Legionellen zu halten. Durch ungünstiges Nutzerverhalten oder auch den zeitweisen Leerstand von Wohnungen ist es sinnvoll die Wohnungen dezentral zu versorgen. Durch die Warmwasserbereitung am Abnahmeort können unnötige Aufheizung und Energieverluste sowie mögliche Verkeimungen durch stehendes Wasser vermeiden werden. Ebenso kann Wärmeabstrahlung der Warmwasserleitung und damit die Erwärmung der Kaltwasserleitung reduziert werden.

Abluftanlage:

Um durch unzureichendes Lüftungsverhalten möglichen Schimmelbefall zu begegnen ist je Wohnung eine Abluftanlage in den Sanitärbereichen vorgesehen. Die Nachströmung erfolgt über Fensterfalzlüftungsschlitze. Die Abluftventilatoren sind über das Licht sowie einen Feuchtigkeitssensor gesteuert. Dies ersetzt jedoch keine Lüftungsanlage die gezielt alle Räume mit einer entsprechenden Luftwechselrate belüftet. Nach wie vor können in einzelnen Räumen bei schlechtem Nutzerverhalten und hohem Feuchtigkeitsanfall Schimmelprobleme entstehen.

Untersuchung Heizsysteme:

Um möglichst kurzfristig und allumfänglich die verschiedenen Heizsysteme zu erörtern wurde ein neutraler Energieberater hinzugezogen. In der Anlage 1 zur Heizungssanierung werden diese Systeme mit Vor- und Nachteilen und Kostenansätzen gegenübergestellt.

Fazit des Energieberaters:

Für Mehrfamilienhäuser wird weiterhin eine Gasbrennwertheizung empfohlen. Anschlusstechnologien werden nach derzeitigem Kenntnisstand entwickelt und lassen eine wirtschaftliche und langjährige Nutzung der Anlage erwarten.

Die Verwaltung teilt ebenfalls diese Auffassung. So kann kurzfristig und kostengünstig Wohnraum zur Verfügung gestellt werden.

Photovoltaikanlage Gebäude 81+83:

Die Dachflächen der Gebäude Achalmstraße 81+83 haben eine Ost-West-Ausrichtung, was für den gleichmäßigen Solarstrombetrieb sehr förderlich ist und nicht die starken Strom-Spitzen zur Mittagszeit von reinen Süd-Anlagen abbildet.

Zur Beurteilung des Tragwerks an den beiden genannten Gebäuden und hier explizit des Dachstuhls wurde ein Büro für Tragwerksplanung beauftragt die Situation explizit zu prüfen und die Dachkonstruktion für eine zusätzliche Lastannahme zu berechnen. Das Ergebnis ist in der Anlage 2 beigefügt. Die Dächer sind hinsichtlich der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für den Aufbau einer PV Anlage geeignet.

Ergänzend zu der o.g. Heizungsanlage würden wir den Betrieb einer Mieterstromanlage weiterverfolgen. Mieterstromanlage bedeutet, dass der Strom vorrangig im Gebäude genutzt wird und lediglich der Überschuss in das Stromnetz eingespeist wird. So kann für die Hausbewohner ein direkt von der Sonne produzierter Strom genutzt werden. Der Betrieb der Anlage kann durch verschiedene Marktteilnehmer, wie Stadt, Stadtwerke, einer Genossenschaft oder sonstige Anbieter installiert und betrieben werden, die Entscheidung zum Betreiber der Anlage wird zu einem späteren Zeitpunkt festgelegt.

Die Verwaltung wird beauftragt ein Betreibermodell weiterzuentwickeln und vor der Umsetzung eine entsprechende Beschlussfassung in die Wege zu leiten.

Bei der Sanierung jetzt werden alle notwendigen Vorkehrungen wie Leerrohre etc. für die spätere Installation einer PV Anlage vorgesehen. Dadurch, dass im Fassadenbereich keine Arbeiten geplant sind, kann die Installation zu einem späteren Zeitpunkt umgesetzt werden.

Pfullingen, 06.05.2022

gez.
Sonja Seeger

gez.
Oliver Polzin

Erläuterung zur Heizungssanierung

Achalmstr. 81 in 72793 Pfullingen

Objekt	Wohngebäude - MFH Achalmstraße 81 72793 Pfullingen
Auftraggeber	Michael Kopp – Stadt Pfullingen Marktplatz 4 72793 Pfullingen
Berater	B.Sc. Fachingenieur Tobias Keppeler Energieberatung Keppeler Hölderlinstraße 23 72793 Pfullingen
	nur gültig mit Unterschrift



72793 Pfullingen, 09.05.2022

Einschätzung zu möglichen Alternativen oder Ergänzungen zu einer Gas-Zentralheizung in der Sanierung

- Eine **Holzpellet-Zentralheizung** wäre grundsätzlich denkbar, da diese auch gut über Heizkörper die notwendigen Vorlauftemperaturen im Altbau abdecken könnte. Problematisch ist oft der Platzbedarf einer solchen Anlage mit Lagerraum im Keller. Zusätzlich kann es sein, dass die Heizung in Störung geht, weil z.B. die Pelletzufuhr Probleme macht. Für den Betrieb der Anlage wäre ein Hausmeister nötig, ggf. mit Bereitschaft. Die Asche muss regelmäßig geleert werden. Bei der Verbrennung entsteht Feinstaub. Es wäre eine BAFA-Förderung von 35% auf die Gesamtkosten inklusive der neuen Heizkörper möglich. Die Kosten kalkuliere ich mit ca. 60.000 € - 35.000 € Pelletheizung und 25.000 € erstmalige Heizungsverrohrung mit Heizkörpern. Nach Abzug der Förderung wären es immer noch ca. **39.000 € Gesamtkosten**.
- Ein **BHKW** mit Gas erzeugt neben der Wärme auch Strom. Hier gibt es momentan keine lukrativen Fördermittel und die Stromeinspeisung ist wohl durch den hohen (oder steigenden Gaspreis) nicht sehr wirtschaftlich. Dazu kommt der hohe Wartungsbedarf der Anlage. Auch der fehlende TWW(Trinkwarmwasser)-Bedarf ist hier von Nachteil – Erzeugung dezentral über Strom. Ich gehe hier von Kosten in ähnlicher Höhe wie bei der Pelletheizung aus – geschätzt 40.000 BHKW mit Gas-Spitzenlastkessel und 25.000 € für die erstmalige Heizungsverrohrung mit Heizkörpern. Es gibt aber keine Förderung der Investition. **65.000 € Gesamtkosten**.
- Eine **Brennstoffzelle** läuft ebenfalls mit Gas und ist teuer in der Anschaffung. Hier wäre eine KfW-Förderung von 40% der förderfähigen Gesamtkosten möglich, maximal der Wert der Leistungs-kategorie. Für Mehrfamilienhäuser passende Systeme sind momentan rar im Markt. Kostenpunkt wäre inkl. Strominstallation (Zwei-Richtungszähler usw.) grob geschätzt 55.000 € für die Brennstoffzelle und die Gas-Brennwertheizung, dazu kommen die Kosten für die erstmalige Heizungsverrohrung mit Heizkörpern von 25.000 € . Förderung abhängig von der Leistung der Anlage – geschätzt ca. 15.000 €. **Gesamtkosten 65.000 €**
- Eine **Wärmepumpe** erfordert für eine gute Effizienz des Systems am besten Flächenheizungen, oder zumindest große Heizflächen. Die Effizienz einer Luft/Wasser Wärmepumpe ist limitiert, eine Sole/Wasser Wärmepumpe weist eine deutliche bessere Effizienz auf, hier kommen aber die hohen Kosten für eine Erdbohrung oder ein Erdkollektor dazu. Nicht zu verachten sind auch die Schallemissionen einer Luft/Wasser-Wärmepumpe. Es wäre eine BAFA-Förderung von 35%, inkl. nötiger Heizflächen und ggf. Bohrung möglich. Kostenschätzung für Luft-WP ca. 20.000 €, Heizflächen optimiert für WP 15.000 €, Kosten für erstmalige Heizungsverrohrung mit Heizkörpern 25.000 €. Um hier aber die Heizlast sicher abdecken zu können, wird weiterhin eine Gas-Heizung zur Abdeckung der Spitzenlast (bei kaltem Wetter benötigt) – Kosten ca. 10.000 €. **Gesamtkosten 70.000 €, nach Förderung ca. 45.500 €**.
- Eine **Gas-Brennwertheizung** ist effizient, wartungsarm und sicher in der Versorgung. Eine Förderung ist hier nicht möglich. Nachteil ist momentan die Unsicherheit der Gaspreisentwicklung. Allerdings kann das Gasnetz in Zukunft ggf. auch mit grünem Wasserstoff zumindest anteilig gespeist werden. Kosten für die Gasheizung an sich ca. 10.000 €, für die Heizflächen und den Einbau der erstmaligen Zentralheizung habe ich Kosten von 25.000 € geschätzt. **Gesamtkosten 35.000 €**.

Ergänzungen zu einem Heizsystem

- Eine **thermische Solaranlage** wäre auf dem Ost/West ausgerichteten Dach grundsätzlich denkbar. Hier müsste eine Leitungsführung bis in den Heizraum erfolgen und für die sinnvolle Installation auch eine ausreichend große Kollektorfläche installiert werden, ca. 10 bis 15m². Am besten wäre eine heizungsunterstützende Variante mit großem Pufferspeicher und ggf. größeren Heizflächen. Wird die Solaranlage zusammen mit der Gasheizung eingebaut, wäre ein Zuschuss für das Gesamtsystem von 30% möglich (BAFA). **Kostenschätzung ca. 10.000 bis 20.000 € je nach Größe**.
- Eine **PV-Anlage** kann am besten mit einer Wärmepumpe ergänzt werden. Für das Warmwasser kann der Strom schlecht genutzt werden, da keine zentrale TWW-Versorgung vorhanden ist. Das Dach würde sich recht gut eignen und zwar auf beiden Dachflächen. Für eine sinnvolle Ergänzung

zur Wärmepumpe wäre ein Stromspeicher ergänzend optional – Kosten hierfür ca. 12.000 €. Die Nutzungsdauer beträgt 20 Jahre. Förderung gibt es momentan keine. Nach der Berechnung des UDO LUBW können ca. 53m² oder ca. 9,7 kWp installiert werden. Kostenansatz grob pro kWp ca. bis 1.500 €. **Gesamtkosten 14.550 € mit Stromspeicher 26.550 €.**

Variante	Vorteile	Nachteile	Zusatzinvest nötig?
Holzpellets	CO ₂ -Bilanz ist gut, alternativer Energieträger, gute Förderung	Anfälligkeit für Störungen, höherer Betriebs- und Wartungsaufwand, hoher Invest, Feinstaubemissionen	Pellet-Lageraum, ca. 14 Tonnen, 26m ³ nötig
BHKW	Stromerzeugung zusammen mit Wärme, effektive Ausnutzung des Energieträgers	weiterhin fossile Energie nötig, höherer Invest, keine Förderung, hohe Wartungskosten	Elektroinstallation, aber sonst nein
Brennstoffzelle	effektive Ausnutzung des Brennstoffs, zukunfts ausgerichtet	weiterhin Gas – fossile Energie nötig, teuer, für MFH noch nicht so am Markt etabliert	Elektroinstallation, sonst nein
Wärmepumpe	Autarkie ist am besten, Umweltwärme kann genutzt werden, zukunftsfähig	im Altbau mit hohen Vorlauftemperaturen ist die Effizienz schlecht	ja, größere bzw. Nieder-temperaturheizflächen nötig, besonders gut Ergänzung mit PV-Anlage, am Objekt ohne zusätzliche Dämmung mit Gas-Heizung als Grundlastwärmeerzeuger
Gas-Brennwertheizung	effektive, bewährte Technik, nutzerfreundlich, geringe laufende Kosten und wenig Wartung	Energieträger Gas fossil, CO ₂ , Gaspreise, Abhängigkeit	nein
thermische Solaranlage	Sonnenenergienutzung kostenlos, Förderung möglich	macht nur Sinn mit höherem Warmwasserbedarf, Wärmeüberschuss im Sommer kann nicht genutzt werden – am Objekt keine zentrale Warmwassererzeugung	Pufferspeicher
PV-Anlage	Sonnenenergienutzung kostenlos, Ausnutzung Dachfläche, Mieterstrommodell ermöglicht den Gebäudenutzern geringere Stromkosten.	Einspeisung in das öffentliche Stromnetz macht keinen Sinn mehr, am Objekt wird kein zentrales Warmwasser erwärmt – daher kann der Strom im Sommer schlecht selber genutzt werden	ja, am besten mit Stromspeicher zur Eigennutzung des Stroms

Fazit:

- Die Varianten **BHKW und thermische Solaranlage sind nicht sinnvoll umsetzbar**, da im Sommer keine Wärmeabnahme durch die fehlende zentrale Warmwasserversorgung (Legionellenthematik wenn Umstellung auf Zentralheizung).
- Die **Pelletheizung und die Brennstoffzelle** sind für das Gebäude eher **ungeeignet**.
- Die **Wärmepumpe** alleine kann die Heizlast des Gebäudes schlecht decken. Der Wirkungsgrad sinkt dann bei hohen Temperaturen im Heizkreis. Durch die Zusatzinvestitionen **unwirtschaftlich**.
- Eine **PV-Anlage am Objekt kann durchaus Sinn machen**. Diese kann aber auch gut nachgerüstet werden.
- Die **Gas-Brennwertheizung ist die komfortabelste und am besten zu den Gebäudegegebenheiten passende Lösung**. In Zukunft kann man erwarten, dass in das Gasnetz auch grüner Wasserstoff dem Erdgas beigemischt wird und LNG-Terminals und heimisches Biogas **den Energieträger unabhängiger macht**.

Vergleich der Varianten

=====

Objekt: MFH Achalmstraße

Varianten:

1. Variante: Pelletheizung
2. Variante: Gas mit WP
3. Variante: Gas-BW
4. Variante: BHKW + Gasspitzenlast
5. Variante: Brennstoffzelle

Energie	Ist	1.	2.	3.	4.	5.
Hüll-U-Wert [W/m ² K]	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
EKZ [kWh/m ² a]	313,9	299,3	115,8	255,4	246,2	251,5
Einsatz [kWh/a]	88.522	84.412	32.653	72.011	69.430	70.912
Einsparung [kWh/a]	0	4.110	55.869	16.511	19.092	17.610
Primär-En. [kWh/a]	97.478	29.609	46.670	79.733	76.373	78.003

GEG/EnEV / KfW	Ist	1.	2.	3.	4.	5.
H'_T [W/m ² K]	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
End-E. [kWh/m ² a]	205	197	78	168	163	167
Primär-E. [kWh/m ² a]	226	73	111	186	141	171
Klasse [-]	G	F	C	F	F	F
KfW-Haus [-]	-	-	-	-	-	-

Emission	Ist	1.	2.	3.	4.	5.
CO2 [kg]	21.293	4.933	12.752	17.521	16.663	17.019
SO2 [g]	958	575	7.852	1.084	694	709
NOx [g]	14.214	52.136	10.446	11.775	11.109	11.346
Staub [g]	449	25.657	854	394	347	355

Wirtschaftlichkeit	Ist	1.	2.	3.	4.	5.
Investition [€]	0	39.000	45.500	35.000	65.000	65.000
Energiekosten [€]	10.664	7.779	8.219	8.849	6.459	7.297
Einsparung [€]	0	2.885	2.445	1.815	4.205	3.367
Wartungskost. [€]	386	1.560	610	210	1.210	375
Nutzungsdauer [a]	0	20	20	20	18	18
Amortisation [a]	0	21	19	17	18	18
Kapitalwert [€]	0	-1.015	3.803	9.184	1.864	1.801

Angenommene Energiepreise: Strom 0,40 € je kWh, auch für die Wärmepumpe

Gas: 0,12 € je kWh, Holzpellets 0,40 € je kg.

Die Energiepreisstörungen betragen jeweils 3,0% p.a.

Von: Haas Taigel Ingenieure-C.B. [<mailto:christine.boehmler@haas-taigel.de>]
Gesendet: Freitag, 8. April 2022 14:46
An: Kopp, Michael <Michael.Kopp@pfullingen.de>
Betreff: AW: Grundriss Achalmstraße 81-83

Sehr geehrter Herr Kopp,

im Anhang erhalten Sie die Statische Berechnung für die Dachkonstruktion in der Achalmstr. 81-83 mit eindeutigem Ergebnis:
Die Dächer sind hinsichtlich der Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit für den Aufbau einer PV Anlage geeignet.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen aus Pfullingen

..... BITTE BEACHTEN SIE UNSERE NEUEN MAILADRESSEN.....

i.A. Dipl.Ing. (FH) Christine Böhmler



HAUPTSITZ

72116 Mössingen-Talheim | Schubertstraße 2 | Tel.: 07473/25216 | info@haas-taigel.de | www.haas-taigel.de

ZWEIGSTELLE

72793 Pfullingen | Traubenstraße 21 | Tel.: 07121/71190 | info@haas-taigel.de | www.haas-taigel.de

HAAS-TAIGEL Ingenieure für Bauwesen GmbH

Firmensitz: 72116 Mössingen-Talheim | Schubertstraße 2 | Reg.- Ger.: Amtsgericht Stuttgart | HRB-Nr. 776119

Geschäftsführer: René Haas, M.Eng., Beratender Ingenieur

Sanierung Wohngebäude Achalmstraße 81 in Pfullingen

Seite 1

Statische Berechnung / Überprüfung Dachkonstruktion

für die o.g. Wohnanlage

Bauherr: Stadt Pfullingen, Markplatz 4-5, 72793 Pfullingen

Grundlagen : Baustellentermin und Sanierungsplan v. EG

Lastannahmen: Dachneigung ca. 30°

Ziegel Eindeckung	0,55 kN/m ²
Dichtung u. Dämmung	0,20
Konstruktion Sparren 8/14 cm e<= 70	0,15
Ausbau unten (Teilweise)	<u>0,25</u>
	1,15 / cos 30° = 1,3 kN/m ²

PV Anlage ca. 20 kg/m²

Schnee Zone II ca. 450 m ü.NN	$s = 0,25 + 1,91 \cdot ((450 + 140) / 760)^2 = 1,4$
Formenbeiwert 0,8 => $s = 0,8 \times 1,4$) =	1,1 kN/m ²
Wind ca. $0,8 \times 0,5 / \cos 30^\circ / 2 =$	0,2

System : Pfettendach mit First u. Mittelpfette

L₁ = 2,85 m L₂ = 1,15 m Eigengewicht 1,5 kN/m² Nutzlast 1,3 kN/m²
s.a. EDV S. 2 ff

Ergebnis:

Die Sparren sind gut ausreichend dimensioniert und weisen auch mit den erhöhten Lasten ausreichende Reserven auf, so dass davon ausgegangen werden kann, dass auch die Lastweiterleitung auf die tragenden Konstruktionsglieder gewährleistet wird.

Aufgestellt Seiten 1-5 27.10.02021 i. A. C. Böhmeler

HAAS TAIGEL
INGENIEURE FÜR
BAUWESEN GMBH

72116 Mössingen-Talheim I Schubertstraße 2 I Tel.: 07473/25216 I info@haas-taigel.de I www.haas-taigel.de
72793 Pfullingen I Traubenstr.21 I Tel.: 07121/71190 I christine.boehmler@haas-taigel.de

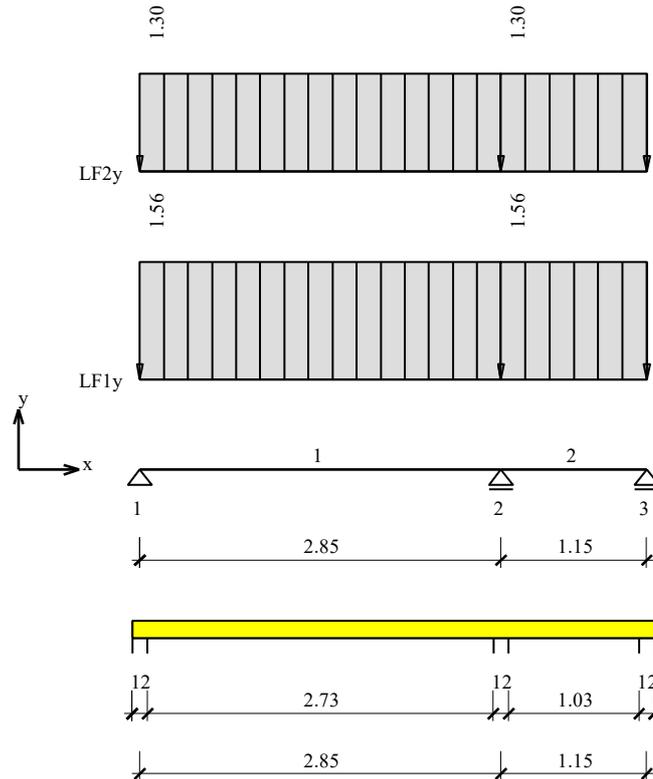
RIB Software SE
 Bemessung/Nachweise

RTholzbau V20.0
Träger

8. 4.2022
 DIN EN 1995-1-1/NA

Titel: Überprüfung Sparren für PV
Datei: D:\Pfullingen\Sparren Achalmstr. 81.hba

System M 1 : 60 **Lasten (kN,/m,m)** M 1 : 1



SYSTEM : Träger, Nutzungsklasse 1, C24

Felder, Querschnitte :

Feld	Stab	xa(m)	xe(m)	l(m)	b(cm)	h(cm)
1	1	0.000	2.850	2.850	8.0	14.0
2	2	2.850	4.000	1.150	8.0	14.0

Knoten, Lager : C (Senkfeder), D (Drehfeder)

Kn.	xk(m)	b(m)	Cx(kN/m)	Cy(kN/m)	D(kNm)
1	0.000	0.120	1.0000E+10	1.0000E+10	0.000
2	2.850	0.120	0.000	1.0000E+10	0.000
3	4.000	0.120	0.000	1.0000E+10	0.000

LASTEN : EIN=Einzell.(kN)/-Momente(kNm), LIN=Linienlasten (kN/m)

LF	e(m)	qe(kN/m2)	ART	LR	STAB	a(m)	b(m)	P/q1	M/q2
1			LIN	Y	1	0.000	4.000	0.056	0.056
1			LIN	Y	1	0.000	4.000	1.500	1.500
2			LIN	Y	1	0.000	4.000	1.300	1.300

Summe der Lasten	LF	Rx(kN)	Ry(kN)
	1	0.000	6.224
	2	0.000	5.200

Einwirkungsarten + Lastfälle:

Nutzungsgruppe 1

Einwirkung	LF	Alt.	LF-Bezeichnung
G1	1		Eigengewicht
Q1	2		Schnee u. Wind

Automatische Berücksichtigung der Kombinationsbeiwerte

DIN EN 1991

P/T : Ständige, vorüberg. Bemessungssituationen

Ls: Lagesicherheit

A : Außergewöhnliche Bemessungssituationen

0 : Der Lastfall ist in der Kombination nicht enthalten

1 : Der Lastfall ist gamma*psi-fach enthalten

: bzw. wenn Eigenlast: gamma.inf

2 : Der Lastfall ist gamma-fach enthalten

: bzw. wenn Eigenlast: gamma.sup

Einw.		inf.gamma(P/T).sup	(A).sup	psi0	psi1	psi2	KLED	kmod	kdef
G1	Bs	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	ständig	0.60	0.60
G1	Ls	0.90	1.10						
Q1	Bs	0.00	1.50	1.00	0.70	0.50	mittel	0.80	0.60
Q1	Ls	0.00	1.50						

Automatische Ermittlung der

Grenzzustände

Gebrauchstauglichkeit:

GZG

Querschnittskenngrößen

Qu.	Anz.	b(cm)	A(cm2)	Jys(cm4)	Wys(cm3)
		h(cm)		Jzs(cm4)	Wzs(cm3)
1	1	8.0	112.0	1829.3	261.3
		14.0		597.3	149.3

Festigkeitsklasse:

C24

Steifigkeitskennwerte:

E0mean = 11000 N/mm2

E005 = 7333 N/mm2

Gmean = 690 N/mm2

G005 = 460 N/mm2

Rohdichte/Wichte:

rho = 350 kg/m3

gamma = 5.0 kN/m3

Festigkeitskennwerte:

fmk = 24.00 N/mm2

fvk = 4.00 N/mm2

ft0k = 14.00 N/mm2

ft90k = 0.40 N/mm2

fc0k = 21.00 N/mm2

fc90k = 2.50 N/mm2

gamma.m = 1.3

gamma.m = 1.0 außerg. Ek

AUFLAGERKRÄFTE:

Auf.	LF	Ay(kN)	M(kNm)	Maßg. Überlagerungen
1	1	1.80	0.00	
1	2	1.50	0.00	
1	max.Ayd	4.68	0.00	P/T 22
1	min.Ayd	1.80	0.00	P/T 10
1	max.Md	4.68	0.00	P/T 22
1	min.Md	4.68	0.00	P/T 22

Auf.	LF	Ay(kN)	M(kNm)		Maßg. Überlagerungen
1	min.Ayd	1.62	0.00	Ls 10	
2	1	4.58	0.00		
2	2	3.82	0.00		
2	max.Ayd	11.91	0.00	P/T 22	
2	min.Ayd	4.58	0.00	P/T 10	
2	max.Md	11.91	0.00	P/T 22	
2	min.Md	11.91	0.00	P/T 22	
2	min.Ayd	4.12	0.00	Ls 10	
3	1	-0.15	0.00		
3	2	-0.12	0.00		
3	max.Ayd	-0.15	0.00	P/T 10	
3	min.Ayd	-0.39	0.00	P/T 22	
3	max.Md	-0.39	0.00	P/T 22	
3	min.Md	-0.39	0.00	P/T 22	
3	min.Ayd	-0.35	0.00	Ls 22	
Summe	1	6.22			
	2	5.20			

Auflagerpressungen (GZT)

sigc90d (N/mm²), Interaktion IABa Gl.(6.3)

Aufl.	Ek	Ad(kN)	lef(m)	sig90d	alfa(G)	kc.alfa	kmod	IABa
1	max.A	4.68	0.15	0.39	0.00	1.500	0.800	0.169
2	max.A	11.91	0.18	0.83	0.00	1.500	0.800	0.358

Längsspannungen (GZT):

sigd (N/mm²) mit Gleichung zu Interaktion IABs

Abstand Kipphalterungen (m): 0.000

Stab	Xs(m)	Md(kN)	Qu.	km	kmod	sigd	Gl.	IABs
1	0.00	0.00	1	1.00	0.80	0.02	6.1	0.00
1	2.85	-3.12	1	1.00	0.80	-11.95	6.33	0.80
2	0.00	-3.12	1	1.00	0.80	-11.95	6.33	0.80
2	1.15	0.00	1	1.00	0.80	0.02	6.1	0.00

Schubspannungen (GZT):

taud (N/mm²) mit Gleichung zu Interaktion IABt

Stab	Xs(m)	Vd(kN)	Qu.	kmod	taud	Gl.	IABt
1	0.00	4.68					
1	0.20	3.87	1	0.80	1.04	6.13a	0.42
1	2.65	-6.06	1	0.80	1.62	6.13a	0.65
1	2.85	-6.87					
2	0.00	5.04					
2	0.20	4.23	1	0.80	1.13	6.13a	0.46
2	0.95	1.20	1	0.80	0.32	6.13a	0.13
2	1.15	0.39					

Durchbiegungen (GZG):

char. Ek w.inst
 qu.st. Ek w.fin

< L/300, Lk/150
 < L/200, Lk/100

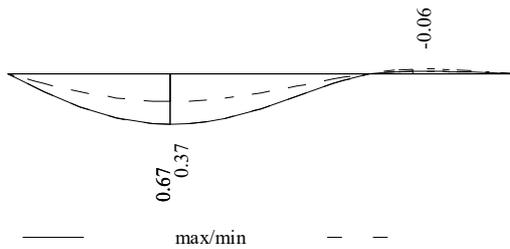
Tab 7.2
 Tab 7.2

Stab	Xs(m)	Ek	Mys(kNm)	Qu.	w.inst	IABw	w.fin	IABw
1	1.28	G	1.02	1	0.37		0.59	
1	1.28	char.	1.88	1	0.67	0.708		

Stab	Xs(m)	Ek	Mys(kNm)	Qu.	w.inst	IABw	w.fin	IABw
1	1.28	char.	1.02	1	0.37	0.386		
1	1.28	qu.st.	1.28	1	0.46		0.95	0.665
1	1.28	qu.st.	1.02	1	0.37		0.89	0.627
2	0.46	G	-0.47	1	-0.03		-0.05	
2	0.46	char.	-0.47	1	-0.03	0.088		
2	0.46	char.	-0.87	1	-0.06	0.161		
2	0.46	qu.st.	-0.47	1	-0.03		-0.05	0.094
2	0.46	qu.st.	-0.59	1	-0.04		-0.06	0.103
Stab	Xs(m)	Beanspruchungen	Maßg.	Kombinationen	Max.	IAB		
1	1.28	Durchbiegung	02		0.67	0.708		
1	2.85	Längsspannung	22		11.95	0.809		
1	2.65	Schubspannung	22		1.62	0.659		

Durchbiegungen w.inst (cm) (GZG)

M 1 : 1



Durchbiegungen w.fin (cm) (GZG)

M 1 : 1

