

Umbau und Sanierung des Wachhauses in Kirchheim unter Teck

Entscheidungsvorlage Wärmeenerzeugung – Stand: 19.01.2024



Bild: www.altes-wachhaus.de

Inhalt

1. Aufgabenstellung
2. Wärmebedarf des Gebäudes
3. Erläuterung/Darstellung Variante 1 – Luft-Wasser-Wärmepumpe
4. Erläuterung/Darstellung Variante 2 – Sole-Wasser-Wärmepumpe
5. Erläuterung/Darstellung Variante 2 – Gasheizung H₂-ready
6. Gesamtkostenvergleich
7. Zusammenfassung

1. Aufgabenstellung

Der Gegenstand der vorliegenden Entscheidungsvorlage ist die Entscheidung zur Festlegung der Wärmeerzeugung des Wachhauses in Kirchheim unter Teck.

Um die Entscheidungsfindung zu unterstützen werden nachfolgend drei Varianten zur Wärmeerzeugung inklusive deren Vor- und Nachteile und groben Angaben zu den Kosten dargestellt.

1. Beheizung des Gebäudes mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe
2. Beheizung des Gebäudes mit einer Sole-Wasser-Wärmepumpe
3. Beheizung des Gebäudes mit einer Gasheizung H₂-ready

1. Aufgabenstellung

Hinweis:

- Für die notwendige Wärmeerzeugungsanlage ist kein Kostenbudget bekannt.
- Mögliche Förderungen für die einzelnen Energieträger wurden in dieser Entscheidungsvorlage nicht berücksichtigt.
- Alle angegebenen Preise sind Bruttopreise.
- Betriebskosten werden über einen Zeitraum von 10 Jahren ermittelt.

2. Wärmebedarf der Gebäude

Die Heizlast wurde durch das Büro TK Baupartner GmbH ermittelt. Es wurden das Maximum an Aufheizzuschlägen oder erhöhte Innentemperaturen in der Gebäudeheizlast berücksichtigt.

Die Standard-Heizlast wurde dabei mit ca. 28 kW berechnet. Hinzu kommt noch der Wärmebedarf für die Lüftung mit ca. 25 kW. Insgesamt hat demnach das Gebäude einen Wärmebedarf von 53 kW. Die Warmwasserbereitung erfolgt dezentral.

Für das Gebäude ist mit etwa 1900 Vollbenutzungsstunden der Heizung zu rechnen.

Aus diesen beiden Werten errechnet sich somit ein anzunehmender gesamter Wärmebedarf von ca. 101 MWh/a.

3.1 Erläuterung/ Darstellung der Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe

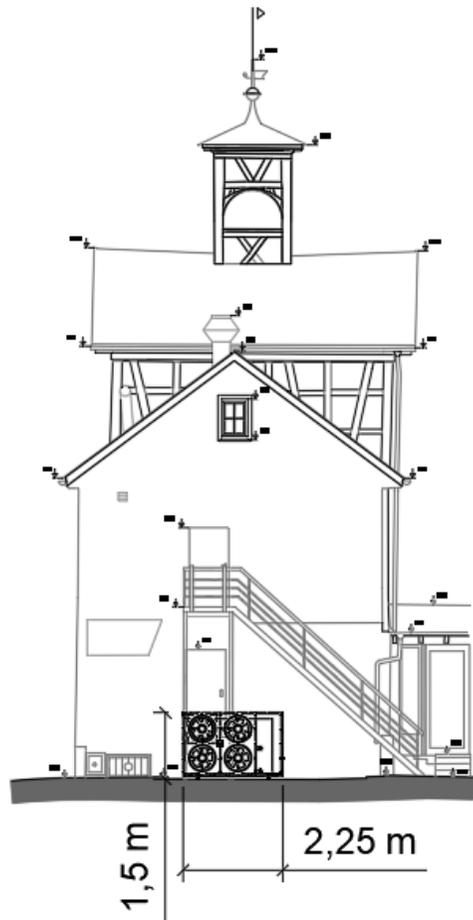
Um die Heizlast abzudecken, wird an der Außenwand des Gebäudes eine Wärmepumpe aufgestellt. Ein möglicher Aufstellplatz wäre an der Westseite unter der Außentreppe. Diese entzieht der Außenluft Wärmeenergie und wandelt sie in Heizenergie um.

Wärmepumpen sind besonders in gut gedämmten Altbauten effektiv. Wegen der zusätzlichen Vor- und Rücklauf Leitungen, voraussichtlich der Größe DN50 mit 100% Dämmung Durchmesser ca. 175 mm, wird es ohne Zweifel zu Platzmangel für die Verlegung anderer Leitungen und Kanäle im Gebäude kommen.

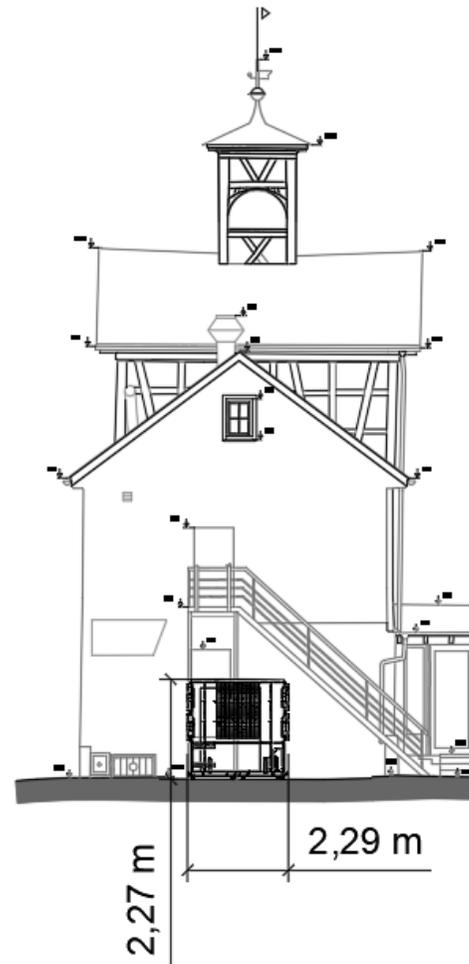
Außerdem könnte es, abhängig von der Variante der Wärmepumpe, zzgl. zur hohen Luftströmung, zum Engpass auf dem Gehweg kommen. Wegen der Außenaufstellung sollte die Wärmepumpe gegen Vandalismus gesichert werden. Es muss zudem auch sichergestellt werden, dass sich kein Kältemittel ansammeln und/oder ins Gebäude eindringen kann und alle Wartungsabstände eingehalten werden. In dem Potenziell entflammbar Bereich dürfen keine Zündquellen vorhanden sein. Dieser Bereich wird von Hersteller definiert.

Die Leistung der Luftwärmepumpe im Außenbereich ist Abhängig von der Temperatur der einströmenden Luft. Bei sehr niedrigen Temperaturen fällt auch die Leistung der LWP. Wegen der möglichen Trennung vom Netz, wird auch ein Pufferspeicher empfohlen, welcher im Kellerraum aus Platzgründen eventuell nicht unterkommen kann.

3.1 Erläuterung/ Darstellung der Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe



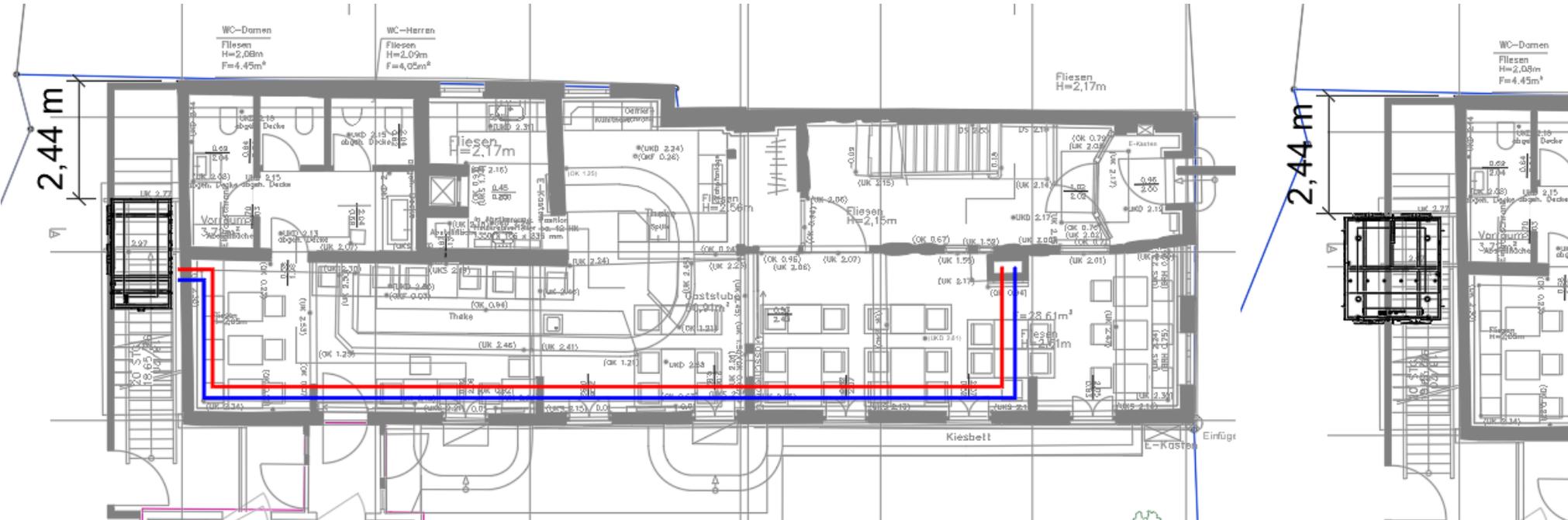
LWP V1



LWP V2

3.1 Erläuterung/ Darstellung der Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe

Vorschlag der Leitungsführung durch das Gebäude und Position zweier Varianten Luftwärmepumpen:



3.2 Kosten – Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe

Investitionskosten:

- | | |
|--|-----------|
| - Wärmepumpe: | 109.000 € |
| - Geräteaufstellung- Unterbau | 2.000 € |
| - Anschlusskosten (Leitungen, Wanddurchführung, ohne zus. Trafo) | 5.000 € |

Investitionskosten Gesamt: 116.000 €

Betriebskosten:

- | | |
|---|-----------|
| - Jährliche Stromkosten durch Wärmepumpe ¹ : | 8.700 €/a |
| - Jährliche sonstige Betriebskosten (Wartung, Standby-Strom): | 300 €/a |

Betriebskosten Gesamt: 9.000 €/a

¹) aktueller Stand (09.01.2024) ca. 0,28 €/ kWh Strom (Vergleichstarif Vattenfall Wärmepumpe Natur 12) inkl. Annahme Preissteigerung von 4,0 % pro Jahr, Annahme JAZ 3,9, 1.900 Vollbenutzungsstunden

3.3 Vor- und Nachteile – Variante 1: Luft-Wasser-Wärmepumpe

Vorteile:

- Umweltfreundlich – Luftwärmepumpen nutzen erneuerbare Energie aus der Umgebungsluft
- Geringere Betriebskosten im Vergleich zum Gaskessel
- Die Installation erfordert weniger Platz und ist flexibler in der Anpassung an bereits bestehende Strukturen

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Zusätzliche Kosten wegen Verlegung der Leitungen bis zum Heizraum
- Elektrische Anschlusskosten können durch eine ggf. zusätzlich notwendige Trafostation immens steigen
- Eventuell zusätzlicher Pufferspeicher notwendig (wenn LWP vom Netz genommen werden muss)
- Die Effizienz hängt von den Außentemperaturen ab und nimmt bei niedrigen Temperaturen ab, dann auch elektrischer Heizstab nötig
- Schallentwicklung
- Strenge Regeln bei der Außenaufstellung wegen Kältemittel

4.1 Erläuterung/ Darstellung der Variante 2: Sole-Wasser-Wärmepumpe

Es wird eine Kaskade bestehend aus zwei Erdwärmepumpen mit Erdsonden in Erwägung gezogen um die Heizlast abzudecken. Erdwärmepumpen nutzen die konstante Temperatur im Erdreich als Wärmequelle, und sind deshalb eine umweltfreundliche Option. Die Erdwärmepumpen selbst werden im Gebäude im Kellerraum aufgestellt, welcher gut belüftet sein muss. Die örtlichen Gegebenheiten und Bodenbeschaffenheiten haben einen großen Einfluss auf die Effizienz. Der Platzbedarf für die Bohrungen der Erdwärmesonden können finanzielle und räumliche Hürden darstellen.

Die meisten Bohrungen werden bis zu einer Tiefe von bis zu 100 m ausgeführt. Die Entzugsleistung liegt zwischen 30 und 100 W pro Meter Erdwärmesonde, durchschnittlich 50 W/m. Die Tiefe und Anzahl der Bohrungen hängt von den Bodenverhältnissen und von der benötigten Heizleistung für das beheizende Gebäude ab.

In unserem Fall für 53 kW Heizlast, und mit dem durchschnittlichen Wert 50 W pro Meter Erdwärmesonde, werden voraussichtlich ungefähr 11 Erdsonden mit fast 100 m Tiefe notwendig sein. Um die definitive Anzahl bestimmen zu können, werden unbedingt geologische Untersuchungen und spezielle Simulationen, die von Fachfirmen durchgeführt werden benötigt.

4.1 Erläuterung/ Darstellung der Variante 2: Sole-Wasser-Wärmepumpe

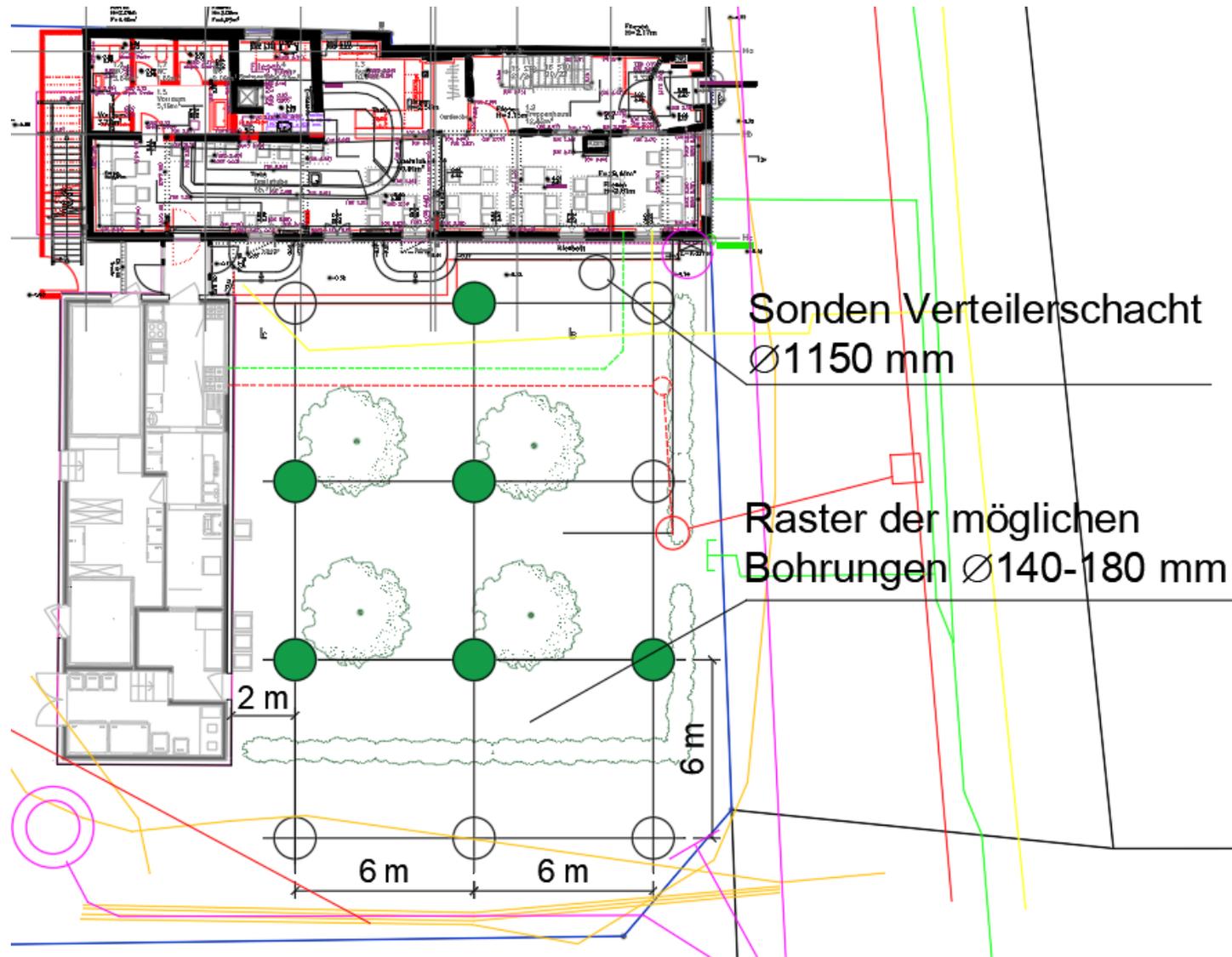
Die Sondenrohre kommen in einem Verteilerschacht zusammen, um danach gebündelt in zwei Sondenleitungen ins Gebäude zu den Wärmepumpen geführt werden zu können. Hier ist ein hydraulischer Abgleich erforderlich. Die Erdwärmesonden müssen mindestens 6 Meter voneinander entfernt sein und einen Mindestabstand von 2 Metern zu bestehenden Gebäuden und 3 Meter zur Grundstücksgrenze einhalten. Aus diesem Grund wäre der Bereich des Biergartens größentechnisch als mögliche Fläche für die Bohrungen geeignet.

Darüber hinaus ist bei Erdwärmesonden, sowie bei den horizontal verlegten Vor- und Rücklaufleitungen gemäß VDI 4640 ein Mindestabstand von 0,7 m zu Ver- und Entsorgungsleitungen einzuhalten, um Beschädigungen im Rahmen der Bohrarbeiten sowie durch ggf. auftretende Hebungen bzw. Senkungen als Folge betriebsbedingter Frost-Tau-Wechsel zu vermeiden. Bei Kreuzung von Versorgungsleitungen ist das Kollektorrohr im Bereich der Kreuzung zu dämmen.

Laut Rücksprache mit Hr. Weiss, Elektroplanung, liegen im Bereich des Biergartens Leitungen, die nicht erfasst sind. Für die weitere Planung wird ein Plan dieser Leitungen benötigt. Es kommt außerdem zu Kollisionen/Kreuzungen mit bekannten, bestehenden Versorgungsleitungen (s. Darstellung).

Wenn man die erwähnten Punkte in Betracht zieht, wäre es möglich maximal 6 Bohrungen für Erdwärmesonden vorzunehmen, was im vorgestellten Fall nur etwa die Hälfte der Heizlast decken würde.

4.1 Erläuterung/ Darstellung der Variante 2: Sole-Wasser-Wärmepumpe



4.2 Kosten – Variante 2: Sole-Wasser-Wärmepumpe

Investitionskosten:

- Zwei Wärmepumpen (Master/Slave): 70.000 €
- Anschlusskosten (Tiefbau, Bohrungen, Verteiler Sonden, ohne Elektro) 200.000 €

Investitionskosten Gesamt: 270.000 €

Betriebskosten:

- Jährliche Stromkosten durch Wärmepumpe²: 7.600 €/a
- Jährliche sonstige Betriebskosten (Wartung, Standby-Strom): 300 €/a

Betriebskosten Gesamt: 7.900 €/a

²) aktueller Stand (09.01.2024) ca. 0,28 €/ kWh Strom (Vergleichstarif Vattenfall Wärmepumpe Natur 12) inkl. Annahme Preissteigerung von 4,0 % pro Jahr, Annahme JAZ 4,5, 1.900 Vollbenutzungsstunden

4.3 Vor- und Nachteile – Variante 2: Sole-Wasser-Wärmepumpe

Vorteile:

- Erdwärmepumpen nutzen eine erneuerbare Energiequelle
- Geringere Betriebskosten im Vergleich zum Gaskessel
- Kann hohe Effizienzwerte erreichen, da sie einen Großteil der Energie aus der Erdwärme gewinnen, die über das Jahr hinweg konstant ist

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Die Bohrungen für Erdsonden erfordern Platz auf dem Grundstück
- Zusätzliche Kosten für die Installation von Erdsonden
- Die Effizienz der Wärmepumpe hängt stark von der Bodenbeschaffenheit ab
- Elektrische Anschlusskosten können durch eine ggf. zusätzlich notwendige Trafostation immens steigen
- Für besonders kalte Perioden kann es notwendig sein, zusätzlich elektrische Heizstäbe zu integrieren
- Genehmigungen und Regulierungen

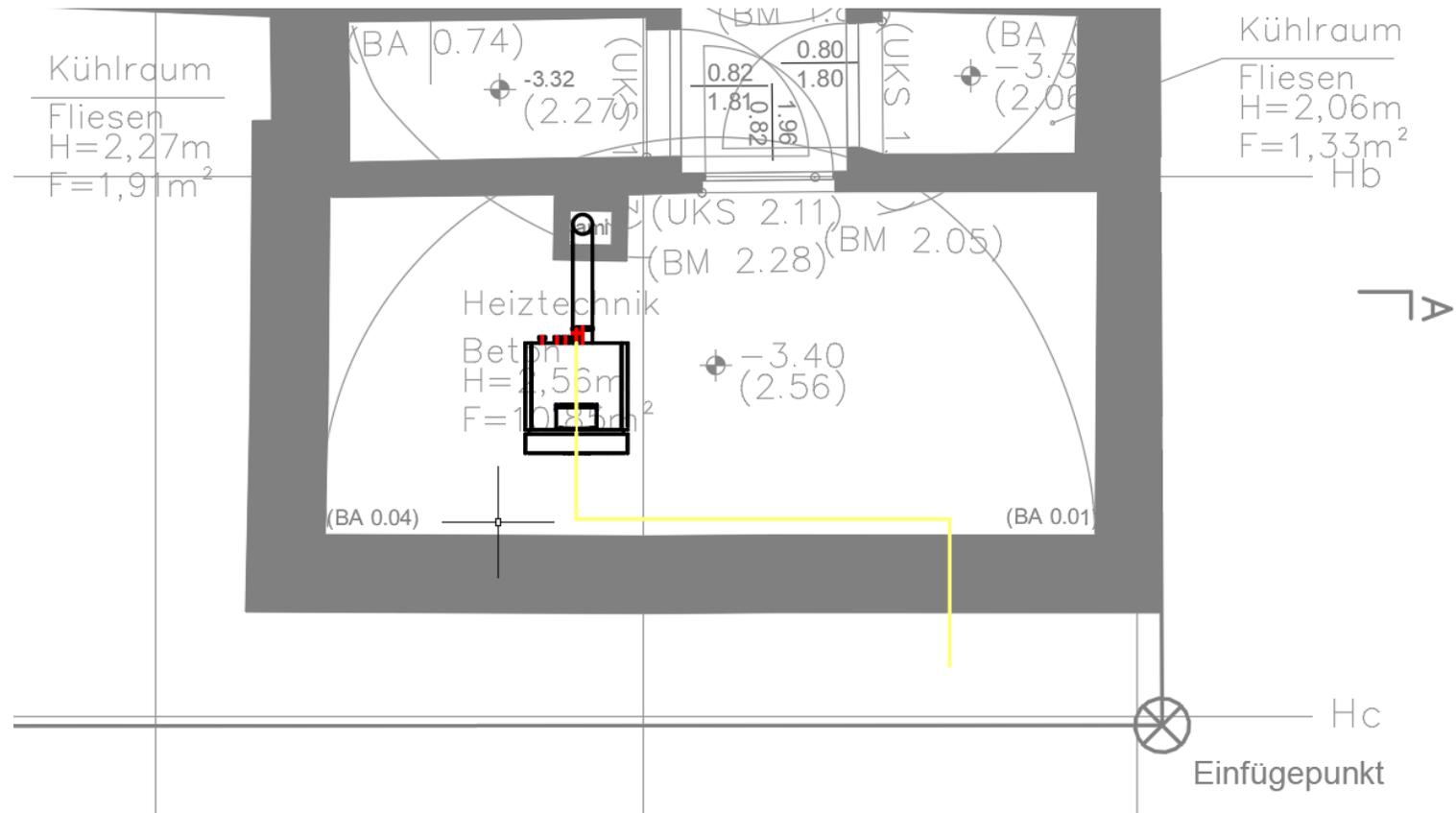
5.1 Erläuterung/ Darstellung der Variante 3: Gasheizung H₂-ready

Eine H₂-ready Gasheizung bezieht sich auf eine Gasheizung, die so konzipiert ist, dass sie in Zukunft Wasserstoff als Brennstoff verwenden kann. Wasserstoff gilt als umweltfreundlicher Energieträger, da bei seiner Verbrennung nur Wasser als Nebenprodukt entsteht, wenn er in ausreichender Qualität produziert wird.

Die Vorbereitung für Wasserstoff beinhaltet typischerweise Anpassungen am Gaskessel und der Gasinfrastruktur, um den sicheren und effizienten Betrieb mit Wasserstoff zu gewährleisten. Dies könnte auch die Integration moderner Sicherheitsvorkehrungen und Sensoren umfassen.

Es ist wichtig zu beachten, dass die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff als Brennstoff einen entscheidenden Faktor für die Rentabilität eines H₂-ready Gaskessels darstellt und eine genaue Abschätzung sollte die Entwicklung in der Wasserstofftechnologie und -Produktion berücksichtigen.

5.1 Erläuterung/ Darstellung der Variante 3: Gasheizung H₂-ready



5.2 Kosten – Variante 3: Gasheizung H₂-ready

Investitionskosten:

- | | |
|--|---------|
| - Gaskessel: | 9.000 € |
| - Anschlusskosten (Einzelabsicherung, Zubehör, ohne Elektro) | 9.000 € |

Investitionskosten Gesamt: 18.000 €

Betriebskosten:

- | | |
|---|------------|
| - Jährliche Gaskosten ³⁾ : | 10.700 €/a |
| - Jährliche sonstige Betriebskosten (Wartung, Standby-Strom): | 300 €/a |

Betriebskosten Gesamt: 11.000 €/a

³⁾ aktueller Stand (15.01.2024) ca. 8,8 c/ kWh Gas inkl. Annahme Preissteigerung von 4,0 % pro Jahr

5.3 Vor- und Nachteile – Variante 3: Gasheizung H₂-ready

Vorteile:

- H₂ ist eine umweltfreundliche Alternative zu konventionellen fossilen Brennstoffen
- Die H₂-Ready Technologie ermöglicht es auf Wasserstoff umzusteigen, wenn dieser als Brennstoff verfügbar und wirtschaftlich sinnvoll wird
- Niedrigere Investitionskosten

Nachteile:

- Wasserstoff derzeit teurer als Erdgas
- Verfügbarkeit einer geeigneten Wasserstoffinfrastruktur ist begrenzt – es ist fraglich, ob Wasserstoff überhaupt bis zum Ende der Nutzungszeit dieses Gaskessels verfügbar sein wird
- Wasserstoff ist leicht entzündlich – Installationen müssen höchsten Sicherheitsstandards entsprechen
- Die Nutzung von Wasserstoff als Brennstoff ist noch in der Entwicklung, und es gibt Unsicherheiten bezüglich der wirtschaftlichen Rentabilität und technologischen Durchführbarkeit auf breiter Ebene

6. Gesamtkostenvergleich

Gesamtkostenvergleich der Wärmeerzeuger:

	Kosten für Variante 1 Luft-Wasser-WP	Kosten für Variante 2 Sole-Wasser-WP	Kosten für Variante 3 Gasheizung H ₂ -ready
Investitionskosten	116.000 €	270.000 €	18.000 €
Betriebskosten (10 Jahre)	90.000 €	79.000 €	110.000 €
Gesamtkosten	206.000 €	349.000 €	128.000 €

7. Zusammenfassung:

Der Einbau einer Wärmepumpe erfordert eine sorgfältige Planung und Umsetzung, aber sie kann zu Energieeinsparungen und einer Reduzierung der CO₂-Emissionen führen. Obwohl die Investitionskosten für Wärmepumpen höher sind, können langfristige Einsparungen durch niedrigere Betriebskosten und potenzielle Fördermittel die Gesamtkosten über die Lebensdauer ausgleichen.

Die Effizienz der Luft-Wasser-Wärmepumpe ist sehr stark von der Außentemperatur abhängig. Bei der Außenaufstellung ist es wichtig sicherzustellen, dass sich kein Kältemittel ansammelt, oder ins Gebäude eindringen kann.

Sole-Wasser-Wärmepumpen sind wegen des höheren Aufwands für die Tiefbohrung in der Erstinstallation teurer als Luft-Wasser-Wärmepumpen. Außerdem gibt es im Biergarten nicht ausreichend bohrfähige Fläche, um die Heizlast voll abzudecken, somit ist diese Variante als alleiniger Wärmeerzeuger in diesem Fall nicht ausreichend.

Obwohl Wasserstoff eine umweltfreundliche Alternative zu konventionellen fossilen Brennstoffen ist, wird er voraussichtlich in den nächsten 10-20 Jahren nicht für den flächendeckenden Gebrauch und die nicht-industrielle Nutzung zu einem angemessenen Preis verfügbar sein. Das heißt, dass die Nutzung der H₂-Ready Funktion für diesen Nutzungsbereich in vorhersehbarer Zeit nicht stattfinden wird. Da Hersteller immer mehr H₂-Ready in ihren Gasheizungen einsetzen, wird sich diese Variante der Gasheizung vermehrt auf dem Markt wiederfinden.