

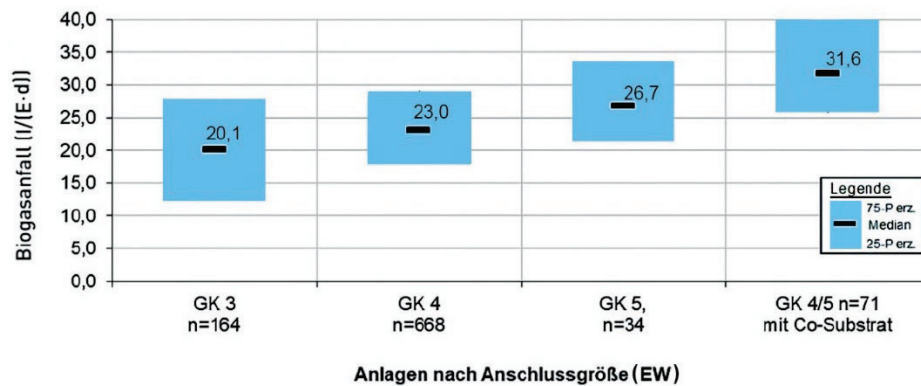


Abbildung 6: Literaturwerte für den spezifischen Gasanfall nach Anlagengröße (DWA,2021)

Rechnung über einwohnerspezifischen Gasanfall

$$Q_{\text{Gas,EW}} = 23,5 \text{ l/EW} \cdot \text{d} \cdot 62.000 \text{ EW} \cdot 365 \text{ d/a} = 531.805 \text{ m}^3/\text{a}$$

Rechnung über organische Trockenmasse

$$Q_{\text{Gas,oTM}} = 0,05 \text{ kg/d} \cdot 62.000 \text{ EW} \cdot 460 \text{ l/kg oTM} \cdot 365 \text{ d/a} = 520.490 \text{ m}^3/\text{a}$$

Der theoretische Gasanfall liegt demnach zwischen 520.000 und 532.000 m³/a und ist verglichen mit den berechneten 505.000 m³/a aus den vorliegenden Betriebsdaten um 3% bis 5% höher. Die gemessenen Gasmengen erscheinen aufgrund der geringen Abweichung von den Literaturwerten als plausibel und werden daher den nachfolgenden Berechnungen zur Auslegung des neuen BHKW und der neuen Heizungsanlage zu Grunde gelegt. Die spezifischen Kennwerte der Anlage ergeben sich demnach berechnen zu:

- Spez. Gasausbeute = 446 l/kg oTM_{zu}
- Spez. Biogasanfall = 22,3 l/ EW·d

3.4. Schlamm-mengen

Aus den Betriebsdaten können für einen Zeitraum von 2023 bis 2024 Messwerte für die tägliche Primärschlamm-menge sowie für die tägliche Überschussschlamm-menge entnommen werden. Die Summe der beiden Volumenströme ergeben die tägliche in der Faulung zu behandelnde Rohschlamm-menge. Die graphische Auswertung der Daten ist in Abbildung 7 dargestellt.

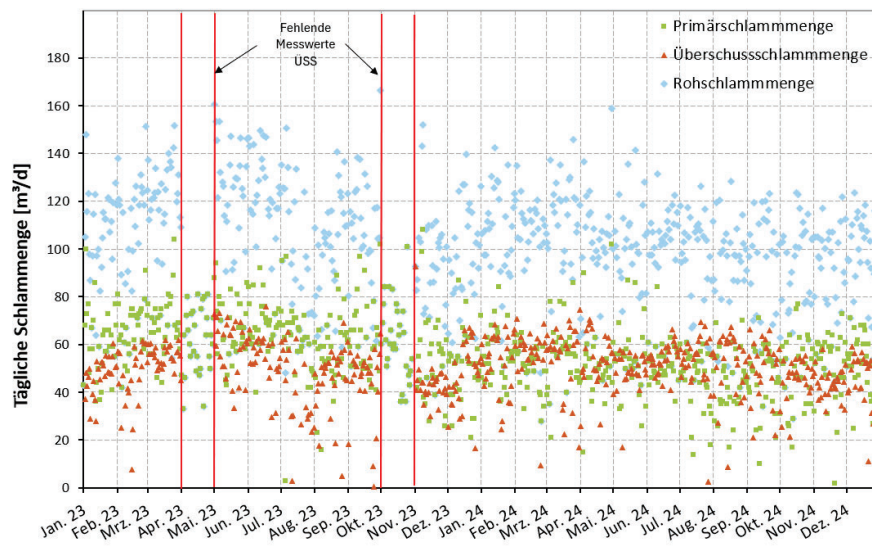


Abbildung 7: Tägliche Schlammengen 2023 -2024

Die Auswertung der vorliegenden Betriebsdaten zeigt, dass im Zeitraum 2023 – 2024 im Durchschnitt rund 56 m³/d Primärschlamm und rund 50 m³/d Überschussschlamm angefallen sind. Dabei gab es im April 2023 und Oktober 2023 eine Lücke in den vorliegenden Messwerten der Überschussschlammmenge. Die Schlammengen werden im nachfolgenden für die Berechnung des benötigten Wärmebedarfs der Anaeroben Schlammbehandlung herangezogen.

3.5. Wärmebedarf Anaerobe Schlammbehandlung

Um die anaerobe Schlammstabilisierung stabil aufrechtzuerhalten und eine möglichst weitgehende Stabilisierung bei gleichzeitig hoher Gasausbeute zu erreichen, muss die Faultemperatur im Faulbehälter in einem Bereich zwischen 35 – 37°C gehalten werden. Die dazu benötigte Wärmeenergie setzt sich aus der Energie, die für die Schlamm erwärmung notwendig ist, sowie der Energie, die zum Ausgleich der Transmissionswärmeverluste über die Außenhülle des Faulbehälters zusammen. Die beiden Bestandteile werden im nachfolgenden separat erfasst und berechnet.

3.5.1. Schlammaufheizung

Die für die Schlammaufheizung des Rohschlammes benötigte Energie berechnet sich laut entsprechender Literatur (DWA, 2015) aus:

Wärmebedarf Schlammaufheizung

$$E_{th} = Q_{PS+ÜS} \cdot \Delta T \cdot e_{spez} \text{ (kWh/d)}$$

mit

$$e_{spez} = 1,16 \text{ (kWh/m}^3\text{K)}$$

ΔT = Temperaturdifferenz zwischen Rohschlamm und Faulbehälter (K)

Für die Abschätzung der Temperaturdifferenzen wird näherungsweise für den Primärschlamm die Abwassertemperatur im Zulauf der Kläranlage und für den Überschussschlamm die Abwassertemperatur in der Biologie herangezogen. Mit diesen Werten ergibt sich der benötigte Wärmeenergiebedarf für die Jahre 2023 und 2024 wie in Abbildung 8 dargestellt.

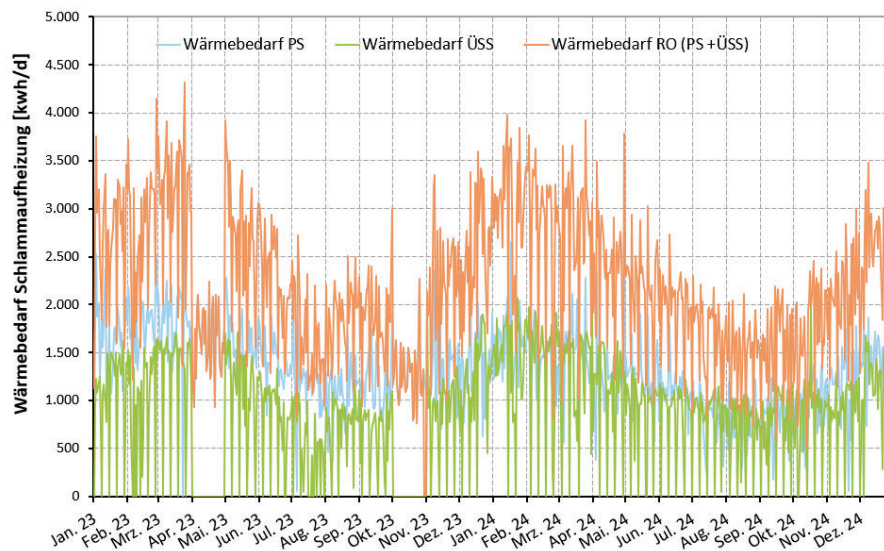


Abbildung 8: Wärmebedarf Schlammheizung 2023 & 2024

Die Berechnung des Wärmebedarfs auf Grundlage der vorliegenden Betriebsdaten ergibt einen mittleren Energiebedarf von 2.194 kWh/d und einen maximalen Energiebedarf von 4.318 kWh/d. Daraus lässt sich eine 24-Dauerleistung für von durchschnittlich ca. 92 kW und maximal ca. 180 kW berechnen.

Die Auswertung weist einen zu erwartenden saisonalen Verlauf der benötigten Wärmeenergie auf. In der wärmeren Jahreshälfte von Mai bis Oktober wird in beiden betrachteten Jahren weniger Energie für die Aufheizung des Rohschlammes benötigt als in der kälteren Jahreshälfte von November bis April.

üblichen Zieltemperatur von 37°C liegt, wird deutlich, dass der Messwert „Faulbehälter unten“ deutlich darunter liegt.

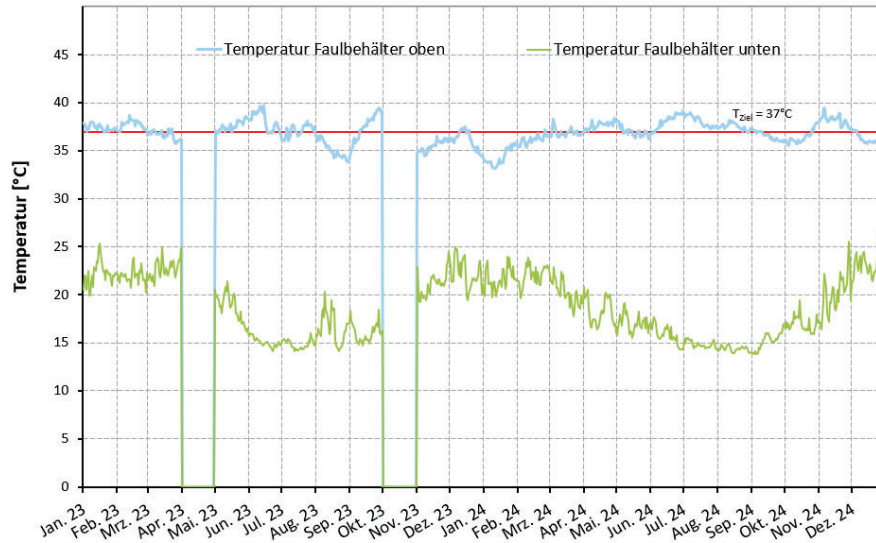


Abbildung 10: Messwerte Faulbehälter Temperaturen 2023 & 2024

In einem gemeinsamen Gespräch hat das Kläranlagenpersonal bestätigt, dass die erhebliche Differenz zwischen den beiden Messwerten auf ein defektes Messgerät zurückzuführen ist. Der Austausch des defekten Messgeräts ist bereits veranlasst.

3.6. Wärmebedarf Gebäudeheizung

Im Zuge der vorliegenden Vorplanung wird der Wärmebedarf für die Heizung der Gebäude überschlägig anhand der beheizten Gebäude ermittelt. Dabei wird auf die vereinfachte Ermittlung der Heizlast anhand der beheizten Brutto-Grundfläche der zu heizende Gebäude zurückgegriffen. (Quelle: Pistohl et al.(2013). Die Heizlast wird nach diesem Vorgehen berechnet aus:

Heizlast

$$\Phi_{\dot{U}} \approx \Phi_{\text{spez}} * BGF_{\text{beheizt}} * f_{\text{temp}} \text{ [W]}$$

Mit:

$\Phi_{\dot{U}}$ = Überschlägige Heizlast in W

BGF_{beheizt} = beheizte Brutto-Grundfläche

Φ_{spez} = Spez. Heizlast in W/m²

f_{temp} = Temperatur-Korrekturfaktor

Die berechneten Ergebnisse für die beiden beheizten Gebäude „Maschinenhaus“ und „Betriebsgebäude“ sind in der nachfolgenden Abbildung 10 dargestellt. Der Berechnung wird eine Norm-Außentemperatur von -12 °C zugrunde gelegt. Damit ergibt sich der Temperatur-Korrekturfaktor f_{temp} zu 1,07. Die aufgelisteten Gebäudeabmessungen wurden aus den vorliegenden Bestandsunterlagen entnommen. Die Abmessungen für den eventuellen Neubau des Maschinengebäudes wurden anhand der ausgearbeiteten Aufstellungsskizze vorläufig abgeschätzt.

Gebäude	Länge [m]	Breite [m]	Höhe [m]	BGF beheizt [m²]	Hüllfläche A [m²]	Beheiztes Bruttovolumen V ₀ [m³]	Verhältnis A/V ₀ [1]	Spezifische Heizlast $\Phi_{spez.}$ [W/m³]	f _{temp} [-]	Norm-Außentemperatur t _{se} [°C]	Φ_0 [W]
Maschinenhaus	40,3	5,6	3,3	226	489	735	0,66	125	1,07	-12	30.265
Betriebsgebäude	15,2	10,2	7,1	309	670	1099	0,61	125	1,07	-12	41.337
Neubau M-Technik OG	18,3	7,0	3,5	128	433	448	0,97	50	1,07	-12	6.853
Summe VA 4											78.456 W

Abbildung 11: Berechnete Heizlast Bestandsgebäude

Die ermittelte Heizlast von ca. 78,5 kW Heizleistung muss bei der Dimensionierung der neuen Heizungsanlage sowie des neuen BHKW zusätzlich zum ermittelten Wärmebedarf für die Schlammbehandlung berücksichtigt werden.

3.7. Zusammenfassung Wärmebedarf

Der gesamte Wärmebedarf, der durch die Heizungsanlage gedeckt werden muss, setzt sich aus dem Wärmebedarf der an das Nahwärmenetz angeschlossenen, Gebäude, der Schlamm aufheizung sowie dem Ausgleich der Transmissionswärmeverluste zusammen. Auf Grundlage der vorangegangenen Berechnungen, setzt sich der Wärmebedarf wie folgt zusammen:

Bereich	kWh/d	kW
Gebäudeheizung	1.883	78
Schlamm erwärmung	4.318	180
Ausgleich Transmissionsverluste	373	16
Summe	6.574	274
Summe + Rundung und Sicherheit	7.200	300