IfE Institut für Energietechnik
Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

# Digitaler Energienutzungsplan für den Landkreis Eichstätt

## Detailprojekt Fernwärmenetz Kösching und Lenting

1. **Ausgangslage**
2. Wärmeabnehmer
3. Trassenverlauf
4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
    1. Wärmenetz
    2. Vergleichsrechnung Dezentral Privat
    3. Vergleichsrechnung Dezentral Schulkomplex Kösching
5. Fazit

# Ausgangslage

- Im Rahmen dieser Studie soll die Wärmenutzung des geplanten Biomasseheizkraftwerks über ein Fernwärmenetz für die beiden Kernorte Kösching und Lenting geprüft werden
- Informationen von der Firma Prolignis zu den Parametern zur Wärmeauskopplung „frei Erzeugungsstandort HolzEnergieWerk“
  - Primärenergiefaktor = O, da die bereitgestellte Wärme aus KWK und dem erneuerbaren Energieträger Holz stammt
  - Rücklauf von Industrieabnehmer = 85°C → Vorlauftemperatur Wärmenetz = 85 Grad Celsius
  - Abgabepreis Wärme = EUR 10,00 je MWh (als Richtpreis)

1. Ausgangslage
2. **Wärmeabnehmer**
3. Trassenverlauf
4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
   a) Wärmenetz
   b) Vergleichsrechnung Dezentral Privat
   c) Vergleichsrechnung Dezentral Schulkomplex Kösching
5. Fazit

# Wärmeabnehmer
# Berücksichtigte Liegenschaften

**Landkreis Eichstätt:**

- Atemschutzstrecke, Klinik Kösching, Realschule Kösching mit Turnhalle, Neubau Förderzentrum

**Gemeinde Lenting:**

- Grund- und Mittelschule, Rathaus, Freiwillige Feuerwehr, Vereinsgebäude, Bauhof, Sanitärgebäude, Kindergarten St. Walburga, Kinderkrippe St. Josef

**Markt Kösching:**

- Mehrzweckhalle, Hallenbad, Kloster, Kloster Nebengebäude, Kindergarten Am Stegbach, Kindergarten Im Bogen, Altes Schulhaus, Feuerwehrhaus Kösching, Kindergarten Schlehenstein, Kinderkrippe Am Stegbach, Personalhaus Bad, Rathaus, Rathaus Nebengebäude, Krippe an der Klinik, Schule

**Sonstige Großverbraucher:**

- Ermittlung des Anschlussinteresses und der Verbrauchsmengen anhand von Datenerhebungsbögen und direkter Abstimmung

# Wärmeabnehmer
# Weitere Trassenabschnitte

- Im ersten Schritt wurde die „Haupttrasse“ zur Versorgung kommunaler Einrichtungen dimensioniert → grundsätzliche Prüfung der Machbarkeit
- Im nächsten Schritt kann der Anschluss weiterer Bereiche entwickelt werden
- Anhand von Fragebögen kann das konkrete Anschlussinteresse weiterer Wärmeabnehmer identifiziert werden

1. Ausgangslage
2. Wärmeabnehmer
3. **Trassenverlauf**
4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
   a) Wärmenetz
   b) Vergleichsrechnung Dezentral Privat
   c) Vergleichsrechnung Dezentral Schulkomplex Kösching
5. Fazit

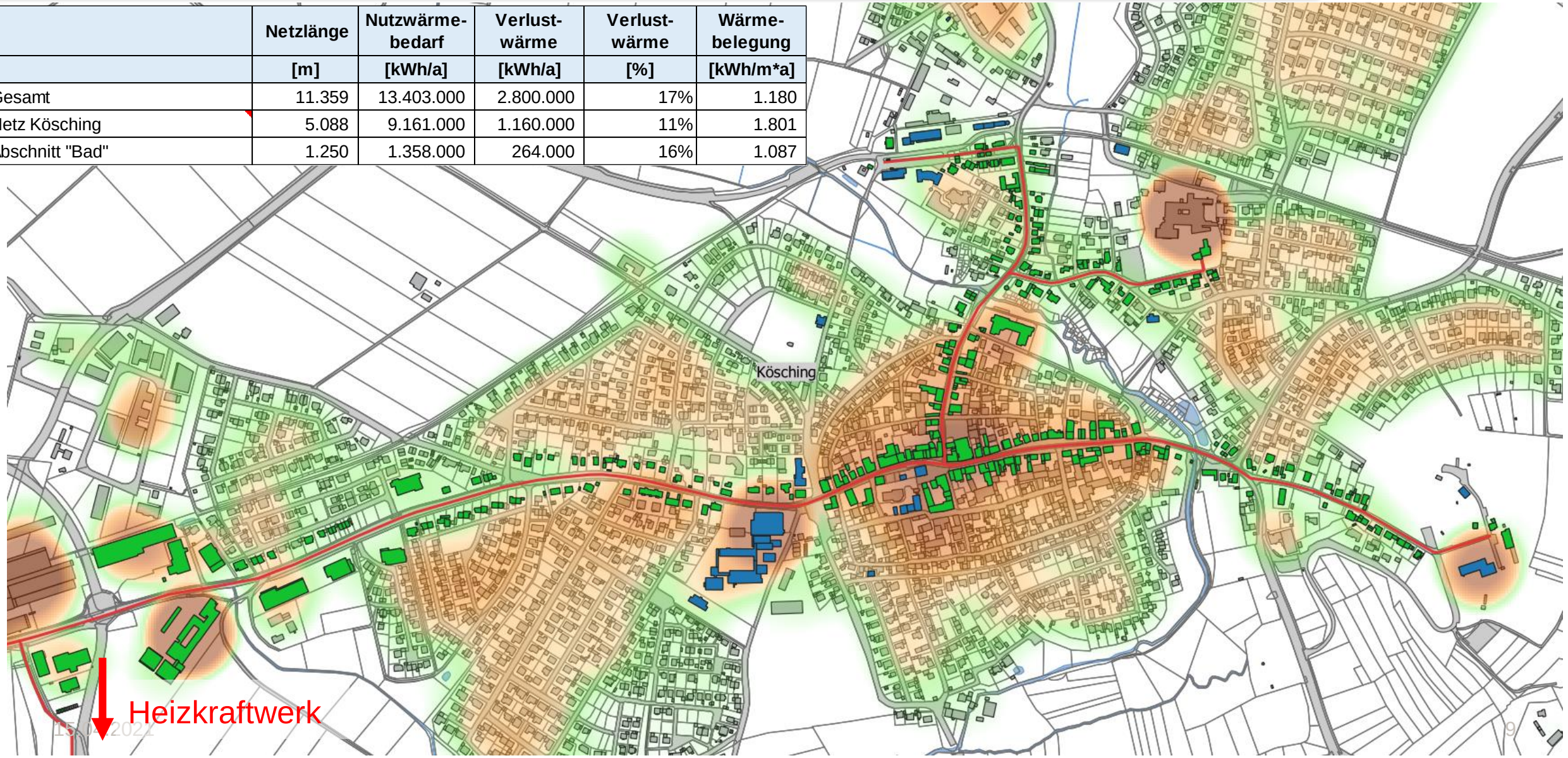
# Wärmetrasse
# Wärmeverbund Lenting

| | Netzlänge | Nutzwärme-bedarf | Verlust-wärme | Verlust-wärme | Wärme-belegung |
|---|---|---|---|---|---|
| | [m] | [kWh/a] | [kWh/a] | [%] | [kWh/m*a] |
| Gesamt | 11.359 | 13.403.000 | 2.800.000 | 17% | 1.180 |
| Netz Lenting | 4.048 | 4.244.000 | 909.000 | 18% | 1.048 |
| Abschnitt "Am Bergfürst" | 519 | 505.000 | 83.000 | 14% | 972 |

15.04.2021

# Wärmetrasse
# Wärmeverbund Kösching – Variante 1 (Marktstraße)

| | Netzlänge | Nutzwärme-bedarf | Verlust-wärme | Verlust-wärme | Wärme-belegung |
|---|---|---|---|---|---|
| | [m] | [kWh/a] | [kWh/a] | [%] | [kWh/m*a] |
| Gesamt | 11.359 | 13.403.000 | 2.800.000 | 17% | 1.180 |
| Netz Kösching | 5.088 | 9.161.000 | 1.160.000 | 11% | 1.801 |
| Abschnitt "Bad" | 1.250 | 1.358.000 | 264.000 | 16% | 1.087 |



# Wärmetrasse
# Wärmeverbund Kösching – Variante 2 (Radweg)

# Wärmetrasse
# Kennzahlen – Variante 1

Nur kommunale Liegenschaften und WSB

| Anschlussdichte Sonstige | | 100% | 60% | 40% | 20% | 0% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Haupttrasse | [m] | 9.388 | 9.388 | 9.388 | 9.388 | 9.388 |
| Hausanschlusslänge | [m] | 6.368 | 4.170 | 3.070 | 1.971 | 872 |
| Netzlänge gesamt | [m] | 15.756 | 13.558 | 12.458 | 11.359 | 10.260 |
| Abnehmer | [-] | 512 | 329 | 237 | 146 | 54 |
| Heizleistung | [kW] | 14.114 | 10.631 | 8.890 | 7.148 | 5.407 |
| Nutzwärmebedarf | [kWh/a] | 26.463.000 | 19.933.000 | 16.668.000 | 13.403.000 | 10.139.000 |
| Verlustwärme | [kWh/a] | 3.361.000 | 3.081.000 | 2.941.000 | 2.801.000 | 2.661.000 |
| Verlustwärme | [%] | 11% | 13% | 15% | 17% | 21% |
| Wärmebelegung | [kWh/m*a] | **1.680** | **1.470** | **1.338** | **1.180** | **988** |

Inkl. aller Privaten und Kleingewerbe entlang der Trasse

# Wärmetrasse
# Kennzahlen der Trassenvarianten

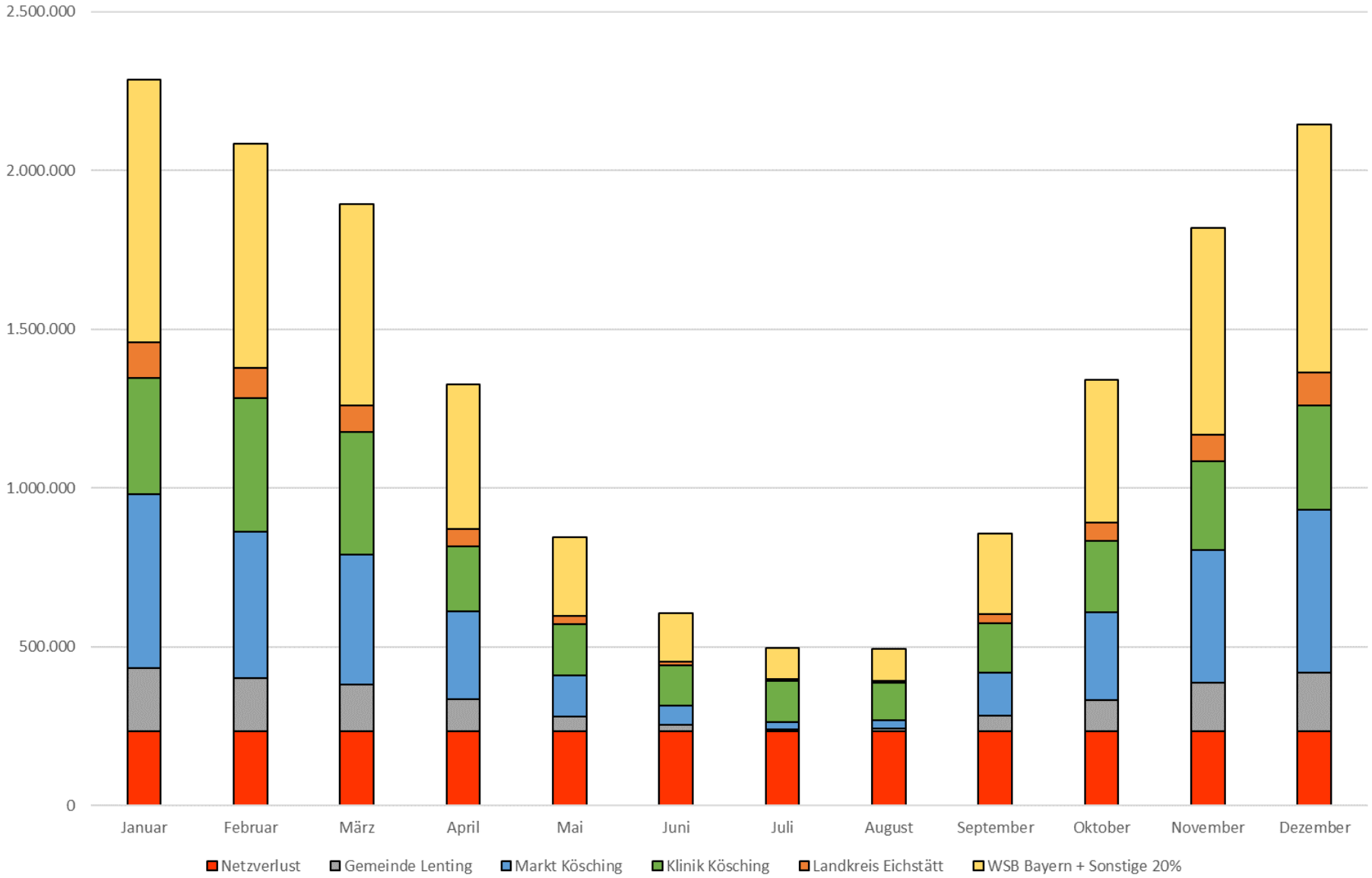
- Variante 1: Marktstraße

| Anschlussdichte Sonstige | | 100% | 60% | 40% | 20% | 0% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Haupttrasse | [m] | 9.388 | 9.388 | 9.388 | 9.388 | 9.388 |
| Hausanschlusslänge | [m] | 6.368 | 4.170 | 3.070 | 1.971 | 872 |
| Netzlänge gesamt | [m] | 15.756 | 13.558 | 12.458 | 11.359 | 10.260 |
| Abnehmer | [-] | 512 | 329 | 237 | 146 | 54 |
| Heizleistung | [kW] | 14.114 | 10.631 | 8.890 | 7.148 | 5.407 |
| Nutzwärmebedarf | [kWh/a] | 26.463.000 | 19.933.000 | 16.668.000 | 13.403.000 | 10.139.000 |
| Verlustwärme | [kWh/a] | 3.360.000 | 3.080.000 | 2.940.000 | 2.800.000 | 2.660.000 |
| Verlustwärme | [%] | 11% | 13% | 15% | 17% | 21% |
| Wärmebelegung | [kWh/m*a] | **1.680** | **1.470** | **1.338** | **1.180** | **988** |

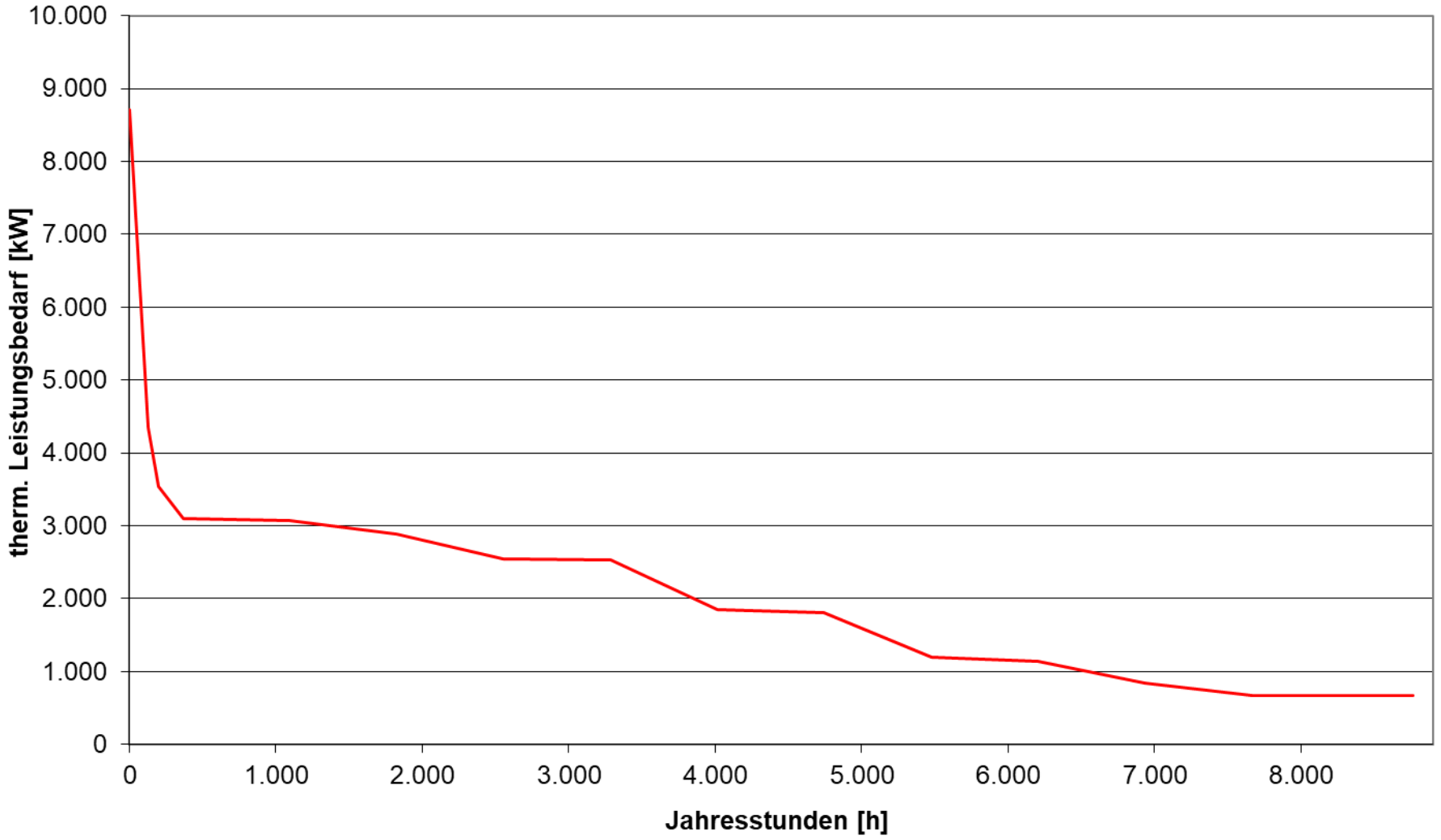
- Variante 2: Radweg

| Anschlussdichte Sonstige | | 100% | 60% | 40% | 20% | 0% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Haupttrasse | [m] | 10.042 | 10.042 | 10.042 | 10.042 | 10.042 |
| Hausanschlusslänge | [m] | 5.528 | 3.666 | 2.734 | 1.803 | 872 |
| Netzlänge gesamt | [m] | 15.570 | 13.708 | 12.776 | 11.845 | 10.914 |
| Abnehmer | [-] | 442 | 276 | 194 | 111 | 28 |
| Heizleistung | [kW] | 12.633 | 9.743 | 8.298 | 6.852 | 5.407 |
| Nutzwärmebedarf | [kWh/a] | 23.687.000 | 18.268.000 | 15.558.000 | 12.848.000 | 10.139.000 |
| Verlustwärme | [kWh/a] | 3.443.000 | 3.206.600 | 3.088.400 | 2.970.200 | 2.852.000 |
| Verlustwärme | [%] | 13% | 15% | 17% | 19% | 22% |
| Wärmebelegung | [kWh/m*a] | **1.521** | **1.333** | **1.218** | **1.085** | **929** |

# Wärmetrasse
# Monatlicher Wärmebedarf (Variante 1; 20% Anschlussdichte)



# Wärmetrasse
# Thermische Jahresdauerlinie (Variante 1; 20% Anschlussdichte)



1. Ausgangslage
2. Wärmeabnehmer
3. Trassenverlauf
4. **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
   a) **Wärmenetz**
   b) Vergleichsrechnung Dezentral Privat
   c) Vergleichsrechnung Dezentral Schulkomplex Kösching
5. Fazit

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
# Grundannahmen

- *Hinweis: Folgende Berechnungen beziehen sich auf die zuvor dargestellte Variante 1*

- Ermittlung der Kosten anhand marktüblicher Durchschnittspreise
  - (mögliche kurzfristige Preissteigerungen aufgrund der aktuellen Pandemie werden nicht abgebildet)
- Alle Preise sind Nettopreise
- Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Lineare Abschreibung über 20 Jahre nach Annuitätenmethode
  - Rechnerische Nutzungsdauer von KMR nach VDI 2067 liegt bei 40 Jahre und wäre somit deutlich länger
- Der kalkulatorische Zinssatz beträgt konstant  6,0 % über 20 Jahre
  - → Marktübliche Eigenkapitalrentabilität für den Investor bereits abgebildet
- Die Brennstoffkosten bleiben im Betrachtungszeitraum konstant

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Wärmenetz

| | | | Anschlussdichte Sonstige (ohne Industrie) | 100% | 60% | 40% | 20% | 0% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Wärmeabsatz** | | | | | | | | |
| **Nutzwärmebedarf** | **[kWh/a]** | | | 26.463.000 | 19.933.000 | 16.668.000 | 13.403.000 | 10.139.000 |
| **Verlustwärme** | **[kWh/a]** | | | 3.360.000 | 3.080.000 | 2.940.000 | 2.800.000 | 2.660.000 |
| **Investitionskosten** | | | | | | | | |
| Kosten Trasse | [€] | *Trasse: ~900 €/m bzw. Hausan. ~400 €/m* | | 10.996.000 | 10.117.000 | 9.677.000 | 9.238.000 | 8.798.000 |
| Kosten WÜS | [€] | | | 2.933.000 | 1.863.600 | 1.328.900 | 794.200 | 259.500 |
| Netzpumpenstation mit Druckhaltung | [€] | | | 600.000 | 500.000 | 450.000 | 400.000 | 350.000 |
| MSR | [€] | | | 394.000 | 339.000 | 311.000 | 284.000 | 257.000 |
| Technische Installation | [€] | *10%* | | 1.393.000 | 1.198.000 | 1.101.000 | 1.003.000 | 906.000 |
| Planung | [€] | *15%* | | 2.299.000 | 1.977.000 | 1.817.000 | 1.656.000 | 1.495.000 |
| **Summe** | **[€]** | | | **18.615.000** | **15.994.600** | **14.684.900** | **13.375.200** | **12.065.500** |

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Wärmenetz

| Anschlussdichte Sonstige (ohne Industrie) | | | 100% | 60% | 40% | 20% | 0% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Jahresgesamtkosten** | | | | | | | |
| **Kapitalgebundene Kosten** | **[€/a]** | *20a, 6%* | **1.623.000** | **1.395.000** | **1.281.000** | **1.167.000** | **1.052.000** |
| **Betriebsgebundene Kosten** | **[€/a]** | | **314.000** | **257.000** | **229.000** | **200.000** | **172.000** |
| Instandhaltung | [€/a] | *Netz 1%, WÜS 2%* | 169.000 | 139.000 | 124.000 | 109.000 | 94.000 |
| Wartung | [€/a] | *WÜS 1%* | 30.000 | 19.000 | 14.000 | 8.000 | 3.000 |
| Versicherung und Verwaltung | [€/a] | *0,5% der Netz und WÜS* | 77.000 | 66.000 | 61.000 | 55.000 | 50.000 |
| Sonstiges | [€/a] | *0,25% der Netz und WÜS* | 38.000 | 33.000 | 30.000 | 28.000 | 25.000 |
| **Bedarfsgebundene Kosten** | **[€/a]** | | **346.000** | **267.000** | **228.000** | **189.000** | **149.000** |
| Pumpstrom | [€/a] | *22 Ct/kWh* | 47.000 | 36.000 | 31.000 | 26.000 | 21.000 |
| Wärmeabnahmepreis | [€/a] | *1 ct/kWh* | 299.000 | 231.000 | 197.000 | 163.000 | 128.000 |
| **Jahresgesamtkosten** | **[€/a]** | | **2.283.000** | **1.919.000** | **1.738.000** | **1.556.000** | **1.373.000** |
| **Wärmegestehungskosten** | | | | | | | |
| **Netzdurchleitungskosten** | **[ct/kWh]** | *ohne Wärmepreis* | **7,5** | **8,5** | **9,2** | **10,4** | **12,3** |
| **Wärmegestehungskosten** | **[ct/kWh]** | | **8,6** | **9,6** | **10,4** | **11,6** | **13,5** |
| **Förderung** | | | | | | | |
| Förderung | [€] | *BAFA 40% der ansatzfähigen Investkosten* | 6.273.000 | 5.652.000 | 5.342.000 | 5.032.000 | 4.722.000 |
| **Netzdurchleitungskosten** | **[ct/kWh]** | *ohne Wärmepreis, inkl. Förderung* | **5,4** | **6,0** | **6,4** | **7,1** | **8,2** |
| **Wärmegestehungskosten** | **[ct/kWh]** | *inkl. Förderung* | **6,6** | **7,2** | **7,6** | **8,3** | **9,5** |

1. Ausgangslage
2. Wärmeabnehmer
3. Trassenverlauf
4. **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
   a) Wärmenetz
   **b) Vergleichsrechnung Dezentral Privat**
   c) Vergleichsrechnung Dezentral Schulkomplex Kösching
5. Fazit

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
# Dezentrale Wärmegestehungskosten

Folgende Mustergebäude bzw. Energiebedarfskategorien werden abgebildet:

1. Reihen oder Doppelhaus: ca. 15.000 kWhth/a
2. Ein- oder Zweifamilienhaus: ca. 25.000 kWhth/a
3. Kleines Mehrfamilienhaus oder Kleingewerbe: ca. 40.000 kWhth/a
4. Mehrfamilienhaus oder Gewerbe: ca. 60.000 kWhth/a

Bewertete Heizungsanlagen:

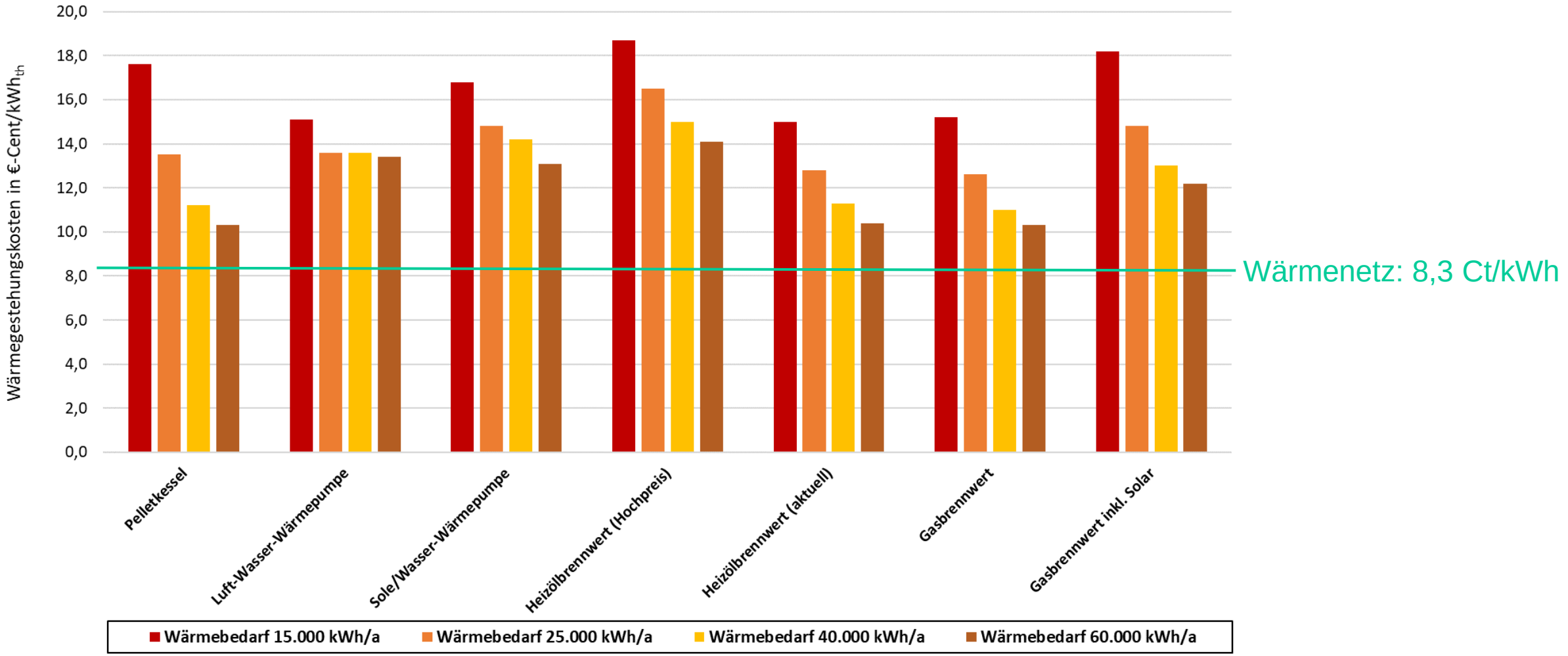
- Pelletkessel
- Luft-/Wasser - Wärmepumpe
- Sole-/Wasser - Wärmepumpe
- Heizöl-Brennwertkessel/-therme
- Gas-Brennwertkessel/-therme mit Solarthermieanlage
- Gas-Brennwertkessel/-therme ohne Solarthermieanlage

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
# Grundannahmen

- Vollkostenrechnung nach der Annuitätenmethode in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067
- Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Lineare Abschreibung über 20
- Der kalkulatorische Zinssatz beträgt konstant  2,0 % über 20 Jahre
- Die Brennstoffkosten bleiben im Betrachtungszeitraum konstant
- „CO2-Preis“ seit 01.01.2021

| | | |
|---|---|---|
| • Heizöl (aktuell): | 45,7 Cent/Liter<br>≈ 4,6 Cent/kWh$_{Hi}$ | (Ø 5 Jahre; Destatis) |
| • Heizöl (Hochpreisszenario): | 76,3 Cent/Liter<br>≈ 7,6 Cent/kWh$_{Hi}$ | (Ø 5 Jahre; Destatis) |
| • Erdgas: | 5,4 Cent/kWh$_{Hi}$ | (Ø 5 Jahre; Destatis) |
| • Pellets : | 214 Euro/t<br>≈ 4,3 Cent/kWh$_{Hi}$ | (Ø 5 Jahre; C.A.R.M.E.N. e.V.) |
| • Strom WP: | 19,2 Cent/kWh$_{el}$ | (aktuelle Durchschnittspreise) |
| • Allgemeinstrom: | 23,7 Cent/kWh$_{el}$ | (aktuelle Durchschnittspreise) |

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
# Dezentrale Wärmegestehungskosten



1. Ausgangslage
2. Wärmeabnehmer
3. Trassenverlauf
4. **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**
   a) Wärmenetz
   b) Vergleichsrechnung Dezentral Privat
   **c) Vergleichsrechnung Dezentral Schulkomplex Kösching**
5. Fazit

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
# Grundannahmen

## Betrachtung verschiedener Energieversorgungsvarianten:

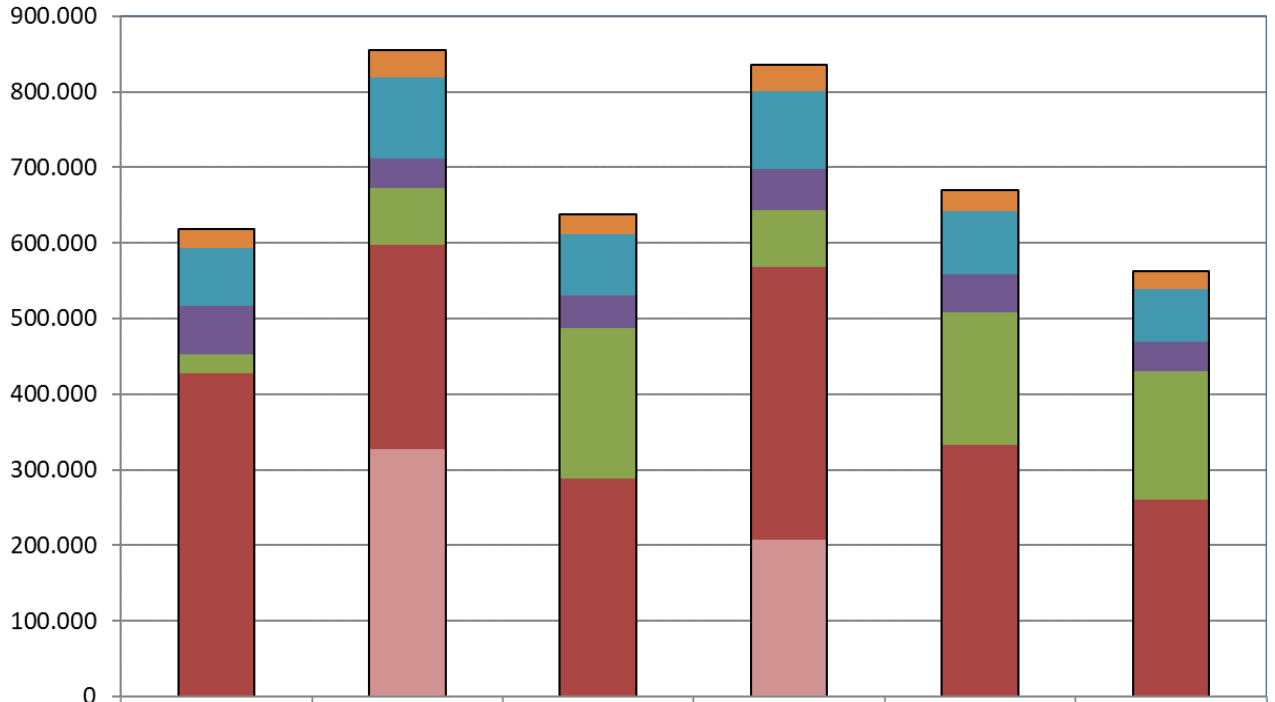
- **Var. 1.1:** 2x Erdgas-BHKW (jeweils 50 $kW_{el}$) mit Erdgas-Spitzenlastkessel
- **Var. 1.2:** 2x Erdsonden-Wärmepumpe mit Erdgas-Spitzenlastkessel
- **Var. 1.3:** 2x Hackgutkessel mit 1x Erdgaskessel als Backup für einen Hackgutkessel
- **Var. 1.4:** Erdgas-BHKW (50 $kW_{el}$), Erdsonden-Wärmepumpe mit Erdgas-Spitzenlastkessel
- **Var. 1.5:** Erdgas-BHKW (50 $kW_{el}$), Hackgutkessel mit Erdgas-Spitzenlastkessel
- **Var. 1.6:** Hackgutkessel mit Erdgas-Spitzenlastkessel

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
# Grundannahmen

- Bezugsjahr ist 2020; Betrachtungszeitraum 20 Jahre
- Lineare Abschreibung über 20 Jahre
- Alle Preise sind Nettopreise
- Der kalkulatorische Zinssatz beträgt für Fremdkapital konstant  2,0 % über 20 Jahre
- Die Brennstoffkosten bleiben im Betrachtungszeitraum konstant
- Berücksichtigung der $CO_2$-Steuer auf fossile Energieträger

| *Energiekosten:* | *Netto* |
|---|---|
| • Erdgas | 3,5 Cent/$kWh_{Hi}$ (Großverbraucher) |
| • Wärmepumpenstrom | 18 Cent/kWh |
| • Hackschnitzel | 81 Euro/t (Heizwert 3,3 $kWh_{Hi}$/kg) |
| • Allgemeinstrom: | 23 Ct/$kWh_{el}$ |

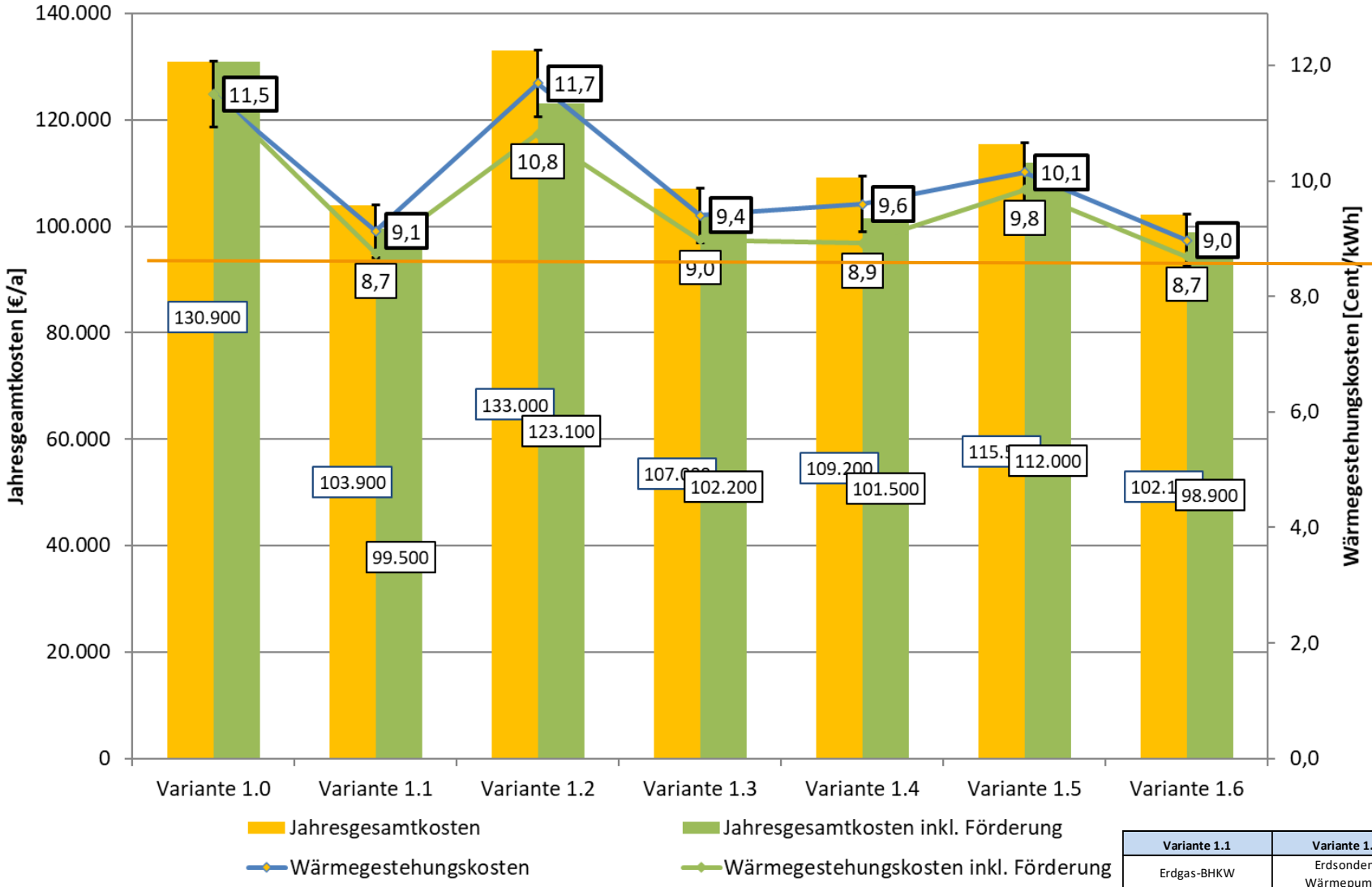
# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
# Investitionskosten




| | Variante 1.1 | Variante 1.2 | Variante 1.3 | Variante 1.4 | Variante 1.5 | Variante 1.6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unvorhergesehenes | 26.000 | 36.000 | 27.000 | 35.000 | 28.000 | 23.000 |
| Projektabwicklung | 77.000 | 107.000 | 80.000 | 104.000 | 84.000 | 70.000 |
| Technische Installationskosten | 64.000 | 40.000 | 43.000 | 54.000 | 50.000 | 39.000 |
| Bauliche Maßnahmen, Gebäude | 25.000 | 75.000 | 200.000 | 75.000 | 175.000 | 170.000 |
| Wärmeerzeuger und Anlagenteile | 427.000 | 269.000 | 288.000 | 360.000 | 333.000 | 260.000 |
| Erdsondenbohrung | 0 | 328.000 | 0 | 208.000 | 0 | 0 |
| Gesamtinvestition | 619.000 | 855.000 | 638.000 | 836.000 | 670.000 | 562.000 |

| Variante 1.1 | Variante 1.2 | Variante 1.3 | Variante 1.4 | Variante 1.5 | Variante 1.6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Erdgas-BHKW | Erdsonden-Wärmepumpe | Hackgutkessel | Erdgas-BHKW | Erdgas-BHKW | Hackgutkessel |
| Erdgas-BHKW | Erdsonden-Wärmepumpe | Hackgutkessel | Erdsonden-Wärmepumpe | Hackgutkessel | Erdgaskessel (2x 450 kW) |
| Erdgaskessel (2x 400 kW) | Erdgaskessel | | Erdgaskessel | Erdgaskessel | |

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
# Jahresgesamt- und Wärmegestehungskosten




Wärmenetz: 8,3 Ct/kWh

| Variante 1.1 | Variante 1.2 | Variante 1.3 | Variante 1.4 | Variante 1.5 | Variante 1.6 |
|---|---|---|---|---|---|
| Erdgas-BHKW | Erdsonden-Wärmepumpe | Hackgutkessel | Erdgas-BHKW | Erdgas-BHKW | Hackgutkessel |
| Erdgas-BHKW | Erdsonden-Wärmepumpe | Hackgutkessel | Erdsonden-Wärmepumpe | Hackgutkessel | Erdgaskessel (2x 450 kW) |
| Erdgaskessel (2x 400 kW) | Erdgaskessel | | Erdgaskessel | Erdgaskessel | |

1. Ausgangslage
2. Wärmeabnehmer
3. Trassenverlauf
4. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
   a) Wärmenetz
   b) Vergleichsrechnung Dezentral Privat
   c) Vergleichsrechnung Dezentral Schulkomplex Kösching
5. **Fazit**

# Weiteres Vorgehen

Fazit:

- Kalkulierte Wärmenetzpreise sind gegenüber einer dezentralen Wärmeversorgung wettbewerbsfähig
- Durch einen Primärenergiefaktor von 0 ist die Wärme hinsichtlich gesetzlicher Anforderungen als sehr „hochwertig“ anzusehen
- Dies bietet sehr günstige Voraussetzungen um Fördermittel (insbesondere bei Sanierungen und Neubauten) in Anspruch nehmen zu können

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Besuchen Sie uns auf…

www.ifeam.de

www.facebook.com/ifeam.de

www.t1p.de/ifeam