

1 Zusammenfassung

1.1 Einführung

Die Stadt Ostfildern sucht nach Möglichkeiten, ihre Liegenschaften möglichst optimal zu betreiben und den damit verbundenen Energiebedarf zu optimieren, um die Kosten zu senken. Ein beachtliches Optimierungspotential wird bei der Wärmeversorgung gesehen. Ziel dieser Projektarbeit ist es, quasi als Vorstudie die Einsatzmöglichkeiten eines Nahwärmenetzes im Stadtteil Ruit zur Optimierung der Energiebereitstellung der kommunalen Gebäude zu untersuchen.

1.2 Stand des Wissens

Für einen effizienten und nachhaltigen Betrieb von Nahwärmenetzen eignen sich der Einsatz von erneuerbaren Energien (es wurde nur die Biomasse betrachtet) und die Kraft-Wärme-Kopplung.

Es wurden die KWK-Technik, die Bestandteile eines BHKW, die Richtlinien für den BHKW-Betrieb und deren Einbindung, sowie die Entwicklungen in der BHKW-Technik erläutert.

Es wurden die Bedeutung von Wärmenetzen für die KWK-Technik, die allgemeinen Vorteile von Wärmenetzen, die Arten von geeigneten Gebäuden/Versorgungsobjekten, die Chancen für die Errichtung eines Wärmenetzes, sowie wichtige Kenngrößen zur Beurteilung erläutert.

Es wurden die Vor- und Nachteile verschiedener Rohrarten, die Leitungshierarchien und die geeigneten Strömungsgeschwindigkeiten erläutert.

Es wurden beim Netzbau die verschiedenen Netzarten unterschieden, die Möglichkeiten der Trassenführung bei der Unterverteilung erläutert, bei Hausübergabestationen die direkte mit der indirekten Übergabe verglichen, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Prinzipien der Trinkwassererwärmung erläutert, der Grund für den Einbau eines Pufferspeichers und einige Faustformeln für dessen Dimensionierung erklärt, verschiedene Rohr-Verlegeverfahren aufgeführt, die Komponenten der Instand-Haltung eines Netzes und die Möglichkeiten der Erkennung und Ortung von Leckagen erläutert.

1.3 Methodisches Vorgehen

Es wurden die Stärken und Schwächen von geeigneten Berechnungs-Programmen und der Begriff der Gleichzeitigkeit erläutert.

Es wurde bei der Auswahl der allgemeinen Datenbasis die Preisentwicklungen von verschiedenen Brennstoffen u. von dem elektrischen Strom aufgezeigt, die Investitionskosten für ein Wärmenetz und die dafür benötigten baulichen Anlagen anhand von statistischen Werten abgeschätzt.

Es sollten vier Berechnungen betrachtet werden:

Eine Berechnung für eine Hackschnitzel-Feuerungsanlage mit heutigen Energiepreisen und ein Zukunfts-Szenario bei verdoppelten Energiepreisen; eine Berechnung für ein Erdgas-BHKW mit heutigen Energiepreisen und ein Zukunfts-Szenario bei verdoppelten Energiepreisen.

Die Berechnungen für das Aussehen der Jahres-Dauerlinie basieren auf den Durchschnittswerten für Heizung und Strom von den Gebäuden in Ruit:

Nr.	Liegenschaft in Ruit	Baujahr	Fläche m ²	Ø Heizung kWh/a	Ø Strom kWh/a	Heizung 2006	Strom 2006
15	Schule mit Pavillon	1956	1874	259.209	17.741	241.251	20.498
14	Rathaus mit Bürgerservice u. Sitzungssaal	1963	1403	268.127	51.203	221.199	60.883
18	Bürgerhaus	1972	1047	112.659	20.497	109.900	18.316
28	Sporthalle	1985	1724	169.549	47.916	160.000	58.440
38	Gymnastikhalle	1974	260	57.912	5.568	49.600	4.749
13	Tiefbauamt	1964	251	60.642	9.608	56.226	10.880

Bei der Wärme-Bedarfs-Ermittlung wurden zwei Vorgehensweisen für die Berechnungen in BHKW-Plan erläutert: Die Berechnung anhand von Gebäude-Typen und der Prozesswärme.

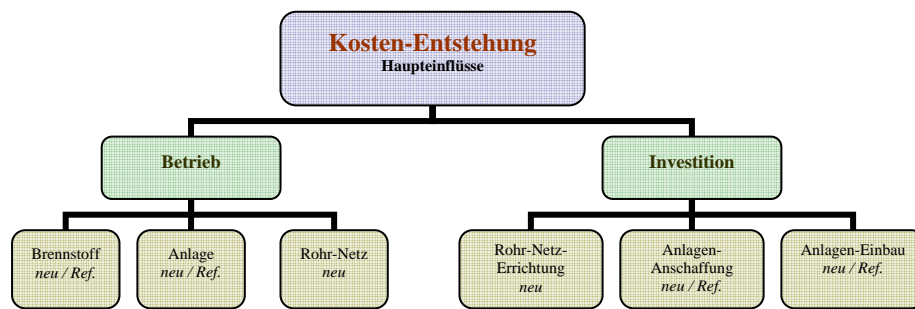
Bei der Berechnung anhand von Gebäude-Typen wurde die Gebäude-Klassifizierung in BHKW-Plan erläutert, und Beispiele für typische Verbrauchs-Ganglinien und Verbrauchshöhen von den Gebäuden der Gebäudedatenbank aufgeführt.

Bei der Berechnung mit der Prozess-Wärme-Funktion konnten konkrete Verbrauchswerte eingegeben werden und die Verbrauchs-Ganglinien durch eigene Erstellung von Verbrauchs-Profilen mittels Eingabe von Wochen-Stundenwerten und Monatsverteilungen kreiert werden.

Es wurden für die Gebäude-Typen Sporthalle, Schule, Verwaltung u. Stadthalle jeweils ein Profil für einen Wochentag und ein Profil für einen Wochenendtag erstellt und diese zu Wochen-Profilen auf Stundenbasis zusammengefügt, um Berechnungen mit der Prozess-Wärme-Funktion vorzunehmen.

Beim Strom wurde ein eigenes Profil anhand von bisherigen Ganglinien beim Rathaus erstellt.

Bei der Wirtschaftlichkeits-Betrachtung wurden die Kosten wie folgt eingeteilt und angesetzt:



Investitions-Kosten:

Rohr-Netz-Errichtung = 200 €/m * 337 m Trasse = 67.400 € + 20.000 € Planungsanteil

Anlagen-Anschaffung = 26.600 € für Hackschnitzel-Feuerungs-Anlage (HDG-200)

91.300 € für Gas-BHKW (Sokrat_92_BG)

29.100 € pro Gas-Spitzenkessel (B_BW_G_467)

Anlagen-Einbau = 90.000 € + 10.000 € Planungsanteil

Betriebs-Kosten:

Brennstoff = 0,025 €/kWh bei Holzhackschnitzel heute; 0,065 €/kWh bei Erdgas heute

Anlage =

Betriebskosten			Werte nach VDI 2067
BHKW-Erzeugung			
Wartung oder Instandhaltung BHKW	4,5	€/kWh el	3,0-9,0
Instandhaltung Heizkessel	2	% Invest.	1,5-2,5
Instandhalt. Wärmezentrale	2	% Invest.	1,8-2,2
Instandhalt. baul. Anlagen	1,2	% Invest.	1,0-1,5
Instandh. Stromspeisung	2	% Invest.	1,8-2,2
Personalkosten	2,5	% Invest.	1,0-4,0
Steuern, Versicherungs-Verwaltungskosten	1,3	% Invest.	0,8-2,0

Betriebskosten			Werte nach VDI 2067
getrennte Erzeugung			
Instandhaltung Heizkessel	2	% Invest.	1,5-2,5
Instandhalt. Wärmezentrale	2	% Invest.	1,8-2,2
Instandhalt. baul. Anlagen	1,2	% Invest.	1,0-1,5
Personalkosten	2,5	% Invest.	1,0-4,0
Steuern, Versicherungs-Verwaltungskosten	1,3	% Invest.	0,8-2,0

Rohr-Netz = 56 MWh Strom/a (es wurde ein benötigter Wasser-Volumenstrom von 32 m³/h abgeschätzt und daraus auf die Kosten für den Strom der Umwälzpumpe(n) geschlossen, was aber im Vergleich zu Software-Ergebnissen zu hoch sein dürfte).

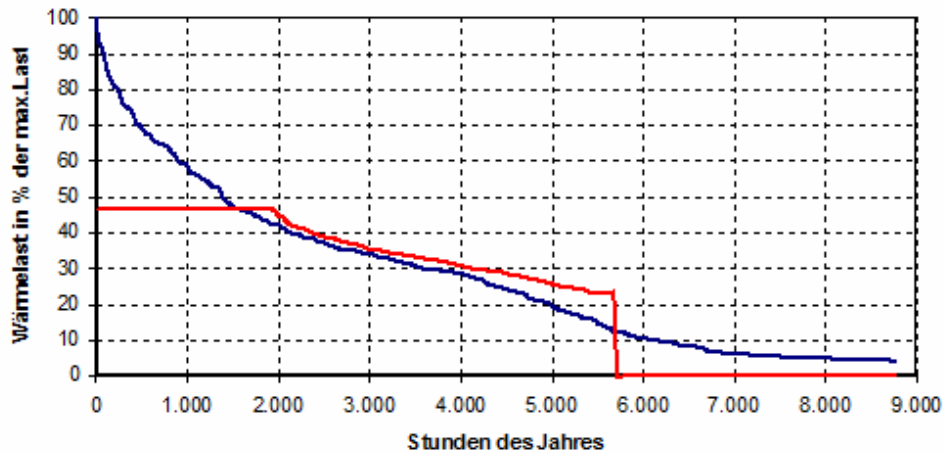
Es wurde Überlegungen zur Auslegung des Trassen-Verlaufes erläutert.

1.4 Ergebnisse

Kurzbericht für das Projekt:

Ruit Hackschnitzelfeuerung heute

Jahredauerlinie mit BHKW- Laufzeiten max. Wärmelast: 430 kW



Versorgtes Objekt

beheizte Fläche:	0 m ²	versorgte Personen: 0
Raumwärmebedarf:	127 MWh/a	Wämedämstandart im Mit. #DIV/0!
Prozesswärmebedarf:	928 MWh/a	
Ges. Wärmebedarf:	1.055 MWh/a	Stromverbrauch: 206 MWh/a
Max. Wärmelast:	430 kW	mitl. Strompreis Bezug: 0,160 €/KWhel
Vollbenutzungsstunden th.:	2.451 h	mitl. Brennstoffpreis Hu ist 0,083 €/KWh

BHKW

Motor BHKW	HDG-200	(Holz/Gas)	Anzahl gerechneter Modul: 1
inst. th. Leistung:	200 kW		inst. el. Leistung: 0,0 kW
th. Wirkungsgrad (Hu)	85%		el. Wirkungsgrad (Hu) 0%
BHKW Betriebsweise:	Wärmegeführt		
Wärmeerzeugung KWK	905 MWh/a		Stromerzeugung KWK: 0 MWh/a
Vollbenutzungsst. BHKW:	4525 h		Stromeigenverbrauch: 0 MWh/a
Jahresnutzungsgrad BHKW (Ho)	85%		Reststrombezug: 206 MWh/a
SKZ	0,00		Stromeinspeisung: 0 MWh/a
Bedarfsdeckung Wärme:	86%		Deck. eig. Strombedarf: 0%

Wirtschaftlichkeitsvergleich

Zinssatz:	5,00 %	Nutzungsdauer BHKW: 20,0 a
Zinsreduktion für BHKW:	0,00 %	Spez. Systemkosten KWK: #####
Kosten Solaranlage pro Jahr	0 €/a	Spez. Systemkosten Nahwärmenetz: 11233 €/An.
Zuschuss	0 €	
Summe Investitionen	243.087 €	alternative Heizungssystem
Summe Mehrinvestition	164.933 €	78.154 €
Jahreskosten Vergleich	KWK-System	alternative Heizungssystem
Kapitalkosten:	16.659 €/a	6.271 €/a
Betriebskosten:	12.229 €/a	4.393 €/a
Brennstoffkosten:	43.108 €/a	85.998 €/a
Gesamtkosten:	71.996 €/a	96.663 €/a
Erlöse		
Mineralölrückerstattung:	0 €/a	
Eingesparte Stromsteuer:	0 €/a	
Stromeinspeisung:	0 €/a	
vermiedene Strombezug:	0 €/a	
Bonus	0 €/a	
Gesamterlös:	0 €/a	
System Nettokosten:	71.996 €/a	96.663 €/a

spez. Wärmegestehungskosten nach Stromgutschrift:	0,078 €/kWh		0,104 €/kWh
spez. Stromgestehungskosten nach Wärmegutschrift:	0,000 €/kWh		
Amortisationszeit (mit Energiesteuer):	5,5 a	ohne	5,5 a Tilgung maximal
Überschuß gegen qetr. System	24.666 €/a		Tilgung entsprechend der Abschreibungszeit
CO₂ Reduktion	-178,3 t/a	in 10 Jahren	-1.783 t

1.5 Diskussion

Der Fokus blieb bei der Hackschnitzelfeuerung zu heutigen Preisen bleiben, da die Erdgas-BHKW-Berechnungen einerseits weniger gute Werte lieferten und andererseits aufwendigere Simulationen von verschiedenen Stromeinspeise- u. Stromvergütungsmodellen für stichhaltigere Ergebnisse nötig gewesen wären und Preisentwicklungen generell schlecht vorhersehbar sind.

Aufgrund der zentralen Bedeutung der Jahres-Dauer-Linie für die Auslegung der Komponenten eines Nahwärmenetzes, wurden verschiedene Methoden zu ihrer Erstellung erläutert und bewertet. Da die erstellte Jahres-Dauer-Linie im Wesentlichen als plausibel angesehen wurde, wurden die selbst erstellten Profile ebenfalls als im Wesentlichen plausibel eingestuft, da durch sie die Jahres-Dauer-Linie errechnet wurde.

Um trotzdem einen Vergleichswert durch eine andere Methode zu bekommen, wurde eine (aus Zeitgründen nicht fundierte!!!) Gegenrechnung anhand der Gebäude-Typen aufgezeigt. Es wurden einfach sechs Gebäude aus der Datenbank eingesetzt, wobei der richtige Gebäude-Filter eingestellt wurde, die Auswahl der Gebäude jedoch äußerst grob durchgeführt wurde. Dann wurden die Gebäude *ohne* jegliche Angleichung an Realitätswerte übernommen. Anschließend wurde der *tatsächlich* benötigte Jahres-Wärme-Bedarf für das jeweilige Gebäude eingetragen und BHKW-Plan *schloss* davon ausgehend auf verschiedene andere Parameter und erzeugte daraus wiederum eine Gang- und eine Dauerlinie.

Ergebnisse der *Gegenrechnung*: Die maximale Wärmelast ist von 430 kW auf 650 kW gestiegen, die Amortisationszeit ist von 5,5 auf 6,2 Jahre gestiegen, der Verlauf der Dauerlinie ist abgesehen vom erhöhten Spitzenwert ziemlich ähnlich geblieben

1.6 Schlussfolgerungen

In Ruit scheinen die Bedingungen für die Errichtung eines mit einer Holzhackschnitzelfeuerung betriebenen Nahwärme-Netzes geeignet zu sein und es ist mit einer Amortisationszeit von ca. 6 Jahren zu rechnen.