

BAFA-Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0 – Fördermodul 1

Machbarkeitsstudie für das Projektgebiet „Lange Straße Nord“ und Erweiterungsgebiet der Stadt Ettlingen - Zusammenfassung



(basierend auf Endbericht - V2.0)

Auftraggeber	Stadt Ettlingen, Marktplatz 2, 76275 Ettlingen <ul style="list-style-type: none">• Johannes Arnold, Oberbürgermeister• Wassili Meyer-Buck, Planungsamt• Stephan Wanninger, Planungsamt
Auftragnehmer	sinnogy GmbH (ehemals schäffler sinnogy), Kartäuserstrasse 49, 79102 Freiburg <ul style="list-style-type: none">• Dr. Harald Schäffler, Christian Schmidt, Arnd Polleis, Vincent Maicher, Leo Munzinger Planungsbüro Roland Reiter, Gaußstraße 1, 88250 Weingarten <ul style="list-style-type: none">• Roland Reiter Büro für Geowissenschaften Frey-BGW, August-Jeanmaire-Straße 27a, 79183 Waldkirch <ul style="list-style-type: none">• Christian Frey
Ort, Datum	Freiburg, 19.02.24

1 Zusammenfassung

Das Projektgebiet der Machbarkeitsstudie umfasst als **Kerngebiet** das Neubaugebiet „Lange Straße Nord“ im Ortsteil Schluttenbach der Stadt Ettlingen. Dazu gehört das **Erweiterungsgebiet** mit kommunalen Liegenschaften und Bestandswohngebiete im Umfeld des Neubaugebiets. Gemäß dem städtebaulichen Entwurf (vgl. **Abbildung 1**) sind für das Kerngebiet 29 Wohngebäude geplant.



Abbildung 1: Gestaltungsplan des Neubaugebiets „Lange Straße Nord“ der Stadt Ettlingen im Ortsteil Schluttenbach (© Bild: Modus Consult)

Das Wärmenetzsystem wurde für das Kerngebiet ausgelegt und für das Erweiterungsgebiet mit kommunalen Gebäuden „K1“ bis „K5“ (vgl. Abbildung auf Titelseite, **Abbildung 4** bzw. **Abbildung 5** unten) konzeptionell geplant. Eine Erweiterung um das Erweiterungsgebiet, ggf. auch anteilig, kann im Rahmen der Umsetzung durch ein Wärmeversorgungsunternehmen (WVU) erfolgen.

1.1 Grundlagenermittlung – Wärmebedarf

Das **Kerngebiet** umfasst insgesamt 29 Wohngebäude in Form von Einfamilienhäusern, Doppelhaushälften, Reihenhäusern sowie Mehrfamilienhäusern mit insgesamt 53 WE und einer beheizten Nutzfläche von **6.641 m²**. Die Gebäude sollen mindestens den Effizienzhausstandard EH 40 erfüllen. Der Wärmebedarf der Gebäude wurde auf Grundlage von Bedarfsabschätzungen ermittelt und beträgt voraussichtlich ca. **385 MWh/a**. Die Wärmeleistung beträgt ca. **199 kW_{th}** (vgl. **Tabelle 1**).

Die **kommunalen Liegenschaften des Erweiterungsgebiets** umfassen insgesamt 5 Abnahmestellen mit einer beheizten Nutzfläche von **3.170 m²**. Der Wärmebedarf der Gebäude wurde individuell für jedes Gebäude anhand von Verbrauchsdaten sowie Annahmen ermittelt und beträgt voraussichtlich ca. **286 MWh/a**. Die Wärmeleistung beträgt ca. **182 kW_{th}**. Für die privaten Bestandsgebäude in den Erweiterungsgebieten wurden

Durchschnittswerte von **25 MWh/a** Wärmebedarf und **13 kW_{th}** Anschlussleistung pro Gebäude ermittelt (vgl. **Tabelle 1**).

Tabelle 1: Flächen und Bedarfswerte des Projektgebiets bestehend aus dem Kerngebiet und dem Erweiterungsgebiet (kommunale Ankernutzer K1-K5).

Quartier / Cluster	Gebäude	BGF	BNF	WE	HWB	TWWB	GWB	GWL
	#	m ²	m ²	#	MWh/a	MWh/a	MWh/a	kW
Kerngebiet	29	8.302	6.641	53	260	125	385	199
Komm. Gebäude Erweiterungsgebiet	5		3.170	6			286	182
Summe							671	381

Damit erfüllt das Projektgebiet nicht die Anforderungen an die Mindestgröße gemäß der Förderung Wärmenetzsysteme 4.0. Da das Versorgungskonzept allerdings drei Innovationen aufweist, kann die Ausnahmeregelungen für Quartiere in Anspruch genommen werden. Die Anforderung der neuen Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze an ein Wärmenetz werden erfüllt.

1.2 Versorgungskonzept

Im 1. Teil der Machbarkeitsstudie wurde zunächst eine individuelle Versorgungsvariante mit Luft-Wasser-Wärmepumpen (VV1) sowie eine gemeinschaftliche Versorgungsvariante (VV2) untersucht. Die VV2 umfasst ein kaltes Wärmenetz mit EWS als Quellenanlage sowie gebäudeindividuellen Sole-Wasser-Wärmepumpen zur Bereitstellung von Heizwärme und Trinkwarmwasser. **Abbildung 2** zeigt eine vereinfachte Visualisierung der VV2.

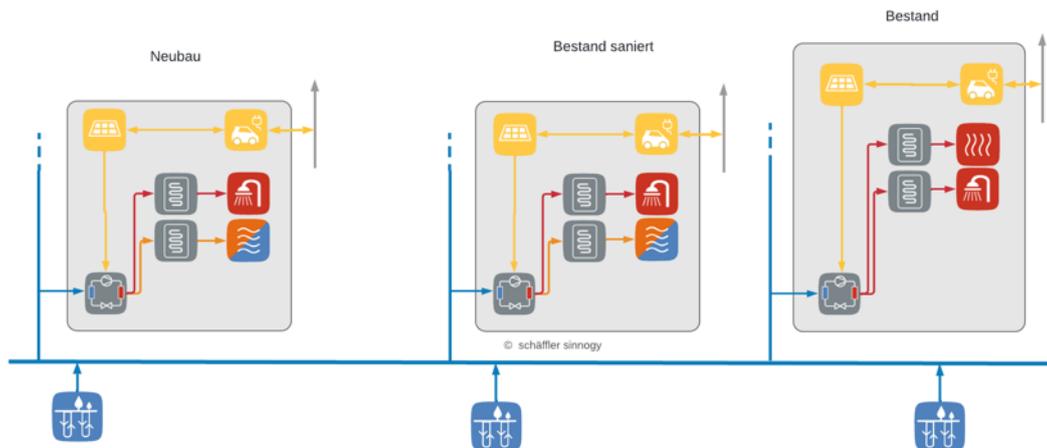


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Versorgungskonzepts im Projektgebiet für unterschiedliche Gebäudetypen (© Bild: schäffler sinnogy)

Im wirtschaftlichen Vergleich der beiden VV war die gemeinschaftliche VV2 vorteilhaft. Daher hat der Auftraggeber entschieden, die VV2 im 2. Teil der Machbarkeitsstudie im Detail fachtechnisch zu planen (LPH 3-4).

1.3 Wärmequellen

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde eine Pilotbohrung inkl. Thermal-Response-Test im Kerngebiet durchgeführt. Demnach reicht die verfügbare Quellwärme aus, um den Wärmebedarf des Neubaugebiets zu decken. Für die **Wärmeleitfähigkeit** des Erdreichs wurde **4,7 W/ (m K)** ermittelt. Dieser Wert liegt im oberen Bereich der Erwartungen zur Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes und ist grundsätzlich als sehr hoch einzustufen. Daher wurde für die Dimensionierung zur Absicherung der Wert **4,0 W/ (m K)** angenommen.

Auf Grund der verfügbaren Fläche wird die erforderliche Quellenanlage für das Kerngebiet als ein linienförmiges Sondenfeld im nördlichen Rand des Neubaugebiets ausgeführt und über zwei Verteilschächte an das Wärmenetz angebunden (vgl. **Abbildung 3**). Neben der natürlichen Regenerierung durch das Erdreich werden die EWS zusätzlich durch passive Kühlung der Gebäude regeneriert. Dies erhöht die Quelltemperatur der Sole und damit die Effizienz der Wärmepumpen.



Abbildung 3: Lageplan der Quellenanlage und des Wärmenetzes, Stand 23.05.22 (© Bild: Modus Consult, Bearbeitung durch IB Reiter)

Im Erweiterungsgebiet können EWS in weiten Teilen im Straßenverlauf installiert werden. Darüber hinaus wurden umfangreiche weitere Flächen identifiziert, so dass voraussichtlich sowohl die kommunalen als auch die privaten Gebäuden im Erweiterungsgebiet mit Quellwärme versorgt werden können. Für jedes Sondenfeld wurde eine sinnvolle Anordnung und Anzahl von Sonden gewählt und anschließend die mögliche Entzugsleistung errechnet. Die Ergebnisse zeigt **Tabelle 2**, **Abbildung 4** zeigt die Lage der Sondenfelder im Projektgebiet.

Tabelle 2: Mögliche Sondenfelder im Erweiterungsgebiet

SF	Bezeichnung	Anzahl	Quelleleistung
-	-	#	kW
SF1	Fussballplatz Nord	41	220
SF2	Fussballplatz Süd	48	247
SF3	Obstwiese	207	797
SF4	Ortsverwaltung	17	148
SF5	Kindergarten	12	107
SF6	Langestrasse	64	600
SF7	Zellmarkstr.	21	214
SF8	Schluchtstr.	12	121
SF9	Lindenbrunnen	15	147



Abbildung 4: Lageplan der möglichen Sondenfelder

1.4 Wärmenetz

Das Wärmenetz im Kerngebiet wird als Maschennetz ausgeführt (vgl. **Abbildung 3** oben). Vorlauf und Rücklauf werden parallel zueinander verlegt, als Trägermedium kommt ein Wasser-Glykol-Gemisch (Sole) zum Einsatz. Es werden keine Netzpumpen verwendet, die Pumpwirkung der Wärmepumpen in den Gebäuden ist ausreichend für die Umwälzung.

Das Wärmenetz wird mit ungedämmten PE-Rohren ausgeführt. Über das Jahr werden so zusätzliche Wärmegewinne von mindestens 10 % der Quellwärme der Erdwärmesonden (EWS) erwartet. Im Sommer dient das Netz als zusätzliche Wärmesenke, die die EWS unterstützt.

Abbildung 5 zeigt das Kerngebiet und die identifizierten Ankernutzer (kommunale Gebäude im Erweiterungsgebiet mit einem Netzentwurf. Die Trassenführung orientiert sich maßgeblich an den anzuschließenden Ankernutzern (dunkelblaue und lilafarbene Netzabschnitte). Zudem sind zwei Straßenzüge ohne Gasanschluss berücksichtigt (hellblaue Netzabschnitte).



Abbildung 5: Erweiterungsgebiete mit kommunalen Ankernutzer und Erweiterungen für private Eigentümer (© Bild: sinnogy auf Basis Google Earth)

1.5 Anlagentechnik

Die gebäudeindividuellen Wärmepumpen stellen Heizungs- und Trinkwarmwasser bereit. Durch groß dimensionierte Pufferspeicher kann insbesondere in den Übergangszeiten ein hoher Anteil des im Gebäude erzeugten PV-Stroms für die Wärmebereitstellung verwendet werden. Die Wärmepumpen können auch für die passive Kühlung genutzt werden. Eine Übersicht über die Anlagenparameter zeigt **Tabelle 3**.

Tabelle 3: Übersicht über die gebäudeseitige Anlagentechnik

Objekt	EFH/DHH/(RH)		MFH	
Hersteller	Waterkotte			
WP-Typ	EcoTouch			
WP-Leistung (B0/W35)	5,0 kW	5,9 kW	10,4 kW	17,5 kW
Speichervolumen	1000 l	1000 l	1000 l	1000 l
Speicher-Anzahl	2	2	2	2

1.6 Wärmespeicher

Neben den Pufferspeichern in den Gebäuden sind keine Netz-Wärmespeicher bzw. Saisonspeicher geplant, da diese für ein kaltes Wärmenetz wirtschaftlich nicht vorteilhaft sind.

1.7 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung aus Perspektive des Wärmeversorgers wurde nur für das Kerngebiet durchgeführt, da für das Erweiterungsgebiet aktuell kein Wärmeabsatz und damit keine Einnahmen ermittelt werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass im 7. Jahr der ROI erreicht wird. Voraussetzung hierfür ist, dass sämtliche Investitionskosten durch die Förderung und den Investitionskostenzuschuss (IKZ) bereits refinanziert werden. Der Grundpreis deckt dann nur noch die laufenden betriebsgebundenen Kosten.

1.8 Sektorkopplung und Strommarktdienlichkeit

Durch die großen Pufferspeicher können die Wärmepumpen weitgehend zeitlich unabhängig vom Wärmebedarf betrieben werden. Gleichzeitig können sie hierdurch einen hohen Anteil des lokal erzeugten PV-Strom direkt nutzen. Durch diese zeitliche Entkopplung können die Wärmepumpen externe Steuerbefehle erhalten und z.B. ereignisbasiert bei Überlast des vorgelagerten Verteilnetzes netzdienlich geschaltet werden. Die Wärmepumpen sind hierfür mit einer digitalen Schnittstelle ausgestattet und „SG-Ready“ zertifiziert.

Weiterhin ist in dem Kerngebiet auf allen Gebäuden die Installation von PV-Anlagen sowie der Ausbau von Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge geplant. Hierdurch können die Wärmepumpen grundsätzlich sektorübergreifend optimiert betrieben werden.

1.9 EE-Anteil, Primärenergie- und CO₂-Einsparung

Der EE-Anteil des Netzstroms liegt gemäß BAFA-Vorgaben aktuell bei 45 %. Unter der Annahme, dass die Wärmepumpen ausschließlich Netzstrom beziehen, liegt der EE-Anteil der Wärmeerzeugung für das Neubaugebiet bei einer Jahresarbeitszahl von 5 bei **89 %**.

Für die Berechnung der Reduktion der CO₂-Emissionen und des Primärenergieverbrauchs wurde der Versorgungsvariante eine konventionelle Versorgungslösung auf Basis eines individuellen Gas-Brennwertkessel mit 15 % Solarthermie-Anteil gegenübergestellt. Die Berechnungen zeigen, dass durch die Versorgungsvariante VV2 Einsparungen in Höhe von **42 t CO₂** (- 60 %) bzw. **245 MWh Primärenergie** (- 64 %) **pro Jahr** möglich sind.

Die Machbarkeitsstudie sowie diese Zusammenfassung der Machbarkeitsstudie entsprechen inzwischen nicht mehr dem aktuellen Planungsstand. Der Verlauf des Netzes im Neubaugebiet, die Sondenpositionen und der Gestaltungsplan wurden im Zuge der weiteren Planung fortentwickelt.