

# symphony

## Optimale Ausbaustrategie für bestehende Fernwärmenetze

Autor: A. Chevrier

Herausgeber: S. Hsieh

Jahr: 2023



Bilder (untere zwei): © Thomas Ruf (<https://www.muttENZ.ch>)

## Einführung

Primeo Energie erweitert das Fernwärmenetz der Gemeinde MuttENZ, um mehr Kund\*innen den Anschluss zu ermöglichen. Ziel dabei ist es auch, eine höhere Rentabilität sowie einen Mindestanteil an erneuerbarer Wärme von 80% zu erzielen.

Mit den Lösungen von Symphony zur optimalen Systemplanung hat unser Team zusammen mit den Ingenieur\*innen von Primeo Energie eine zuverlässige Strategie für den Fernwärmeausbau definiert, welche sowohl die Kosten- als auch die CO<sub>2</sub>-Ziele erreicht.

## Die wichtigsten Fakten

- Standort: Gemeinde MuttENZ (Schweiz)
- Größe: 100 Gebäude
- System-Highlight: Dezentrale Fernwärmenetze

## Was wurde erreicht?

- Identifizierung von rentablen Systemvarianten
- Identifizierung einer Systemvariante mit maximalem Ertrag
- Optimale Dimensionierung der Netze und der Anlagenstandorte

# Die Herausforderungen

Die Erweiterung der Anschlüsse eines bestehenden Fernwärmenetzes ist ein typisches Beispiel für eine komplexe Energieplanung.

Im Fall der Gemeinde Muttens bei Basel besteht das System aus fünf Gebäudeknotenpunkten, fünf neuen Netzsegmenten und drei bestehenden Energieanlagen: einem Holzabfall- und zwei Ölkesseln (Abbildung 1).

Primeo Energie hatte die Aufgabe, optimale Lösungen für das Energiesystem zu finden und benötigte verlässliche Erkenntnisse über das Gewinnpotenzial und die wirtschaftlichen Risiken des Projekts unter den folgenden Aspekten:

## Variable Verfügbarkeit von Wärme

Das bestehende Fernwärmenetz hat einige freie Kapazitäten. Diese schwanken jedoch monatlich und sind in den kritischen Wintermonaten unzureichend.

## Dynamisches Nachfragemuster

Der Ausbau des Fernwärmenetzes erfordert eine detaillierte Betrachtung des Wärmebedarfs vor Ort, um herauszufinden, wie die drei Heizwerke betrieben werden können, insbesondere im Hinblick auf die monatlich schwankende freie Kapazität des bestehenden Fernwärmenetzes.

## Kosten der verschiedenen zu bauenden Segmente

Das Projekt muss die Länge und Auslastung aller Netzabschnitte berücksichtigen. Diese wirken sich direkt auf den Betrieb der verschiedenen Energieanlagen und damit auf die Gesamtsystemkosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen aus.

## Zu Primeo Energie

Primeo Energie ist ein Energieversorgungsunternehmen, das Wärmenetze in der Schweiz und im benachbarten Ausland plant, baut und betreibt. Mit über 220 Heizungsanlagen ist es eines der grössten Wärmeversorgungsunternehmen der Schweiz.

Primeo Energie ist in den Bereichen Wärme- und Industrie-Contracting, massgeschneiderte Wärmelösungen für Unternehmen sowie Arealentwicklung tätig.

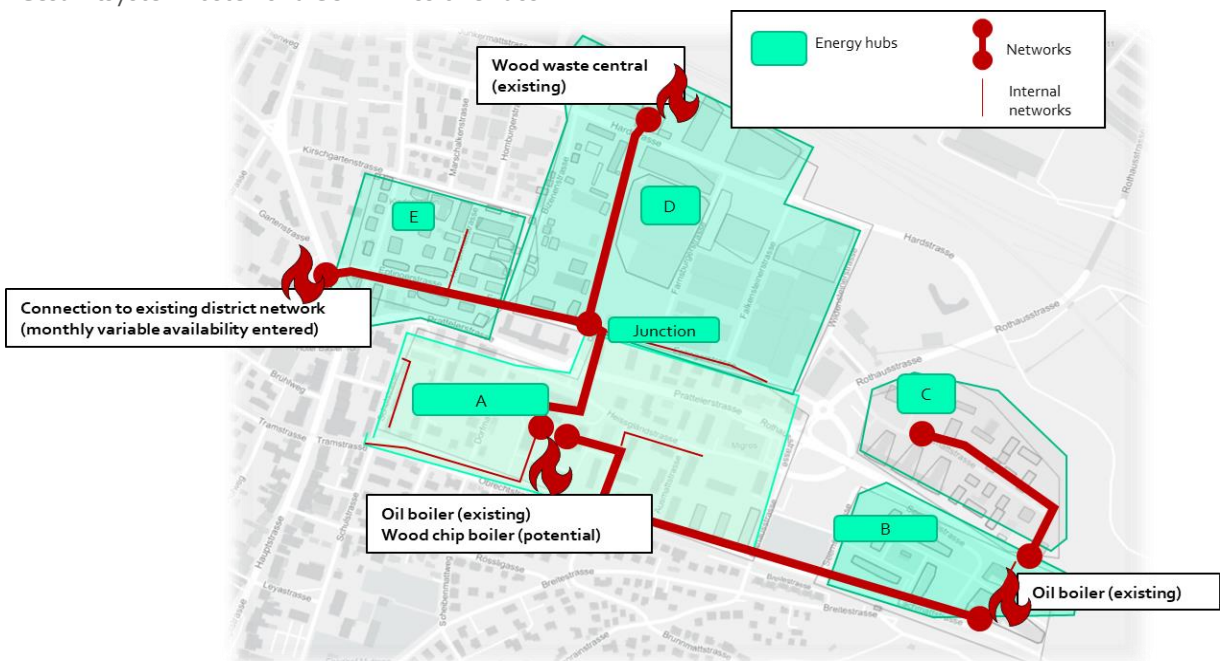


Abbildung 1 - Übersicht über den Standort mit fünf Energieknotenpunkten, drei Energieanlagen, fünf potenziellen Netzsegmenten und Anschluss an das bestehende Fernwärmenetz.

# Warum sich Primeo Energie für Sympheny entschieden hat

Das Team von Primeo Energie ist überzeugt von Symphenys Fähigkeit, zuverlässige Modelle zu erstellen, die eine hohe zeitliche und räumliche Auflösung berücksichtigen und die Daten des Standorts in einem digitalen Zwilling zusammenfassen. Dies ermöglicht es ihnen, den gesamten Lösungsraum zu betrachten und zeitintensive Prozesse zur manuellen Erstellung von Systemvarianten zu vermeiden. Ausserdem reduziert Primeo die Unsicherheit und das Risiko, suboptimale Lösungen in Betracht zu ziehen und dabei Zeit zu verlieren.

## Unsere Lösung

### Ein einziges, ganzheitliches Modell

Mit dem Ziel die Rentabilität zu optimieren, war es wichtig zu prüfen, welche Netzsegmente gebaut werden sollten und welchen Einfluss der Anschluss weiterer Gebäude - saniert oder unsaniert - hat. Dabei war es essentiell, den idealen Kompromiss zwischen der Erzielung von mehr Einnahmen und höheren Netzinvestitionskosten zu identifizieren.

Ausserdem musste die Emissionsperspektive integriert werden, um sicherzustellen, dass das erweiterte Fernwärmenetz zu jeder Zeit mit minimal 80 % erneuerbarer Wärme versorgt wird. Dies bedeutete, dass das Modell Anreize für den möglichen Ersatz eines Ölkessels durch einen Holzhackschnitzelkessel bieten sollte. Dazu sollten auch die aggregierten CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen berücksichtigt werden.

## Ergebnisse und Mehrwert

### Maximierter Gewinn

**Identifizierung rentabler Varianten.** Von vier definierten Szenariovarianten erwiesen sich drei als profitabel (siehe Tabelle 1). Alle Komponenten des Systems sind optimal dimensioniert, um die niedrigsten Lebenszykluskosten zu erreichen.

**Einnahmen maximieren?** Die Simulation zeigte, dass sich die Sanierung der zusätzlich ans Netz angeschlossenen Gebäude positiv auf die Profitabilität auswirkt (Szenario 2031 - B(R)). Auch wenn durch Gebäudesanierungen der Wärmebedarf sinkt und damit weniger direkte Einnahmen erzielt werden, wird dies durch die Kosteneinsparungen beim Netzausbau mehr als ausgeglichen (Tabelle 1).

Scenario	Total costs			Total costs	Total revenues	Profit
	Investmentscosts	Energycosts	O&M Costs			
	kCHF/Jahr	kCHF/Jahr	kCHF/Jahr	kCHF/Jahr	kCHF/Jahr	kCHF/Jahr
2027 - A (R)						
2027 - A						
2031 - B (R)						
2031 - B						

Tabelle 1. Zusammenfassung der Kosten von vier Szenariovarianten. Die Varianten gehen davon aus, dass von 2027 bis 2031 ein erhöhter Prozentsatz von Gebäuden ans Wärmenetz angeschlossen ist (A: niedriger, B: höher). In den jeweiligen Jahren werden sowohl Szenarien mit als auch ohne Sanierung analysiert. In Szenarien mit (R) ist die Entscheidung über die Sanierung der Gebäudehülle Teil der Optimierung.

### Richtige Dimensionierung von Technologien

**Bestätigung der Anzahl der zu bauenden Segmente und deren Betrieb.** In den optimalen Lösungen werden alle fünf Segmente gebaut (Tabelle 2), von denen zwei bidirektional betrieben werden. Innerhalb des Modells wurden verschiedene Rohrgrößen mit jeweils spezifischen Kapazitäten und Kosten modelliert. Tabelle 3 zeigt die Auslastung (d.h. den Kapazitätsfaktor) der einzelnen Segmente.

Scenario	Network segments				
	E-Junction	D-Junction	Junction-A	A-B	B-C
2027 - A	DN 100	DN 80	DN 100	DN 80	DN 0
2031 - B	DN 100	DN 100	DN 150	DN 80	DN 80
2027 - A (R)	DN 100	DN 80	DN 80	DN 80	DN 0
2031 - B (R)	DN 100	DN 100	DN 100	DN 80	DN 80

Tabelle 2. Optimale Dimensionierung der fünf Netzsegmente.

Scenario	Network segments				
	E-Junction	D-Junction	Junction-A	A-B	B-C
2027 - A	76%	100%	72%	61%	
2031 - B	100%	100%	46%	100%	86%
2027 - A (R)	75%	86%	100%	54%	
2031 - B (R)	100%	100%	100%	87%	82%

Tabelle 3. Auslastung (d. h. Kapazitätsfaktoren, Verhältnis berechneter Durchfluss zu maximaler Kapazität) der fünf Netzsegmente.

## Suche nach den optimalen Energietechnologien und deren Betrieb

Die Grundlast der erweiterten Netze wird durch die freie Kapazität der Wärmepumpe im bestehenden Fernwärmenetz gedeckt. Im Sommer reicht die Reservekapazität der Wärmepumpe aus, um den Bedarf zu decken. Im Winter muss zur Deckung des erhöhten Bedarfs Wärme aus dem Holzabfallheizwerk (Knotenpunkt D) zugekauft werden. Aus diesem Grund wird eines der Netzsegmente bidirektional betrieben.

## Übertreffen der Umweltziele von 80 % erneuerbarer Wärme pro Jahr

Das Modell von Sympheny berücksichtigt die stündliche Produktion verschiedener Erzeugungstechnologien, was eine einfache Berechnung der erneuerbaren Wärmequote ermöglicht. In den optimalen Systemen wird nur der Spitzenbedarf von den Ölkesseln gedeckt. Die vorhandenen Ölkessel werden in erster Linie als Kapazitätsreserven genutzt, daher ist es nicht ratsam, den Ölkessel im Knotenpunkt A durch einen Holzhackschnitzelkessel zu ersetzen. Nur im Szenario mit dem höchsten Bedarf (keine Gebäudesanierung) ist die Installation eines zusätzlichen Holzkessels erforderlich, um die erhöhten Spitzen abzudecken, die von den vorhandenen Ölkesseln nicht abgedeckt werden können.

## Ausblick

Der Ausbau von Fernwärmenetzen ist komplex und erfordert die Berücksichtigung von dynamischen Energieflüssen sowie eine gute räumliche Auflösung. Die Modellierung und Optimierung verschiedener Szenarien mit Sympheny ermöglicht einen schlanken Prozess zur Identifikation eines ganzheitlichen Energiekonzepts und erlaubt eine zuverlässige Berücksichtigung der Abhängigkeiten verschiedener Faktoren, die die Gesamtkosten und Emissionen beeinflussen.

Planen Sie den Ausbau Ihres Fernwärmenetzes? Setzen Sie sich mit uns in Verbindung, um zu besprechen, wie wir das kostengünstigste Energiesystem für Sie finden können.

**Besuchen Sie [www.sympheny.com](http://www.sympheny.com), um weitere Fallstudien anzusehen oder Kontaktieren Sie uns, um Ihre Projekte zu besprechen!**