

# Räumliche Energieplanung

## Werkzeuge für eine zukunftstaugliche Wärmeversorgung

Modul 1: Zweck und Bedeutung

Modul 2: Vorgehen

Modul 3: Energienachfrage

Modul 4: Energiepotenziale

Modul 5: Wärmeerzeugung

**Modul 6: Wärmeverbund**  
Realisierung und Wirtschaftlichkeit

Modul 7: Umsetzung

Modul 8: Erfolgskontrolle

### Modul 6 in Kürze

Die räumliche Energieplanung ist eine wichtige Voraussetzung für die Realisierung eines Wärmeverbundes. Dieser eignet sich für die Versorgung von Siedlungsgebieten mit Wärme im Hoch- und im Niedertemperaturbereich bzw. mit Kälte.

#### Wirtschaftlicher Betrieb

Um den wirtschaftlichen Betrieb eines Wärmeverbundes zu prüfen, sind Abklärungen zu den Gesteungskosten bei der Energieerzeugung, zur Wärmebezugsdichte und zum Gebäudebestand sowie zu den Kosten für die Energieverteilung im Versorgungsgebiet erforderlich. Zwingend ist die Koordination mit einer allfällig bestehenden Erdgasversorgung.

#### Contracting

Der Aufbau eines Wärmeverbundes kann an einen Contractor vergeben werden. Damit können Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb und Wartung ausgelagert werden.

Weiterführende Informationen und Links

- Separates Beiblatt zu den Modulen 1 bis 8

# Abklärungsbedarf für einen Wärmeverbund

Wie soll ein neuer Nah- oder Fernwärmeverbund realisiert werden? Neben den technischen und räumlichen Voraussetzungen sind dafür auch die Wirtschaftlichkeit und die Koordination mit bereits bestehenden Versorgungsnetzen zu beachten.

Ein Nah- bzw. Fernwärmeverbund ermöglicht, die Wärme- und Kälteversorgung übergeordnet zu organisieren. Die Planung der Netze hat jedoch umsichtig zu erfolgen, weil Aufbau und Betrieb durch hohe Investitionen und lange Nutzungs- und Amortisationszeiten bestimmt sind. Wärme- und Kälteverbünde werden aus folgenden Gründen erstellt:

- Nutzung standortgebundener Abwärme aus KVA, Industrie, ARA, WKK-Anlagen
- Energieerzeugungstechnologien wie Holzschnitzelfeuerungen, Geothermie und WKK-Anlagen sind in Grossanlagen wesentlich wirtschaftlicher.

## Künftiger Wärmebedarf

Das wichtigste Kriterium für einen Wärmeverbund ist der Wärmebedarf im nahen Umfeld. Nur bei entsprechender Wärmebezugsdichte ist die Voraussetzung für eine entsprechende Versorgung gegeben. Folgende weitere Voraussetzungen begünstigen den Aufbau eines Verbundnetzes:

- **Grossverbraucher:** Spitäler, Altersheime oder Wäschereien besitzen einen hohen, ganzjährigen Wärmebedarf.
- **Wohngebiete:** Ideal sind dicht bebaute

Wohngebiete; Neubaugebiete mit geringerer Wärmedichte lassen sich oft auch mit kalter Fernwärme (im Niedertemperaturbereich) versorgen, bei der die Wärmeerzeugung dezentral in den Gebäuden mit Wärmepumpen erfolgt.

■ **Betriebsdauer:** Bei der Eignungsabklärung von Gebieten ist auf den künftigen Wärmebedarf sowie auf energetische Gebäudesanierungen zu achten. Ein im Nachhinein reduzierter Bedarf kann die Versorgung wirtschaftlich gefährden.

■ **Zonen mit Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen:** Die Erschliessung von Industriegebieten mit Wärme- oder kombinierten Kältenetzen ist detailliert und im Einzelfall zu prüfen.

## Nachfrage nach Kälte

Die Nachfrage nach Kälte zur Klimatisierung von Dienstleistungsgebäuden und Rechenzentren nimmt zu. Die Versorgung mit Wärme und Kälte kann in einem Verbundsystem sinnvoll kombiniert werden:

■ Bei einem Fernwärmeverbund mit hohen Vorlauftemperaturen (z. B. KVA) kann Kälte mit Absorptionswärmepumpen vor Ort erzeugt werden.

■ Die konventionelle Kälteproduktion – mit Strom angetriebene Kältemaschinen – verursacht Abwärme, die in einem Wärmeverbund dezentral eingespeist und genutzt werden kann.

■ Mit einer zentralen Kältemaschine werden gleichzeitig Wärme und Kälte erzeugt, welche in je einem separaten Verbundnetz zur Verfügung gestellt werden können.

## Koordination mit der Gasversorgung

Die Koordination der Gasversorgung mit einem Fernwärmeverbund ist eine wesentliche Herausforderung für die räumliche Energieplanung: Sind überhaupt keine leitungsgebundenen Energieversorgungsnetze vorhanden, kann der für das jeweilige Gebiet am besten geeignete Energieträger festgelegt werden. Hingegen ist die Realisierung eines Wärmeverbunds in bereits mit Erdgas versorgten Gebieten schwieriger. Falls die Gemeinde Eigentümerin der Gasversorgung ist, kann dies sogar zum Interessenskonflikt führen. Es ist zu prüfen,

ob im Gebiet mit Fernwärme auch längerfristig Erdgas angeboten werden soll. Ein Rückzug der Erdgasversorgung aus Teilgebieten ist ein langfristiger Prozess und muss auf Grund der langen Nutzungsdauer von Heizungsanlagen sorgfältig und frühzeitig geplant werden. Auf die Information der Bevölkerung ist besonders zu achten, um in den übrigen und weiterhin mit Erdgas versorgten Gebieten niemanden zu verunsichern. Zusätzlich gilt äusserste Zurückhaltung bei der Neuerschliessung mit Erdgas.

# Wirtschaftlichkeit eines Wärmeverbundes

Die Wärmegegostehungskosten und die Verteilkosten bestimmen, ob ein Wärmenetz gegenüber den individuellen Heizungslösungen konkurrenzfähig ist. Die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist auf jeden Fall zu prüfen.

Um die Eignung von Zonen für den Anschluss an einen Wärmeverbund zu beurteilen, ist die Wirtschaftlichkeit zu betrachten. Die Versorgung im Nah- und Fernwärmeverbund erfolgt wirtschaftlich, wenn die Wärmeerzeugungskosten und der Aufwand für die Verteilung der Wärme zusammengezählt nicht erheblich teurer sind als eine dezentrale Wärmeerzeugung. Die Wirtschaftlichkeit hängt ab von:

- Wärmeverteilkosten
- Kosten für die Verlegung
- Bauliche Dichte
- Anschlussleistung

## Gestehung und Verteilung

Grundsätzlich gilt: Je geringer die Wärmegegostehungskosten ausfallen, umso mehr Aufwand darf für die Verteilung im Ver-

bund eingesetzt werden. Wird die Wärme mit Wärmepumpen oder Holzschnitzelfeuerung erzeugt, sollten die Verteilkosten zwischen 30 und 40 Fr./MWh betragen. Die Verteilkosten werden entscheidend von der Wärmeabgabe pro Trasseemeter (Tm) beeinflusst (Tabelle 1).

■ Als Faustregel gilt: Die Anschlussleistung bei warmer Fernwärme und bestehenden Bauten übersteigt 1 kW pro Trasseemeter (Tm) Wärmenetz; in Neubaugebieten darf sie tiefer liegen. Bei Inbetriebnahme des Netzes sollten 75% des Wärmeabsatzes im Endausbau gesichert sein.

## Leitungskosten

Die Leitungskosten in einem Wärmeverbund betragen zwischen 600 und 1500 Fr./Tm. Nachfolgend einige Variablen zur Abschätzung der Leitungskosten:

- Temperaturniveau, Wärmemedium (Dampf, Warmwasser) und Druck der Wärmeverteilung; Rohr und Leitungsdurchmesser
- Verlegungsort und Deckbelag: Leitungsbau durch Wiesen und Vorgärten ist günstiger (600 Fr./Tm) als bei Strassen und Trottoirs (900 bis 1200 Fr./Tm) oder bei Kopfsteinpflaster (mehr als 1500 Fr./Tm)
- Höhendifferenz: Höhenunterschiede von mehr als 30 Meter führen zu erhöhtem Druck und Mehrkosten
- Kalte Fernwärme ohne Isolation ist deutlich günstiger als warme Fernwärme
- Leitungsbedarf für Erschliessung: ca. 200 bis 300 Tm Wärmenetz pro Hektare Siedlungsfläche
- Wärmedichte: Geeignete Gebiete weisen einen Wärmebedarf von 350 bis 400

### Wärmedichte in Neubaugebieten

Bei Neubaugebieten im Minergiestandard verringert sich der Wärmebedarf, was sich auf die Anforderungen an die minimale bauliche Dichte auswirkt. Bei geringer baulicher Dichte kann alternativ ein kaltes Wärmenetz realisiert werden. Auch bei neuen Dienstleistungs- und Gewerbegebieten verursacht die intern anfallende Abwärme oft einen sehr kleinen Wärmebedarf. Für den kombinierten Bedarf von Wärme und Kälte können jedoch kalte Fernwärmesysteme eine interessante Option darstellen.

Tabelle 1: Eignung von Wohngebieten bzw. Zonen mit mehrheitlich Wohnbauten für Wärmenetze. (Annahmen: Anschlussleistung 0,8 bis 1 kW/Tm. Verteilkosten bei Neubauten: 900 Fr./Tm; bestehende Gebäude: 1200 Fr./Tm; Wirtschaftlichkeitsgrenze bei Verteilkosten von 40 Fr./MWh).

Berechnung der Wärmedichte	Bestehende Bauten		Neubauten		Ausnützungsziffer
	Warme Fernwärme	Kalte Fernwärme	Warme Fernwärme	Kalte Fernwärme	
$AZ \times AbG \times AsG$ (AZ: Ausnützungsziffer, AbG: Ausbaugrad, AsG: Anschlussgrad)					Beispiel: Ausbaugrad = 1; Anschlussgrad = 75 %
< 0,4	wenig geeignet	wenig geeignet	wenig geeignet	wenig geeignet	< 0,5
0,4 bis 0,6	bedingt geeignet	bedingt geeignet	wenig geeignet	bedingt geeignet	0,55 bis 0,80
0,6 bis 0,75	geeignet	geeignet	bedingt geeignet	bedingt geeignet	0,80 bis 1,04
> 0,75	geeignet	geeignet	geeignet	geeignet	> 1,04

MWh/ha auf. (Energiekennzahlen nach Alterskategorie siehe Modul 3 «Energie-nachfrage», Abbildung 2)

■ Amortisationsdauer: Für einen Wärmeverbund wird mit Amortisationszeiten von rund 40 Jahren gerechnet, für die Wärmeerzeugung mit 15 bis 20 Jahren

### Ausnutzungsziffer und Anschlussgrad

Abbildung 1 zeigt die Wirtschaftlichkeit des Wärmeverbunds bezogen auf Zonen mit unterschiedlicher Bebauungsdichte.

■ **Schwarze Pfeile** (Grafik links und rechts): Ausgehend von den für einen wirtschaftlichen Betrieb zulässigen durchschnittlichen Verteilkosten lässt sich die minimale Dichte des zu versorgenden Gebietes bestimmen. Bei zulässigen Verteilkosten von 40 Fr./MWh und Leitungskosten von 1200 Fr./Tm ergibt sich eine minimale spezifische Anschlussleistung von 1,2 kW/Tm. Daraus folgt eine minimale korrigierte Ausnutzungsziffer von rund 0,55 bei vollständig sanierten Gebäuden. Bei einem Anschlussgrad von 70 % und einem Ausbaugrad von 100 % entspricht

### Glossar

**Ausnutzungsziffer:** Verhältnis beheizter Fläche zur anrechenbaren Grundstücksfläche.

**Anrechenbare Grundstücksfläche:** Die anrechenbare Grundstücksfläche wird kantonal unterschiedlich definiert.

**Ausbaugrad:** Verhältnis gebauter zur im Zonenplan erlaubten Gebäudesubstanz.

**Anschlussgrad:** Verhältnis angeschlossene zu potenziellen Wärmebezügern.

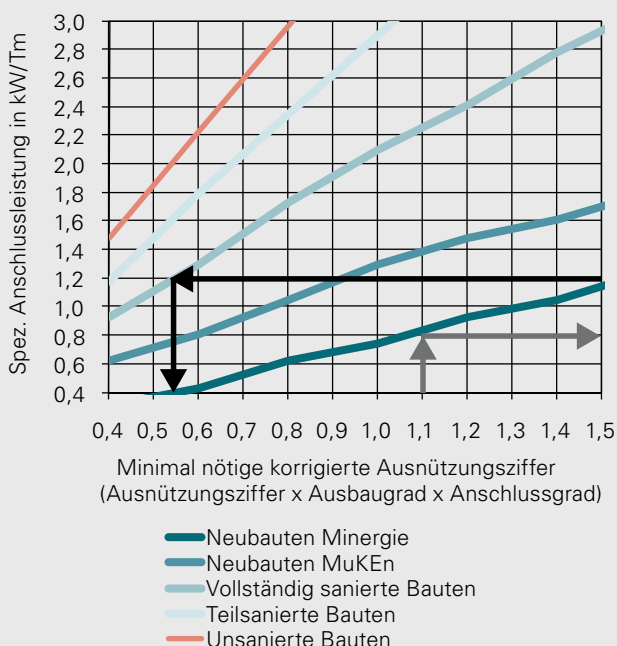
dies einem überbauten Siedlungsgebiet mit minimaler Ausnutzungsziffer von knapp 0,8.

■ **Graue Pfeile** (Grafik links und rechts): Ausgehend von der Ausnutzungsziffer lassen sich die Verteilkosten bestimmen. Bei korrigierter Ausnutzungsziffer von 1,1 – was einer Ausnutzungsziffer von etwa 1,6 bei einem Anschlussgrad von 70 % und dem Ausbaugrad von 100 % entspricht – resultiert eine spezifische Anschlussleistung von 0,8 kW/Tm bei Minergie-Neubauten. Daraus resultieren Wärmeverteilkosten von rund 60 Fr./MWh, bei

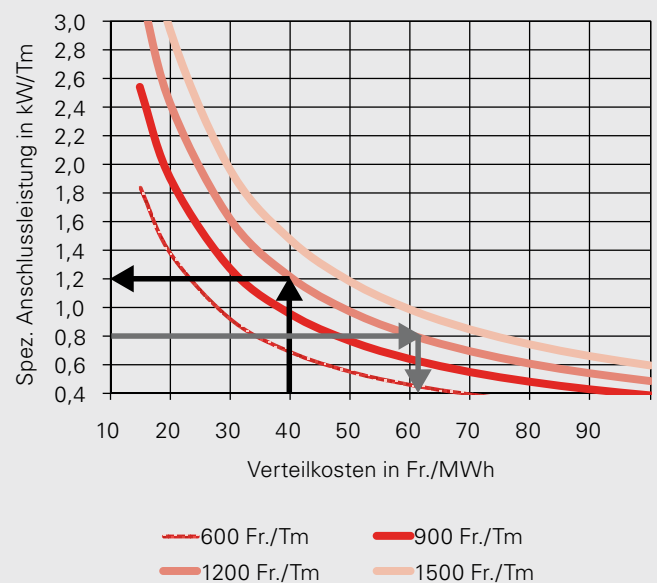
Abbildung 1: Wirtschaftlichkeit im Nah- und Fernwärmeverbund.

## Unterschiedlich bebaute Zonen und die Wirtschaftlichkeit eines Wärmeverbunds

Mit Wärmenetzen versorgbare Zonentypen



Spezifische Anschlussleistung pro Trasseemeter und Verteilkosten



# Realisierung eines Wärmeverbunds

Vor der Realisierung eines Wärmeverbundes hat die Gemeinde das Angebot und die Nachfrage nachzuweisen sowie Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit des Wärmeverbundes grob abzuschätzen.

Um die günstigen Voraussetzungen für die Realisierung eines Wärmeverbundes zu eruieren, sind die Aspekte Wärmeangebot und Wärmenachfrage sowie Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit (siehe Seiten 2 bis 4) abzuklären. Der zweite Schritt zur Realisierung eines Wärmeverbundes umfasst die planerische Sicherung mit folgenden Mitteln:

- **Prioritätsgebiete** für einzelne Energieträger
- Auflagen in **Sondernutzungsplänen**
- **Anschlussverpflichtung**

## Optionen für die Realisierung

Für die Realisierung des Wärmeverbundes stehen zwei Optionen offen:

- Die Gemeinde wird Eigentümerin und Betreiberin des Wärmeverbundes bzw. beteiligt sich massgeblich am Betrieb
- Aufbau und Betrieb des Wärmeverbundes wird einem Contractor übertragen

## Zusammenarbeit mit Contractor

Will eine Gemeinde oder öffentliche Trägerschaft den Wärmeverbund nicht selber betreiben, ist die Zusammenarbeit mit einem professionellen Contractor möglich. Ein solches Energiecontracting umfasst das Auslagern von Planung, Finanzierung, Bau, Betrieb und Wartung der Energieversorgungsanlage an eine Firma, den Contractor (Tabelle 2). Als Contractor sind häufig regionale Energieversorger tätig.

## Gemeindeeigener Wärmeverbund

Das empfohlene Vorgehen beim Aufbau eines gemeindeeigenen Wärmeverbundes bzw. bei namhafter öffentlicher finanzieller Beteiligung umfasst folgenden Ablauf:

- Vorprojekt inkl. technische Lösungen, Tarifmodelle, Indexierung (u. a. Anpassung an Ölpreis), Wirtschaftlichkeitsrechnungen
- Sicherung von Schlüsselkunden; Prüfen einer Anschlussverpflichtung
- Detailprojekt und Ausführung

## Unterschiedliche Ausgangslage

Der Handlungsspielraum einer Gemeinde unterscheidet sich je nach Ausgangslage:

- Die Gemeinde ist selbst Wärmebezüglerin und prüft, ob weitere Bezüger in das Projekt eingebunden werden können. Gemäss den Regeln des öffentlichen Beschaffungswesens kann sie ein Projekt ausschreiben und einen Wärmebezugsvertrag mit dem Contractor abschliessen.
- Die Gemeinde ist Initiatorin eines Energiecontracting-Projektes, wird aber selber keine Wärme beziehen. Sie kann das Projekt unterstützen und zur Realisierung beitragen. Die Vergabe einer gebiets-spezifischen Konzession ist möglich.

## Ausschreibeverfahren

Die Durchführung eines Ausschreibeverfahrens wird auch ohne eigene Wärmeabnahme empfohlen, damit das Projekt ein möglichst gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis ausweist. Die Auswahl des Contractors kann nach den Kriterien: wirtschaftliche und technische Leistungsfähigkeit, Preise und qualitative Vorgaben erfolgen (Tabelle 2 auf folgender Seite).

# Vergabe eines Energiecontracting-Projekts

Tabelle 2: Vorgehen zur Realisierung eines Contracting-Projektes.

Contracting: Die einzelnen Realisierungsschritte	Variante 1: Gemeinde als Wärmeabnehmerin	Variante 2: Gemeinde als Initiatorin, ohne eigenen Wärmebezug
1. Idee und Vorstudie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konkreter Bedarf für Versorgung eines Gebäudes</li> <li>Räumliche Energieplanung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projektidee aus räumlicher Energieplanung</li> </ul>
2. Rechtliche Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kommunale Submissionsrichtlinien beachten</li> </ul>	
3. Fachliche Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorstudie durch Gemeinde ausarbeiten lassen</li> <li>Wichtigste Eckdaten (Wärmebedarf) beschaffen</li> <li>Interesse weiterer Schlüsselkunden abklären</li> <li>Interesse der potenziellen Contractingunternehmen prüfen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wichtigste Eckdaten (Wärmebedarf und Wärmeangebot) beschaffen</li> <li>Interesse der wichtigsten Beteiligten in Bezug auf Wärmeangebot und -nachfrage abklären</li> <li>Interesse der potenziellen Contractingunternehmen prüfen</li> </ul>
4. Ausschreibungsunterlagen und -verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empfehlung: Einladungsverfahren mit etwa drei Adressaten</li> </ul>	
5. Informationsveranstaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Angeschriebene Unternehmen werden zum Augenschein vor Ort eingeladen. Fragen werden beantwortet. Die Ausschreibungsunterlagen werden abgegeben und die Termine festgelegt</li> </ul>	
6. Rückmeldung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestätigung der Teilnahme am Ausschreibungsverfahren einholen, um bei Bedarf den Kreis der angeschriebenen Contractingunternehmen zu erweitern</li> </ul>	
7. Eingabe und Beurteilung des Projektvorschlages	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kostenwettbewerb: Beurteilungskriterien sind kostenorientiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ideenwettbewerb: Beurteilungskriterien nach konzeptionellen und qualitativen Aspekten stärker gewichten</li> </ul>
8. Vergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmeabnahmevertrag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterstützung des ausgewählten Contractors für die Realisierung des Projektes</li> <li>Gemeinde prüft die Vergabe einer Konzession für den Betrieb des Wärmeverbundes</li> </ul>
9. Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contractor realisiert Wärmeverbund gemäss Ausschreibung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemeinde entwickelt zusammen mit dem ausgewählten Contractor das Projekt weiter</li> <li>Contractor holt Interessenbekundungen möglicher Kunden ein</li> <li>Contractor realisiert die Wärmeversorgung und schliesst Verträge mit Kunden ab</li> </ul>

## Impressum

**Herausgeber:** EnergieSchweiz für Gemeinden, c/o Nova Energie GmbH, 8356 Ettenhausen

**Druck:** Februar 2011

**Unterstützung:** Kantone Aargau, Bern, Luzern, Schaffhausen, St.Gallen, Thurgau und Zürich, Amt für Raumentwicklung ARE

**Begleitgruppe:** Kurt Egger (EnergieSchweiz für Gemeinden), Ursula Eschenauer (Kanton St.Gallen), Sascha Gerster (Kanton Zürich), Jules Gut (Kanton Luzern), Robert Horbaty (EnergieSchweiz für Gemeinden), Michel Müller (Kanton Aargau), Alex Nietlisbach (Kanton Zürich), Marcel Sturzenegger (Kanton St. Gallen), Deborah Wettstein (Kanton Bern)

**Auftragnehmer:** Brandes Energie AG (Maren Kornmann), econcept AG (Reto Dettli, Noemi Rom), PLANAR AG für Raumentwicklung (Bruno Hoesli, Michael Rothen, Fabia Moret)

**Layout:** Oerlikon Journalisten AG (Paul Knüsel, Christine Sidler)