



LowTEMP2.0

Vertrags- und Zahlungsmodelle für Fernwärmeversorgung



LowTEMP-Trainingspaket – Gliederung

Einführung

Einführung in Klimaschutzstrategie(n) & -ziele

Einführung in Energieversorgungssysteme und Niedertemperaturfernwärme (NTFW)

Energieversorgungssysteme im Ostseeraum

Energiestrategien und Pilotprojekte

Methodik zur Entwicklung von Pilot-Energie-Strategien

Pilot-Energiestrategien - Ziele und Voraussetzungen

Pilot-Energie-Strategien – Beispiele

Pilot- bzw. Demonstrationsprojekte

Berechnung von THG-Emissionen

Lebenszyklusanalyse von NTFW

Finanzielle Aspekte

Lebenszykluskosten von NT FW-projekten

Wirtschaftlichkeit und unrentierliche Kosten

Vertrags- und Zahlungsmodelle

Geschäftsmodelle und innovative Förderstrukturen

Technische Aspekte

Rohrleitungssysteme

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Großmaßstäbliche Solarthermie

Ab- & Überschusswärme

Großmaßstäbliche Wärmepumpensysteme

Power-2-Heat und Power-2-X

Thermische, solare Eis- und PCM-Speichertechniken

Wärmepumpen-Systeme

Niedrigtemperatur und Fußbodenheizung

Trinkwarmwasserproduktion

Lüftungssysteme

Aus der Praxis

Innovative Praxis-Beispiele



LowTEMP2.0

Einführung

Historischer Überblick über Fernwärmesysteme

- 1. Generation FW*: eingeführt in den USA in den 1880er Jahren.
 - Dampf als Wärmeträger. Allgemein verwendetes System in den USA und Europa bis in die 1930er Jahre.
 - Erhebliche Wärmeverluste und Explosionsgefahr aufgrund des hohen Drucks.
- 2. Generation FW: 1930er bis 1970er Jahre
 - Unter Druck stehendes Heißwasser als Wärmeträger. Temperaturen von über 100°C. Weitgehend in sowjetischen Fernwärmesystemen eingesetzt. Materialintensive schwere Systeme
- 3. Generation FW: in den 1970er Jahren eingeführt, auch "Skandinavische Fernwärme" genannt.
 - Wärmetragendes unter Druck stehendes Medium mit einer niedrigeren Temperatur als in der 2. Generation. Gedämmte Rohre werden direkt in den Boden eingegraben.



Abb. 1: historischer Kessel eines Fernwärmesystems [1]



LowTEMP2.0

Vertragliche Vereinbarungen zur Wärmeversorgung



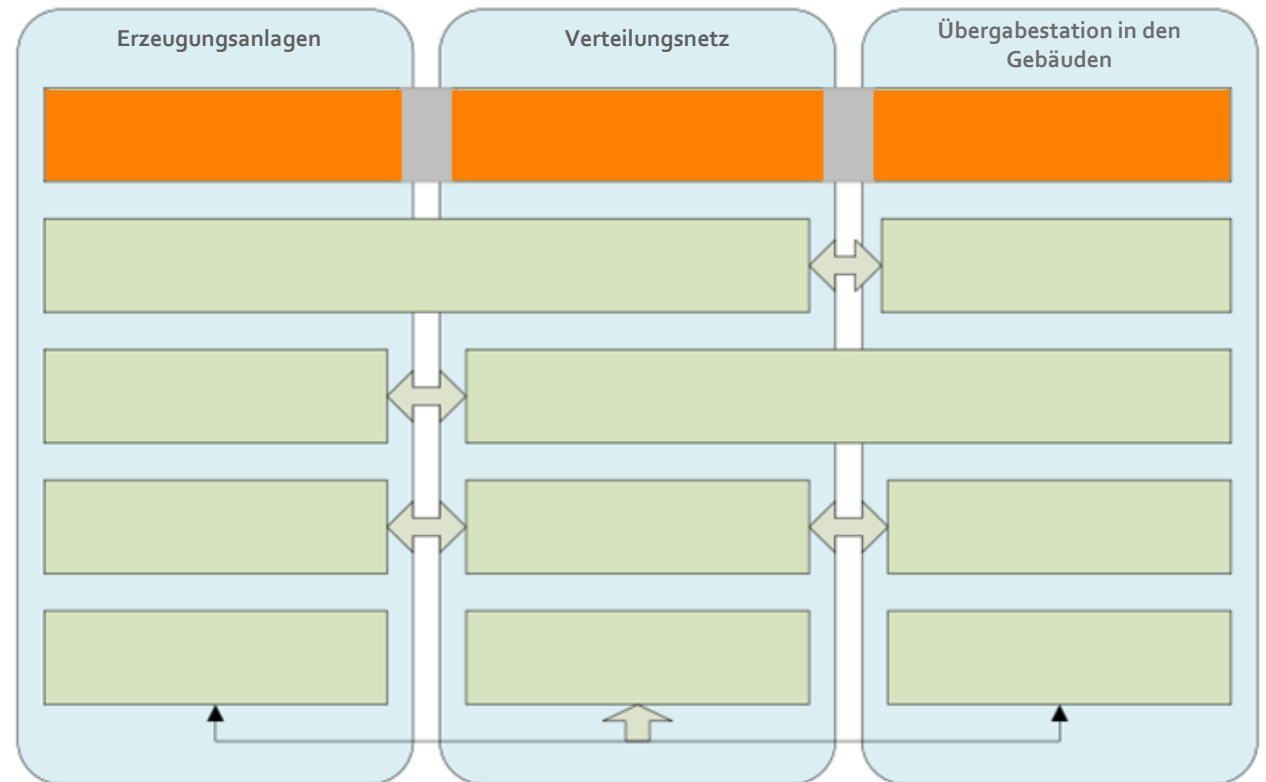
Aufbau von Wärmenetzen

- **Erzeugungsanlagen**, die Wärme für die Verteilung erzeugen. Beinhaltet in der Regel Entwicklung, Bau, Betrieb und Wartung einer Versorgungsanlage.
- **Verteilung der erzeugten Wärme** über das Verteilungsnetz von der Versorgungsanlage zu den Endkunden.
- **Versorgung der Kunden**: die Installation und der Betrieb einer Wärmeübergabestation; Schnittstelle zum gebäudeinternen Wärmeverteilungsnetz der Kunden, einschließlich Messung und Abrechnung.

Arten von Wärmeversorgungsverträgen

Eigene Erzeugung / eigene Verteilung / Eigenversorgung mit Wärme

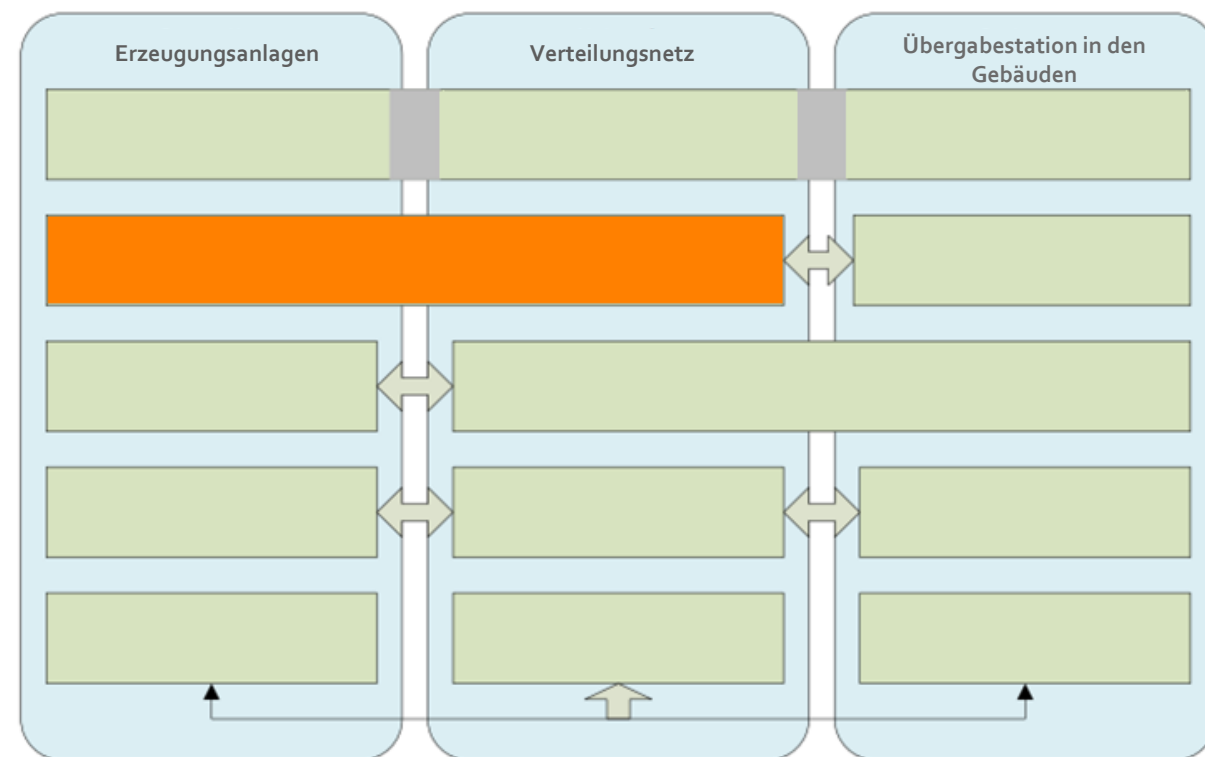
Ein Unternehmen / eine Organisation ist Eigentümer aller Anlagen. Es deckt seinen eigenen Wärmebedarf. Eine Vertragsvariante besteht darin, dass mehrere öffentliche Einrichtungen gemeinsam ein Wärmeversorgungssystem besitzen, das ausschließlich oder überwiegend zur Versorgung ihrer eigenen Gebäude nutzen.



Arten von Wärmeversorgungsverträgen

Eigene Erzeugung / Eigene Verteilung Versorgung von Dritten

Ein Unternehmen (eine Organisation (z. B. eine lokale Behörde) ist Eigentümer der Erzeugungsanlagen und des Verteilungsnetzes und liefert Wärme an Dritte.

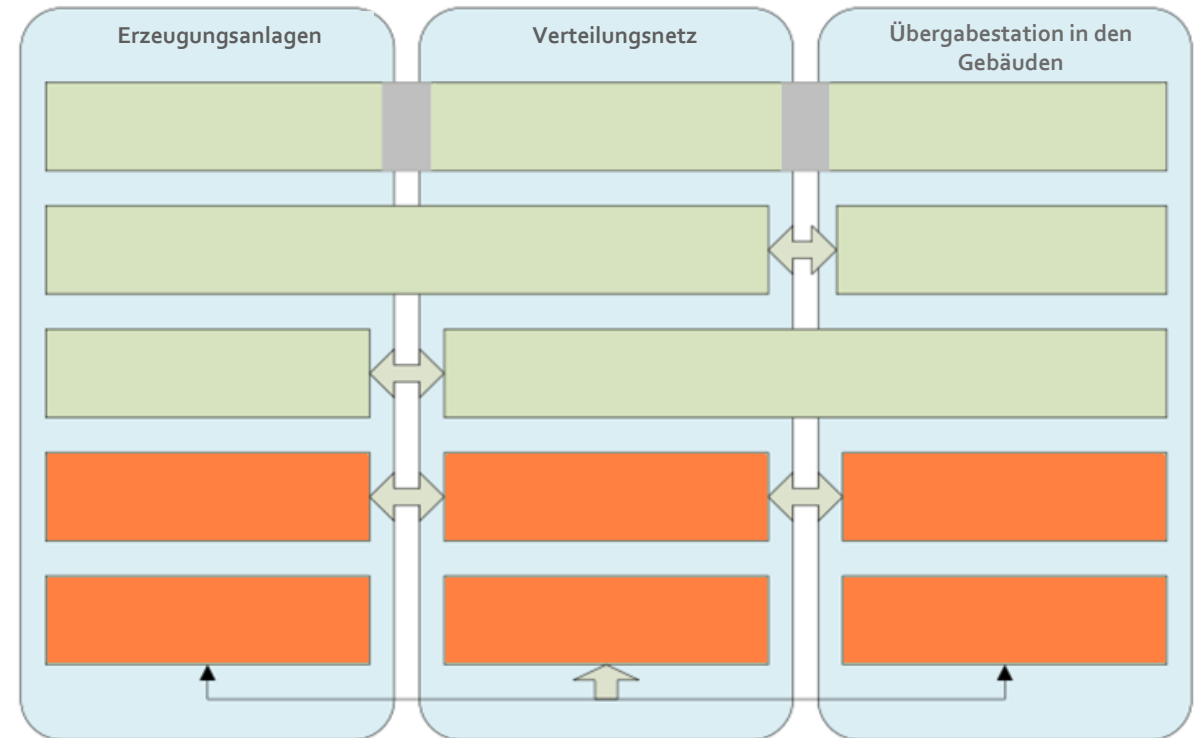


Arten von Wärmeversorgungsverträgen

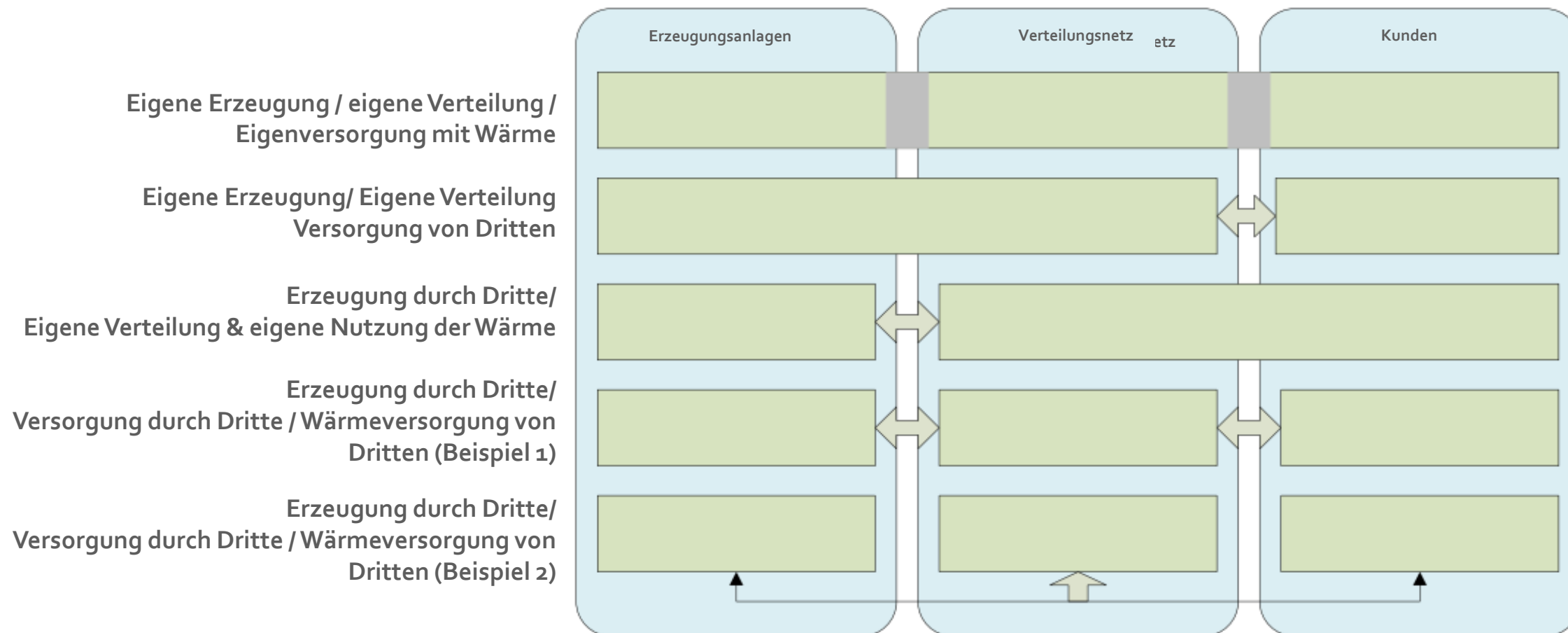
Erzeugung durch Dritte / Versorgung durch Dritte / Wärmeversorgung von Dritten

Unterschiedliche Wärmeversorgungsverträge sind denkbar:

- Der Wärmeerzeuger liefert die Wärme an den Netzbetreiber im Rahmen eines Bereitstellungsvertrages; der Netzbetreiber verkauft die Wärme an die Endverbraucher im Rahmen von Einzelkundenverträgen;
- Der Wärmeerzeuger schließt direkt mit den Endverbrauchern Verträge über die Lieferung von Wärme im Rahmen von Kundenverträgen. Sowohl die Endnutzer, als auch der Wärmeerzeuger zahlen dem Netzbetreiber Anschlussgebühren und eine "Systemnutzungsgebühr".



Übliche Modelle



Komponenten eines Wärmetarifs

Wärmetarife und die Struktur der Tarife hängen von einer Reihe von Faktoren ab und müssen sorgfältig projektspezifisch modelliert werden. Ein Wärmetarif besteht normalerweise aus mehreren Komponenten:

- **Anschlusspreis.** Eine einmaliger Betrag, der die Kosten für die Bereitstellung einer neuen Verbindung vom Netz zum Kunden darstellt.
- **Leistungspreis** - ein jährlicher Festbetrag, ähnlich einer Grundgebühr für andere Versorgungsunternehmen, der in der Regel auf einer €/Tag-Basis je Kundentyp berechnet wird.
- **Arbeitspreis**- ein volumetrisch basiertes Entgelt (in €/MWh), das je nach der vom Kunden verbrauchten Wärmemenge variiert, die von einem Wärmehähler erfasst wird.



Abb. 2: Beispielfoto Bargeld [2]

Herausforderungen des Marktes

- Die Finanzierung von Fernwärmeprojekten kann, wie bei allen Infrastrukturprojekten, eine Herausforderung sein. Sie erfordert die richtigen Investoren, die bereit sind, **stabile, aber langfristige Investitionshorizonte gewährleisten**.
- Fernwärmeanbieter stehen im **Wettbewerb um die Wärmeversorgung**.
- Lokale Behörden und nationale Regierungen spielen eine wichtige Rolle bei der Bereitstellung von Fernwärme. Sie können dabei helfen, die wirtschaftliche Rahmenbedingungen mit einer langfristigen Vision zu versehen, indem sie **den Zugang zu kostengünstigen Finanzierungen ermöglichen und erleichtern**, um private Investitionen und Aktivitäten der Industrie zu stimulieren.
- Die europäische Klimapolitik treibt Energieeffizienzmaßnahmen voran, die **den Energiebedarf für die Wärmeversorgung senken**, was Einfluss auf den Fernwärmemarkt hat.

Relevanz der Rolle des öffentlichen Sektors bei der Entwicklung von Fernwärmeprojekten:



LowTEMP2.0

- Der öffentliche Einrichtungen und Unternehmen sind in der Lage, Finanzmittel für Projekte leichter und zu geringeren Kosten zu beschaffen. Die Finanzierung von Fernwärmeinfrastrukturen kann eine Herausforderung sein, da der langfristige Zeitraum ihrer Investitionszyklen nicht immer leicht mit den Kapitalerwartungen der öffentlichen Hand übereinstimmt;
- Die öffentliche Hand könnte ein Interesse daran haben, Projekte zu entwickeln und die Kontrolle darüber zu behalten, um weitergehende soziale und ökologische Ziele zu erreichen;
- Sie könnte die Grundlast über Hauptkunden gewährleisten, um eine ausreichende Wärmenachfrage zu sichern und das Risiko einer zu geringen Nachfrage zu minimieren (d. h. das Risiko, nicht genügend Wärmenachfrage und entsprechend Umsatz zu haben, um die wirtschaftliche Tragfähigkeit der Investition zu gewährleisten).



LowTEMP2.0

Situation in einigen Ländern des Ostseeraums



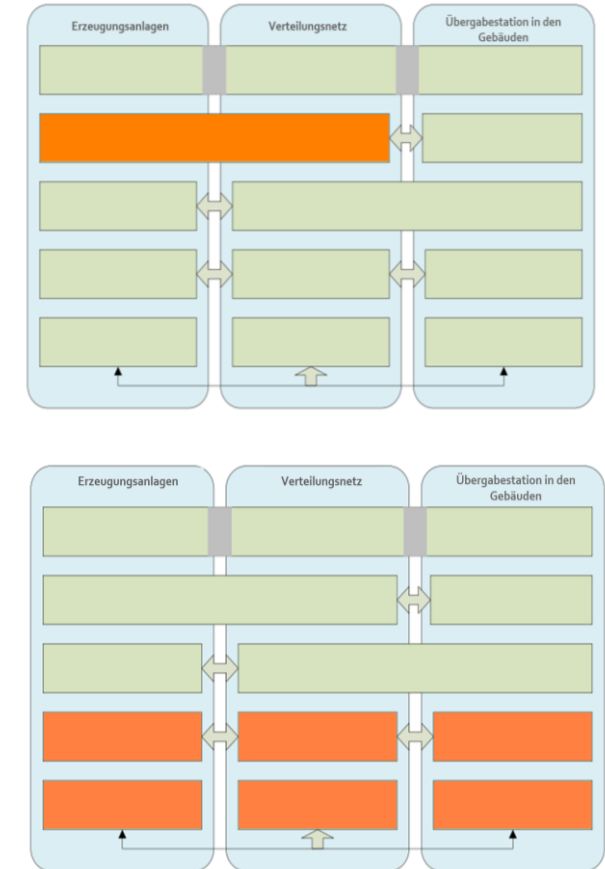
Schweden

Abb. 3: Flagge Schweden [3]



LowTEMP2.0

- Wärmeversorgungsverträge: In Schweden dominiert die Eigenerzeugung/Drittversorgung, aber es gibt auch etliche Netze mit Fremderzeugung/Drittversorgung oder einer Mischung aus beidem. In diesen Fällen ist normalerweise immer der Netzbetreiber für die Spitzenlastversorgung zuständig.
- Ein aktueller Trend, der von einem der größten Fernwärmeunternehmen in Schweden: EON gesetzt wird ist, dass sie ihre Erzeugungsanlagen verkaufen und sich darauf konzentrieren, Netzbetreiber zu sein





Schweden



LowTEMP2.0

Abb. 3: Flagge Schweden [3]

- In der Mehrzahl der Fernwärmenetze in Schweden ist der Kunde Eigentümer der Übergabestation in seinem Gebäude, aber in einigen Fällen gehört sie dem Netzbetreiber.

	Anz. der Netze, in denen der <u>Betreiber</u> die Übergabestation besitzt	Anz. der Netze, bei denen der <u>Gebäudeeigentümer</u> die Übergabestation besitzt
Einfamilienhäuser	18	316
Kleine Mehrfamilienhäuser	28	317
Große Mehrfamilienhäuser	26	302



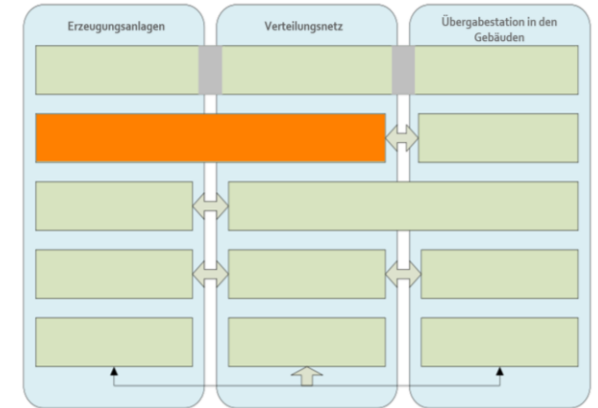
Abb. 4: Flagge Estland [4]

Estland



LowTEMP2.0

- Die meisten Wärmeverträge Estlands gehören zum Typ Eigenerzeugung/Direktversorgung von Dritten, mit Ausnahme einiger kleinerer Fernwärmenetze, die verschiedenen Typen angehören.
- Nach dem Fernwärmegesetz sind die Betreiber von Fernwärmeversorgungsanlagen verpflichtet, die maximale Gebühr für an Verbraucher verkaufte Wärmeenergie mit der estnischen Wettbewerbsbehörde abzustimmen.



Polen

- Im Falle von Lodz und Poznan bleiben die Wärmenetze und die Hauptquellen der Wärmeenergie im Eigentum desselben Unternehmens (Veolia Energia Polska SA). In diesem Fall kann man die Wärmeversorgungsverträge als **Eigene Erzeugung/ Eigene Verteilung /Versorgung von Dritten** angeben. In anderen Großstädten ist die wichtigste Art der Vereinbarung zur Wärmeversorgung die **Erzeugung durch Dritte / Versorgung durch Dritte / Wärmeversorgung von Dritten**
- Die Preisesätze - einzelne Komponenten des resultierenden Wärmepreises - variieren selbst in einem Fernwärmeunternehmen und in derselben Stadt je nach Standort (unter Berücksichtigung der Art der Wärmequelle) und des Kundentyps stark.

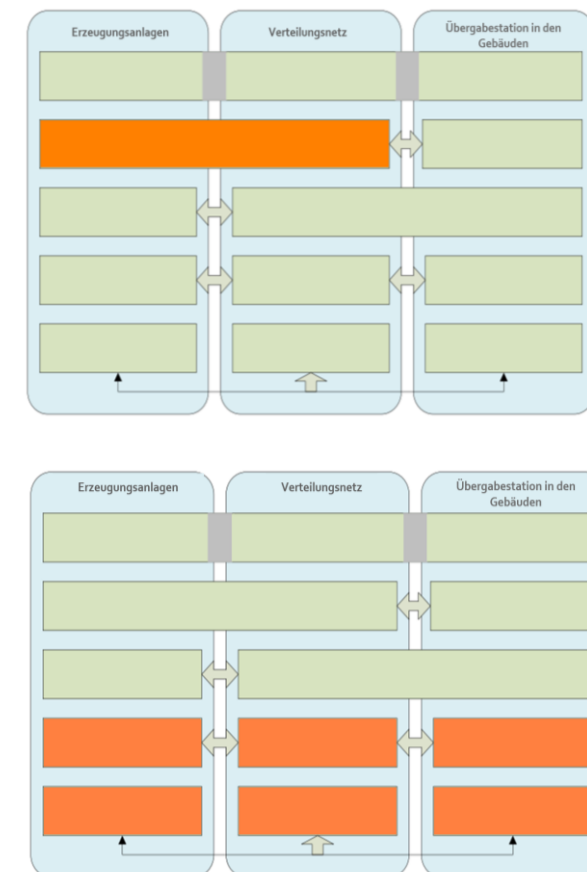




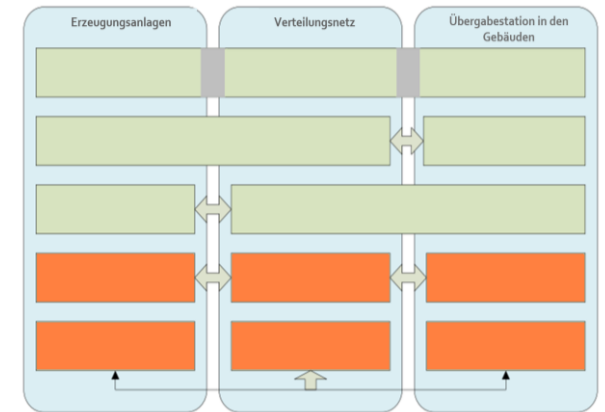
Abb. 5: Flagge Karelia [5]

Russland (Karelien)



LowTEMP2.0

- **Erzeugung durch Dritte / Versorgung durch Dritte / Wärmeversorgung von Dritten.** Die technologischen Prozesse im Wärmeversorgungssystem werden durch den Dispatcher des Wärmetransporteurs (Verteiler) beaufsichtigt. *
- Zurzeit erfolgt der Anschluss an die Netze gegen eine **Anschlussgebühr** und wird in mehreren Raten über 18 Monate an den Netzeigentümer gezahlt. Die Höhe der Anschlussgebühr wird durch das staatliche Komitee für Tarife und Gebühren der Republik Karelien festgelegt



*The technological processes in the heat supply system are overseen by the dispatcher of the heat transporter.



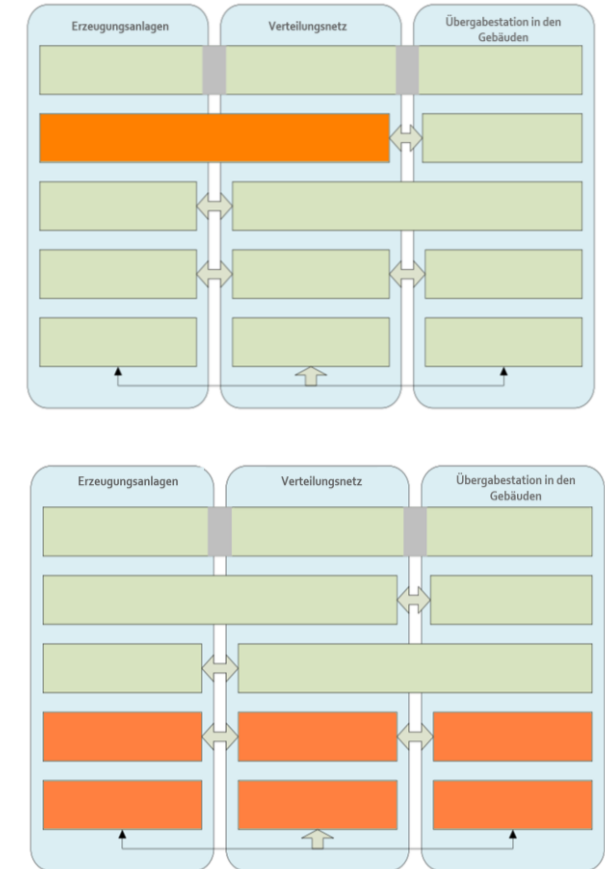
Abb. 6: Flagge Dänemark {6}

Dänemark



LowTEMP2.0

- Typische Wärmelieferverträge in Dänemark sind: **Eigene Erzeugung / Eigene Verteilung**
Versorgung von Dritten; Erzeugung durch Dritte /
Versorgung durch Dritte / Wärmeversorgung von Dritten
- Ein Wärmetarif besteht in der Regel aus mehreren Komponenten: **Anschlusspreis, Leistungspreis und ein Arbeitspreis** (in €/MWh), die sich nach der vom Kunden verbrauchten Wärmemenge richtet, die von einem Wärmehähler erfasst wird.
- In Dänemark sind die Fernwärmegesellschaften **gemeinnützige Unternehmen**; sie dürfen nicht mehr als die tatsächlichen Kosten der Wärmeversorgung verlangen, einschließlich zukünftiger Investitionen mit einer Amortisationszeit von 30 Jahren.





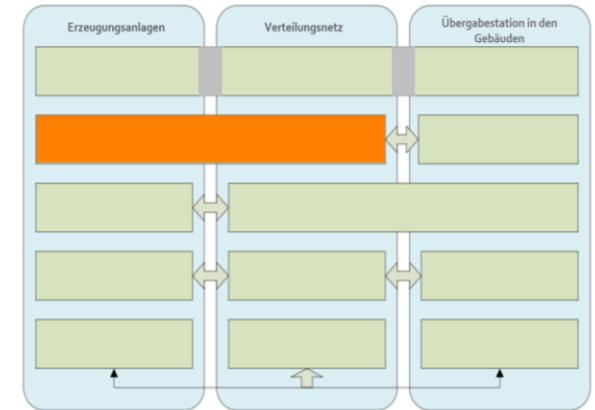
Finnland

Abb. 7: Flagge Finnland [7]



LowTEMP2.0

- Fernwärme basiert auf **Eigenerzeugung / Versorgung von Dritten**
- Die folgenden Vertragsbedingungen von The Finnish Energy (Energiateollisuus). Der Preis für Fernwärme wird in der Regel durch eine **Anschlusspreis**, eine **Arbeitspreis** (€/MWh) und eine **Leistungspreis** bestimmt, die an den Volumenstrom oder die Heizleistung gebunden ist.
- Fernwärmenetze werden in Zukunft für Dritte offen sein. Es gibt einige Pilotprojekte, bei denen Dritte bereits überschüssige Wärme in das Fernwärmenetz einspeisen können.
- Einige Fernwärmeunternehmen haben eine **saisonale Preisgestaltung**, bei der die Energiegebühr ein Festpreis für bestimmte Monate ist.





LowTEMP2.0

Schlussfolgerungen

Preisdilemma und dynamische Preisgestaltung

Fixkosten vs. variable Kosten

- Ein Fernwärmeunternehmen würde finanzielle Risiken eingehen, wenn der Fernwärmepreis für eine lange Zeit festgelegt ist. Eine gängige Methode zur Verringerung dieses finanziellen Risikos ist die Aufteilung des Preises in zwei Teile: den Leistungspreis und den Arbeitspreis.
- Ein Preisansatz, der eine feste Komponente (Leistungspreis) enthält, kann die Risiken der Unternehmen aufgrund von Verbrauchsschwankungen reduzieren.
- Es ist üblich, den Leistungspreis an die Wärmeleistung der Nutzer zu koppeln. Der Preismechanismus, insbesondere die Höhe der festen Komponente (Leistungspreis), sollte so gewählt werden, dass ein Gleichgewicht zwischen den Bedürfnissen der wärmeerzeugenden Unternehmen und den Anforderungen der Verbraucher besteht.

Historischer Verbrauch vs. aktueller Wärmebedarf

- Einige Fernwärmeunternehmen reformieren ihre Preismodelle, wobei der Leistungspreis die größte Aufmerksamkeit erhalten. **Der Zweck der Änderung der Leistungspreise ist es, die Verbraucher zu ermutigen, ihre Spitzenwärmeleistung zu reduzieren**, und daher können die Fernwärmeunternehmen die Investitionskosten und die Produktionskosten senken, was zu einem niedrigeren Wärmepreis führen kann.
- Die Berechnung der Leistungspreise wird anhand der historischen Wärmeverbrauchsdaten ermittelt. Die klimatischen Bedingungen ändern sich jedoch von Jahr zu Jahr, was zu einer dynamischen Änderung der nachgefragten Leistung führt. Auch wenn eine klimabereinigte Korrektur eingeführt werden kann, kann es immer noch zu einer großen Abweichung bei der Bestimmung der Wärmeleistung kommen.



Spitzenlast vs. individueller Spitzenverbrauch

Die Absicht der leistungs-basierten Preisgestaltung ist es, **die Verbraucher zu motivieren, ihr Verhalten zu ändern**, um die Spitzenlast langfristig zu reduzieren.

Leider kann dies das Problem der hohen Spitzenlasten im System nicht lösen. Verschiedene Verbraucher haben unterschiedliche Verbrauchsprofile; und ihr individueller Spitzenverbrauch tritt möglicherweise nicht zur gleichen Zeit auf.

Daher kann eine **Reduzierung des individuellen Spitzenverbrauchs die Spitzenlast nicht wirklich reduzieren**.



Komplexes Preismodell vs. Preistransparenz

Es gibt mehrere Methoden zur Bestimmung des Wärmeleistungsbedarfs für die Berechnung der Leistungskosten.

Eine davon ist die **Methode der Vollbenutzungsstunden**, bei der die Leistung durch Division des Jahresverbrauchs des Kunden durch die zugeordneten Verbrauchsstunden festgelegt wird.

Die Vollbenutzungsstunden sind für verschiedene Kundentypen unterschiedlich.

Notwendigkeit eines dynamischen Preisbildungsmechanismus



LowTEMP2.0

Ein gutes Preismodell sollte:

- Die dynamischen Produktionskosten spiegeln,
- Verbraucher motivieren, die Spitzenlast zu reduzieren und gleichzeitig Energie zu sparen
- Vorhersehbar sein
- Transparent und einfach zu verstehen sein

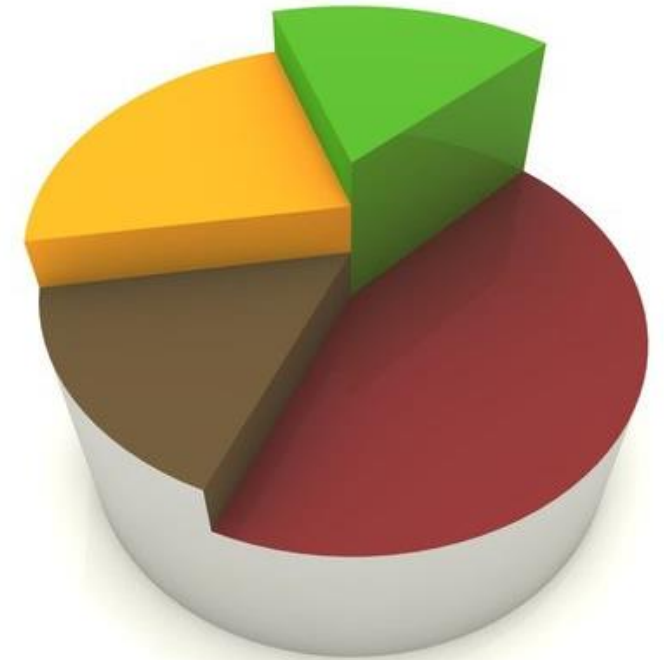


Abb. 8: Pie chart [8]

Notwendigkeit eines dynamischen Preisbildungsmechanismus



LowTEMP2.0

- Auf der Grundlage der Bedarfsprognose können die Fernwärmeunternehmen die Spitzenlast genauer vorhersehen und die zusätzlichen Kosten für die Abdeckung der Spitzenlast abschätzen.
- Durch die Erhebung eines höheren Preises für die Spitzenlast sollte es möglich sein, die Spitzenlast zu reduzieren.
- **Durch das Verständnis des Preismechanismus können die Verbraucher ihr Verhalten ändern, um den Wärmeverbrauch zu reduzieren und die Kosten zu sparen.**

Quellennachweis

- [1] *historischer Kessel eines Fernwärmesystems*. Online <https://www.freeimages.com/photo/boiler-room-2-1220317> [zuletzt geprüft am: 16.12.2021]
- [2] takis kolokotronis, *Beispielfoto Bargeld*. <https://www.freeimages.com/de/photo/money-1-1238235> [zuletzt geprüft am: 15.12.2021]
- [3] marmit, *Beispielfoto Flagge Schweden*. <https://www.freeimages.com/de/search/marmit-flagge-sweden> [zuletzt geprüft am 15.12.2021]
- [4] Veiko Veski, *Beispielfoto Flagge Estland*. <https://www.freeimages.com/de/photo/estonian-flag-1446442> [zuletzt geprüft am 15.12.2021]
- [5] *Beispielfoto Flagge Karelia*. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1633500> [zuletzt geprüft am 15.12.2021]
- [6] Jesper Markward Olsen, *Beispielfoto Flagge Dänemark*. <https://www.freeimages.com/de/search/danemark-flagge> [zuletzt geprüft am 15.12.2021]
- [7] Jan Leineberg, *Beispielfoto Flagge Finnland*. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2127607> [zuletzt geprüft am 15.12.2021]
- [8] *Pie chart*. <https://www.freeimages.com/photo/pie-chart-color-4-1237151> [zuletzt geprüft am 15.12.2021]

Regionale Energieagentur Tartu

Martin Kikas
Kalle Virkus

Narva mnt 3
51009 Tartu
Estland

E-Mail: info@trea.ee

Tel: +372 524 5225

www.trea.ee

Übersetzung und Anpassung: Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Prof. Dr.-Ing. Matthias Koziol
Cornelia Siebke

Konrad-Wachsmann-Alee 4
03046 Cottbus
Deutschland

E-Mail: siebke@b-tu.de

Telefon: +49 355 69 27 37

www.stadttechnik.de

www.lowtemp.eu