

Kalte Nahwärme: Analyse bestehender Projekte & Empfehlungen

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen
Einführung, Praxisbeispiele, Vernetzung
Kißlegg, 20. Juni 2017

Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff
B.Eng. Felix Schmid

Hochschule Biberach
Studiengänge Energie-Ingenieurwesen & Energie- und Gebäudesysteme
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

HBC.Hochschule Biberach | Karlstraße 11 | 88400 Biberach/Riß | www.hochschule-biberach.de

Kalte Nahwärme: Analyse bestehender Projekte & Empfehlungen

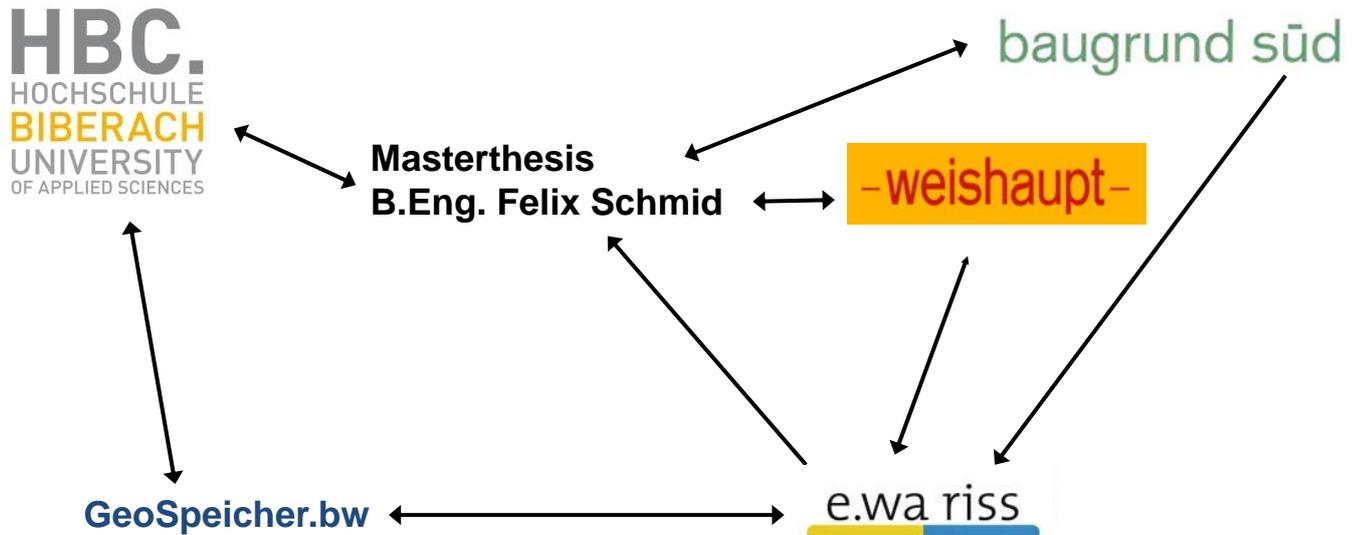
Hinweise zu Urheberrecht und Copyright

Diese Unterlagen sind ausschließlich für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Seminars „Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen“ am 20.06.2017 in Kißlegg bestimmt.

In diesen Unterlagen ist z. T. geistiges Eigentum Dritter in zitierender Weise wiedergegeben, weshalb eine unrechtmäßige Weiterverbreitung dieser Unterlagen neben ideellen auch finanzielle Schäden nach sich ziehen kann, für die der Verursacher haftbar gemacht wird.

Eine Weitergabe an Dritte in irgendeiner Form ist deshalb grundsätzlich nicht gestattet. Für die Teile dieses Dokuments, an denen der Verfasser selbst die Urheberrechte hält, werden auf Anfrage gerne weitergehende Nutzungsrechte gewährt.

Diesem Vortrag zugrunde liegende Partnerkonstellationen



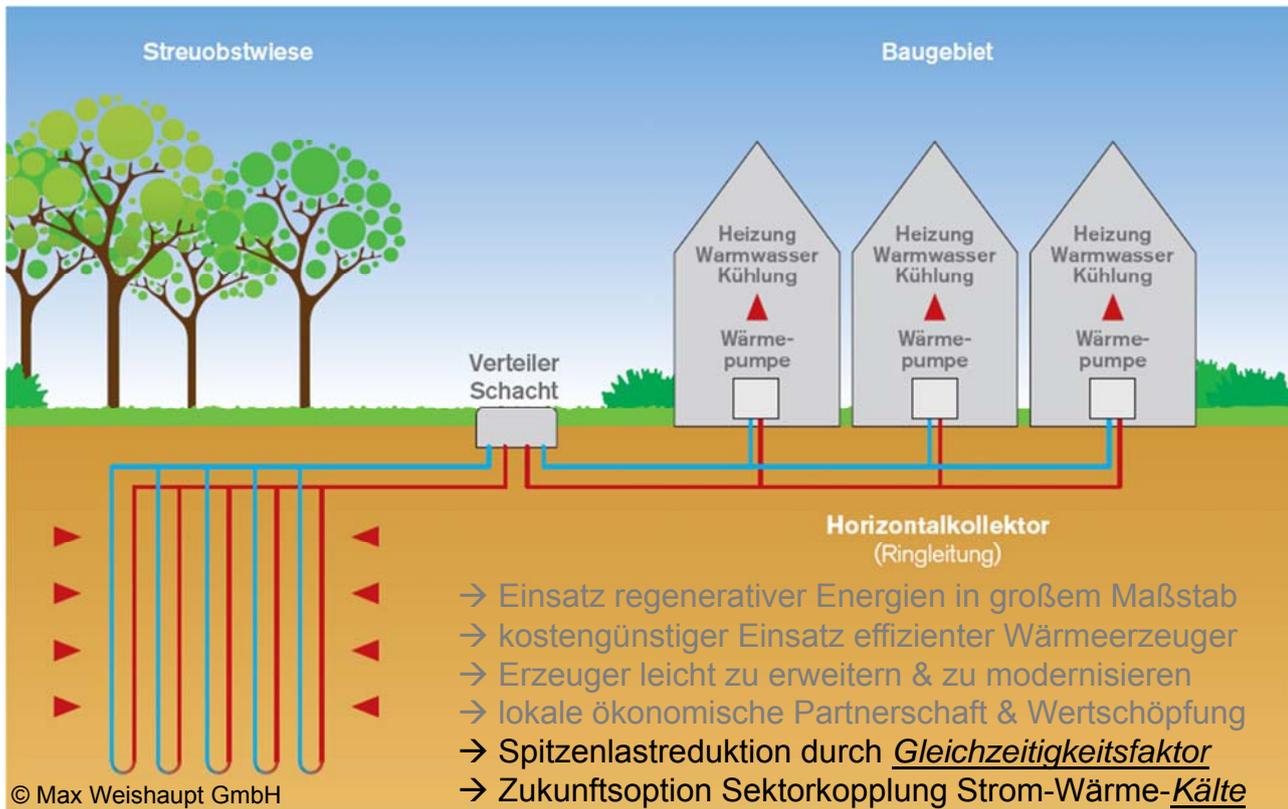
Kalte Nahwärme: Analyse bestehender Projekte & Empfehlungen

Inhalt

- Motivation Kalter Nahwärme
- Ökologie: Wärmepumpen-Strom als Heizenergieträger
- Ökonomische Analyse
- Geothermische Quellensysteme für Kalte Nahwärme
- Betriebs- und Betreiberkonzepte
- Empfehlungen & Ausblick

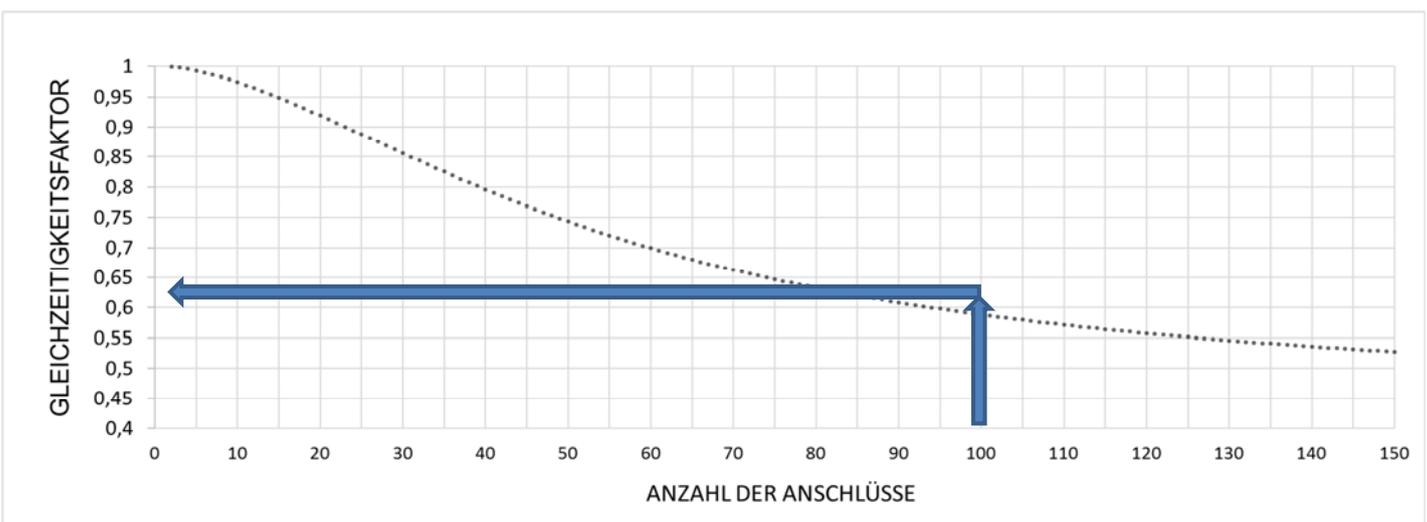
Motivation Kalter Nahwärme

Wärmenetze als Bausteine der Energiewende



Motivation Kalter Nahwärme

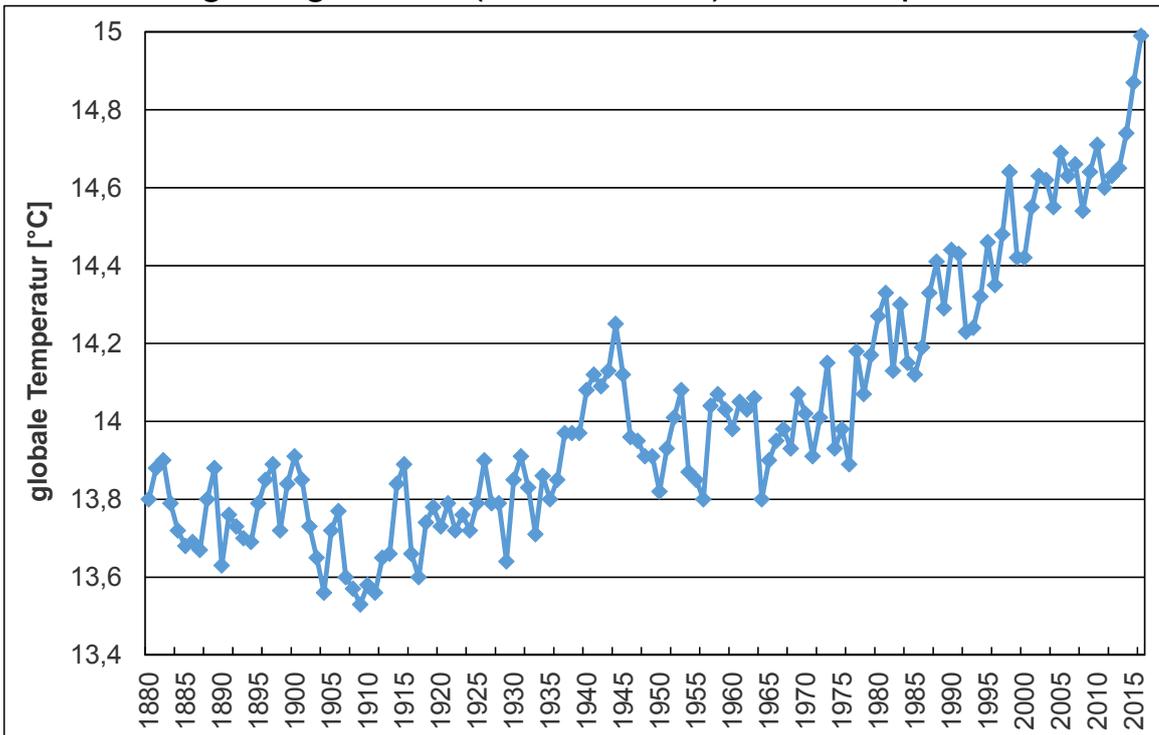
Spitzenlastreduktion durch Gleichzeitigkeitsfaktor



Motivation Kalter Nahwärme

Heizen und Kühlung als Kombinationsaufgabe – Klimaerwärmung global

Entwicklung der globalen (bodennahen) Mitteltemperatur

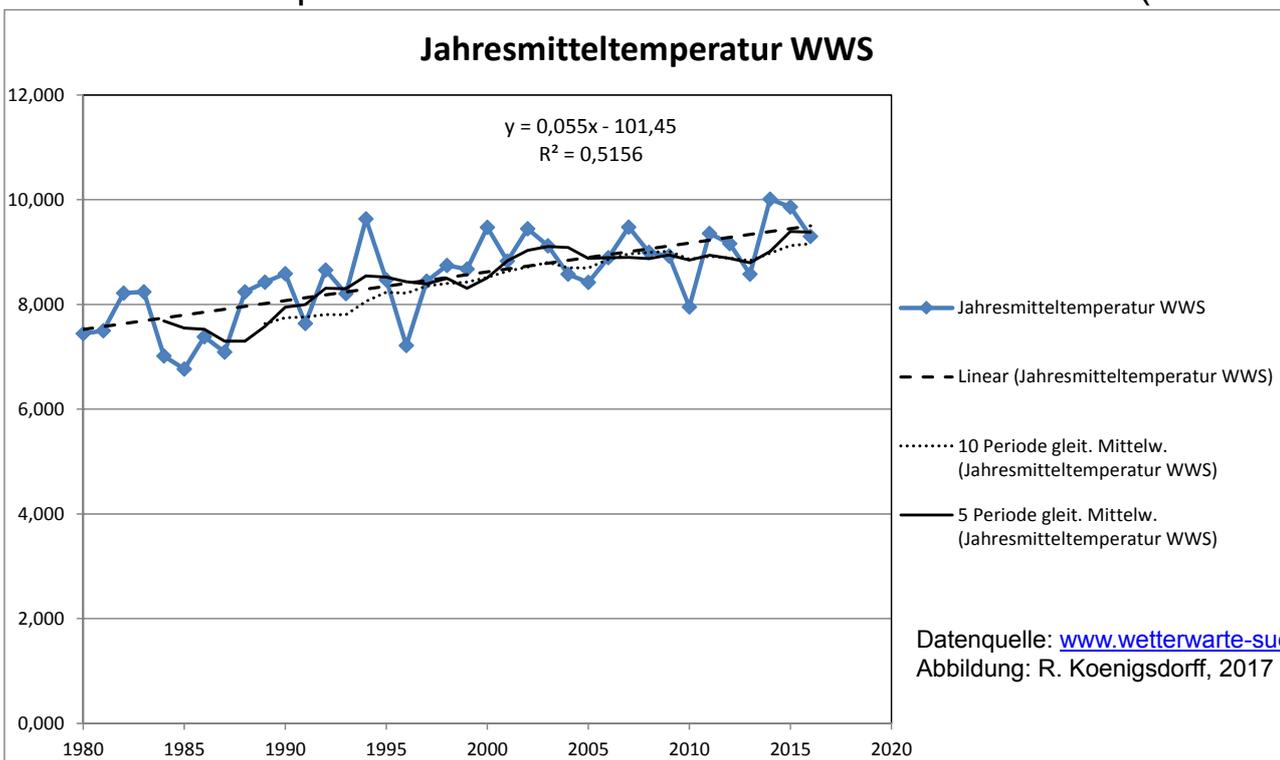


Datenquelle: http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v3/GLB.Ts+dSST.txt; Abbildung: R. Koenigsdorff, 2017

Motivation Kalter Nahwärme

Heizen und Kühlung als Kombinationsaufgabe – Klimaerwärmung lokal

Jahresmitteltemperaturen Wetterwarte Süd Bad Schussenried (WWS=

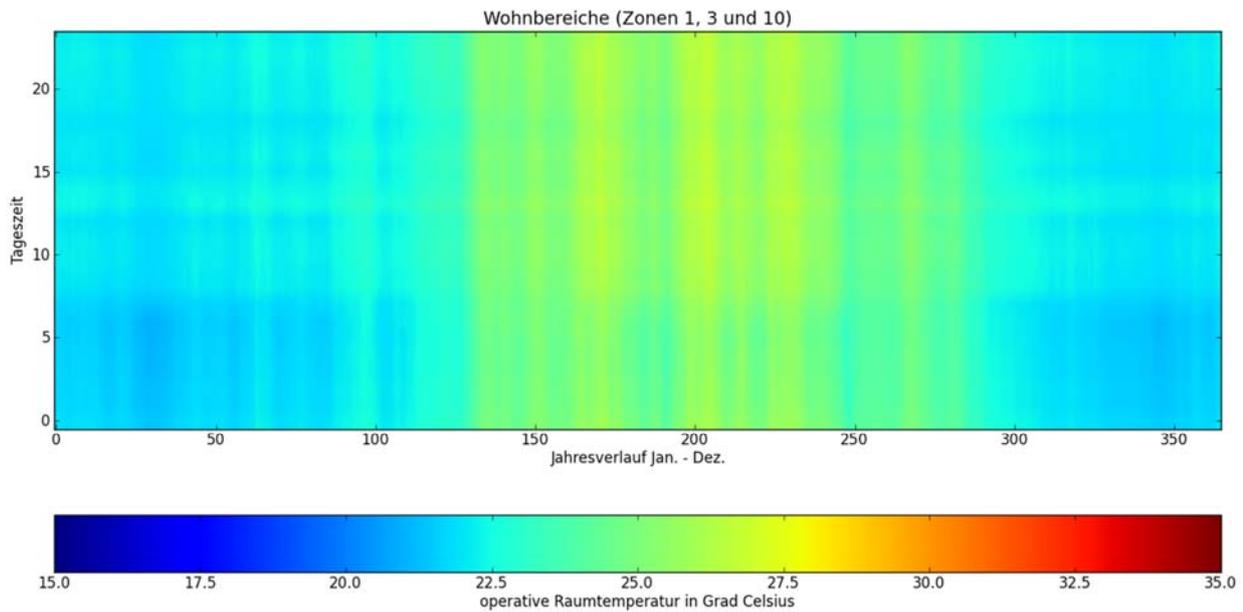


Datenquelle: www.wetterwarte-sued.com
Abbildung: R. Koenigsdorff, 2017

Motivation Kalter Nahwärme

Heizen und Kühlung als Kombinationsaufgabe – steigender Kühlbedarf

Simulationsergebnis operative Raumtemperaturen *heutiges mittleres Klima*



© & Quelle: Jan-Michael Schaub, Bachelorarbeit, Hochschule Biberach, 2013; S. 82

© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

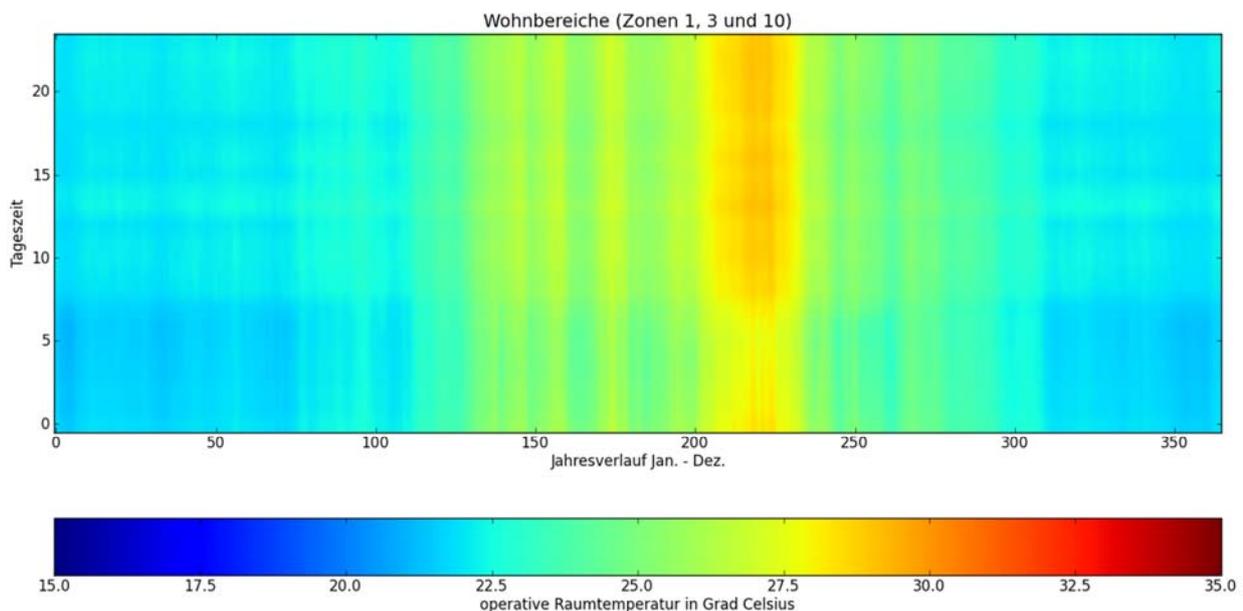
Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017

Folie 9

Motivation Kalter Nahwärme

Heizen und Kühlung als Kombinationsaufgabe – steigender Kühlbedarf

Simulationsergebnis operative Raumtemperaturen *künftiger Extremsommer*



© & Quelle: Jan-Michael Schaub, Bachelorarbeit, Hochschule Biberach, 2013; S. 82

© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

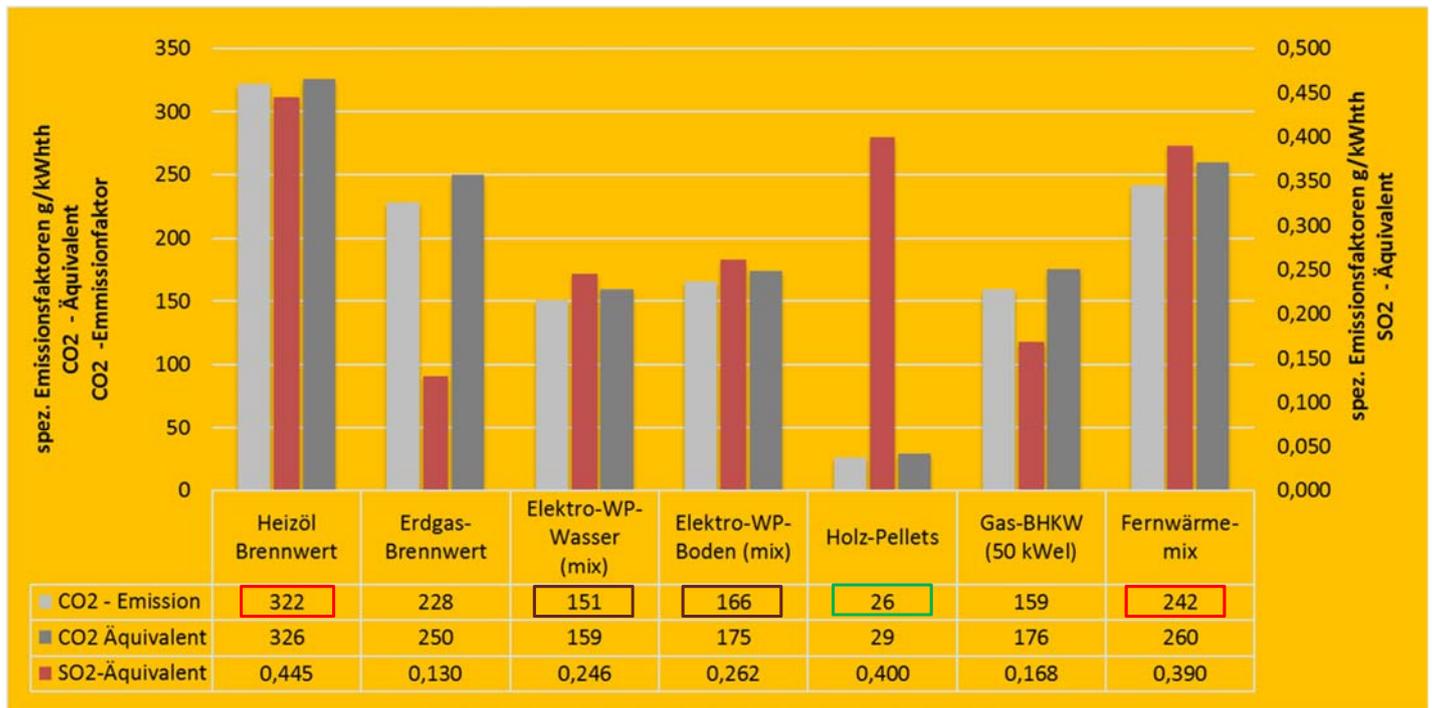
Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017

Folie 10

Ökologie

Wärmepumpen-Strom als Heizenergieträger

Spezifische Emissionsfaktoren von Heizsystemen nach GEMIS 4.95 heute



© & Quelle: Felix Schmid, Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

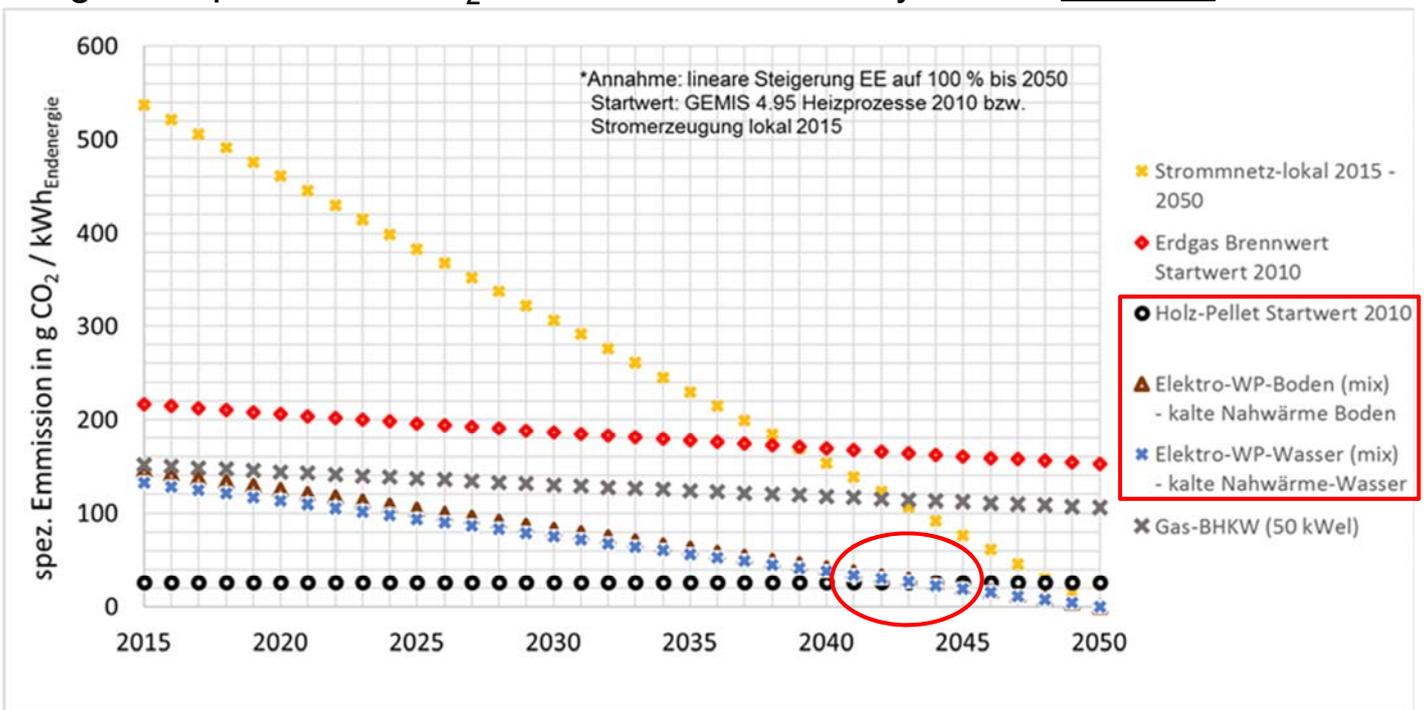
Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017
Folie 11



Ökologie

Wärmepumpen-Strom als Heizenergieträger

Prognose spezifische CO₂-Emissionen von Heizsystemen bis 2050



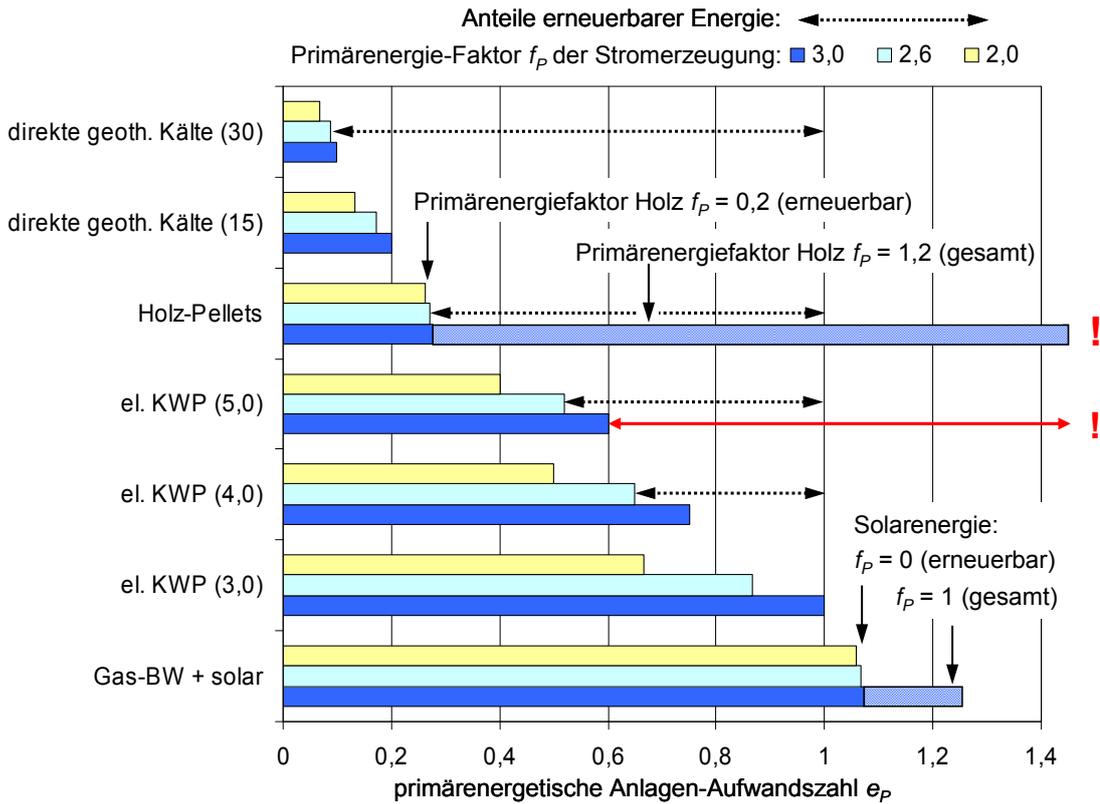
© & Quelle: Felix Schmid, Max Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017
Folie 12



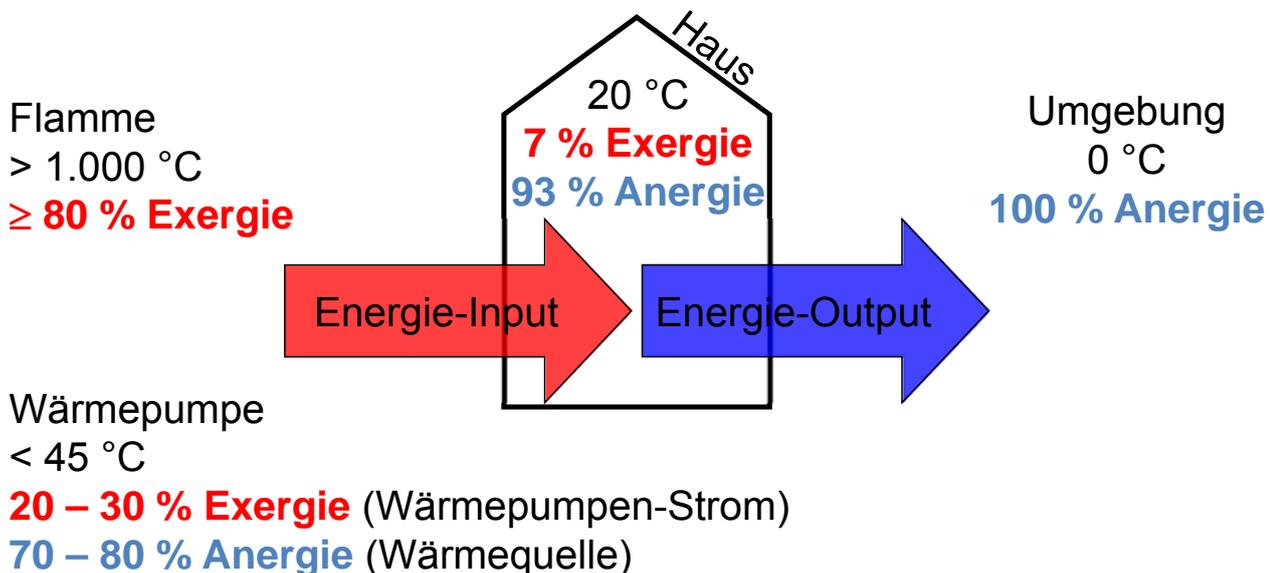
Wärmepumpen-Strom als Heizenergieträger: Primärenergiebedarf



Wärmepumpen-Strom als Heizenergieträger: Exergie & Anergie

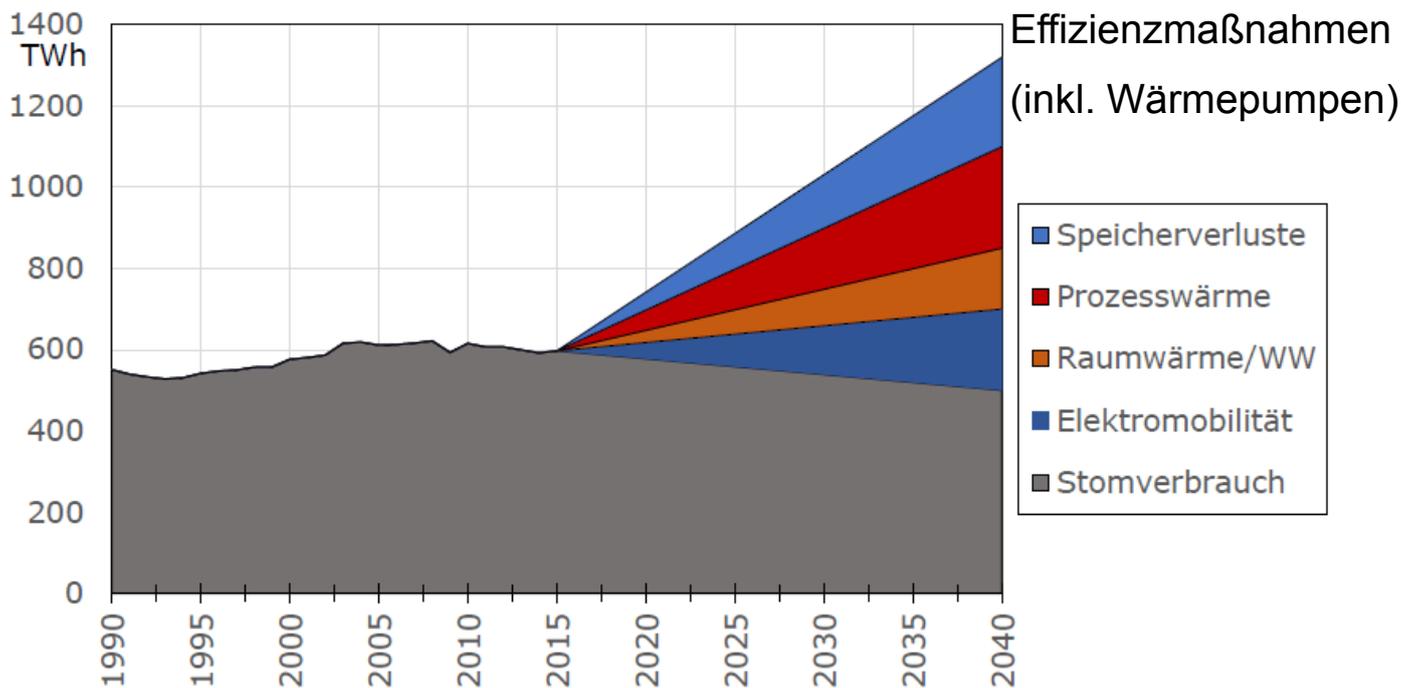
Effiziente Wärmepumpenheizungen und Kühlsysteme

→ *exergetisch optimal & damit auf lange Sicht ökologisch zu bevorzugen*



Wärmepumpen-Strom als Heizenergieträger

Entwicklung des Strombedarfs für eine klimaneutrale Energieversorgung mit



© & Quelle: Volker Quaschnig: Sektorkopplung durch die Energiewende, <http://pvspeicher.htw-berlin.de/sektorkopplungsstudie/>, 20.06.2016; Bild 14

© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017

Folie 15

Ökonomische Analyse

Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme (Preisbasis 1. Betriebsjahr)

Einfamilienhaus Niedrigstenergiegebäude 150 m²

Wärmebedarf 10.000 kWh_{th}/a, Heizlast 6 (- 8) kW

JAZ WP 4 → 2500 kWh_{el}/a, Strompreis WP 0,21 ct/kWh, Betrachtungszeitraum 20 a

| System | Heizungsart | Investitions-kosten Gesamt A ₀ in € | bedarfs-gebundene Kosten A _{V1} in €/a | betriebsgebundene Kosten für: | |
|----------|-----------------------------|--|---|---|--|
| | | | | Bedienen A _{BI} in €/a (30 €/h) | Instandhaltung A _{IN,1} in €/a |
| System 1 | kalte Nahwärme Projekt 1 | 27.854 | 951 | 150 | 188 - Norm |
| System 2 | kalte Nahwärme Projekt 4 | 8.156 | 963 | 150 | 264 - Angabe |
| System 3 | Fernwärme München | 10.533 | 1085 | 0 | 320 - pauschal |
| System 4 | Sole-Wasser Wärmepumpe | 23.219 | 595 | 150 | 658 - Norm |
| System 5 | Holzpellet- heizung | 15.200 | 596 | 750 | 612 - Norm |

© & Quelle: Felix Schmid, Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017

Folie 16

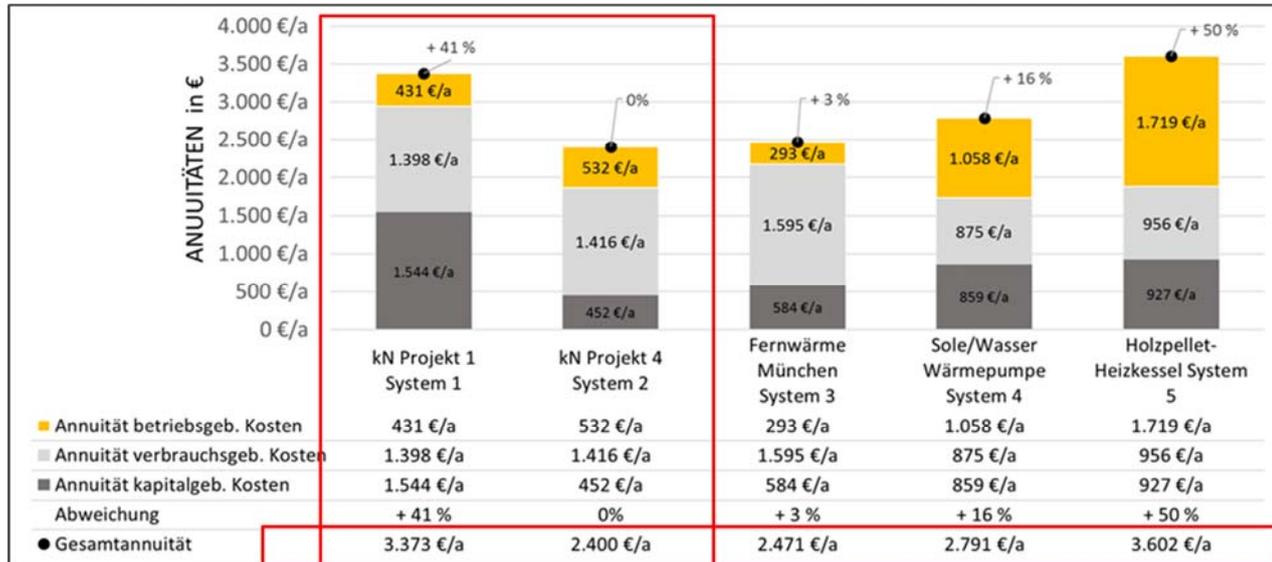
Ökonomische Analyse

Kostenvergleich verschiedener Heizsysteme (Preisbasis 1. Jahr nach)

Einfamilienhaus Niedrigstenergiegebäude 150 m²

Wärmebedarf 10.000 kWh_{th}/a, Heizlast 6 (- 8) kW

JAZ WP 4 → 2500 kWh_{el}/a, Strompreis WP 0,21 ct/kWh, Betrachtungszeitraum 20 a



© & Quelle: Felix Schmid, Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

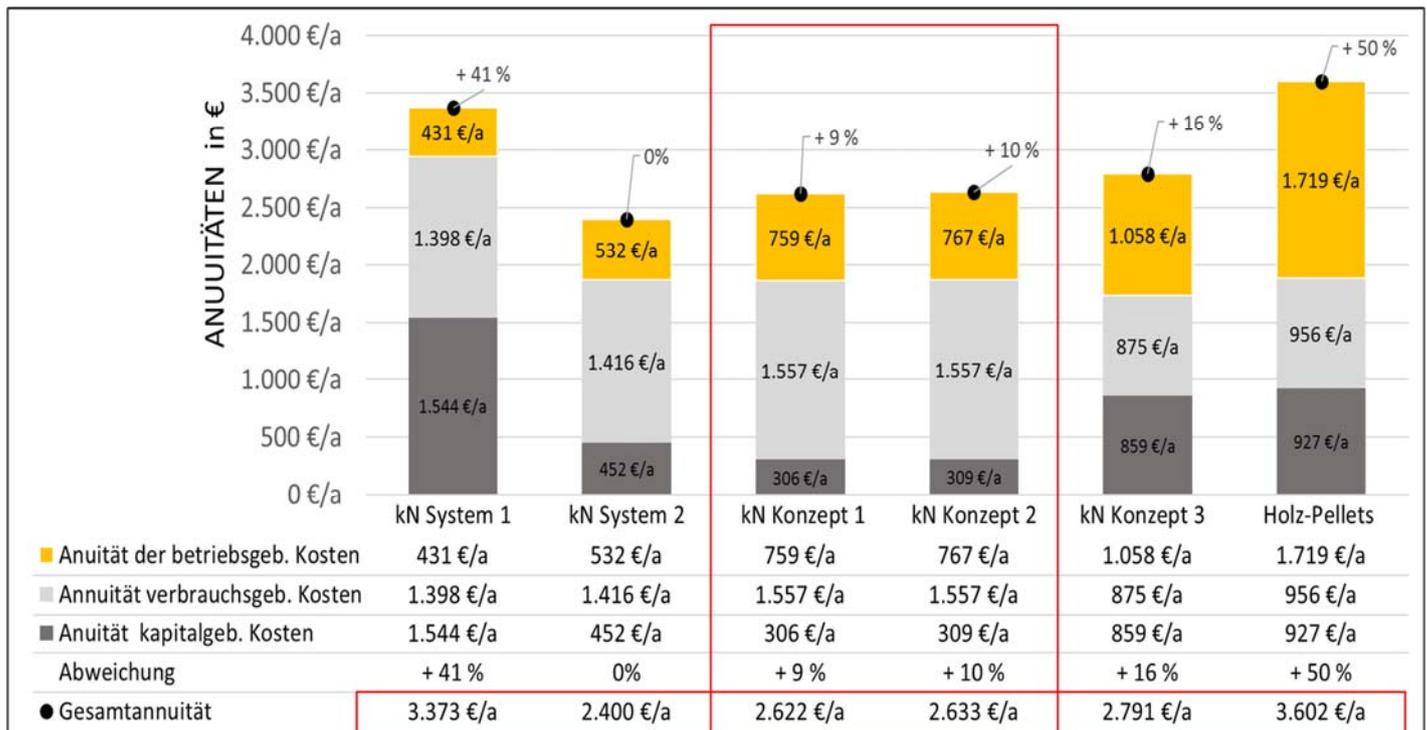
© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017
Folie 17

HBC.
HOCHSCHULE
BIBERACH
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Ökonomische Analyse

Validierung der Ergebnisse an Beispiel-Netzkonzepten (Konzept 1 ... 3)



© & Quelle: Felix Schmid, Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

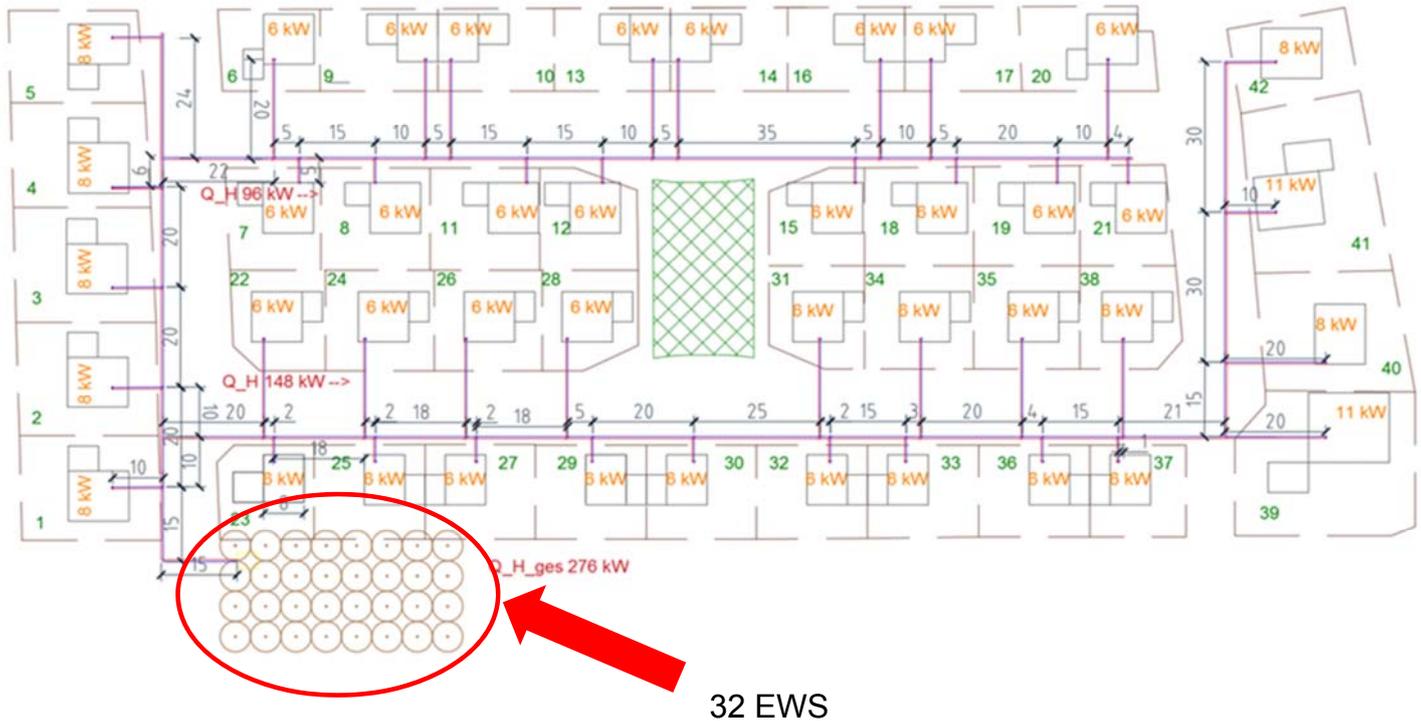
© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017
Folie 18

HBC.
HOCHSCHULE
BIBERACH
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Geothermische Quellensysteme für Kalte Nahwärme

Beispiel-Netzkonzept 1: zentrales Erdwärme-Sondenfeld



© & Quelle: Felix Schmid, Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

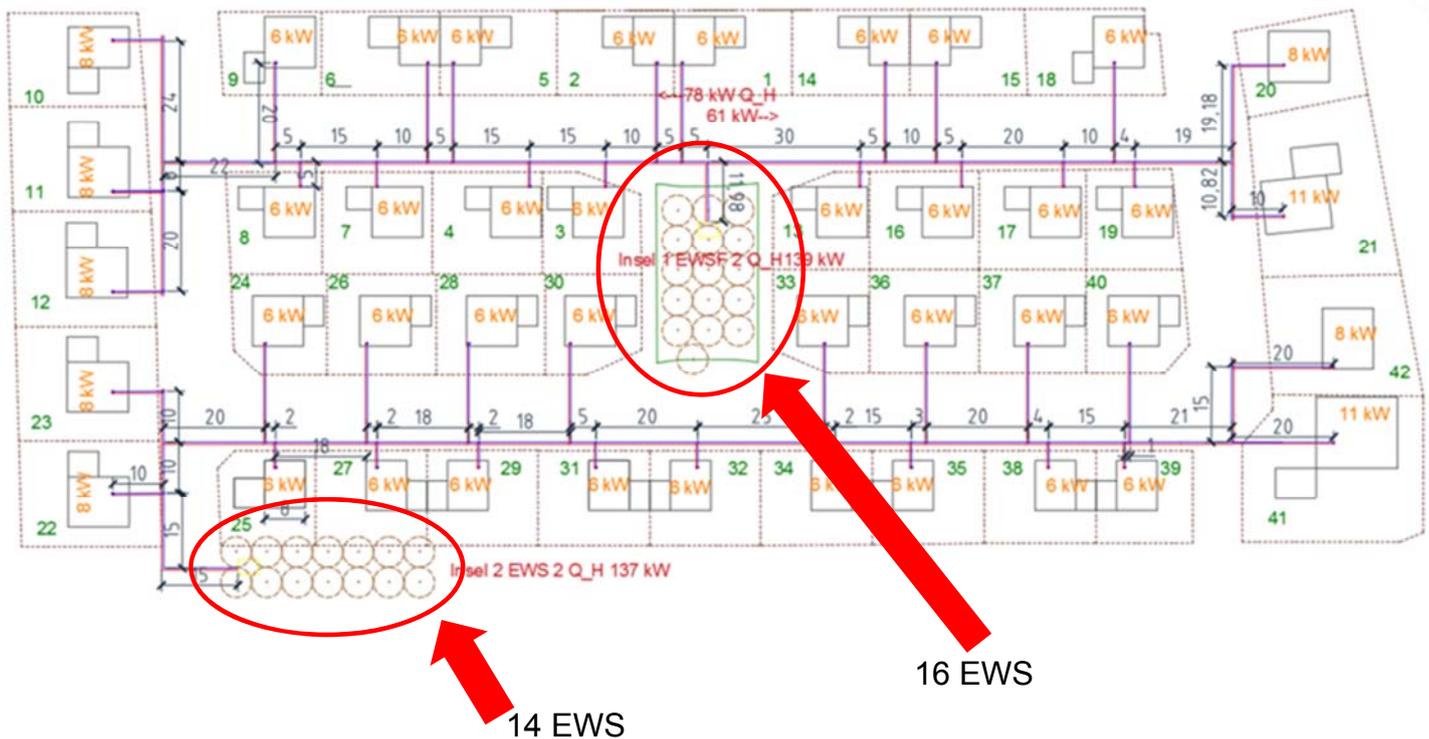
© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017

Folie 19

Geothermische Quellensysteme für Kalte Nahwärme

Beispiel-Netzkonzept 2: Inselösung mit zwei Erdwärme-Sondenfeldern



© & Quelle: Felix Schmid, Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

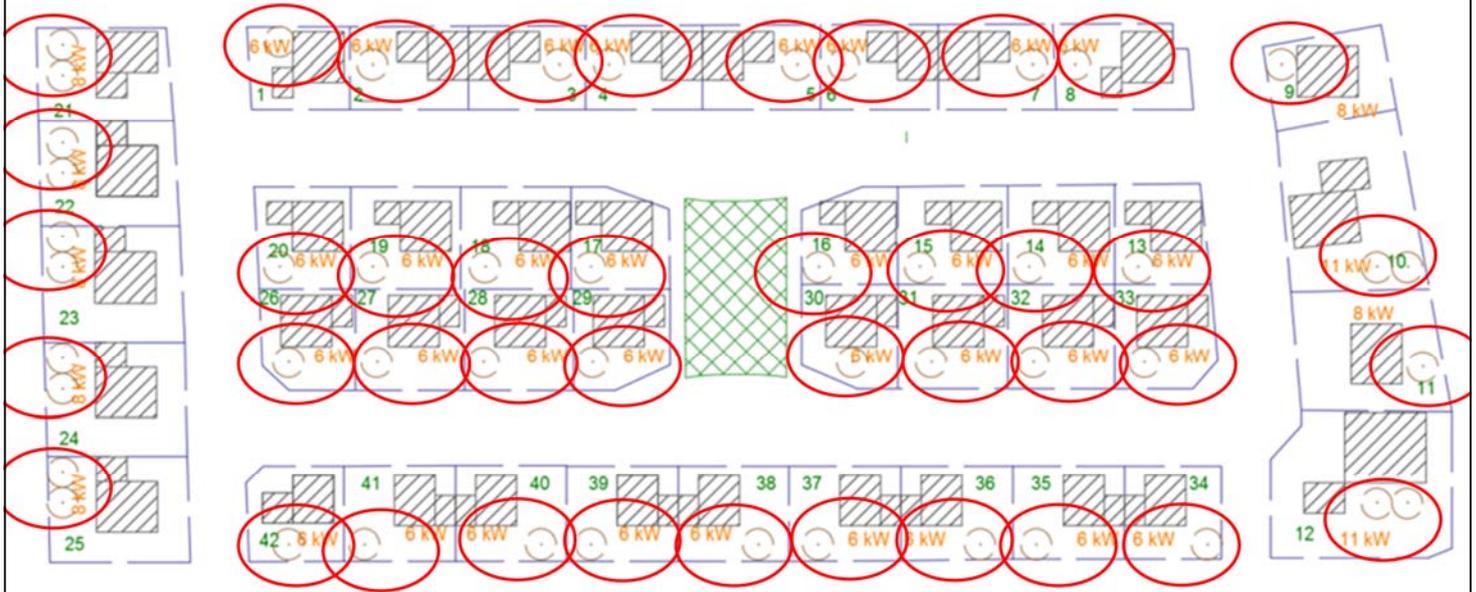
© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017

Folie 20

Geothermische Quellensysteme für Kalte Nahwärme

Beispiel-“Netzkonzept“ 3: dezentrale Lösung = Einzelanlagen



© & Quelle: Felix Schmid, Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

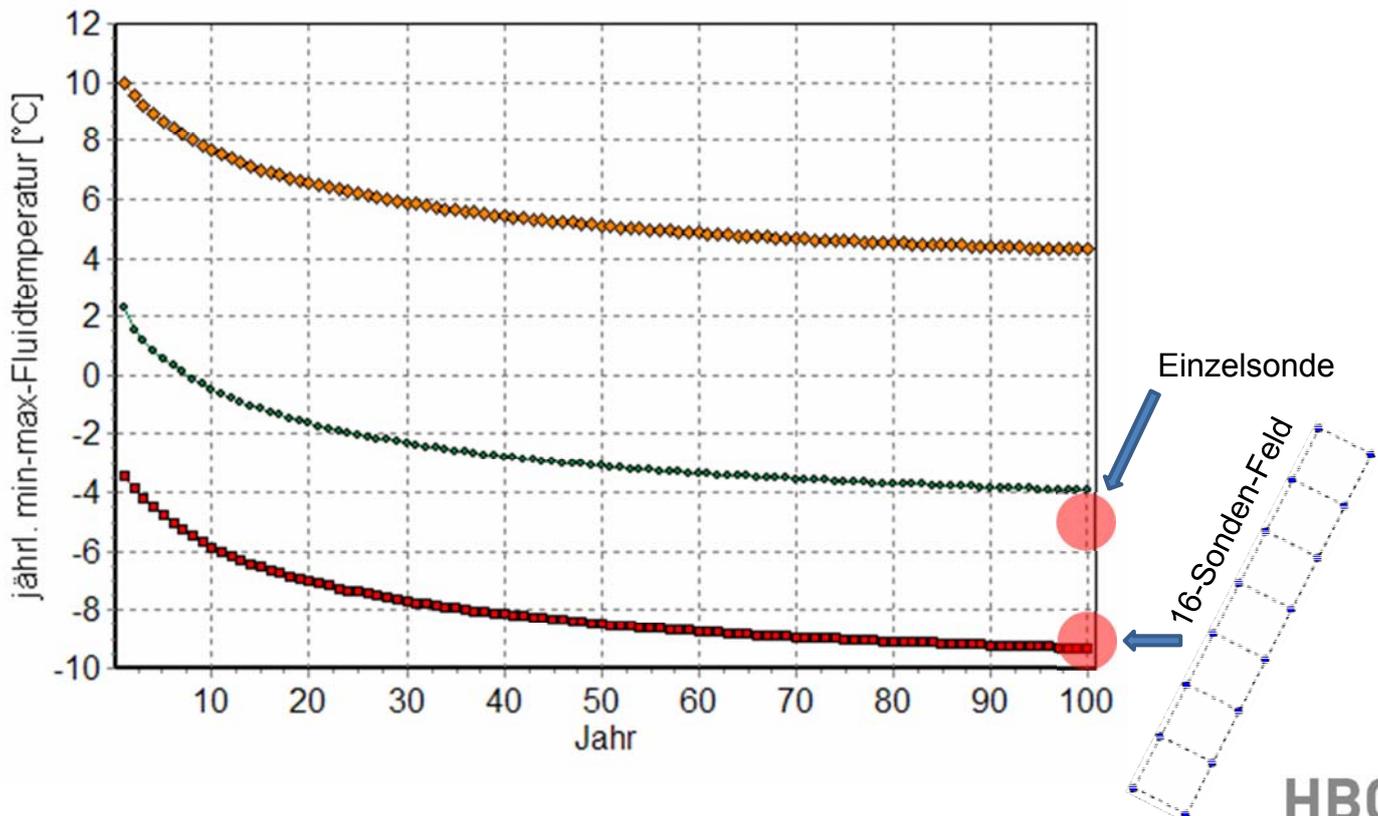
© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017
Folie 21



Geothermische Quellensysteme für Kalte Nahwärme

Auslegung von EWS-Einzelanlagen & EWS-Feldern: EED-Simulation



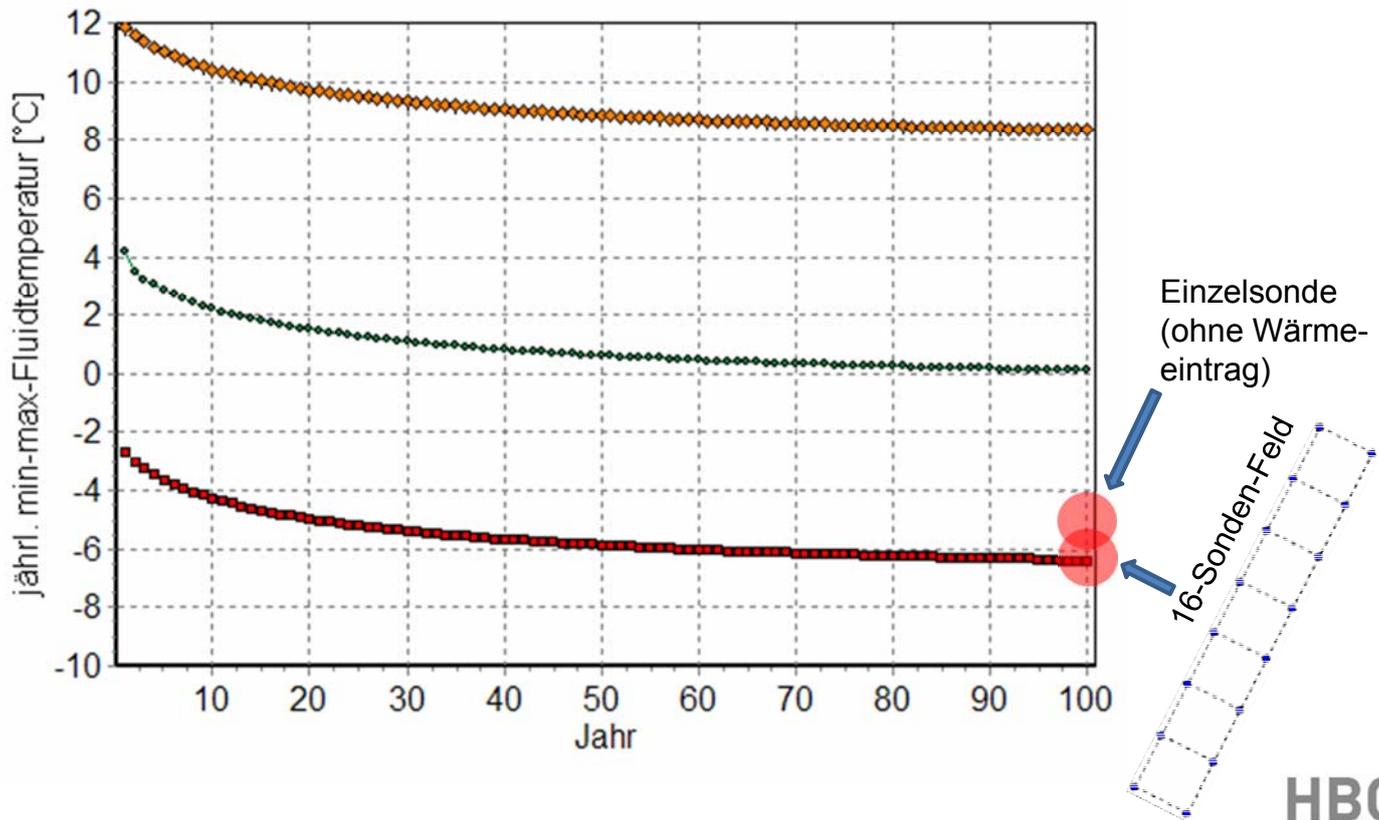
© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017
Folie 22



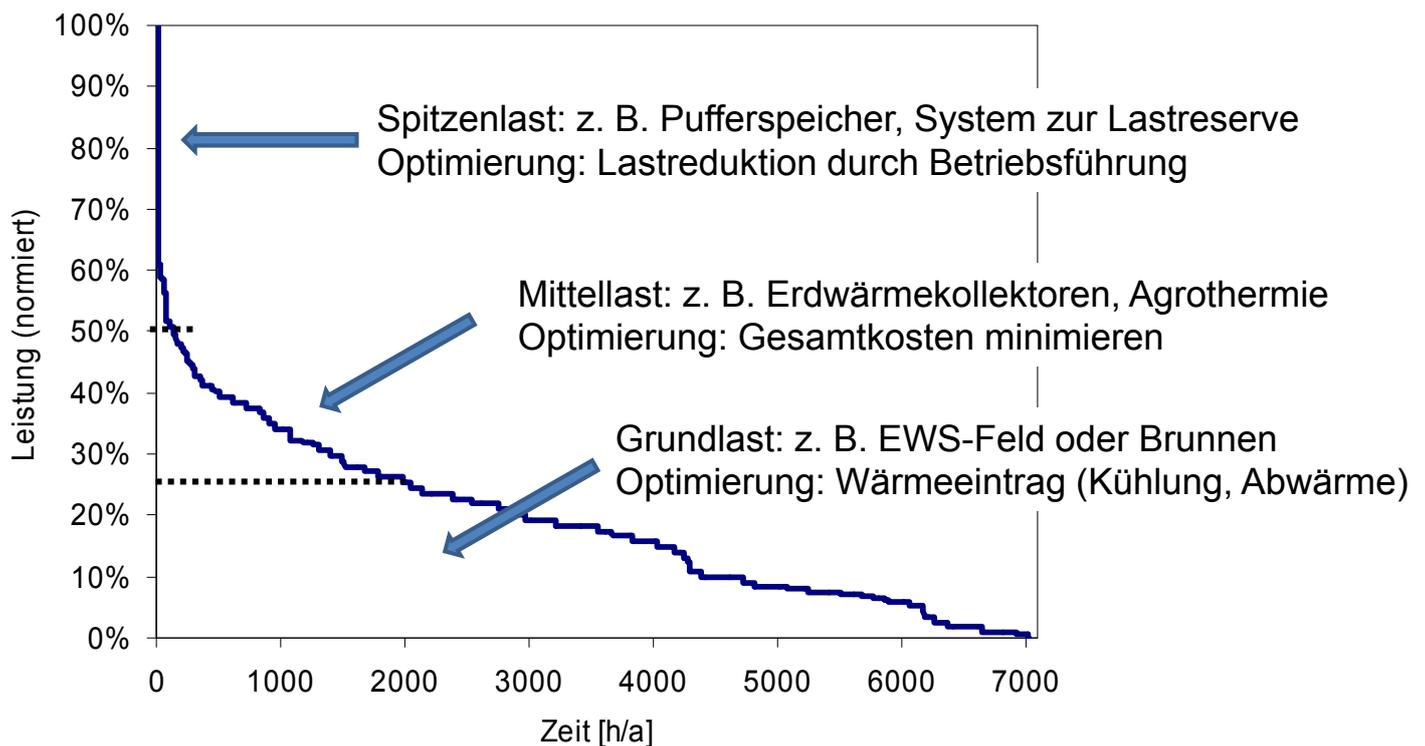
Geothermische Quellensysteme für Kalte Nahwärme

Auslegung von EWS: Einfluss von Kühlung (hier: EDV-Abwärme)



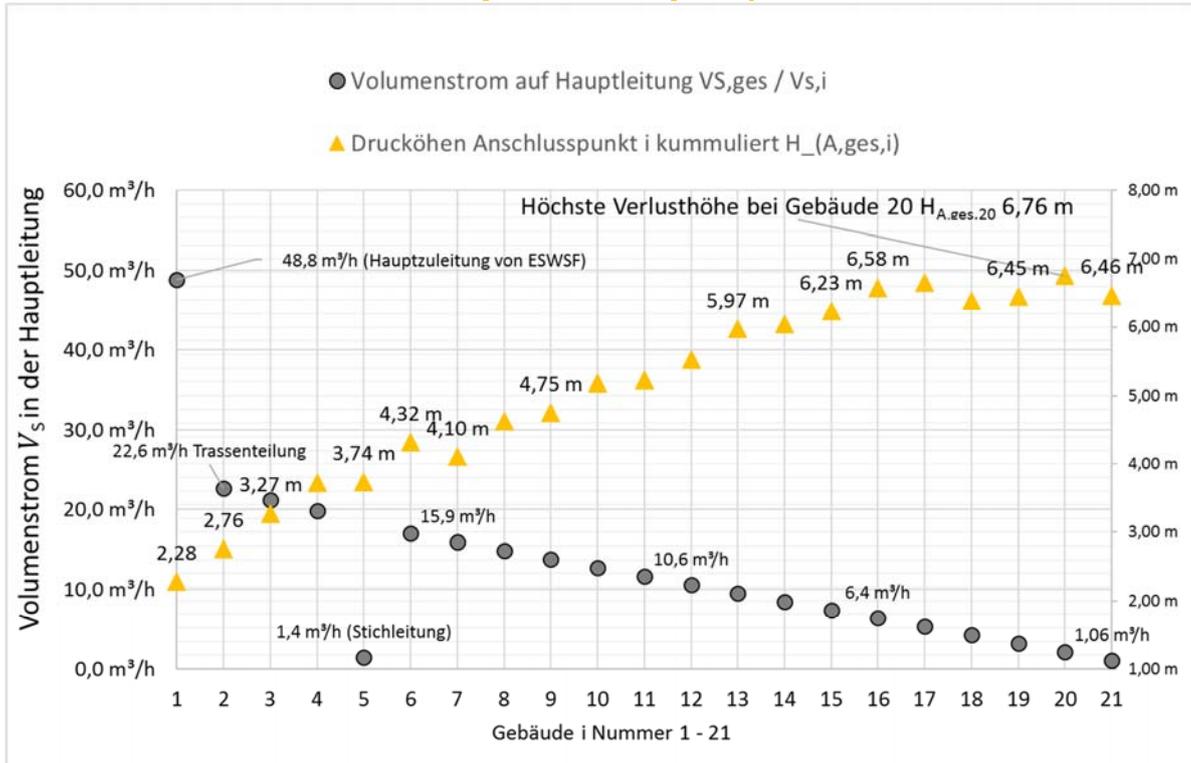
Geothermische Quellensysteme für Kalte Nahwärme

Auslegung Quellensysteme mit Blick auf Jahresdauerlinie des Bedarfs



Betriebs- und Betreiberkonzepte

**Hydraulischer Betrieb: → stark variierende Förderhöhen der Verbraucher
→ unterschiedliche Pumpenkonzepte (zentral – dezentral – kombiniert)**



© & Quelle: Felix Schmid, Masterthesis, Max Weishaupt GmbH & Hochschule Biberach, 2017

© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017

Folie 25

HBC.
HOCHSCHULE
BIBERACH
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Betriebs- und Betreiberkonzepte

Schnittstellen, Verantwortlichkeiten & Geschäftsmodelle

1. Lieferung kalter thermischer Energie („Anergie“) als Fernwärme
→ Problematik & Aufwand Wärmezählung bei Kalter Nahwärme
2. Lieferung kalter thermischer Energie („Anergie“) als Dienstleistung
→ Bezahlt wird Betrieb, nicht Energielieferung: Flatrate, Nutzungsdauer...
3. Komplettbetrieb Wärmeversorgung bis inkl. Erzeugernutzwärmeabgabe
→ Betrieb inkl. Überwachung und Optimierung in einer Hand
4. Wärmelieferungs-Contracting
→ „Rundum-sorglos-Paket“ für Kunden
→ Eigentum & Verantwortung/Risiko komplett in einer Hand
→ komplett durchgängige Betriebsüberwachung und -optimierung
→ Contractor kann Anlage im Ausbau bzw. baulich anpassen
→ Kopplung von Geschäftsmodellen im Wärme- & Strommarkt möglich

© Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff & B.Eng. Felix Schmid
Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen, 20.6.2017

Folie 26

HBC.
HOCHSCHULE
BIBERACH
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen

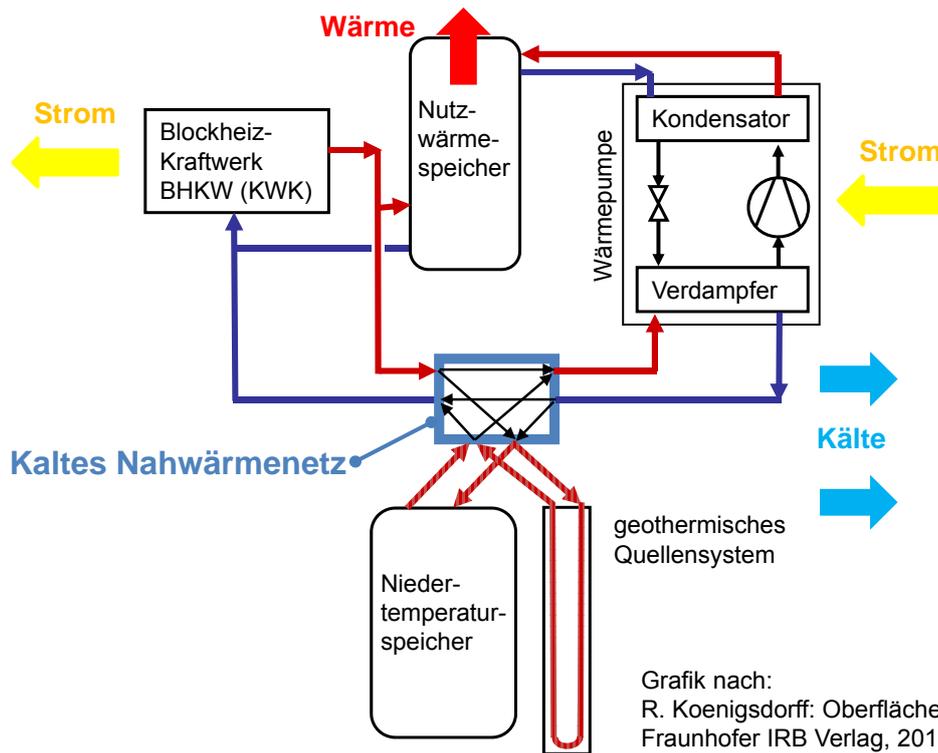
Zusammenfassung

- **Stärken & Chancen Kalter Nahwärme**
 - Einsatz regenerativer Energien in großem Maßstab
 - Kostengünstiger Einsatz effizienter Wärmeerzeuger
 - Spitzenlastreduktion durch Gleichzeitigkeitsfaktor
 - Erzeuger leicht zu erweitern & zu modernisieren
 - Wärme- und Kältelieferung in einem
 - Lokale ökonomische Partnerschaft & Wertschöpfung
 - Stabilere Energiekosten
- **Risiken & Herausforderungen**
 - Neues System, vielfach noch Pilotstatus
 - Große Anfangsinvestition, wirtschaftliche Problematik von Wärmenetzen
 - U. U. unsichere quantitative & zeitliche Entwicklung der Anschlusskunden
 - U. U. Risiko des Ausfalls von Abwärme-Wärmelieferanten
 - Geringe Effizienz bei hohen Verbrauchertemperaturen (z. B. Sanierung)

Kalte Nahwärme mit Wärmepumpen

Empfehlungen & Ausblick

- **Empfehlungen (Erfolgsfaktoren)**
 - Frühe Beteiligung der Öffentlichkeit & Nutzer (z. B. Richtlinie VDI 7000)
 - Motivation und genossenschaftsähnliche Lösungen vor Anschlusszwang
 - Nicht bei der Planung und Optimierung sparen: Auslegung, Hydraulik ...
 - Betreiberkonzept „aus einem Guss“
 - Einbindung von Abwärme aus Industrie und Kälteerzeugung (siehe z. B. Pilotprojekte Wüstenrot & Zürich)
- **Ausblick**
 - Weitere Entwicklung, FuE:
 - optimierte Sondenfelder
 - Hydraulik (Pumpen) & Betriebsführung
 - hybride Pilotprojekte
 - Fortschrittliche Energienetze mit größerer Wertschöpfung:
 - Sektorkopplung Wärme-Kälte-Strom



**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**