



Energie Wasser Bern

Gross-Wärmepumpenkongress Zürich, 8. Mai 2019

Martin Jutzeler, CU

Agenda

- Kurzporträt Martin Jutzeler
- Auftrag ewb in der Stadt Bern
- Richtplan Energie 2035: Herausforderungen und aktueller Stand
- Potential Wärmepumpentechnik in Bern
- Der Leuchtturm EZF Energiezentrale Forsthaus. Was nach 2033?
- Projekte mit Grosswärmepumpen
 - Wärmerückgewinnung Kaminabwärme in der EZF
 - Geospeicher Effizienzvergleich Entladung direkt und mit Wärmepumpe
 - Wärmerückgewinnung aus Abwasser in einem Pumpwerk und der ARA





**Martin Jutzeler, Systemoptimierung
Energie Wasser Bern, ewb CU**

Maschinen Ingenieur HTL, NDS Wirtschaft,
CAS EPFL GES (Gouverning Energy Transitions)

Planung, Simulationen und Optimierung von Energie-
und Infrastruktursystemen aus zentraler und
dezentraler Erzeugung und Speicherung

martin.jutzeler@ewb.ch +41 79 832 24 75

Danksagung für Quellen:

- | | |
|----------------------|----------------|
| • AfU Bern | • QM-Holz |
| • Geothermie Schweiz | • Eicher+Pauli |
| • SVGW | • tbf partner |
| • Energie Schweiz | • ewb intern |
| • Geoenergie Suisse | • weitere |

 **GEOTHERMIE**SCHWEIZ
GEOTHERMIESUISSE
GEOTHERMIASVIZZERA



Mir haute Bärn am loufe

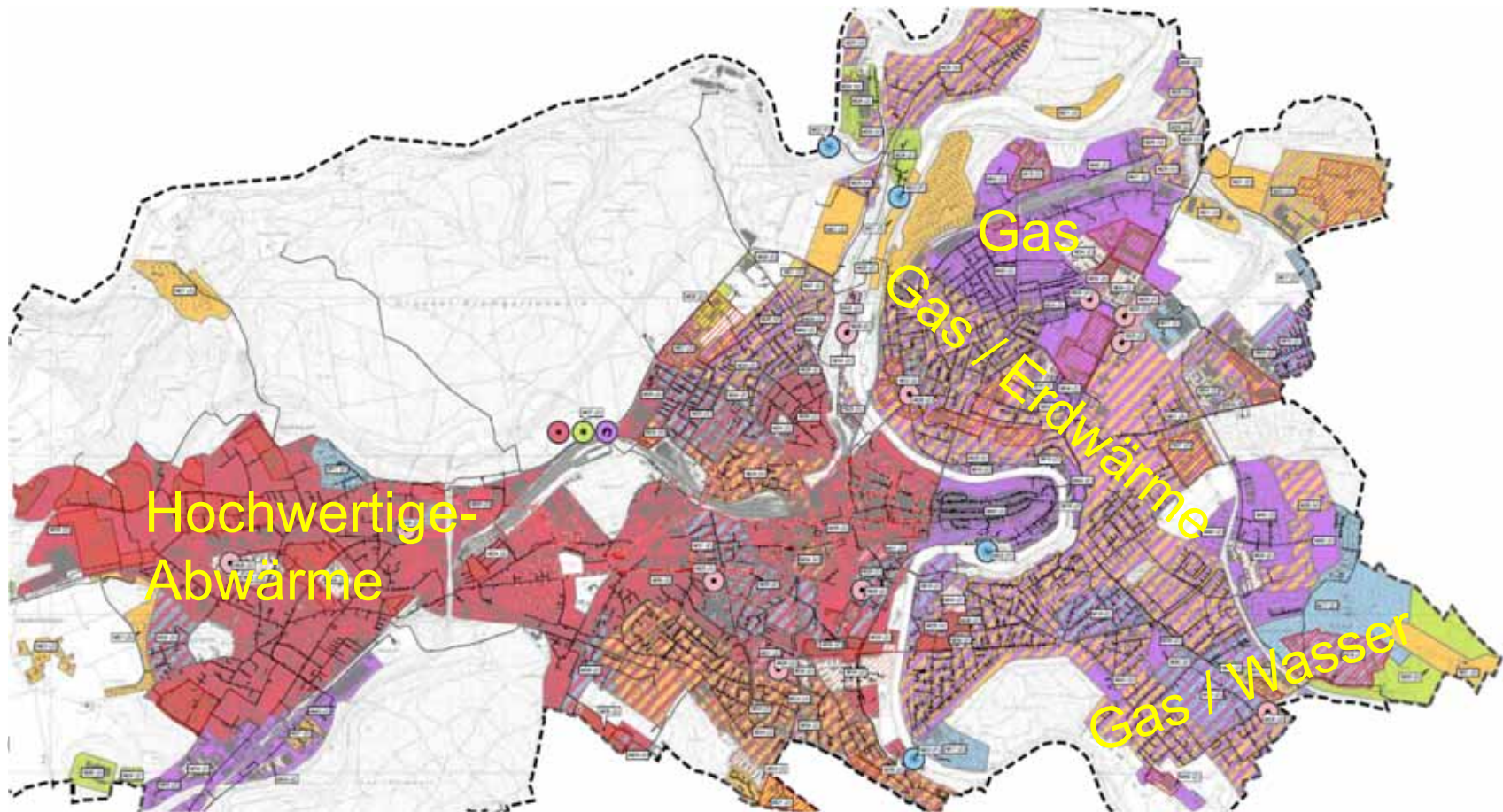
Wir versorgen Bern mit Strom, Biogas und Erdgas,
Fernwärme, Wasser sowie Glasfaser-Internet
und fördern energieeffiziente Mobilität.
7 Tage x 24 Stunden, sicher und nachhaltig

Wir produzieren Strom und Wärme aus erneuerbaren
Energieträgern und Kehrrecht und bieten mass-
geschneiderte Gesamtenergielösungen aus einer Hand

The background image shows a complex industrial system with numerous large, dark-colored pipes and a prominent smokestack on the right emitting a plume of white smoke. The scene is set outdoors with trees and a clear sky in the background. A semi-transparent circular overlay is centered on the image, containing the text.

Energiepolitischer Rahmen

Energierichtplan 2035 Stadt Bern

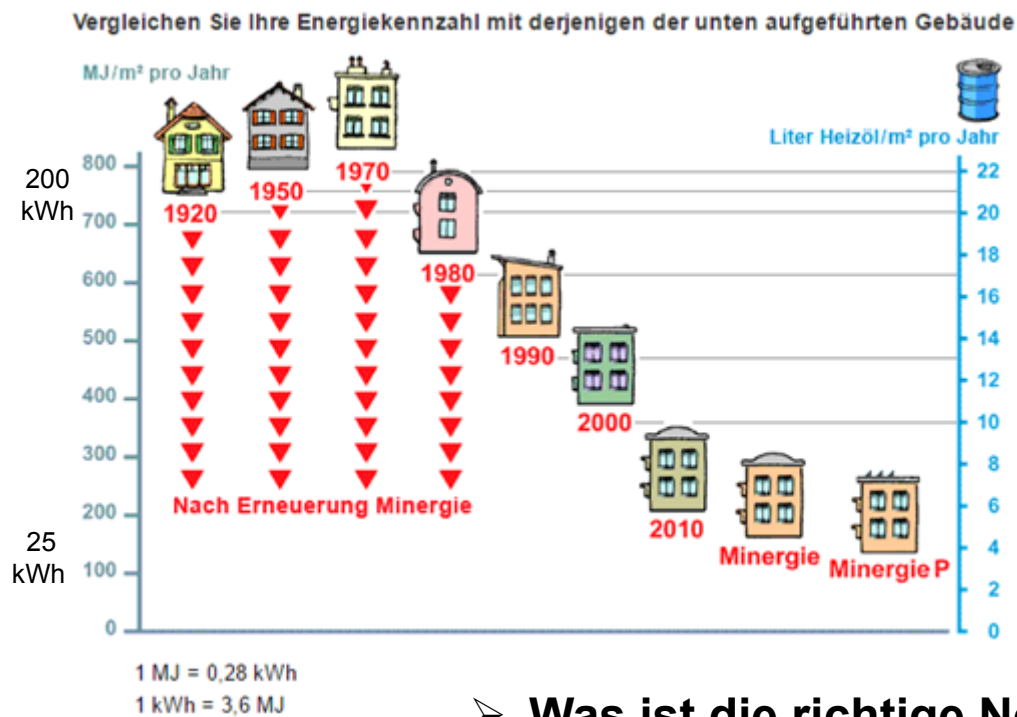


Die wichtigsten Handlungsmaximen

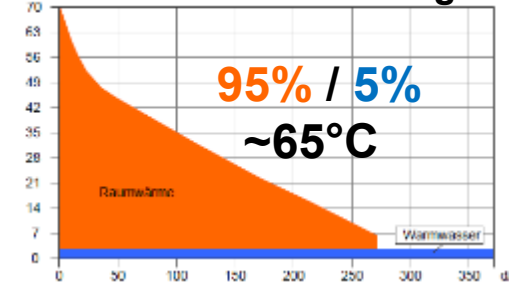
- 20% Reduktion der Wärmemenge
- 70% erneuerbarer Anteil in der Wärme
- 80% erneuerbarer Anteil im Strom



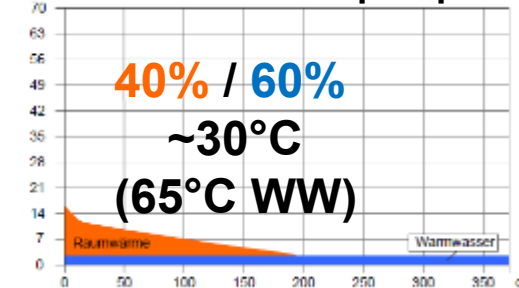
Veränderung des Benutzerprofiles Endenergie



Welt der Verbrennung!



Welt der Wärmepumpe?

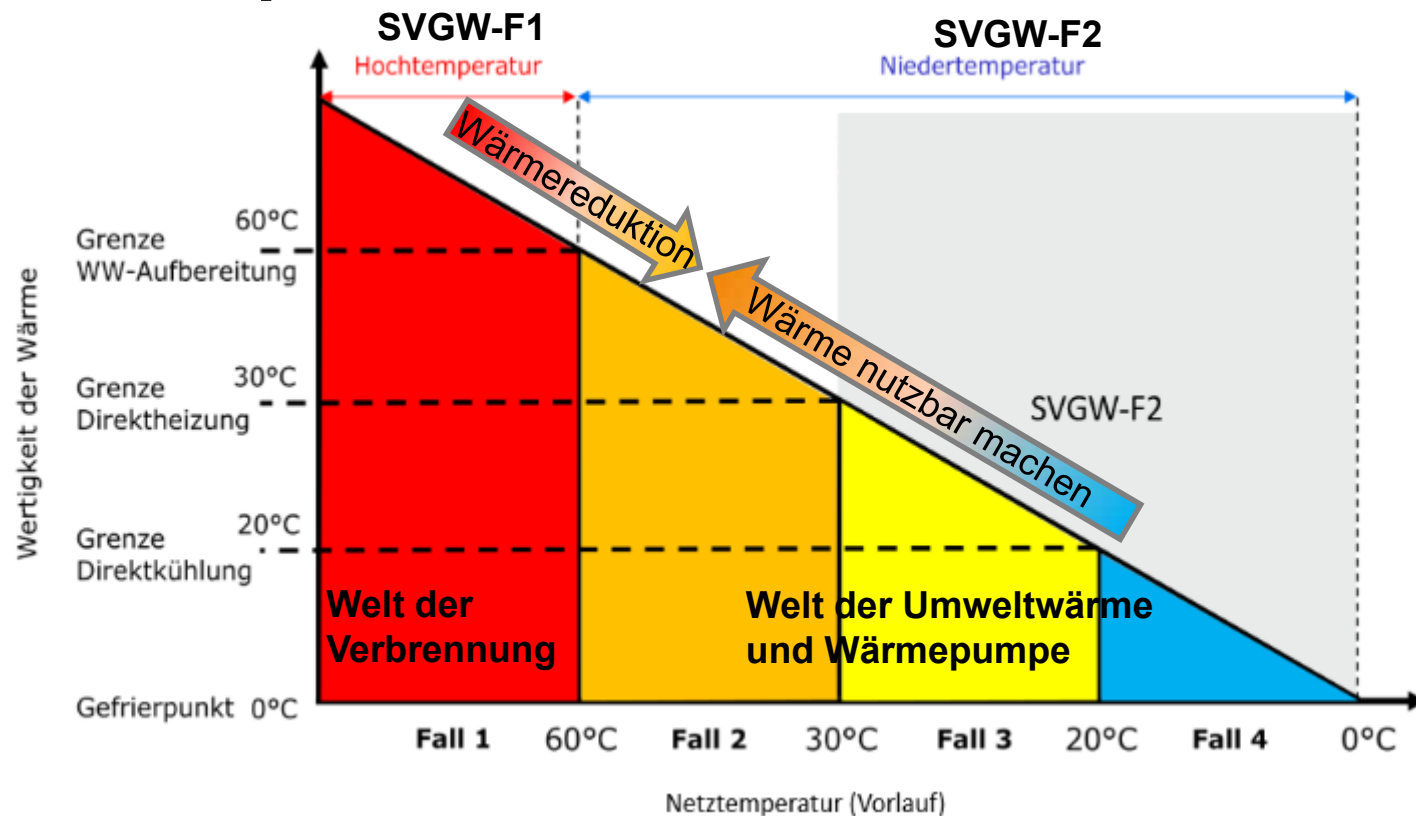


Bsp. Areal Holliger
 SIA 2040 2000W
 WW: 14 W/m²a
 Wärme: 10 W/m²a
 WW: 910 MWh/a
 Wärme: 440 MWh/a

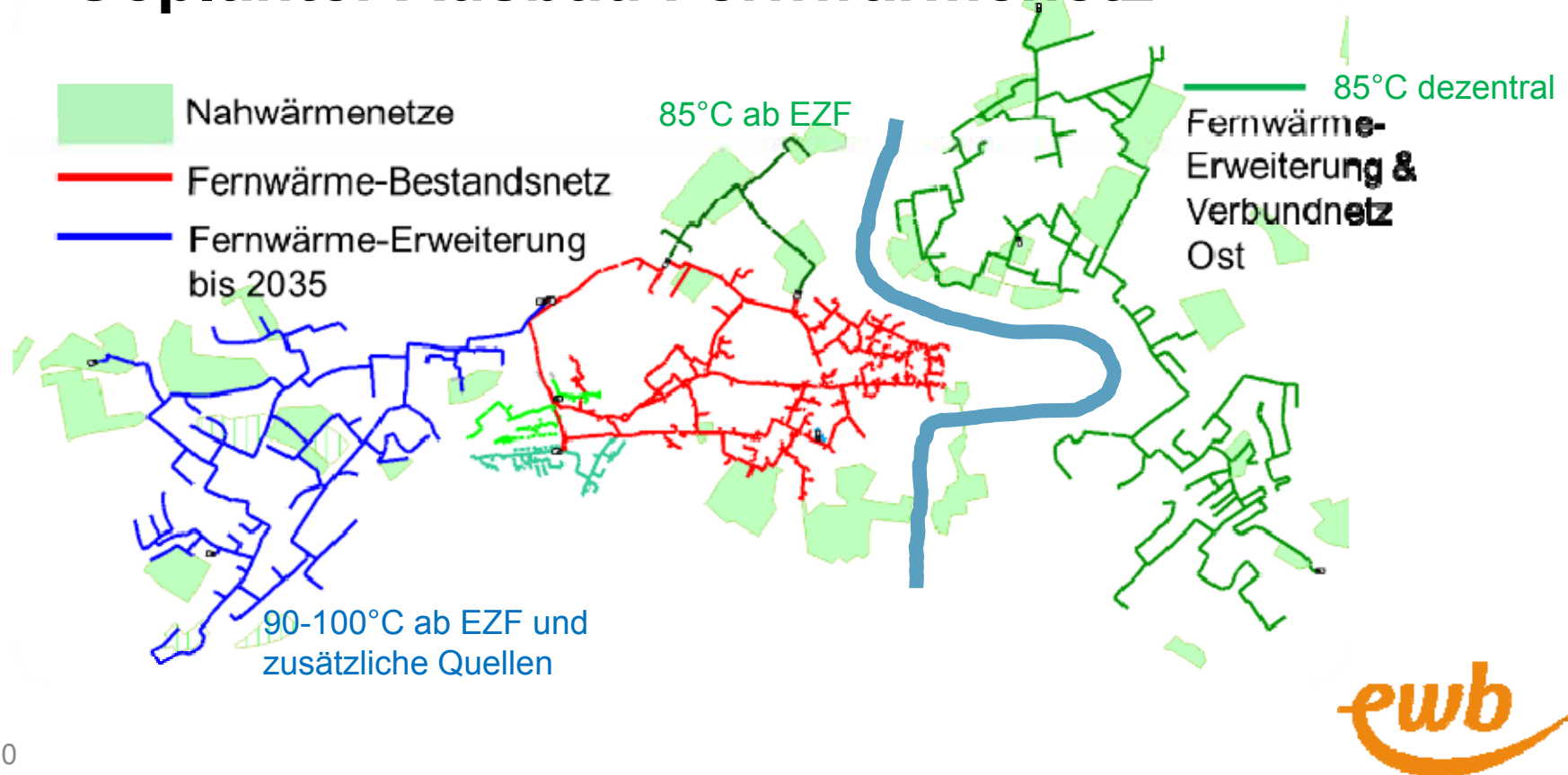
➤ Was ist die richtige Netztemperatur?



Netztemperaturen Was ist die richtige End- und Netztemperatur?

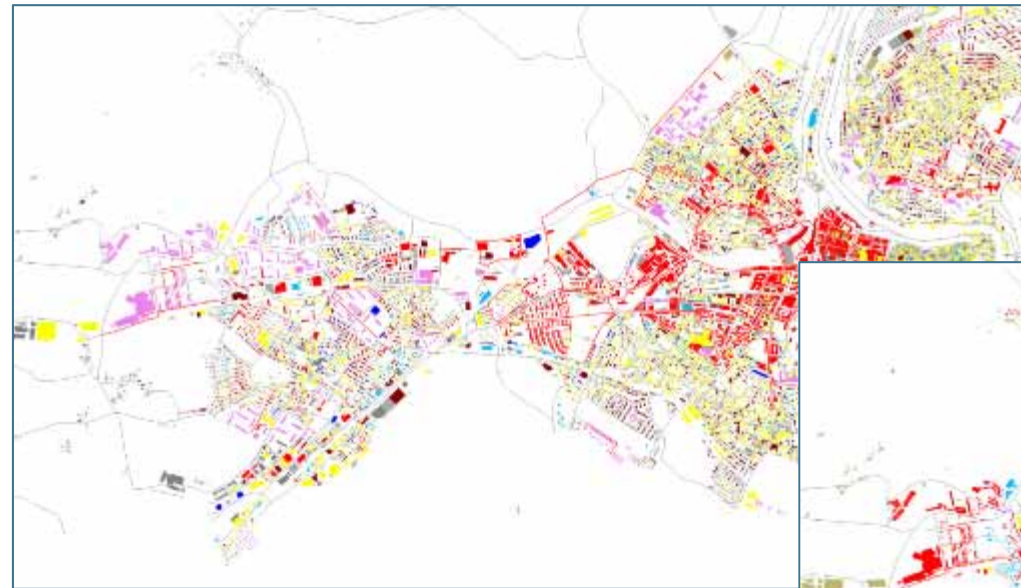


Geplanter Ausbau Fernwärmenetz



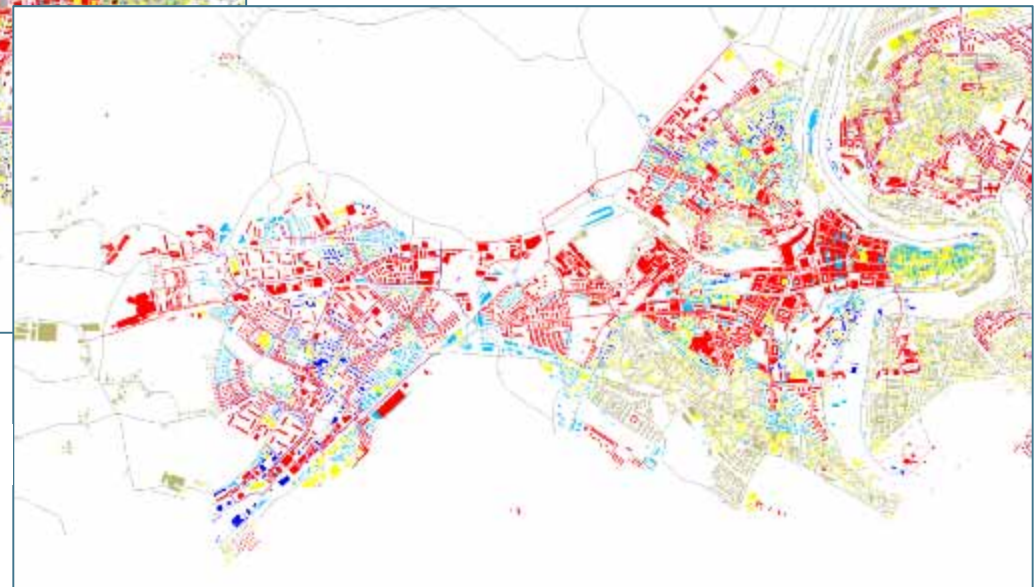
Zielnetz Ausbau Fernwärme

Vom Jahr 2020 ins Jahr 2035



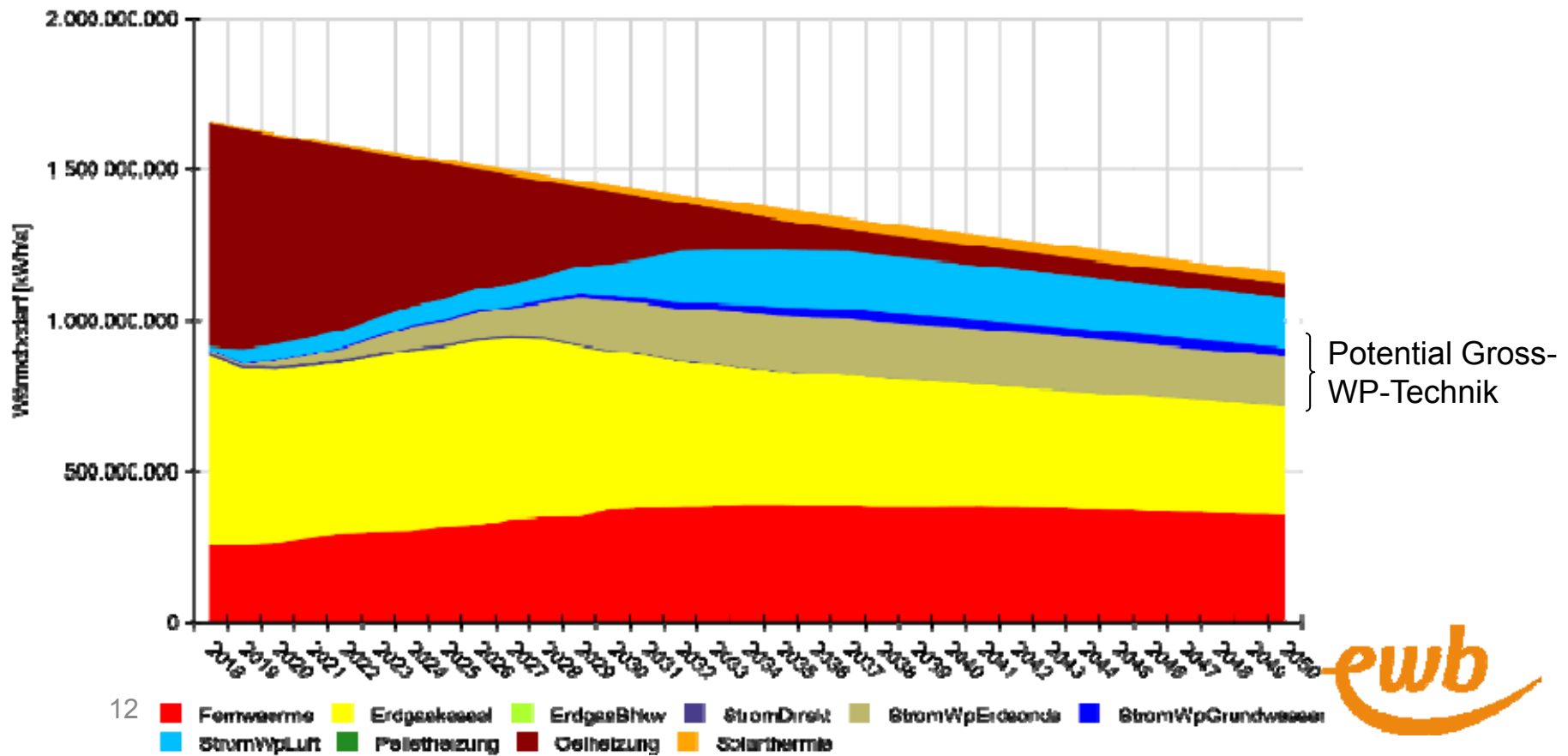
2020

2035

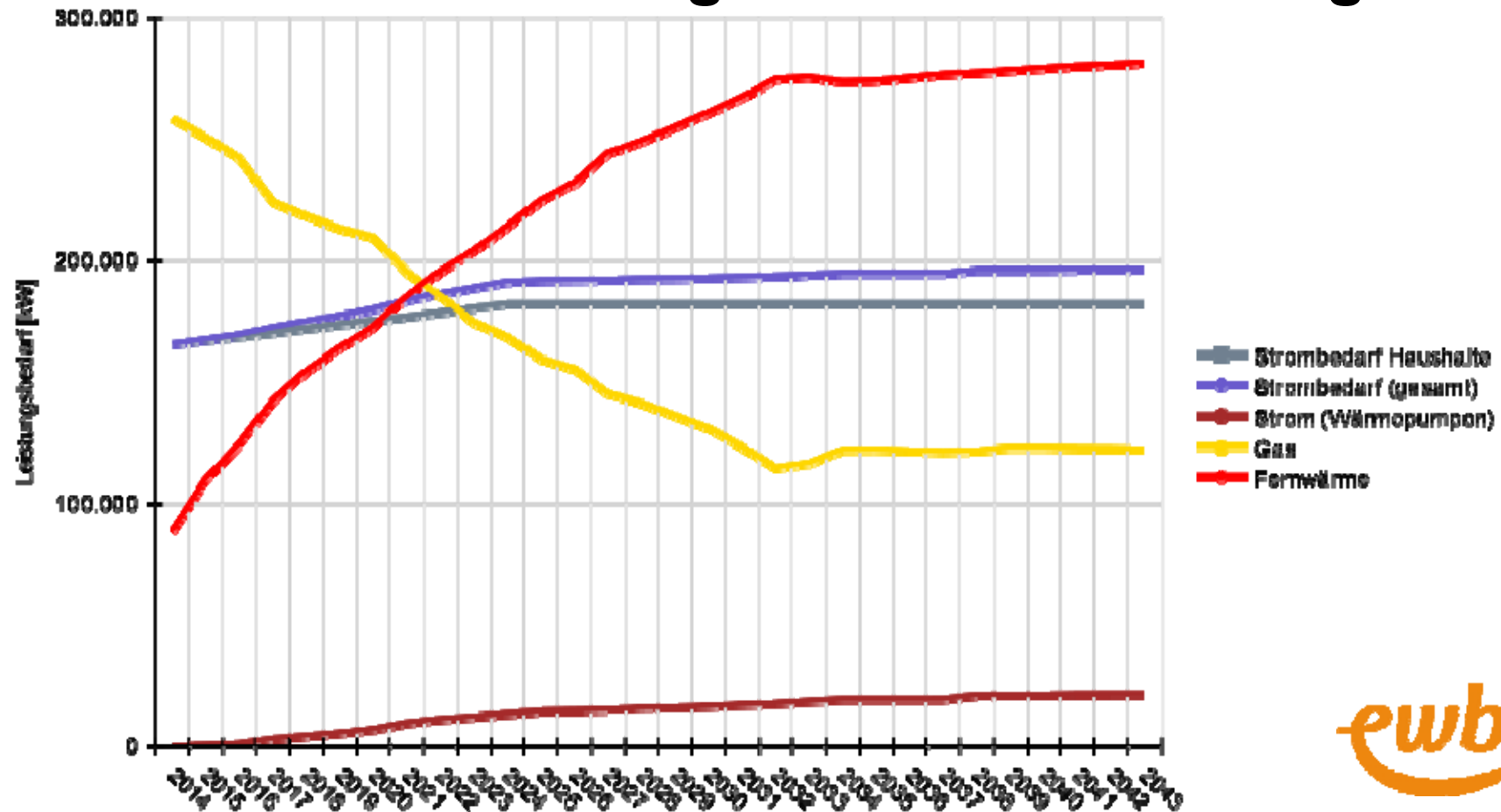


■ Fernwärme ■ Erdgaskessel ■ StromDirekt ■ StromWpErdsonde ■ StromWpGrundwasser ■ StromWpLuft
■ Ölheizung ■ Solarthermie

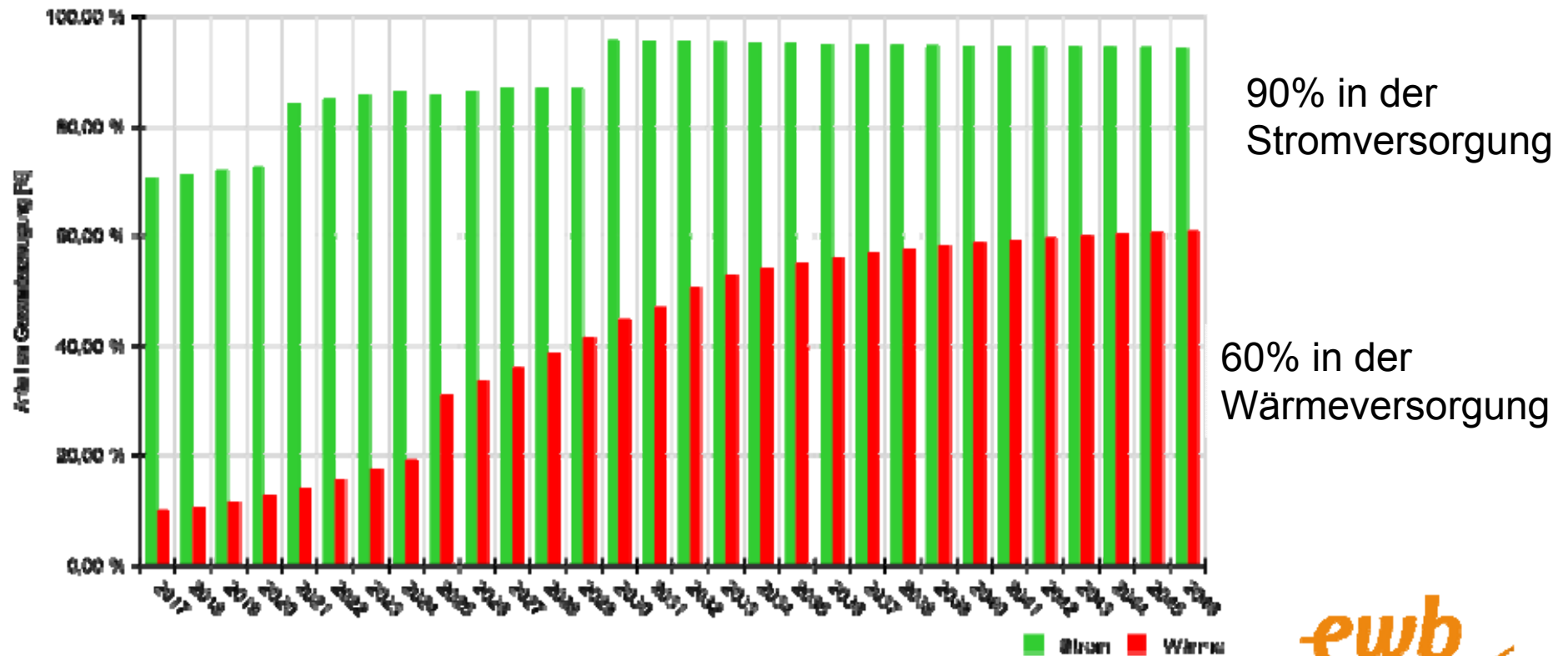
Entwicklung des Wärmebedarfs nach Heizungstyp



Simulation Leistungsbedarf Primärenergie



Simulationen (erneuerbarer Anteil Strom + Wärme)





Energiezentrale Forsthaus

Energiezentrale Forsthaus Zeitplan

Bau

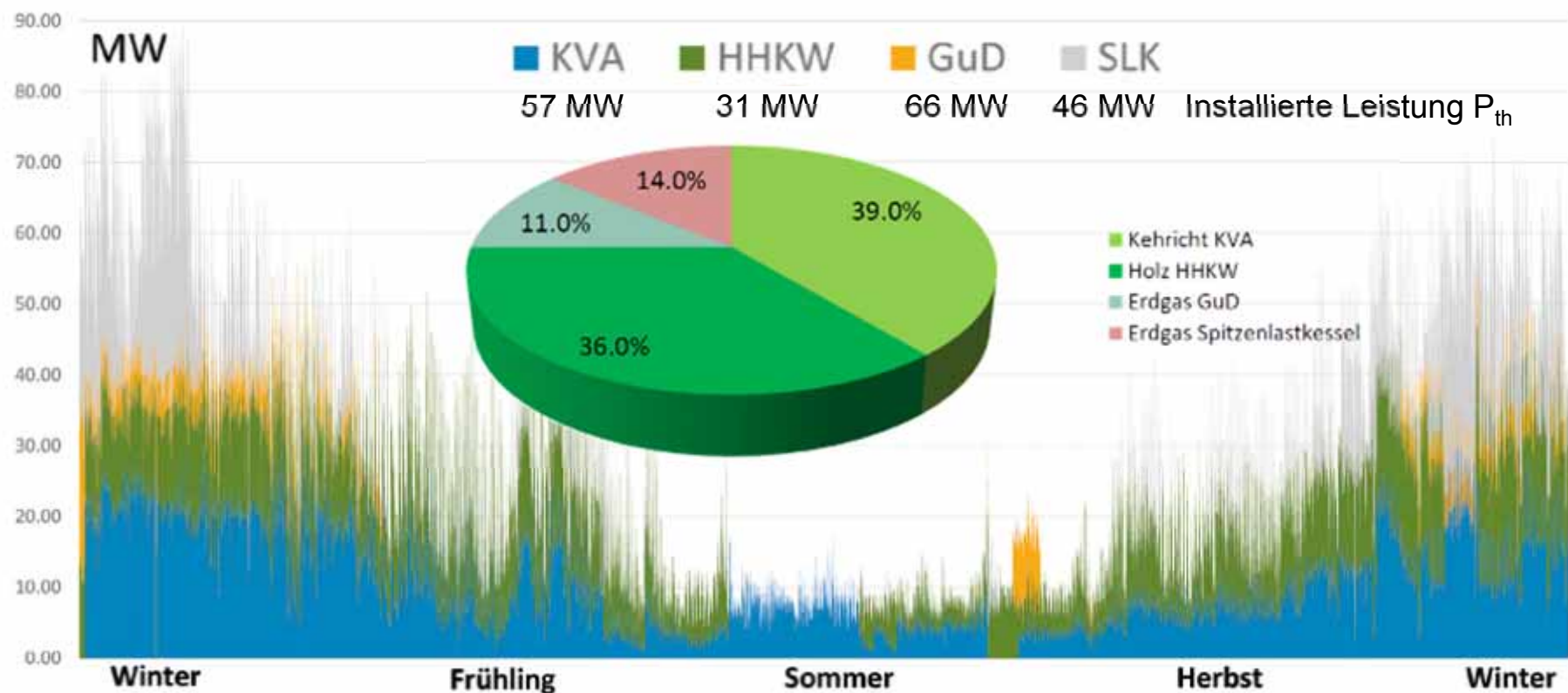
- 24. Februar 2008 Volksabstimmung Forsthaus West (88% Zustimmung)
- Juni 2008 Baubewilligung, März 2009 Baubeginn
- 15. Juni 2009 Grundsteinlegung, Dezember 2009 Beginn Bauteil
- Februar 2011 Beginn Montage Verfahrenstechnik
- Juni 2012 Erstes Feuer HHKW und GuD
- Juli 2012 Erstes Feuer KVA
- April 2013 Letzte Übernahme (HHKW)

Optimierung

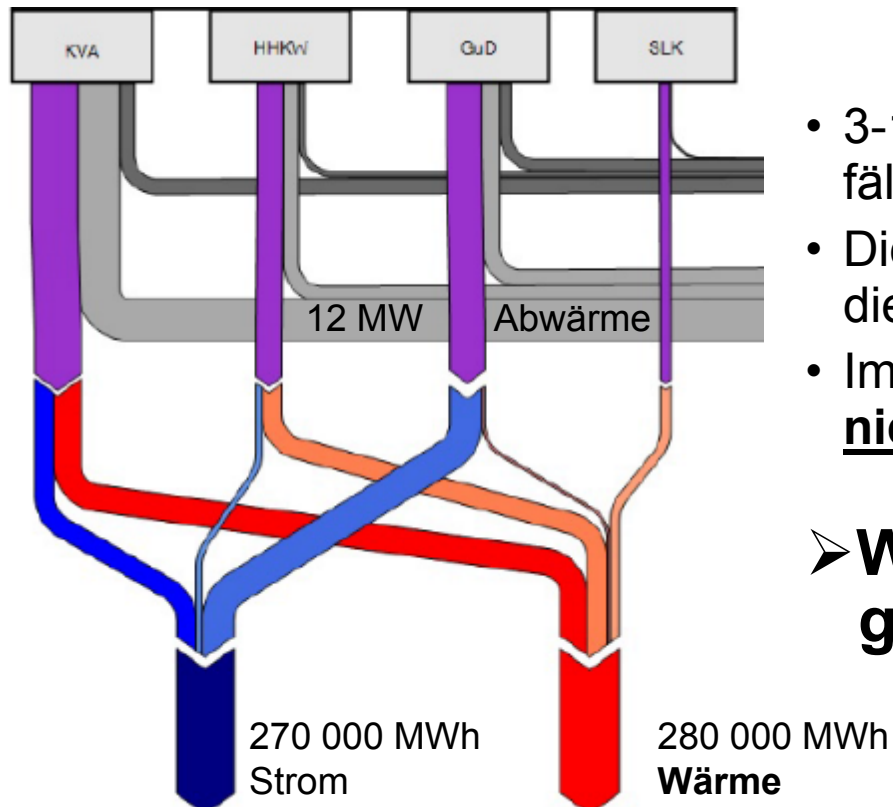
- 2018 Baubewilligung Geospeicher – Herbst 2019 Erkundungsbohrungen
- 2019 Einbau Gegendruck Dampfturbine zur Effizienzsteigerung
- 2019 Start Ausbau FW - Netz West
- 20xx Wärmerückgewinnung aus dem Kamin und Hub auf nutzbares Temperaturniveau 90°C mit WP
-



Produzierte Menge FW total MW ab der EZF



Leistungen und Abwärme in der EZF 2017



- 3-12 MW Kamin- und Prozessabwärme fällt **dauernd** an = 35 000 MWh/a
- Diese Wärme kann im **Winter** direkt für die FW **genutzt** werden.
- Im Sommer kann Wärme **16 000 MWh/a** nicht direkt genutzt werden.

➤ **Wie kann die Abwärme genutzt werden?**





Abwärme-
nutzung
Kamin

Berechnete Fälle

RG Kühlung ohne Kondensation

- Fall 1: RG Kühlung auf 80°C
 - ohne Aufwärmung

18'200 MWh
~0.25 Mio CHF

RG Kühlung mit Kondensation

- Fall 2: RG Kühlung auf 50°C
 - 2.1 mit Aufwärmung auf 80°C
 - 2.2 mit Aufwärmung auf 100°C

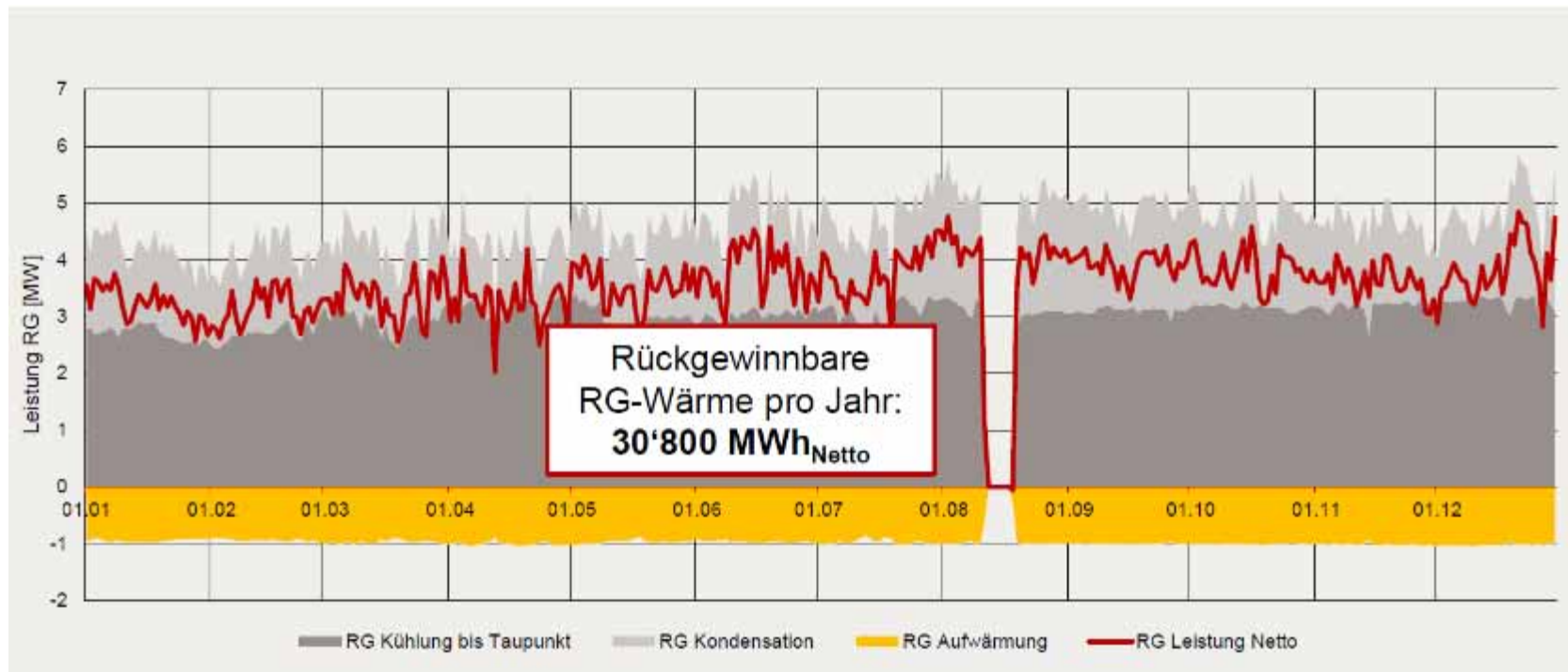
30'800 MWh_{Netto}
~0.4 Mio CHF

- Fall 3: RG Kühlung auf 30°C
 - 3.1 mit Aufwärmung auf 35°C
 - 3.2 Beimischung von Frischluft

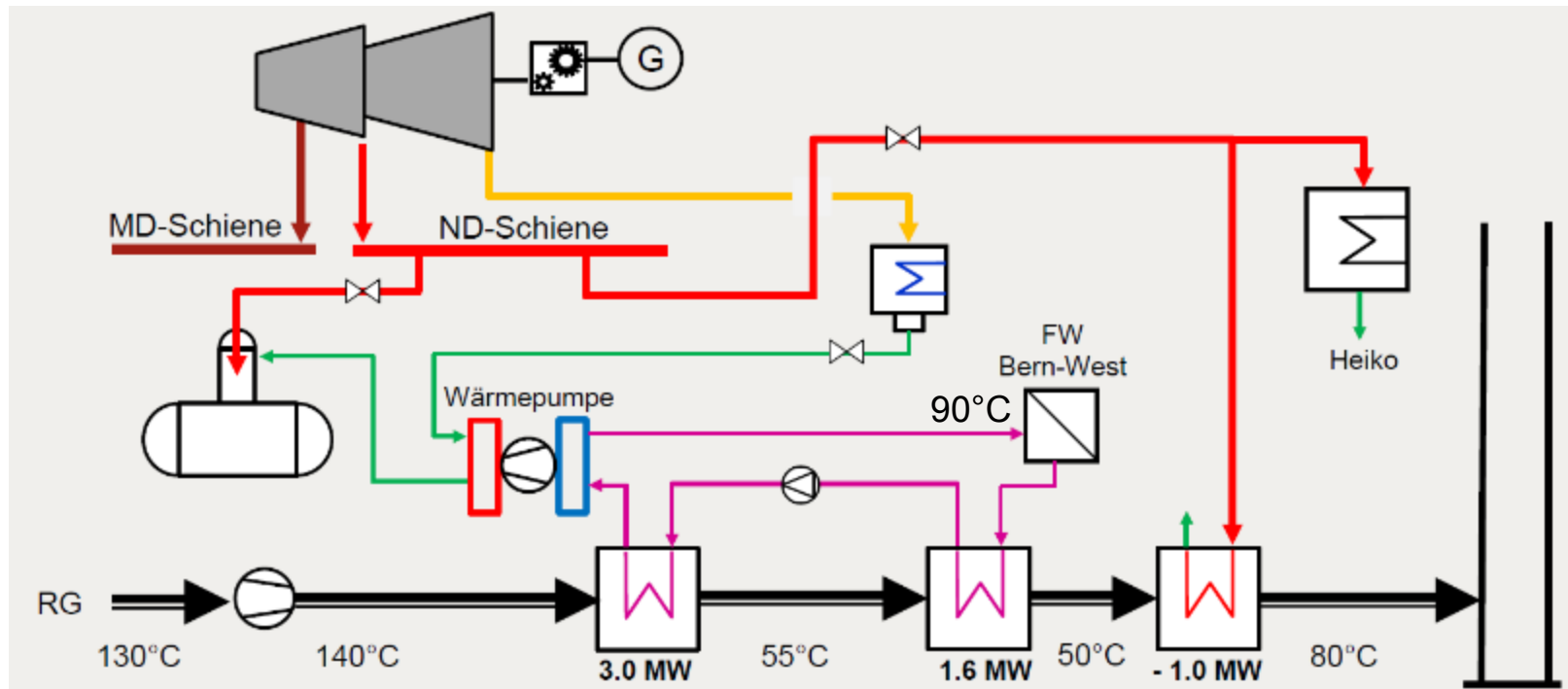
79'400 MWh_{Netto}
>1 Mio CHF



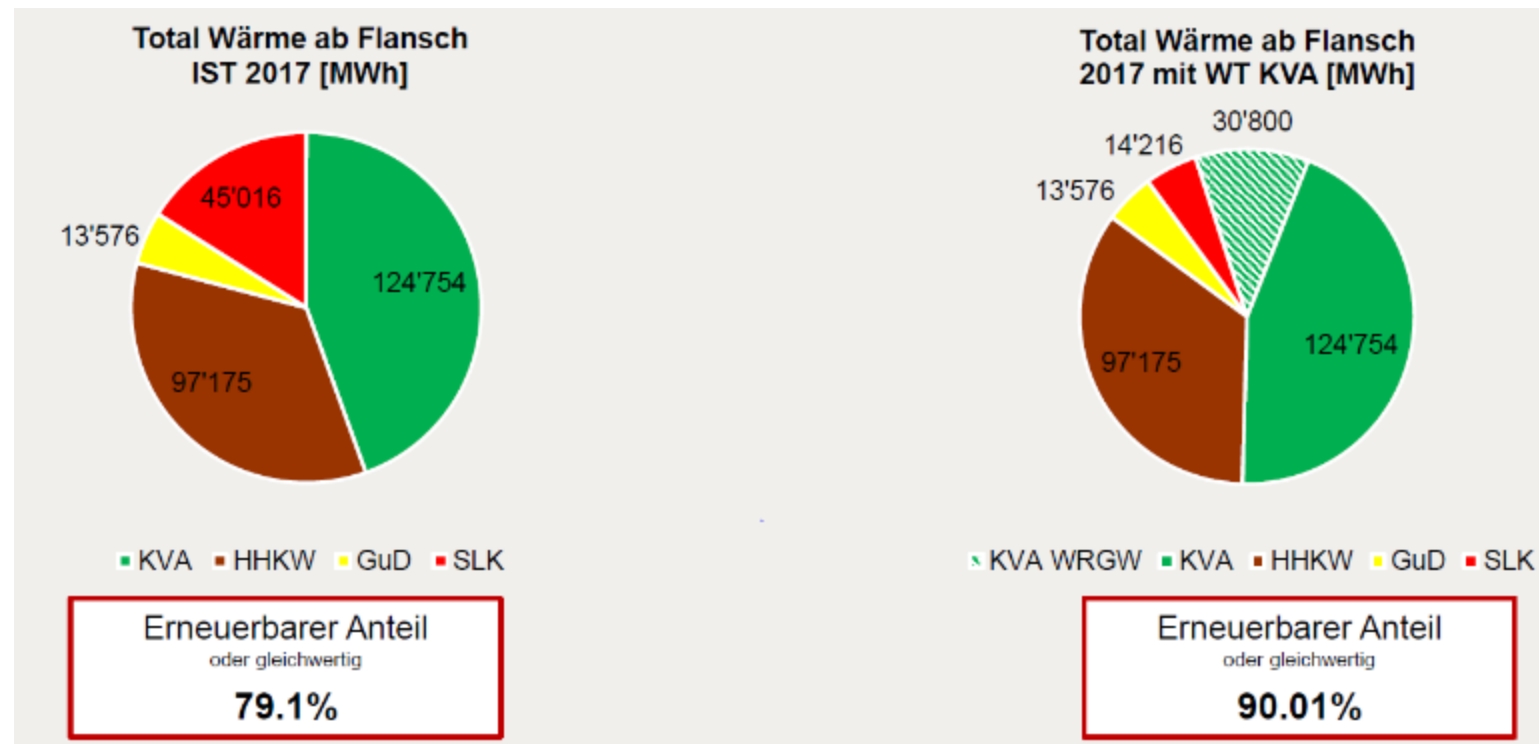
RG Kühlung auf 50°C Aufwärmen auf 80°C (Fall 2.1)



Hydraulische Schaltung (Fall 2.1)

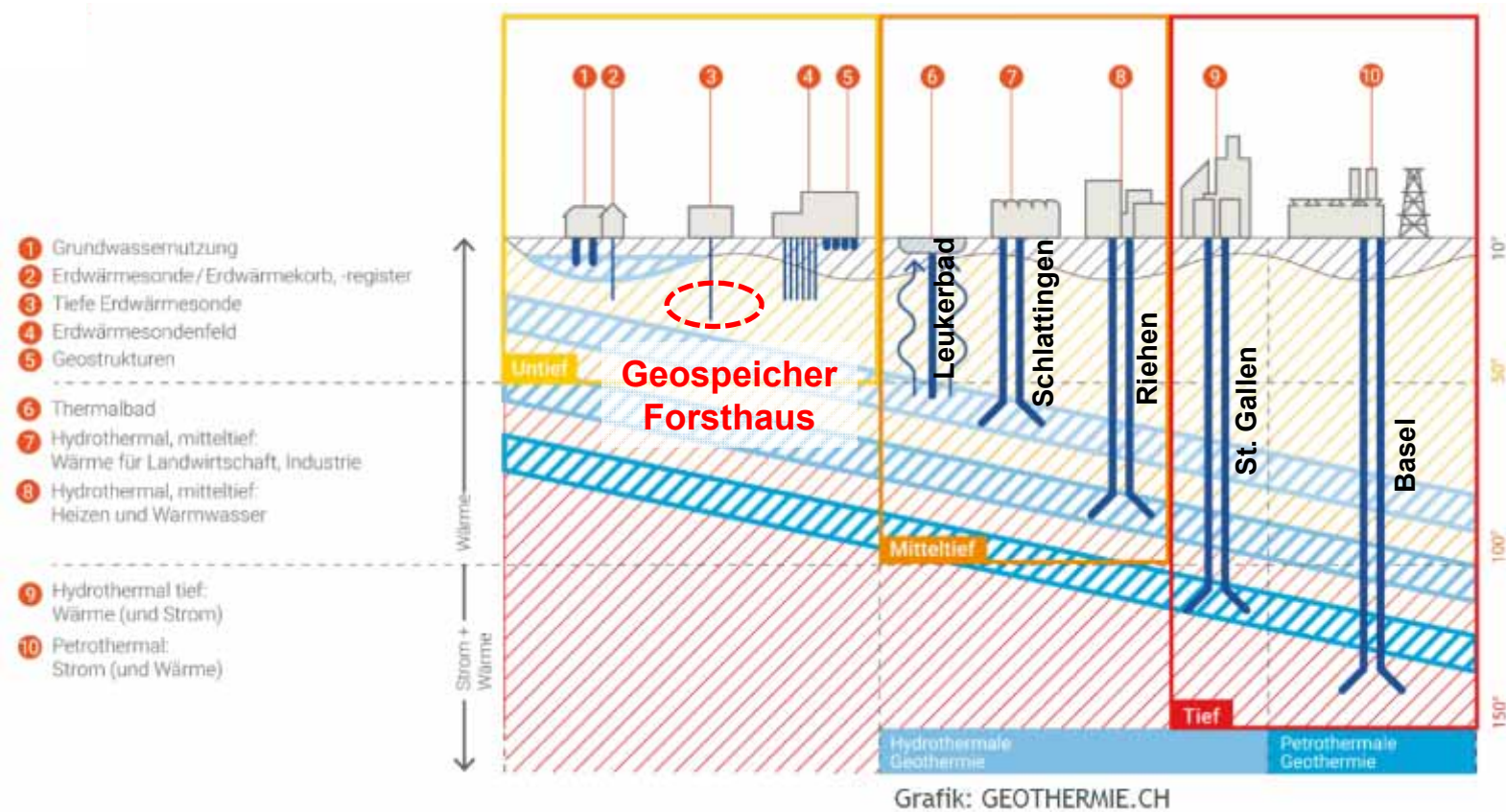


Erneuerbarer Teil Wärme (Fall 2.1)



Pilotprojekt
«Geospeicher»
Forsthaus

Erdwärmennutzung & Saisonspeicher Wärme



Möglichkeiten der Geothermie

ANSI/BSI-Geothermie Energie Bern
Geothermie Energie Bern

Auftraggeber: Energie Wasser Bern
Energie Wasser Bern

ewb

**Grundlagenstudie Tiefengeothermie
Espace Bern**

Entscheidungsgrundlage zur Entwicklung
der Tiefengeothermie in Bern



erarbeitet durch die Arbeitsgemeinschaft
Geothermie Espace Bern
bestehend aus:
Geothermal Explorers Int. Ltd., Pratteln
Kellerhals + Hoefeli AG, Bern
Dr. Roland Wyss GmbH, Frauenfeld
Eberhard & Partner AG, Aarau

Pratteln, 29. Juni 2010

ANSI/BSI-Geothermie Energie Bern
ANSI/BSI-Geothermie Energie Bern
ANSI/BSI-Geothermie Energie Bern



Play	Tiefenlage (in Meter)	Temp. (°C)	Technik Wärme/Strom
USM (neu!)	160 – 1'550	15 – 55	WP/ Anergie
Malm	1'550 – 2'200	60 - 65	WP
Dogger	2'420 – 2'700	80 - 90	direkt
Muschel kalk	3'000 – 3'550	110	direkt
GG	ab 3'550 ...	140	Direkt/Dampf/ Strom



Information der Öffentlichkeit (18.10.2017)

PILOTPROJEKT «GEOSPEICHER»

ENERGIE WASSER BERN BEANTRAGT EINE BOHRBEWILLIGUNG

Energie Wasser Bern plant auf dem Areal der Energiezentrale Forsthaus mit dem Pilotprojekt «Geospeicher» Bohrungen durchzuführen, um die anfallende Wärme mittels eines saisonal betriebenen Geospeichers zu optimieren.

Wie ein Kachelofen tief im Boden
EWB treibt die Energiewende in der Stadt Bern voran. Das Unternehmen will im Forsthaus Abwärme im Boden speichern. Dafür müssen tiefe Löcher gebohrt werden.

EWB plant Wärmespeicher tief unter der Erde

Tief im Untergrund des Berner Forsthaus-Areals soll ein Wärmespeicher entstehen. Entsprechende Pläne hat der Stadtberner Energieversorger EWB am Mittwoch vorgestellt. Eine erste Bohrung soll in etwa einem Jahr erfolgen.

Der Bohrplatz von Energie Wasser Bern



1. Geospeicher mit Abwärme der EZF
2. Geospeicher mit Tiefengeothermie kombinieren

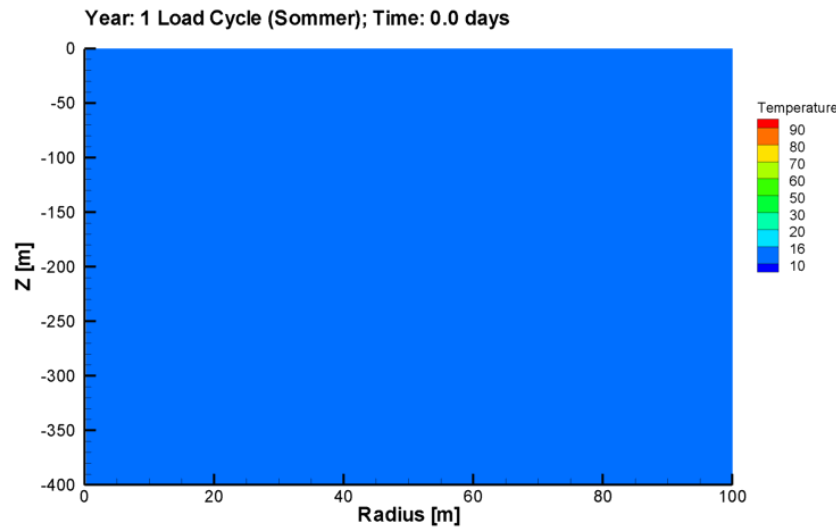


Modell Geospeicher



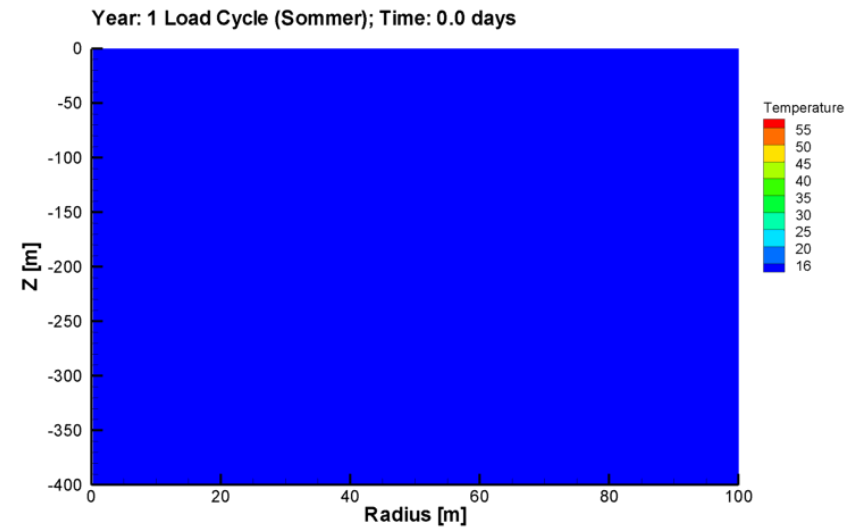
Ladezeit je 83 Tage; 12 Sandsteinlagen USM; 25 l/sec; 380'000m³ Wasserequivalent

$T_{inj} = 90^{\circ}\text{C}$



Nutzung Direkt (ohne WP)

$T_{inj} = 60^{\circ}\text{C}$

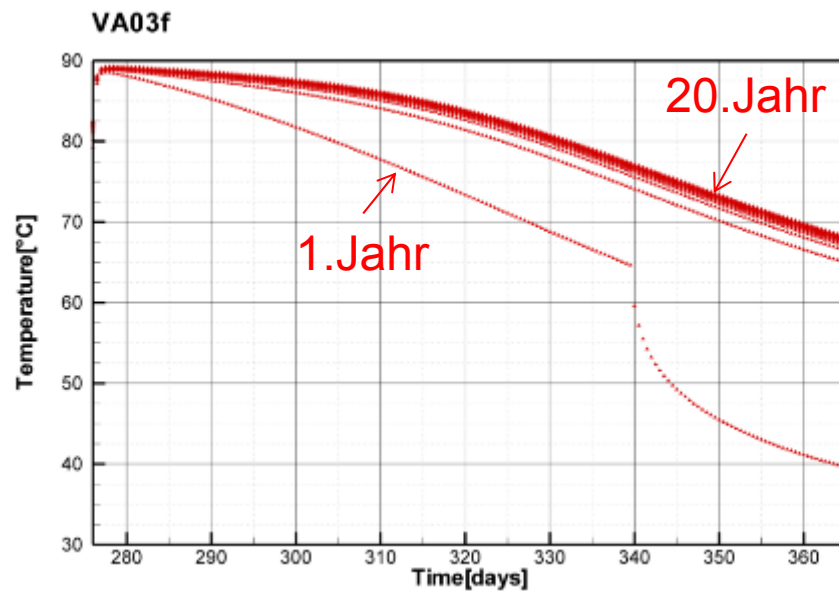


Nutzung mit WP

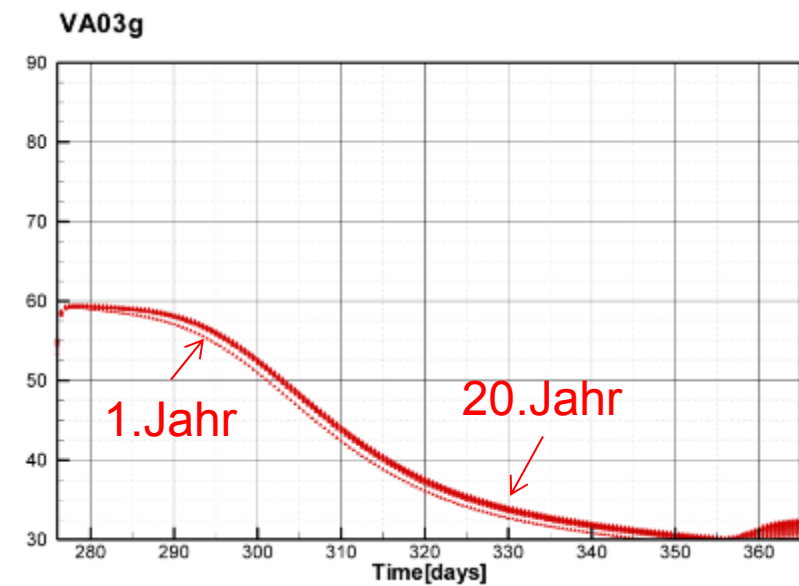


Resultate: Fördertemperatur beim Entladen

Ohne Wärmepumpe, $T_{inj} = 90^{\circ}\text{C}$



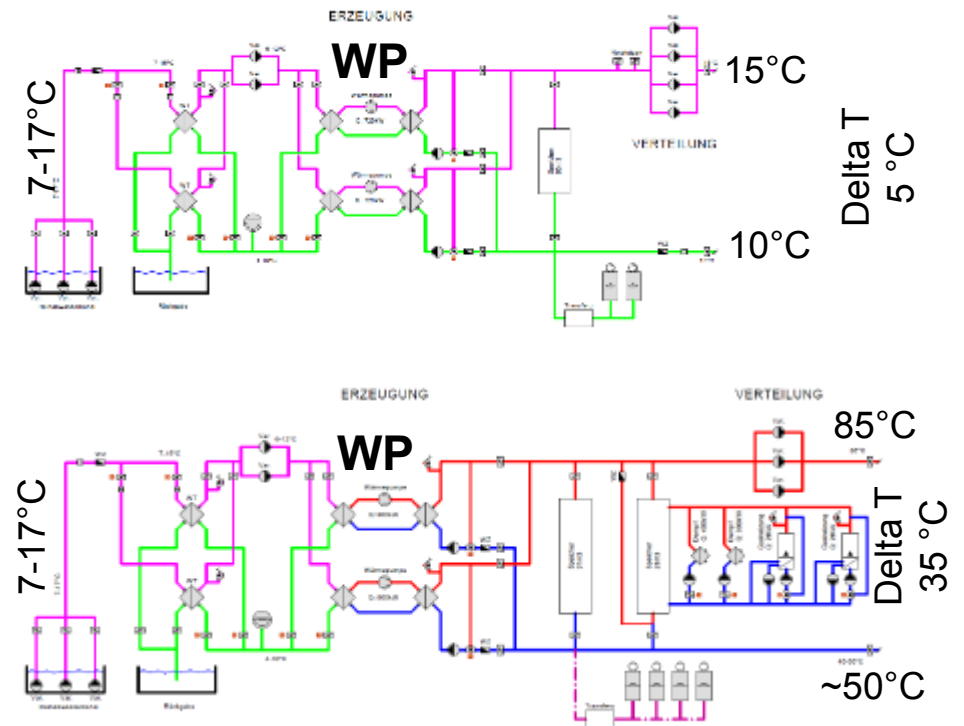
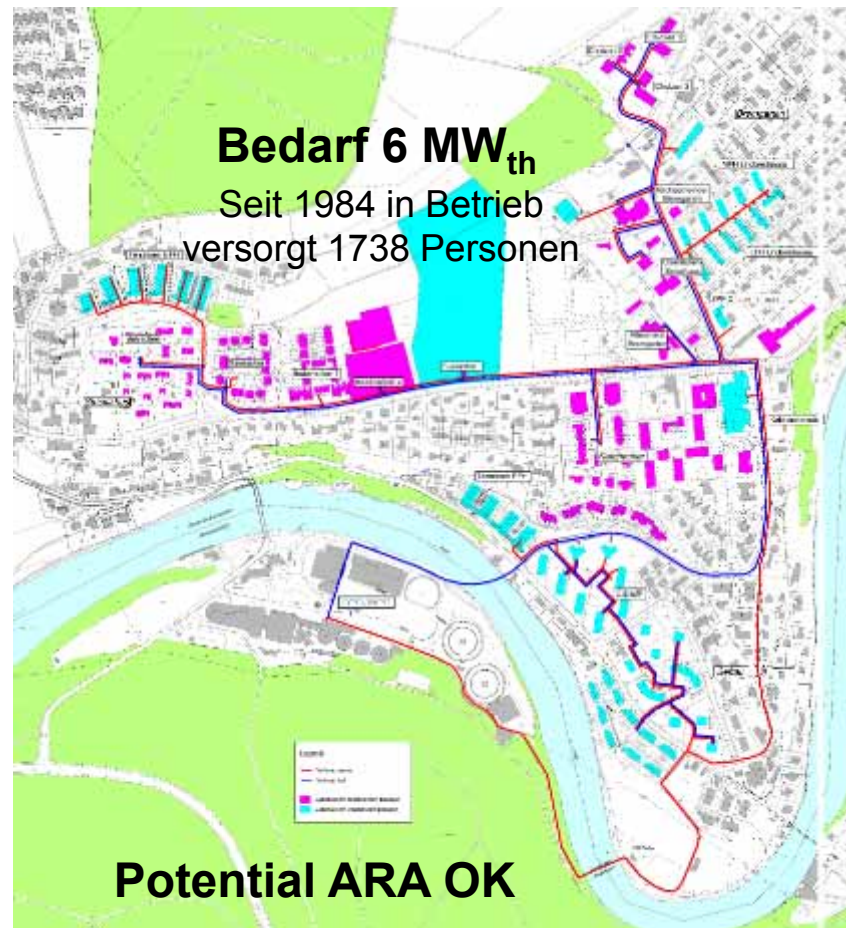
Mit Wärmepumpe, $T_{inj} = 60^{\circ}\text{C}$





Wärme aus der
ARA
nutzbar machen

Situation Wärmekollektiv Bremgarten



eicher+pauli
 Planer für Energie- und Gebäudetechnik



Gesamtbeurteilung Wärmekollektiv Bremgarten

	dezentrale Lösungen		
	Sonne /Gas	Pellet/Gas	Erdsonden/Gas
Spez. Wärmepreis (Rp./kWh)	20.1	15.3 - 18.5	20.9 - 22.2
Anteil erneuerbare Energie	25%	75%	75 - 100%
Vorgaben Priorität erfüllt	nein	nein	ja
Luftschadstoffbelastung	mittel	gross	klein
CO2-Belastung	gross	klein	klein

Quelle Feb. 2018:
eicher+pauli
 Planer für Energie- und Gebäudetechnik

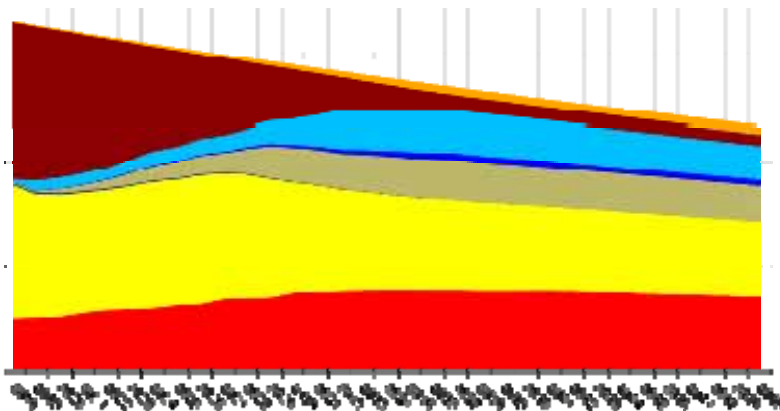
Die Kantonale Energieverordnung (KENV) gibt den Gemeinden bei der Energieplanung folgende Priorisierung der Energieträger vor:

1. Priorität: Ortsgebundene, hochwertige Abwärme
2. Priorität: Ortsgebundene, niederwertige Abwärme und Umweltwärme
3. Priorität: Bestehende leitungsgebundene, erneuerbare Energieträger
4. Priorität: Regional verfügbare, erneuerbare Energieträger
5. Priorität: Örtlich ungebundene Umweltwärme

Wärmeverbund neu	
kalt	warm
19.9	17.7
75%	>75%
ja	ja
klein	klein
klein	klein

Zusammenfassung der Erkenntnisse:

- Ortsgebundene, niederwertige Abwärme und Umweltwärme können nur durch Wärmepumpen sinnvoll genutzt werden
- Wärmepumpen tragen dazu bei, dass die Klimaziele erreicht werden können
- Mit einem Wärmenetz ist man unabhängig von der Wärmequelle
- Durch Reglemente können gewisse ortsgebundene, niederwertige Abwärme- und Umweltwärme erst in Verbundlösungen genutzt werden
- Der Einsatz von Gross-Wärmepumpen ermöglicht hybride, effiziente und wirtschaftliche Lösungen



- Die Kostenentwicklung Wärme/Kälte wird mit WP mit Faktor 0.25 der Strompreise gebremst
- Die Bedeutung der Lösungen mit Wärmepumpen nehmen laufend zu und sind wirtschaftlich





Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit
Fragen?