

Nachnutzung von Deponien durch Erdbecken-Wärmespeicher

34. Karlsruher Deponie und Altlastenseminar

Michael Klöck M.Sc., 17.10.2024

Steinbeis
Forschungsinstitut für
solare und zukunftsfähige
thermische Energiesysteme

Meitnerstr. 8
D-70563 Stuttgart
www.solites.de



Solites - Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme im Steinbeis-Unternehmensverbund

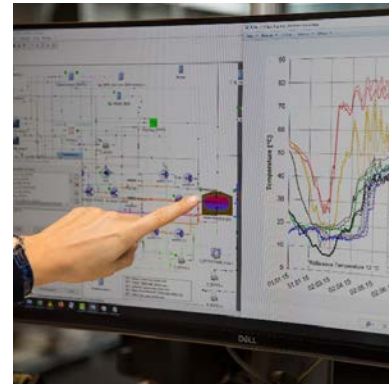
Solare Nahwärme
+ sais. Wärmesp.



Oberflächennahe
Geothermie



Simulation



Transfer

SDH
solar district heating

Solnet Plus

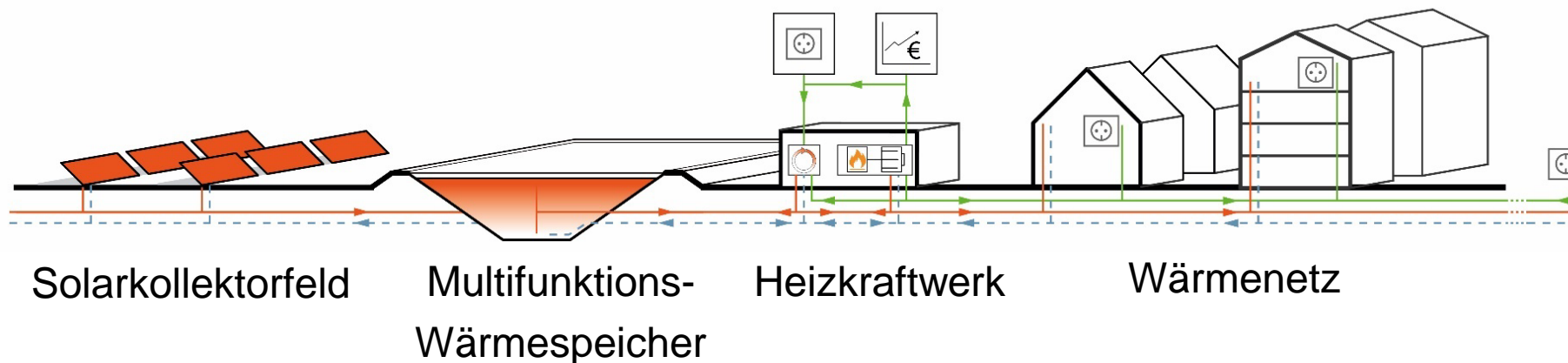
RES DHC
Renewable Energy Sources for
District Heating and Cooling

ENERGIEEFFIZIENZ
für Pflegeeinrichtungen

saisonalspeicher.de

scfw.de

Energieversorgungssysteme mit minimierten CO₂-Emissionen

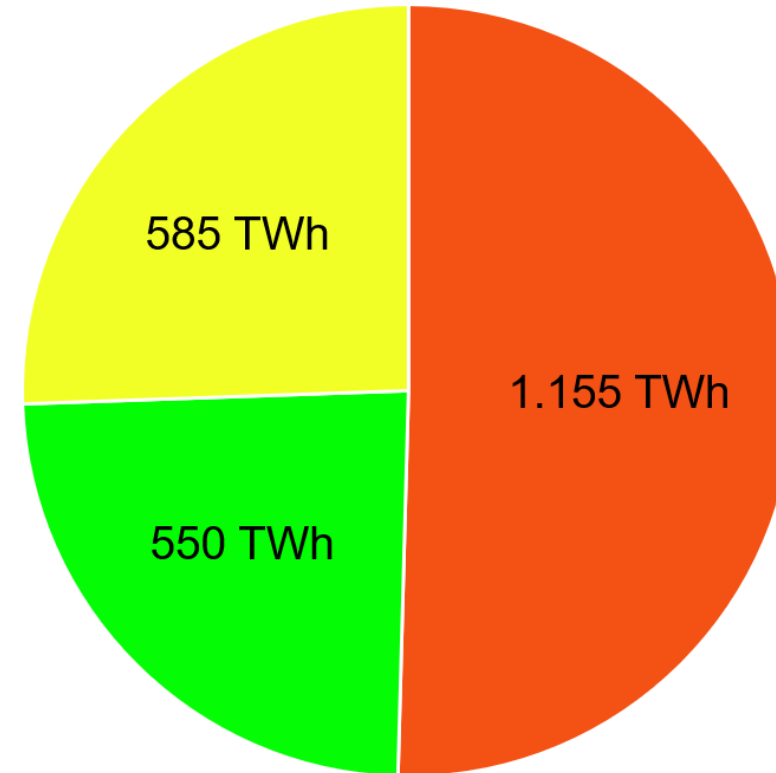


Wozu ein Erdbecken-Wärmespeicher?

- Herleitung der Motivation: Energiebedarf

- Politisches Ziel der EU:
Klimaneutraler Gebäudebestand bis 2050.
- Wärme macht mehr als 50 %
des gesamten deutschen
Endenergieverbrauchs aus.

Endenergieverbrauch Deutschland 2022



- Endenergieverbrauch Wärme und Kälte
- Bruttostromverbrauch*
- Endenergieverbrauch Verkehr**

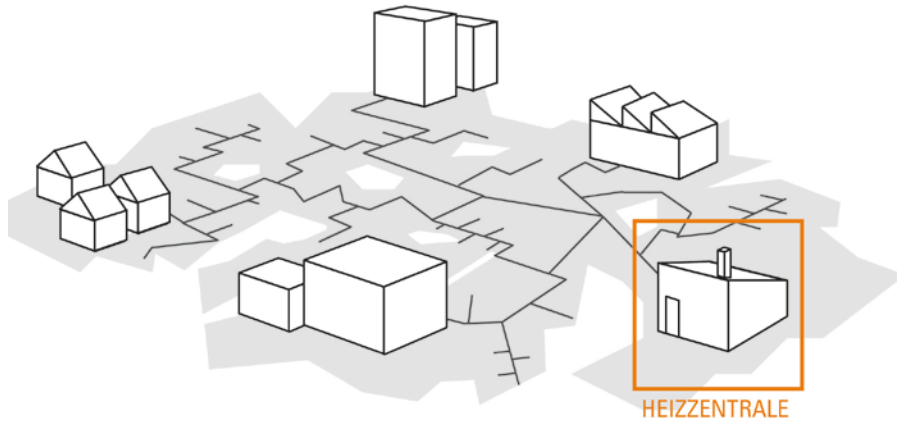
Grafik: Agentur für Erneuerbare Energien, 2022

* Der Stromverbrauch für Wärme, Kälte und
Verkehr ist im Bruttostromverbrauch enthalten

** Ohne Strom und internen Luftverkehr

Wozu ein Erdbecken-Wärmespeicher?

- Herleitung der Motivation: Wärmenetze



Stadt Freiburg (Foto: Solites)

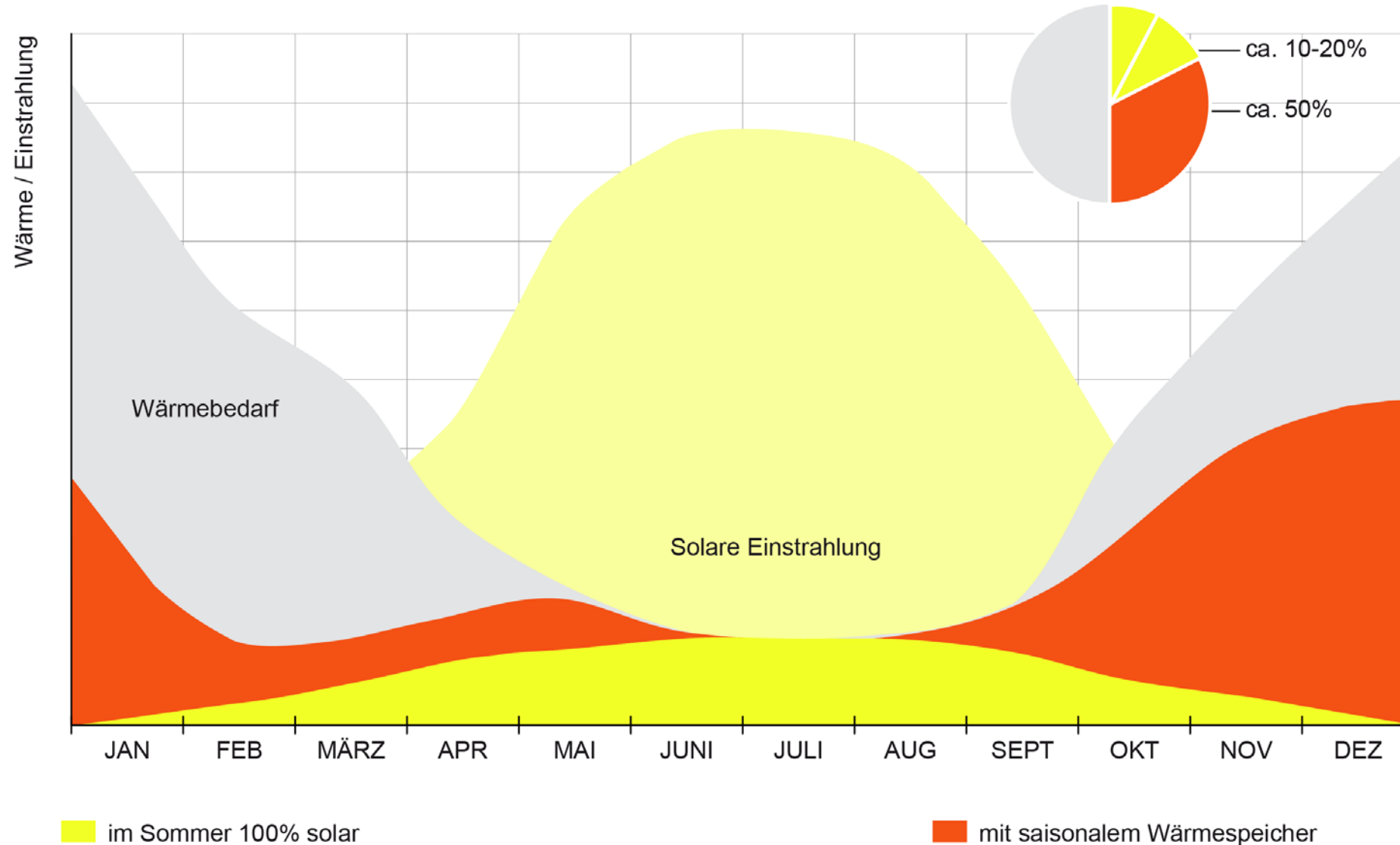


Stadt Tamm (Foto: Difu)

- **Wärmenetze** bieten eine **Plattform** für erneuerbare **Energien** und Effizienztechnologien:
 - Biomasse (Heizwerke)
 - Solarthermie-Großanlagen
 - Umweltwärmequellen:
 - Geothermie
 - Flüsse
 - Luft
 - Power-to-Heat aus EE wie Wind etc. (Wärmepumpen, Elektrodenkessel)
 - Industrieabwärme
 - Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW)
 - **Wärmespeicher**

Wozu ein Erdbecken-Wärmespeicher?

- Herleitung der Motivation: Saisonalwärmespeicher + Solarth.



Wozu ein Erdbecken-Wärmespeicher?

- Herleitung der Motivation: Größenrelation Sais.-Wärmspeicher

- Viele **Wärmenetze** in Wohnsiedlungen weisen einen jährlichen Wärmebedarf von wenigen GWh bis hin zu hohen 3-stelligen Zahlen im **GWh-Bereich** auf.
- Beispiel: **100 m³ Stahl-Pufferspeicher**
 - 3,5 m Durchmesser, 11 m Höhe
 - 4.000 kWh = 4 MWh = **0,004 GWh Wärmekapazität***
- Beispiel: **Erdbecken-Wärmespeicher mit 100.000 m³**
 - Pyramidenstumpf, 110 m Kantenlänge Deckel, 16 m Tiefe
 - 6.300.000 kWh = 6.300 MWh = **6,3 GWh Wärmekapazität***



2 x 100 m³ Pufferspeicher,
Dettenhausen

* Stark abhängig von Anwendungsfall und Randbedingungen des Wärmespeichers

Aufbau eines Erdbecken-Wärmespeichers, Dronninglund 64.000 m³, DK

- Geometrie: Umgekehrter Pyramidenstumpf
- Auskleidungsfolie aus HDPE
- Keine Wärmedämmung am Boden und an den Seiten
- Aufbau der schwimmenden Abdeckung:
 - UV-beständige HDPE-Folie oben
 - Drainagenetz
 - 240 mm Wärmedämmung
 - Drainagenetz
 - HDPE-Folie (2 mm) auf dem Wasser
- Be- und Entladeeinrichtungen in drei Ebenen



Grafik: PlanEnergi



Fotos: Dronninglund Fjernvarme

Erdbecken-Wärmespeicher, Dronninglund 64.000 m³

Erdbecken mit Be- und Entladeeinheiten

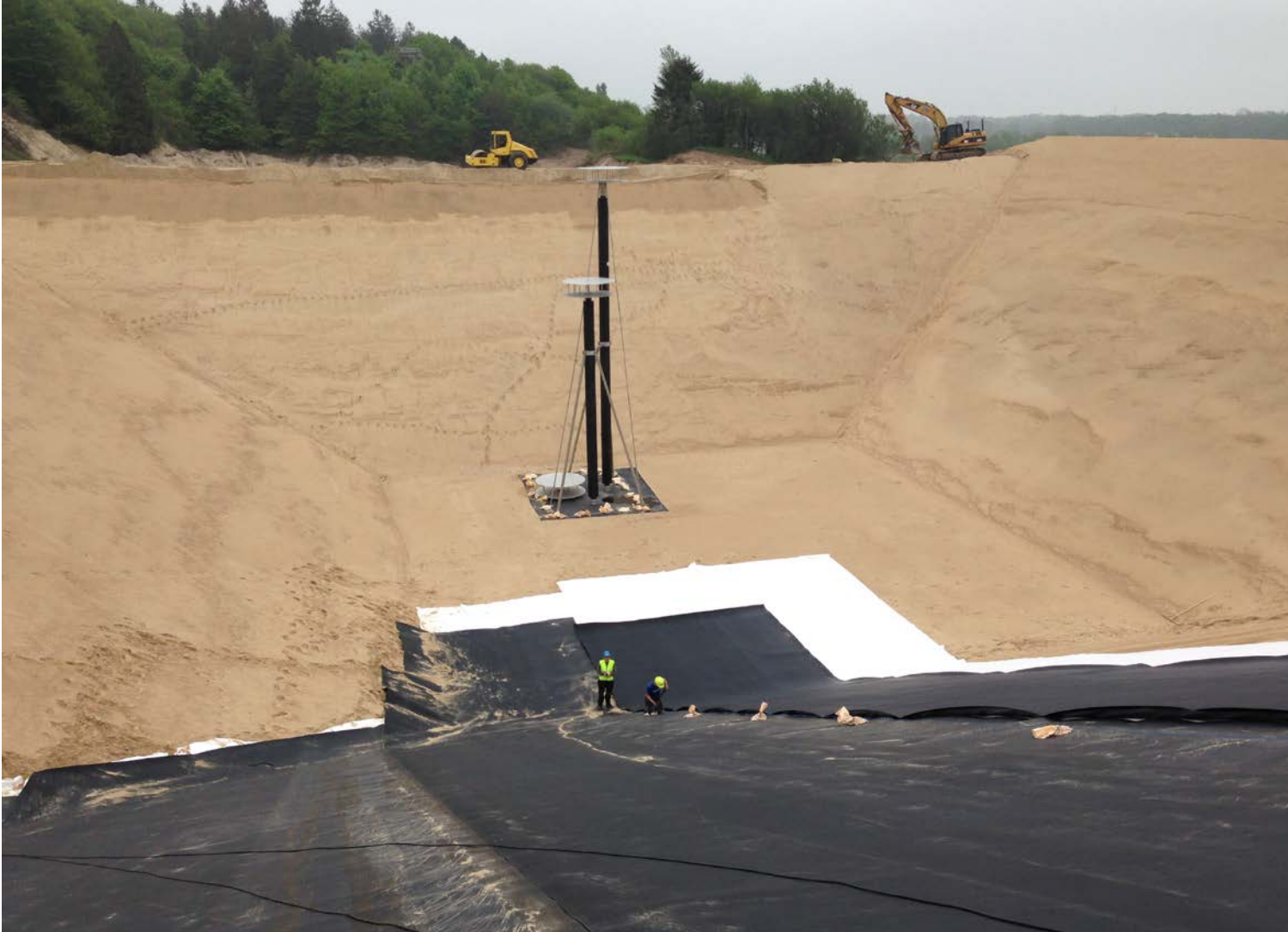


Dronninglund Fjernvarme, 2014



Dronninglund Fjernvarme, 2014

Erdbecken-Wärmespeicher, Dronninglund 64.000 m³ Auskleidung mit Kunststoff-Dichtungsbahn



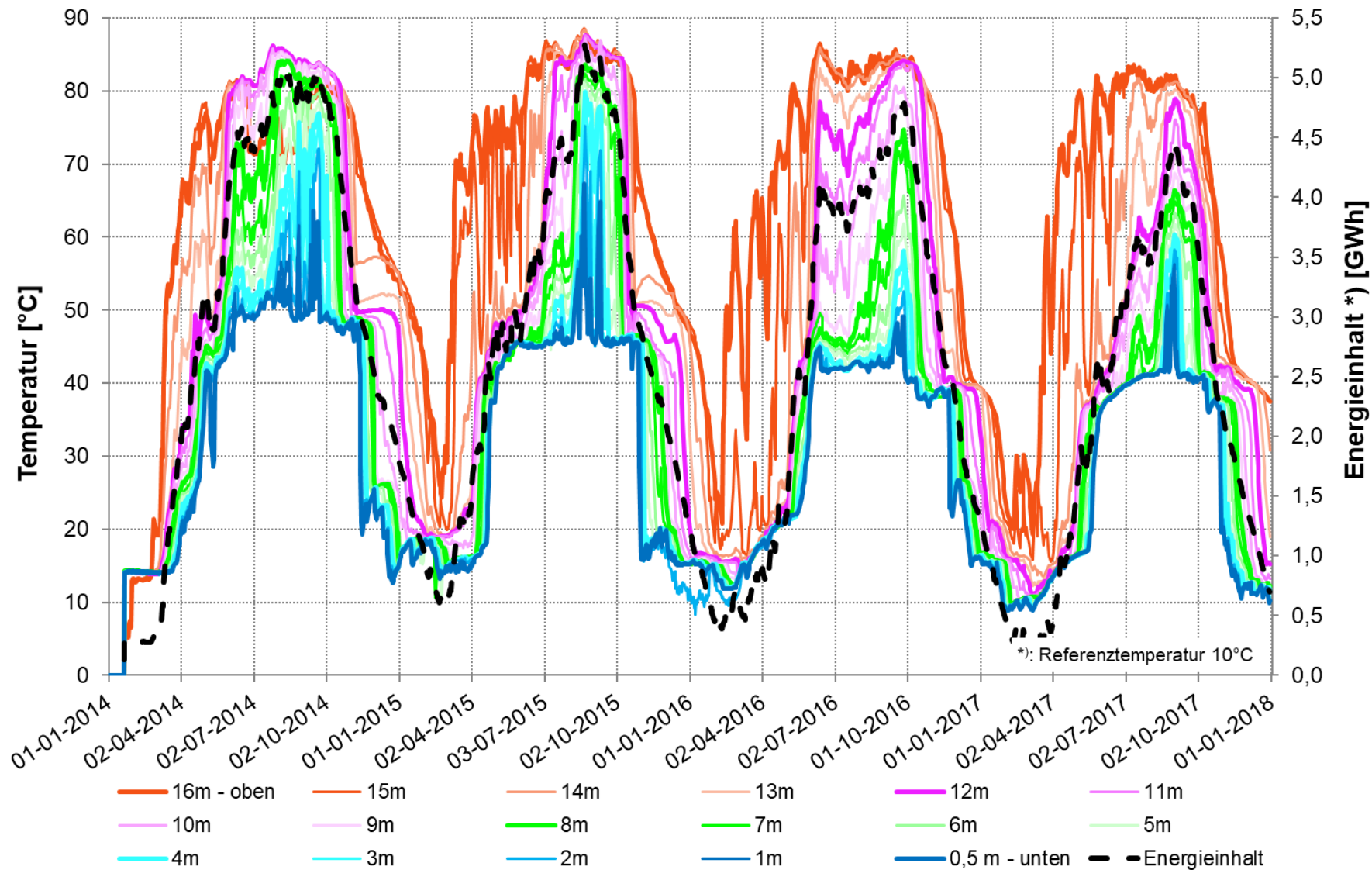
Dronninglund Fjernvarme, 2014

Erdbecken-Wärmespeicher, Dronninglund 64.000 m³ 32.000 m² Solarthermie-Anlage (im Hintergrund)

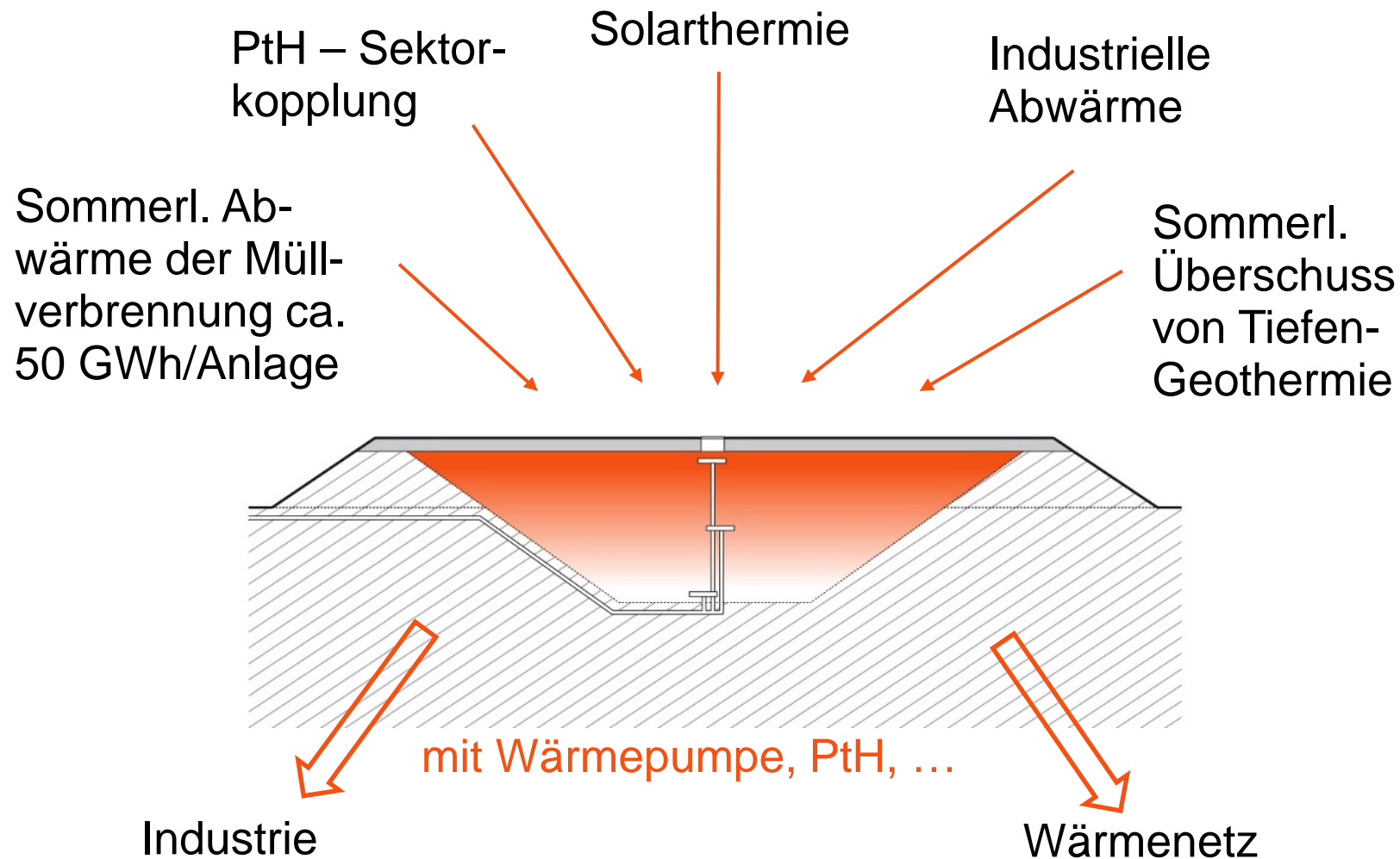


Dronninglund Fjernvarme, 2014

Temperaturen im Erdbecken-Wärmespeicher in Dronninglund

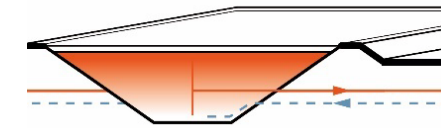


Speicher für die Wärmewende sind multifunktional

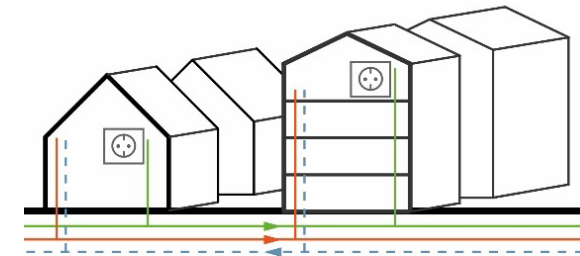


Erdbecken-Wärmespeicher und Erddeponien

- **Flächen** für die erneuerbare Energieerzeugung für Wärmenetze sind oft knapp.
- Erdbecken-Wärmespeicher können eine sinnvolle Art der **Nachnutzung** von Erddeponien sein.
- **Erdmaterial** kann so in den **Deponiekörper eingebracht** werden, dass ein Erdbecken für einen Erdbecken-Wärmespeicher entsteht.
→ Kostenersparnis Bau Erdbecken-Wärmespeicher
- Idee: Nachnutzung als **Kombinationsmöglichkeit**:
 - Wärme**erzeugung** (bspw. Solarthermie)
 - Wärme**speicherung** (Erdbecken-Wärmespeicher)
 - **Ökologiekonzept** (!)



Multifunktions-
Wärmespeicher



Wärmenetz

Erdbecken-Wärmespeicher und Erddeponien

- **Aspekte** bei Erdbecken-Wärmespeicher auf Erddeponien:

- **Siedlungsnähe**

- „Lohnenswerte“ Entfernung in Abhängigkeit des Wärmebedarfs

- **Grundsätzliche Eignung** der Deponie

- Klassifizierung, Erdreichtyp, etc.

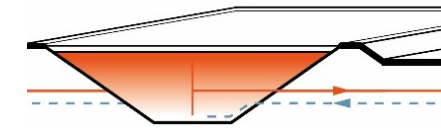
- **Zeitpunkt**

- Befüllungsstatus Deponie, Planungsstand Wärmeabnahme

- **Statik** des Erdbeckens

- Beschaffenheit des Erdreichs, qualifizierter Erdbau

- **Genehmigungsrecht**



Multifunktions-
Wärmespeicher



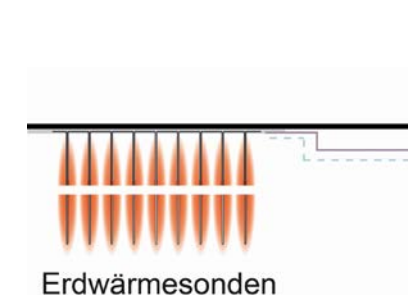
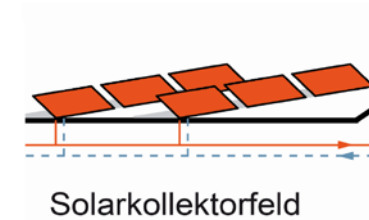
Wärmenetz

Praxisbeispiel: „Killberg IV“ in Hechingen, BW

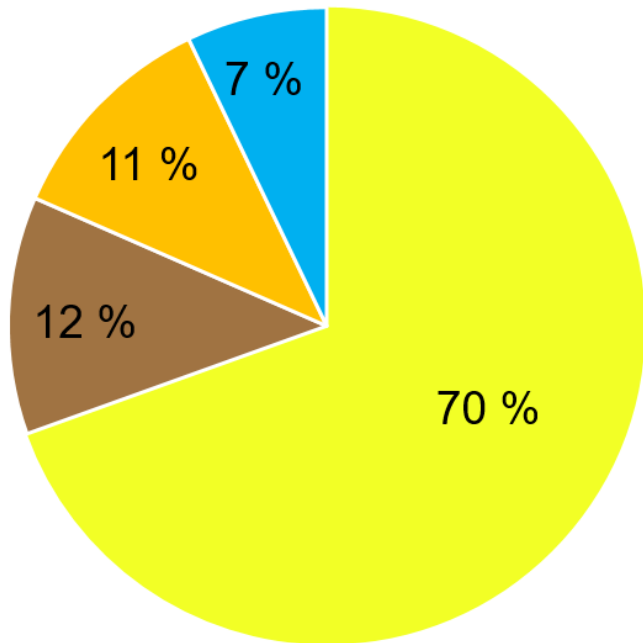
- Stadt Hechingen entwickelte 2016 städtebaulichen Entwurf der Neubauwohnsiedlung „Killberg IV“ für etwa 1.500 Personen.
- Bürgerschaft, Stadt Hechingen und Stadtwerke Hechingen wünschen sich eine erneuerbare Wärmeversorgung.
→ Ohne Holz
- Machbarkeitsstudie ergab ein Zielkonzept basierend auf solarthermischer und geothermischer Wärmeversorgung eines Wärmenetzes.
- Zielkonzept ist nun in Realisierungsphase übergegangen.



Stadtwerke Hechingen



Solarthermische und geothermische Wärmeversorgung der Neubauwohnsiedlung „Killberg IV“ in Hechingen

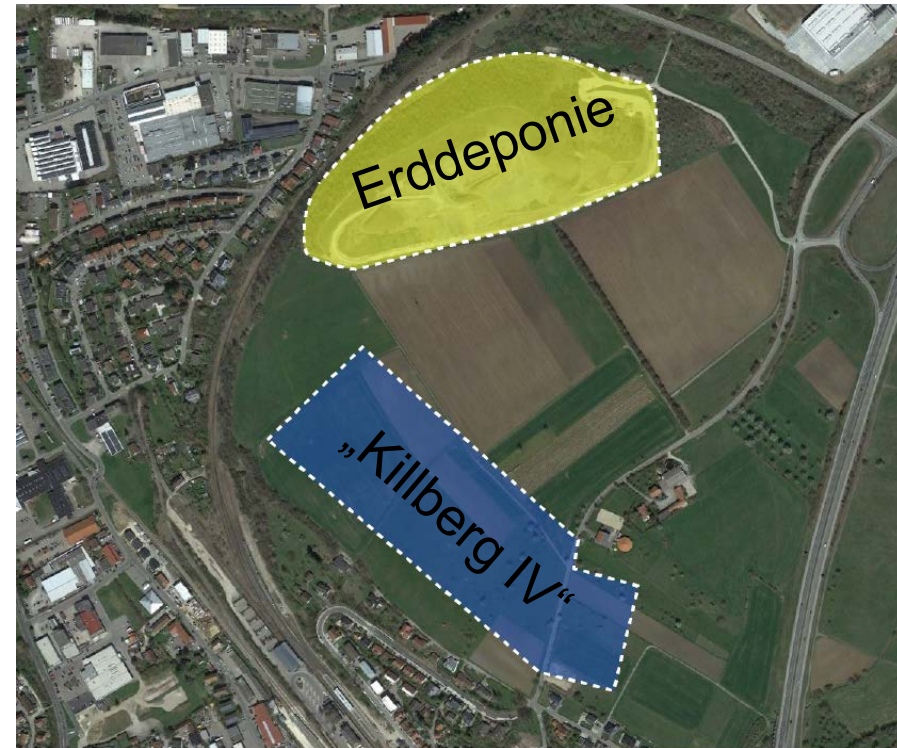


- Solarthermie Kollektoren
- Geothermie-Wärmepumpe
- STES-Wärmepumpe (Strom)
- Biogas-Kessel

- 3,9 GWh/a Netzwärmebedarf (Prognose)
- 7.600 m² Solarthermie Kollektoren
- 18.000 m³ Erdbecken-Wärmespeicher (STES)
- 500 kW_{th} STES-Wärmepumpe
- 300 kW_{th} Geothermie-Wärmepumpe
40 Erdwärmesonden, 172 m Tiefe
- 105 m³ + 55 m³ Pufferspeicher
- 3 x 1 MW Bioerdgas-Kessel

Von einer Erddeponie zum „Energiehügel“

- Nahe „Killberg IV“ liegt eine **Erddeponie**, deren Befüllungszeit dieses Jahr endete.
- An die Erddeponie geliefertes Erdmaterial wurde so in den Deponiekörper eingebaut, dass ein vorgeformtes Erdbecken für den **Erdbecken-Wärmespeicher** entstand.
- Solarthermie-Anlage wird am Südhang der Erddeponie installiert.



Erdbecken des zukünftigen Erdbecken-Wärmespeichers



02/2019

Erdbecken des zukünftigen Erdbecken-Wärmespeichers



09/2021

Erdbecken des zukünftigen Erdbecken-Wärmespeichers



09/2021



09/2021

- Qualifizierter Erdbau: Lagenweise Verdichtung

Erdbecken des zukünftigen Erdbecken-Wärmespeichers



10/2023

Erdbecken und „Killberg IV“



05/2024

Solarthermief Flächen: Ökologische Aufwertung



Randegg: Magerrasen-Biotop (Foto: Bröer)



Marstal, DK: Schafbeweidung (Foto: Erik Christensen)

Zukünftige Solarthermie-Anlage am Südhang des „Energiehügels“



Forschungsprojekt „EfficientPit“

- **Entwicklung hocheffizienter Erdbecken-Wärmespeicher für Wärmenetze**
 - Dauerhafte Stabilität der Materialien bei 95°C Speichertemperatur.
 - Kostengünstige Bau- und Betriebsweise.
 - Funktionsfähige und langlebige schwimmende Abdeckung.
 - Zuverlässige und einfache Betriebsüberwachung z.B. bei Leckagen, Havariesicherheit
 - Unterstützung der Branche.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

solites

 SOLMAX

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Michael Klöck M.Sc.

Tel.: +49 (0)711 673 2000-45

Email: kloeck@solites.de

Steinbeis
Forschungsinstitut für
solare und zukunftsfähige
thermische Energiesysteme

Meitnerstr. 8
D-70563 Stuttgart
www.solites.de

