

# 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](http://www.solites.de)

**solites**

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

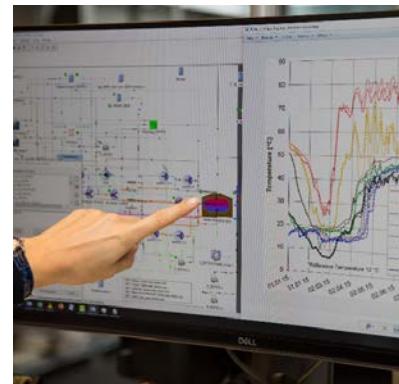
Solare Nahwärme  
+ sais. Wärmesp.



Oberflächennahe  
Geothermie



Simulation



Transfer

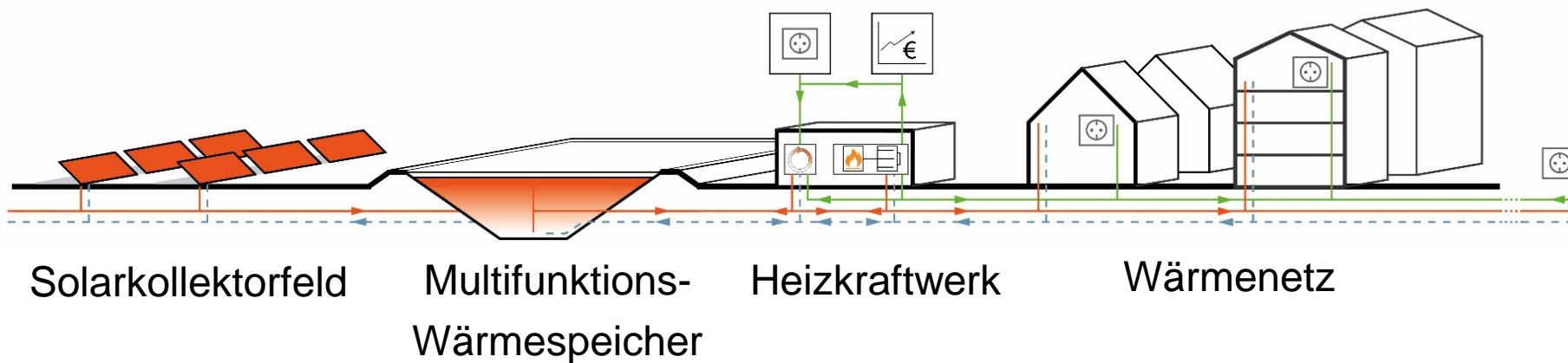


Solnet Plus



ENERGIEEFFIZIENZ  
für Pflegeeinrichtungen  
saisonalspeicher.de  
scfw.de

Energieversorgungssysteme mit minimierten CO<sub>2</sub>-Emissionen



solites

# Wozu ein Erdbecken-Wärmespeicher?

## - Herleitung der Motivation: Energiebedarf

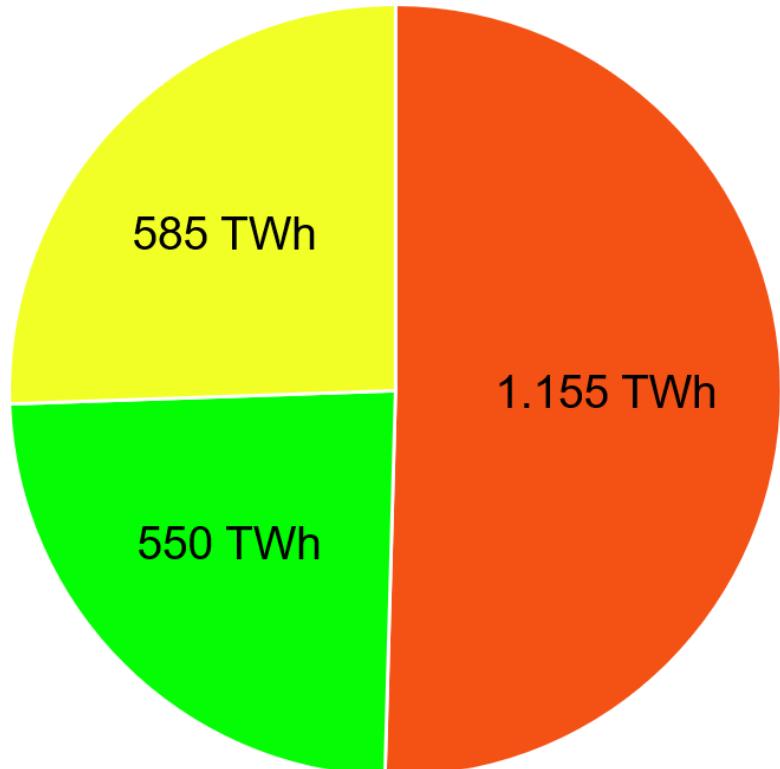
- Politisches Ziel der EU:  
Klimaneutraler Gebäudebestand bis 2050.
- Wärme macht mehr als 50 %  
des gesamten deutschen  
Endenergieverbrauchs aus.

Grafik: Agentur für Erneuerbare Energien, 2022

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

\*\* Ohne Strom und internen Luftverkehr

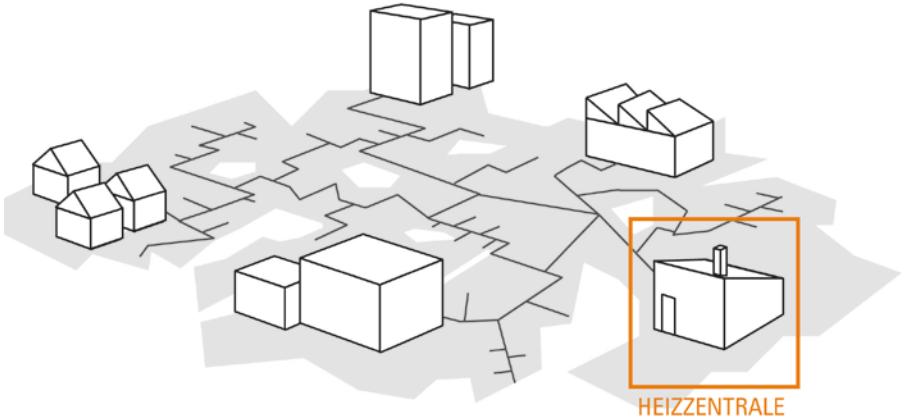
Endenergieverbrauch Deutschland 2022



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

# Wozu ein Erdbecken-Wärmespeicher?

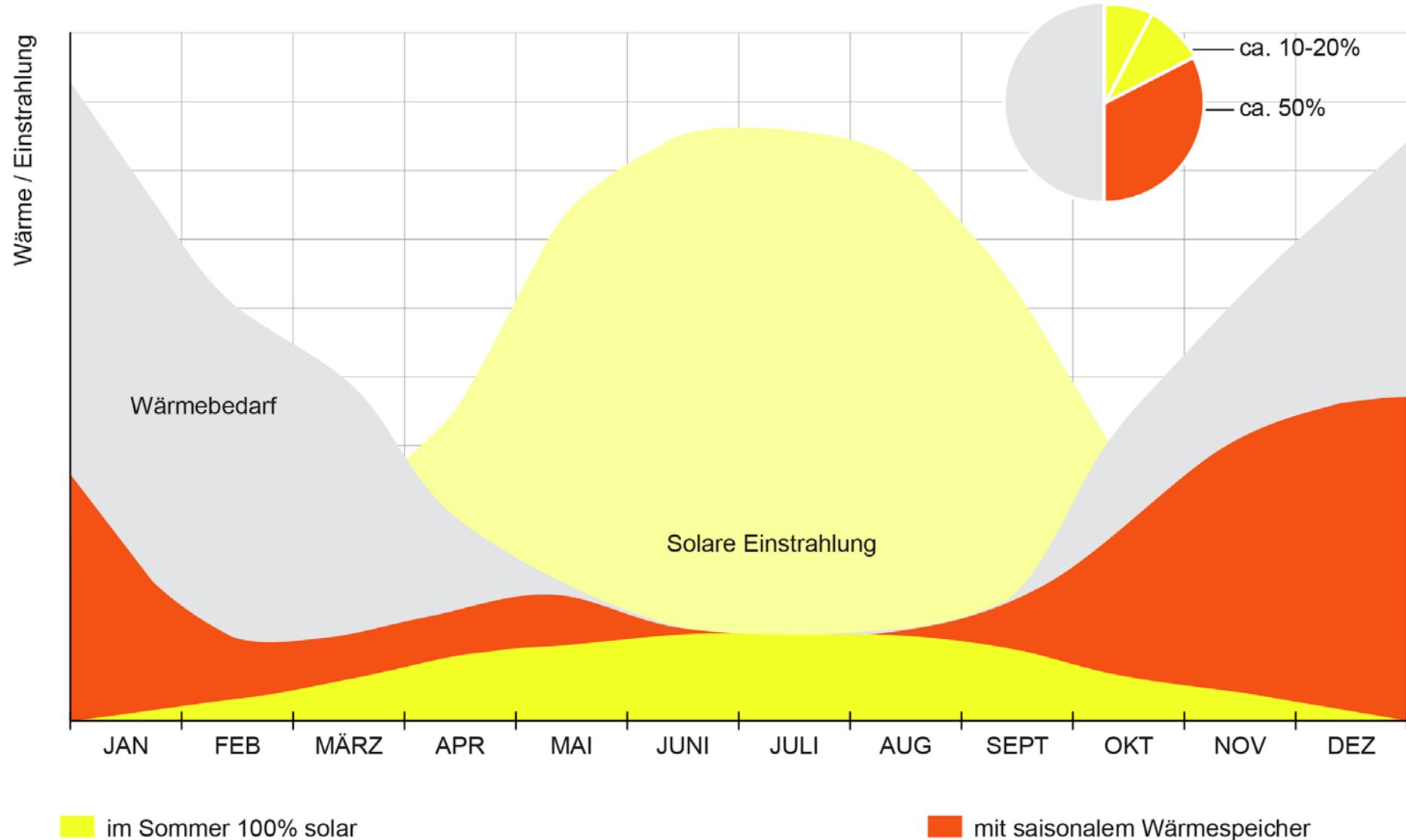
## - Herleitung der Motivation: Wärmenetze



- 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: Saisonawärmespeicher + 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 m<sup>3</sup> Stahl-Pufferspeicher**
  - 3,5 m Durchmesser, 11 m Höhe
  - $4.000 \text{ kWh} = 4 \text{ MWh} = \mathbf{0,004 \text{ GWh}}$  Wärmekapazität\*
- Beispiel: **Erdbecken-Wärmespeicher mit 100.000 m<sup>3</sup>**
  - Pyramidenstumpf, 110 m Kantenlänge Deckel, 16 m Tiefe
  - $6.300.000 \text{ kWh} = 6.300 \text{ MWh} = \mathbf{6,3 \text{ GWh}}$  Wärmekapazität\*



2 x 100 m<sup>3</sup> Pufferspeicher,  
Dettenhausen

\* Stark abhängig von Anwendungsfall und Randbedingungen des Wärmespeichers

# Aufbau eines Erdbecken-Wärmespeichers, Dronninglund 64.000 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>

## Erdbecken mit Be- und Entladeeinheiten



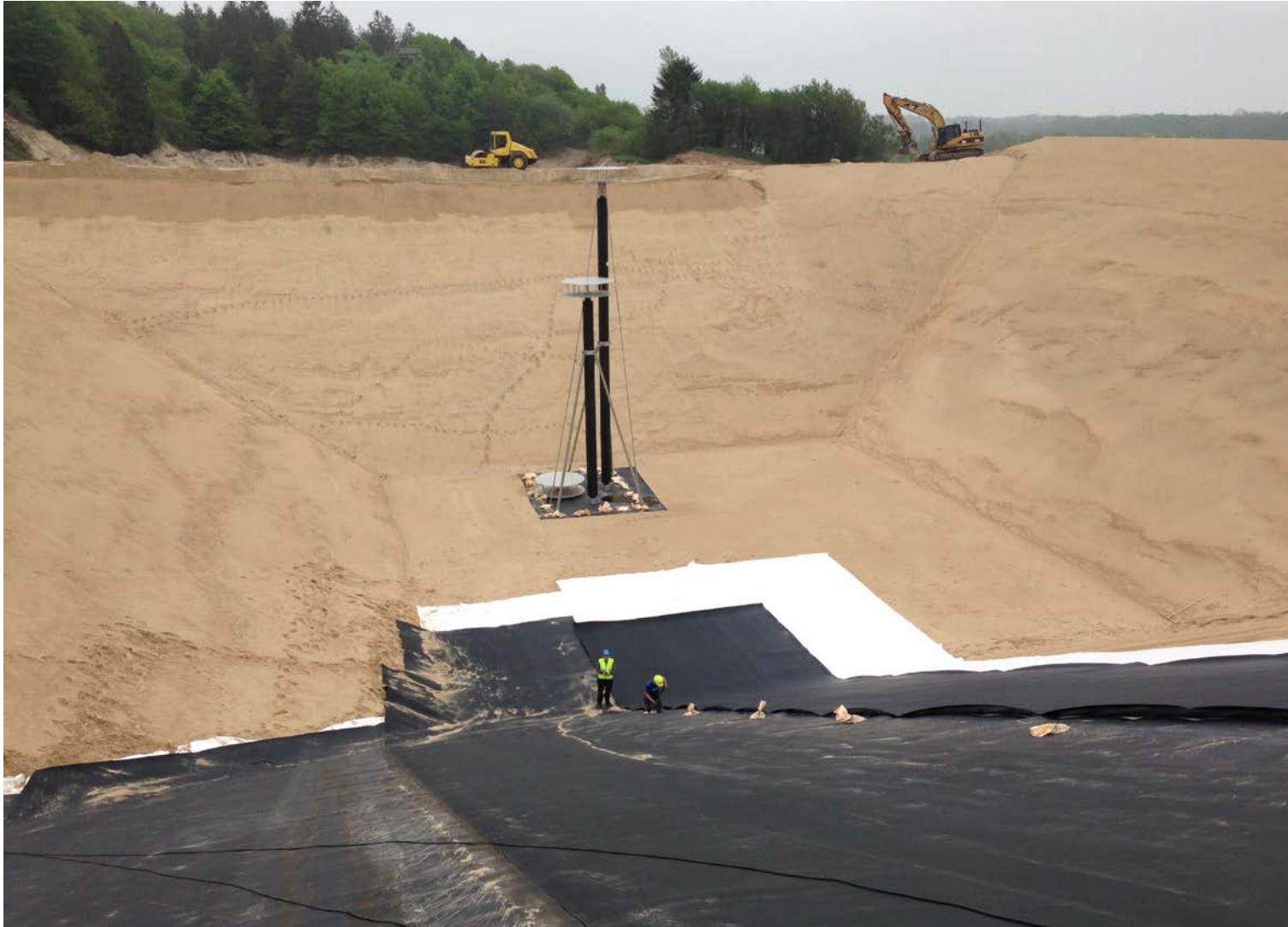
Dronninglund Fjernvarme, 2014



Dronninglund Fjernvarme, 2014

# Erdbecken-Wärmespeicher, Dronninglund 64.000 m<sup>3</sup>

## Auskleidung mit Kunststoff-Dichtungsbahn



Dronninglund Fjernvarme, 2014

**softies**

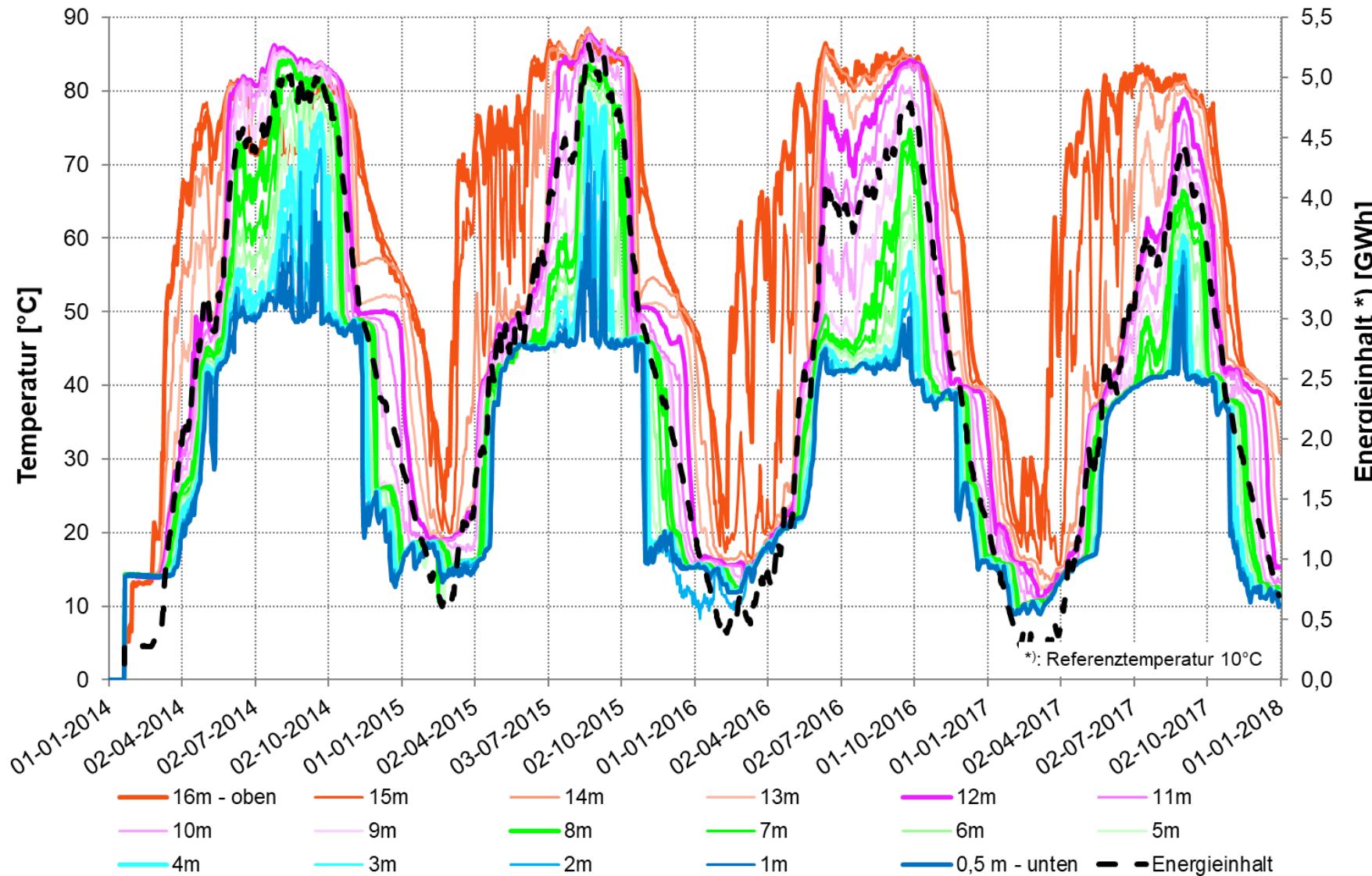
Nachnutzung Erdbecken-Wärmespeicher  
Michael Klöck, 17.10.2024

# Erdbecken-Wärmespeicher, Dronninglund 64.000 m<sup>3</sup> 32.000 m<sup>2</sup> Solarthermie-Anlage (im Hintergrund)

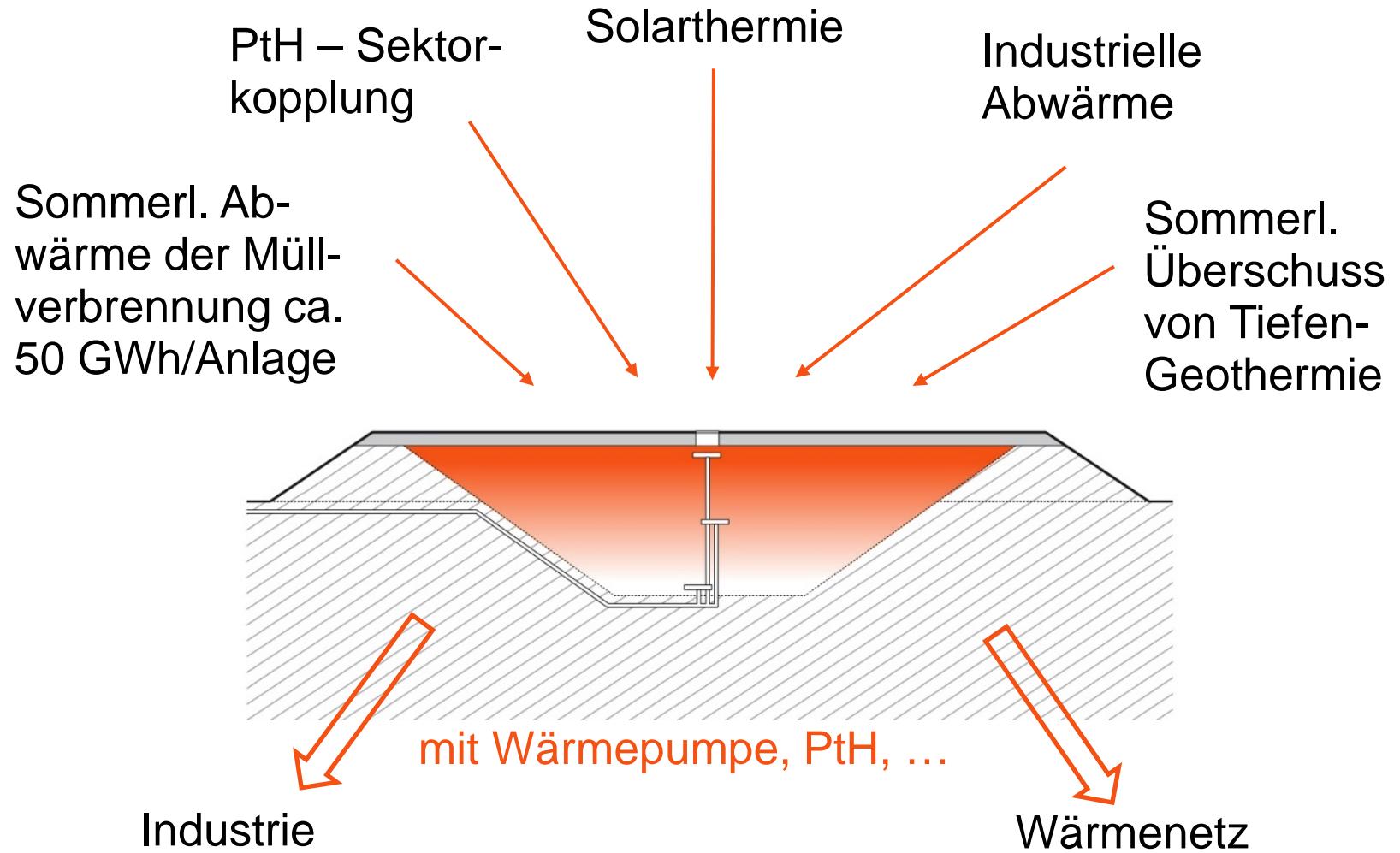


Dronninglund Fjernvarme, 2014

# Temperaturen im Erdbecken-Wärmespeicher in Dronninglund

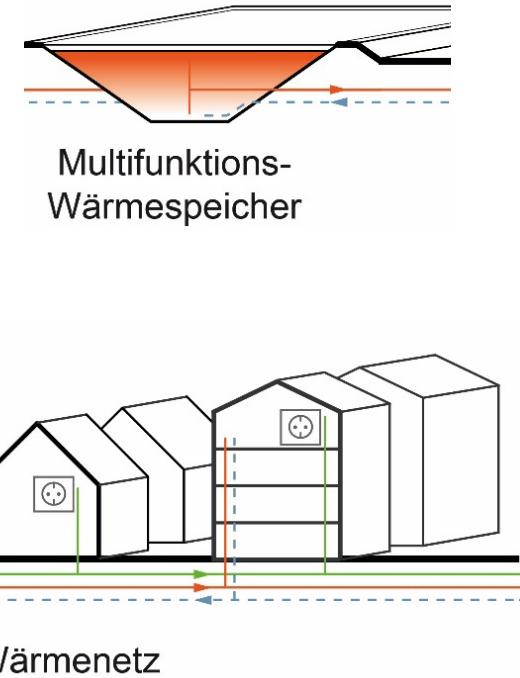


# Speicher für die Wärmewende sind multifunktional



# 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:
  - Wärmeerzeugung (bspw. Solarthermie)
  - Wärmespeicherung (Erdbecken-Wärmespeicher)
  - Ökologiekonzept (!)



# Erdbecken-Wärmespeicher und Erddeponien

- Aspekte bei Erdbecken-Wärmespeicher auf Erddeponien:

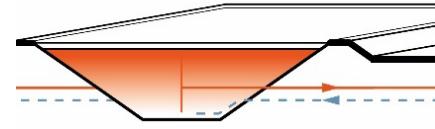
- Siedlungsnähe  
→ „Lohnenswerte“ Entfernung in Abhängigkeit des Wärmebedarfs

- Grundsätzliche Eignung der Deponie  
→ Klassifizierung, Erdreichtyp, etc.

- Zeitpunkt  
→ Befüllungsstatus Deponie,  
Planungsstand Wärmeabnahme

- Statik des Erdbeckens  
→ Beschaffenheit des Erdreichs, qualifizierter Erdbau

- Genehmigungsrecht



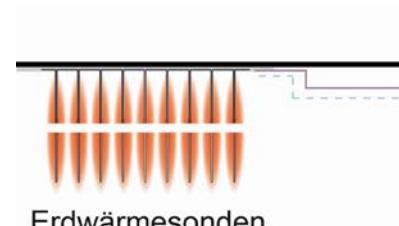
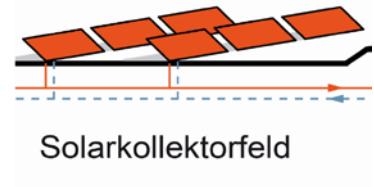
Multifunktions-  
Wärmespeicher



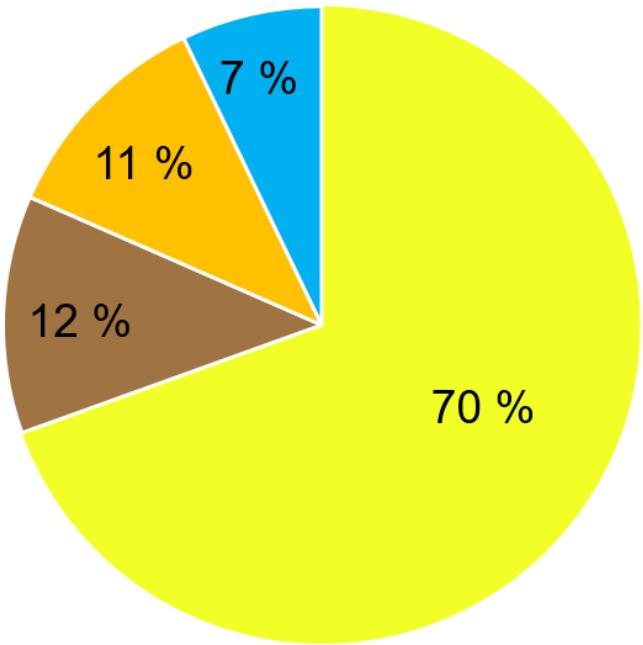
Wärmenetz

# 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.



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

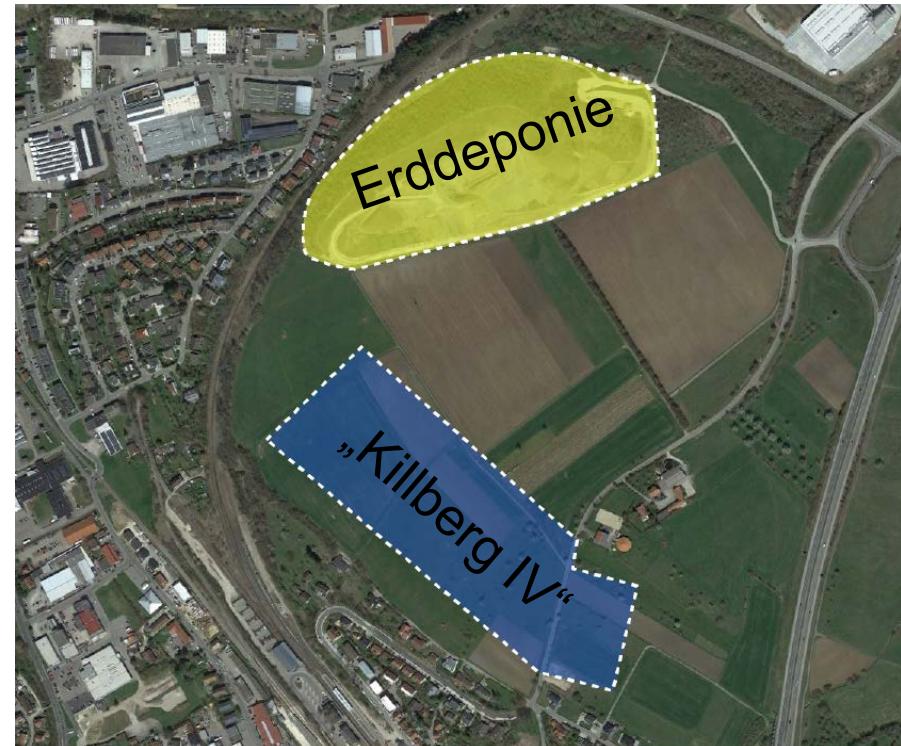


- Solarthermie Kollektoren
- Geothermie-Wärmepumpe
- STES-Wärmepumpe (Strom)
- Biogas-Kessel

- 3,9 GWh/a Netzwärmebedarf (Prognose)
- 7.600 m<sup>2</sup> **Solarthermie Kollektoren**
- 18.000 m<sup>3</sup> **Erdbecken-Wärmespeicher (STES)**
- 500 kW<sub>th</sub> STES-Wärmepumpe
- 300 kW<sub>th</sub> **Geothermie-Wärmepumpe**  
40 Erdwärmesonden, 172 m Tiefe
- 105 m<sup>3</sup> + 55 m<sup>3</sup> 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



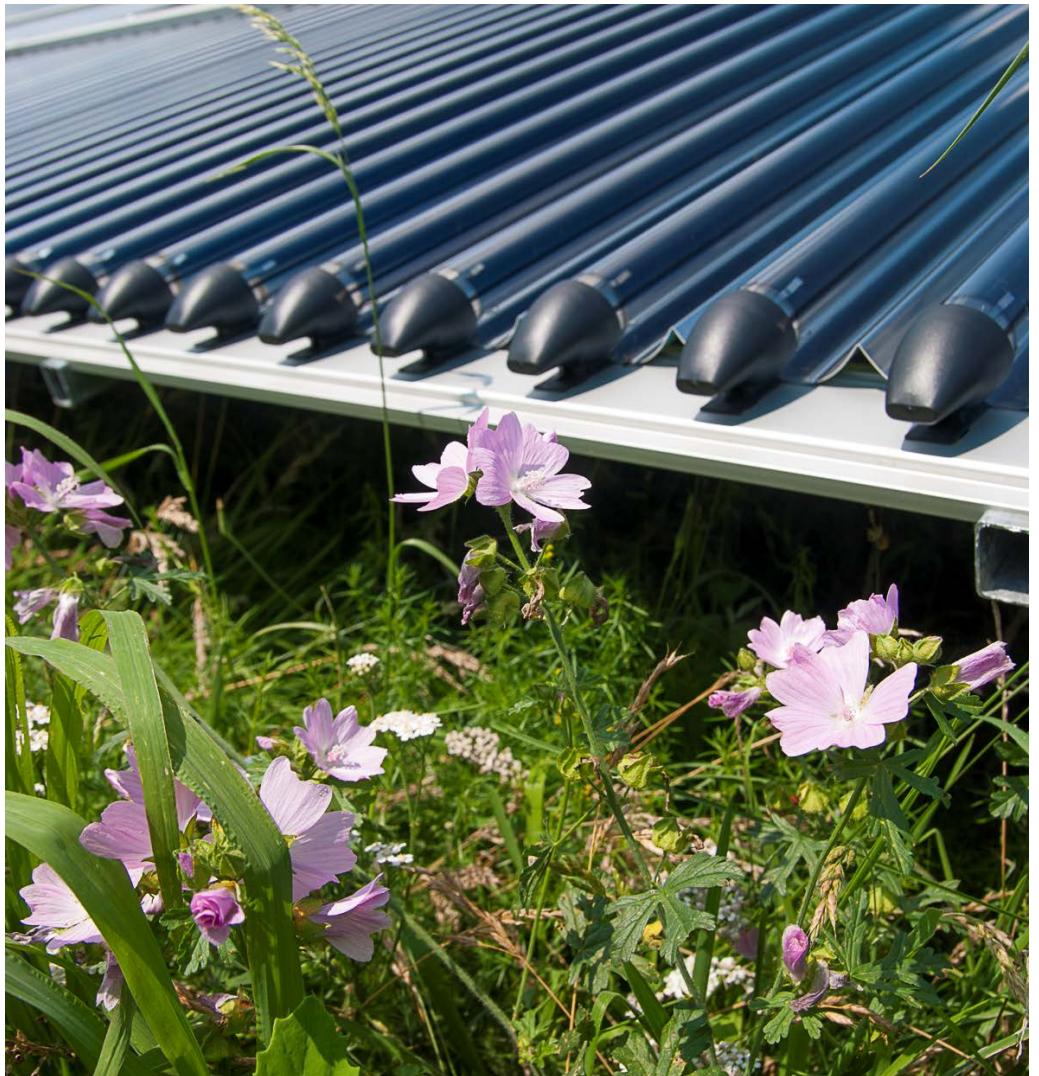
10/2023

# Erdbecken und „Killberg IV“



05/2024

# Solarthermieflächen: 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

**solites**

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Michael Klöck M.Sc.

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

Email: [kloeck@solites.de](mailto:kloeck@solites.de)

Steinbeis  
Forschungsinstitut für  
solare und zukunftsfähige  
thermische Energiesysteme

Meitnerstr. 8  
D-70563 Stuttgart  
[www.solites.de](http://www.solites.de)

**solites**