

Green Heat³

Solarthermie und Multifunktionsspeicher für Dresdner Fernwärme der Zukunft

Autoren

Gesamtteam des Projektes

Vortragende

Katja Weinhold, DREWAG Stadtwerke Dresden GmbH

Karin Rühling, TU Dresden, Professur für Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung

BMWi - Verbundforschungsvorhaben Green Heat³

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Entwicklung eines innovativen und zukunftsfähigen Energieversorgungskonzeptes mit den Komponenten Solarthermieranlage und Multifunktionswärmespeicher im Kontext eines städtischen Fernwärmesystems

Forschung und Entwicklung unter folgenden Gesichtspunkten:

- Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung
- mehrdimensionale Flexibilität für nachhaltige Wärmeversorgung
- Zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs
- Akzeptanz der Bevölkerung

Verbundpartner



- Verbundprojektkoordinator

drewag**NETZ**

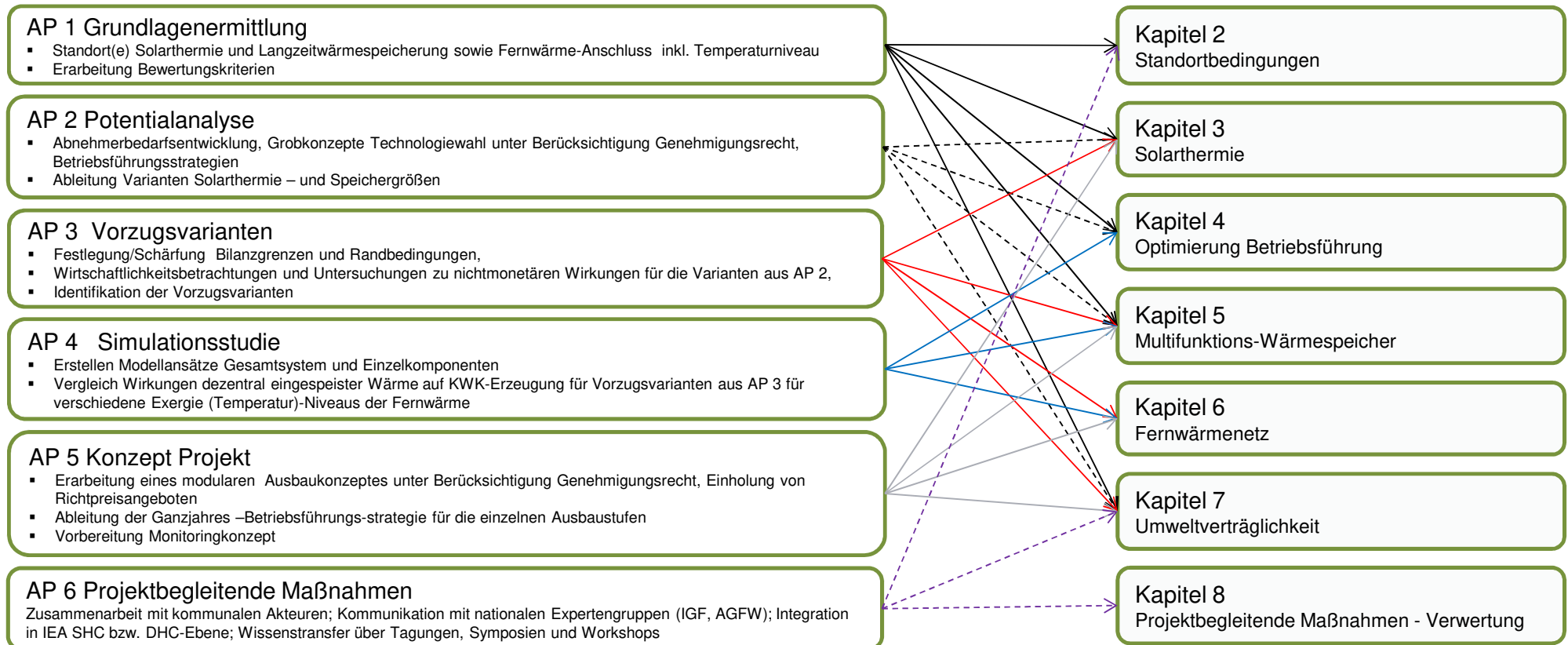
- Fernwärme/ KWK-Wirkungen (Technik und Wirtschaftlichkeit)
- Genehmigungsrecht

- Institut für Energietechnik GEWV (Koordinator TU Dresden)
Institut für Geotechnik IGT
Institut für Baubetriebswesen IBB
Institut für Landschaftsarchitektur LAPLA

- Solarthermie
- Speicher
- Rückwirkungen Netz
- Systemzusammenführung

- Bewirtschaftung Sandgrube
- Standortbewertung (Bergbaurechtlich)
- Bautechnische Umsetzung

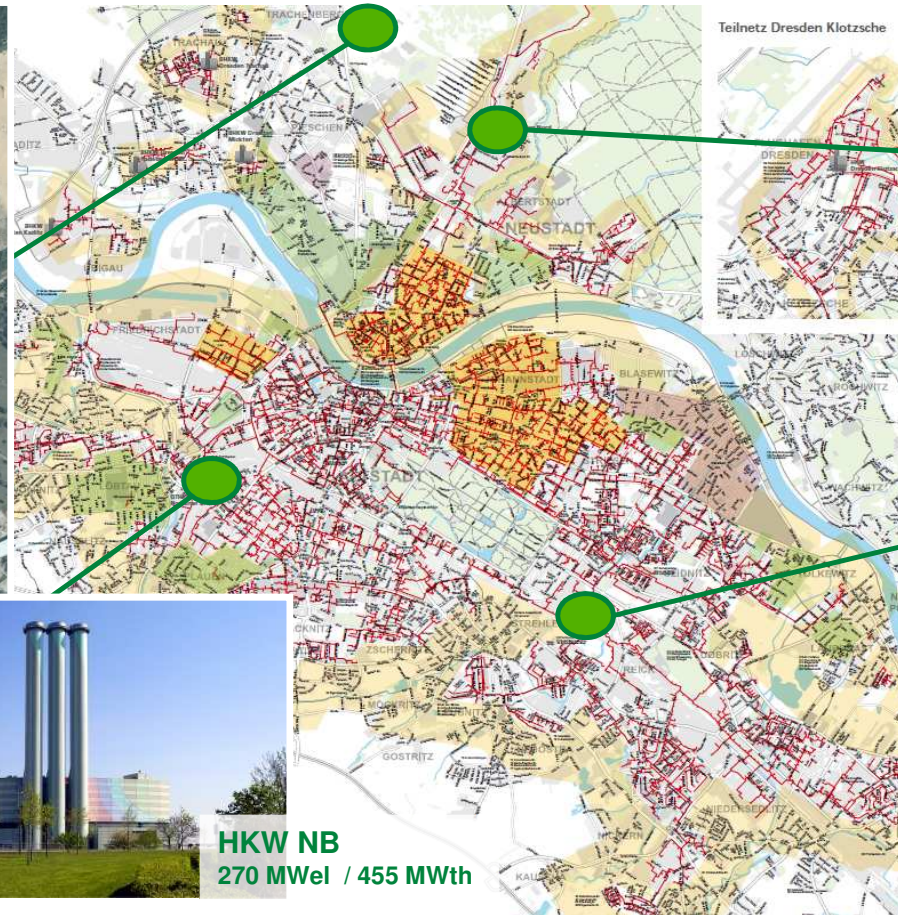
Arbeitspakete und Struktur Ergebnisdarstellung



Standortübersicht

Sandgrube
MFW (500.000 m³)
Solarthermie
(30.000 m²
Kollektorfläche)

**Deponie Rade-
burger Straße**
Solarthermie
(40.000 m²
Kollektorfläche)



HKW Nord - 10 MW_{el} / 70 MW_{th}



IKW Reick - 2 MW_{el} / 266 MW_{th}
KWK-Flex (in Umsetzg.) - 90 MW_{el} / 84 MW_{th}
Wärmespeicher - 14.400 m³



HKW NB
270 MW_{el} / 455 MW_{th}

Quellen:
Fernwärme-Karte DREWAG, Rapis

Maxianlage Solarthermie – Grundsatzuntersuchungen 70.000 m²

■ Recherche solarthermische Kollektoren, Erstellung von Steckbriefen → **Hochleistungskollektoren!**

■ Weiterentwicklung Kollektormodell FreeSolCalc

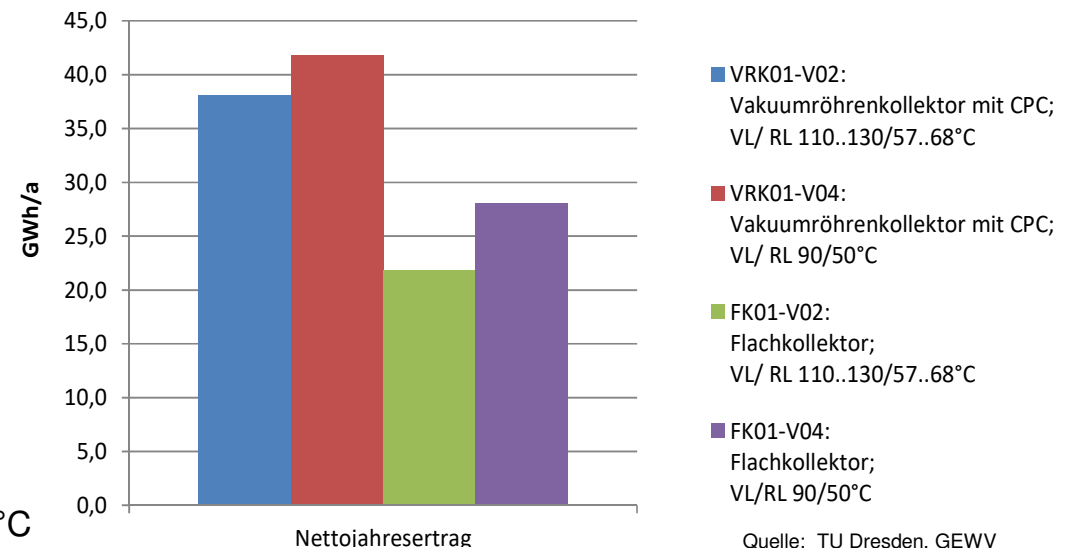
- Rohrleitungswärmeverlust
- Frostschutzbedarf

■ Erstellung von Einbindeprofilen

→ Grundlage für BoFit®-Einsatzoptimierung

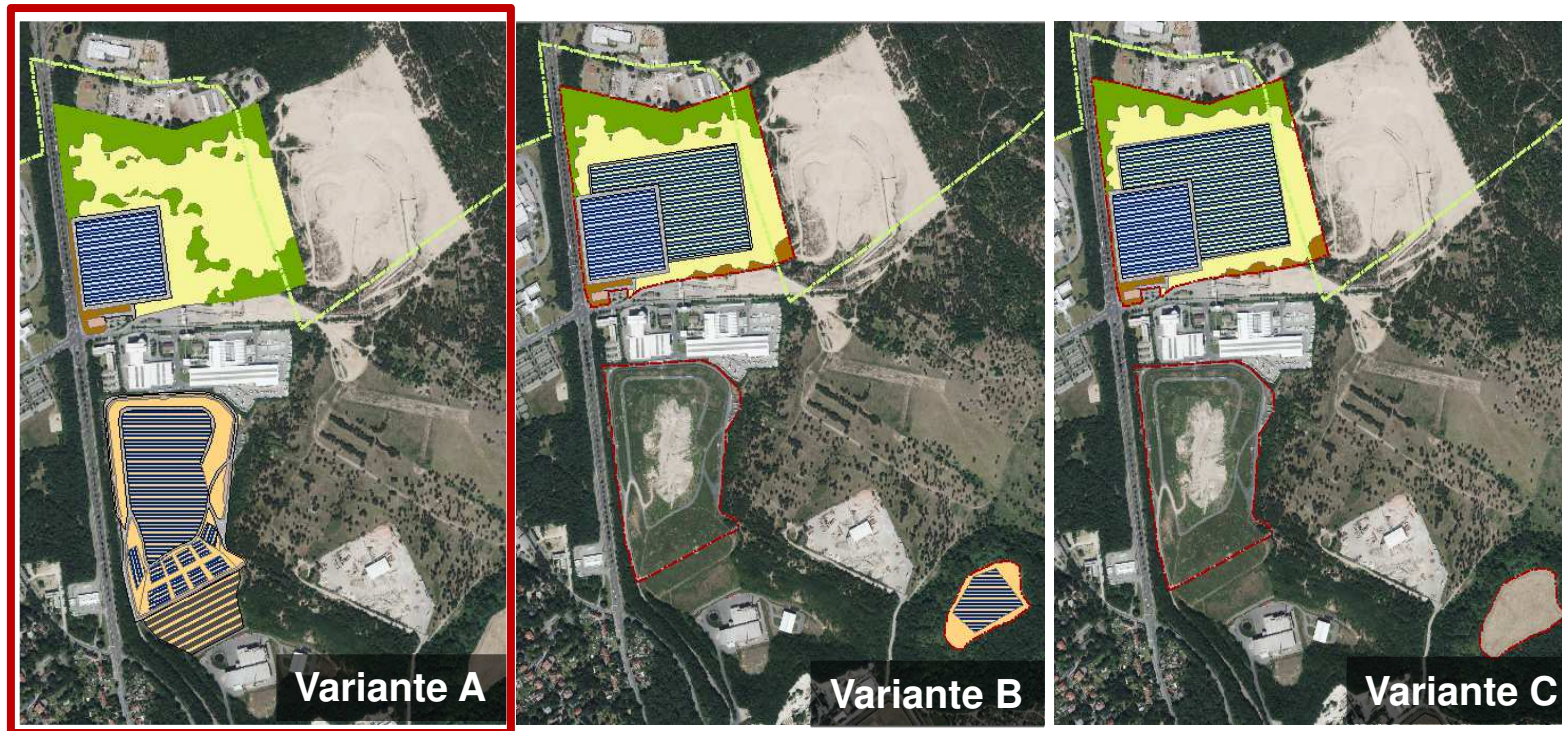
- 70.000m² Bruttofläche,
Ausrichtung + Neigungswinkel optimiert
- Vakuumröhrenkollektoren VRK und Flachkollektoren FK
- 2 Fernwärme-Temperaturniveaus VL/RL
 - Außentemperaturabhängig 110 ... 130 / 57 ... 68 °C
 - ganzjährig konstant 90 / 50 °C

Variantenvergleich Solarthermie



Quelle: TU Dresden, GEWV

Planungsvarianten als Basis für Diskussion mit Umweltamt



Optionen:

- Fläche für große solarthermische Anlagen und
- multifunktionaler Speicher

Einschränkungen:

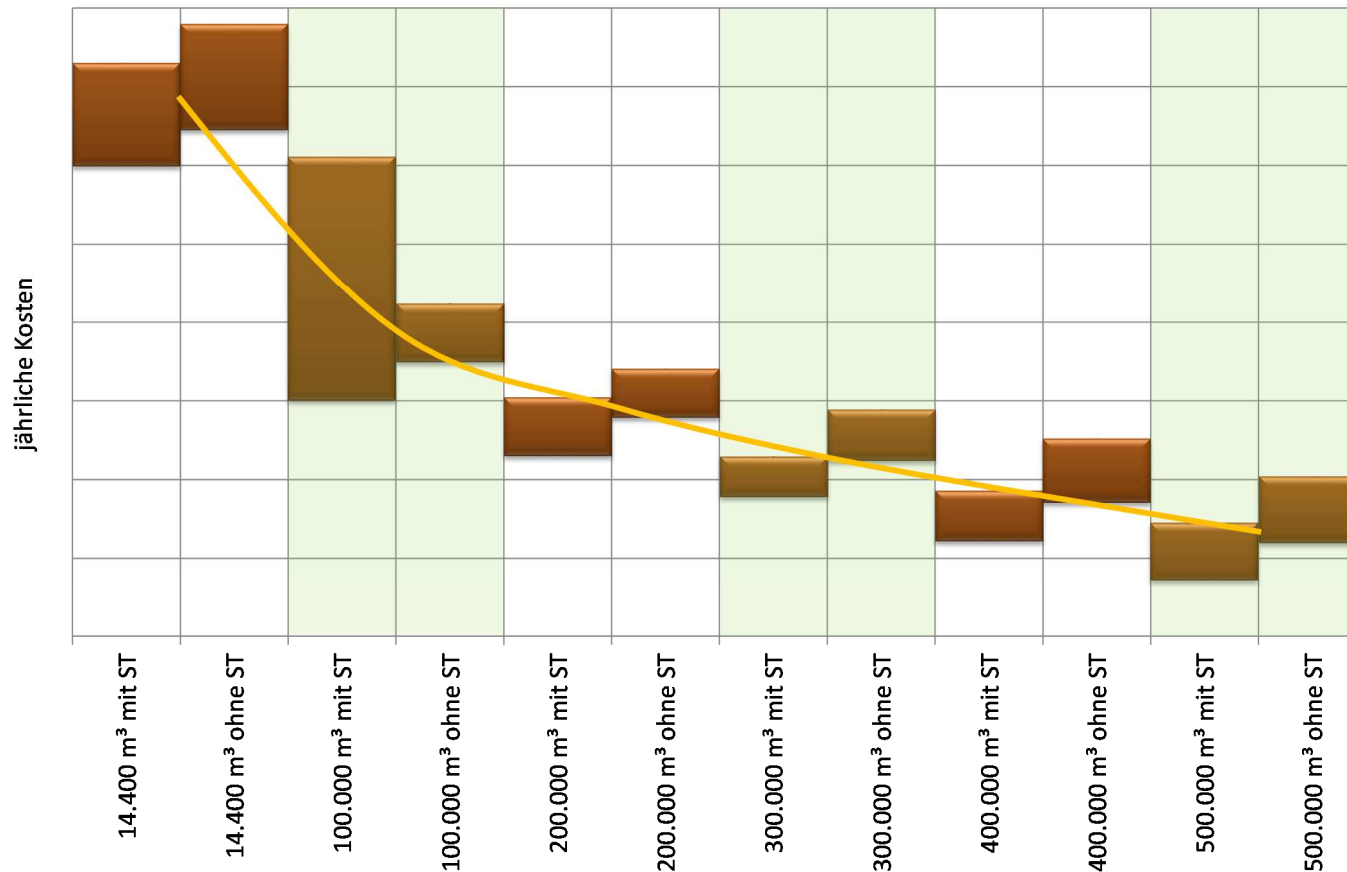
- Fläche grenzt an Flora-Fauna-Habitat
- Blickachse zur Stadt
- Naherholungsgebiet

→ **Vorzug: Var. A**

Wärmespeicher und Solarthermieanlagen gemäß Planungsvarianten A bis C

Quelle: TU Dresden, LAPLA

Umfangreiche Studie Betriebsführungsoptimierung 2030 mit BoFit[®]

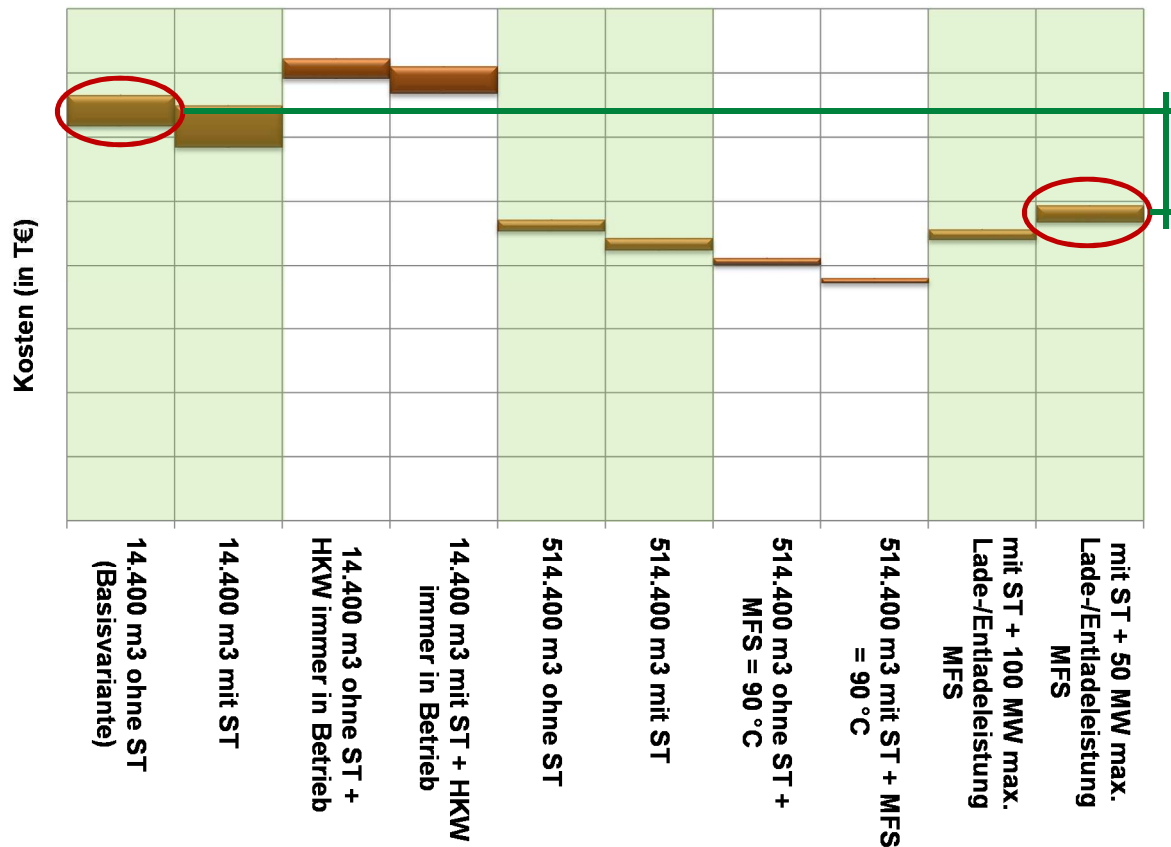


Phase 1

- Variation der MFWSP-Größe von 100 bis 500 Tm³
- Prüfen der Effekte von 70.000 m² Solarthermie

Quelle: DREWAG

Umfangreiche Studie Betriebsführungsoptimierung 2030 mit BoFit®



Realistisches jährliches Einsparpotential von 3,5 Mio. EUR

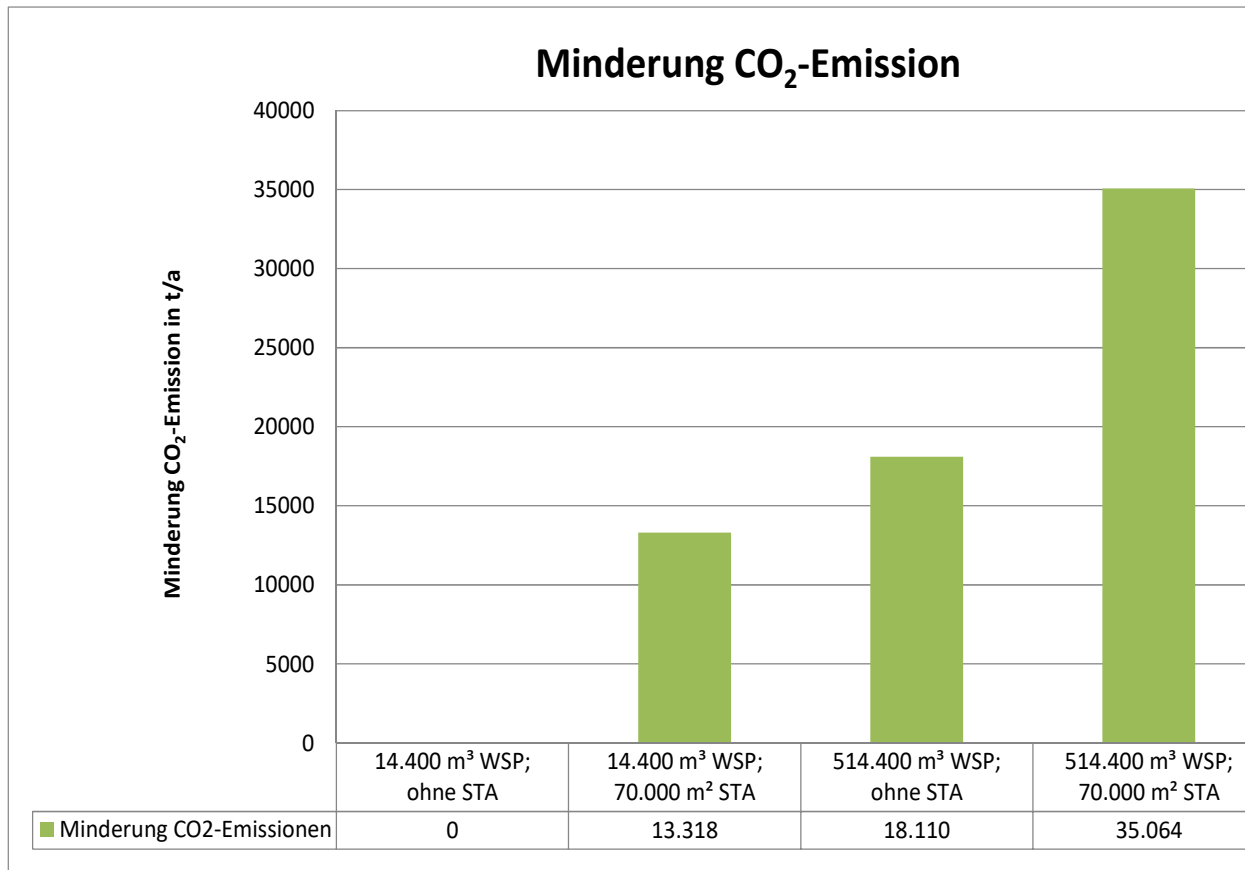
Phase 2

500 Tm³ MFWSp und 70 Tm² STA bei unterschiedlicher Randbedingungen

- **Thermohydraulische Grenzbedingungen im existierenden Fernwärmenetz**
→ Begrenzung des Volumenstroms und damit der Leistung für Be- und Entladung
- **Versorgungssicherheit**
→ im Minimum muss eine KWK-Einheit in Betrieb sein

Quelle: DREWAG

Ergebnisse Simulation Gesamtsystem



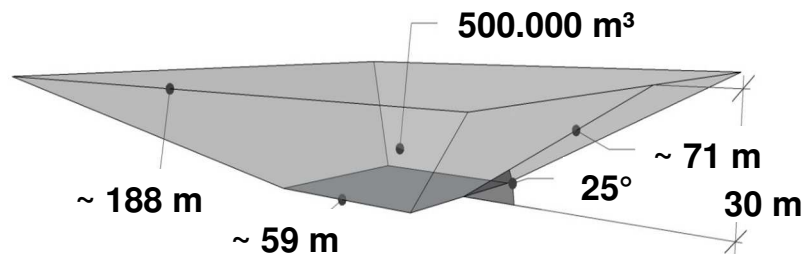
■ CO₂-Minderungspotential:

→ Durch die Kombination Solarthermie und Wärmespeicher werden größere Einsparungen als bei den Einzelmaßnahmen erzielt

Quelle: DREWAG

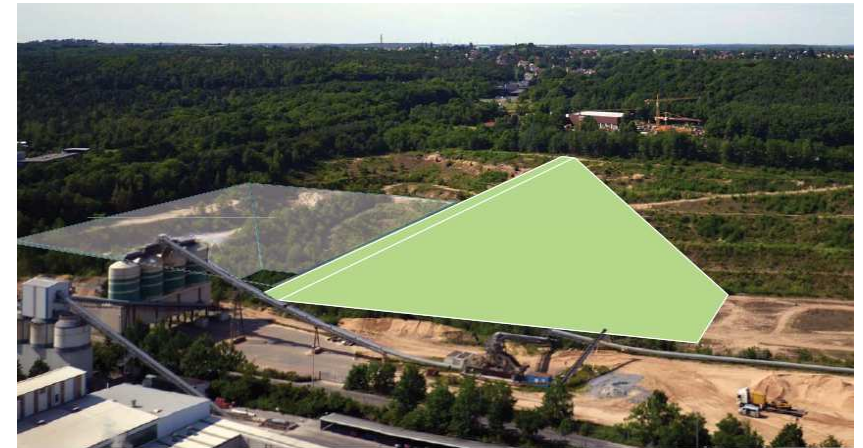
Multifunktionswärmespeicher - Grundkonstruktion

- Erdbeckenwärmespeicher mit schwimmenden Deckel (Überbauung mit Solarthermie wird untersucht)
- Speichervolumen 500.000 m³
- Wärmedämmung nur im Bereich des Deckels
- Zentrale Be- und Entladeeinrichtung
- Dammbauwerk zur östlichen Abgrenzung temporär erforderlich



Prinzipskizze Wärmespeicher

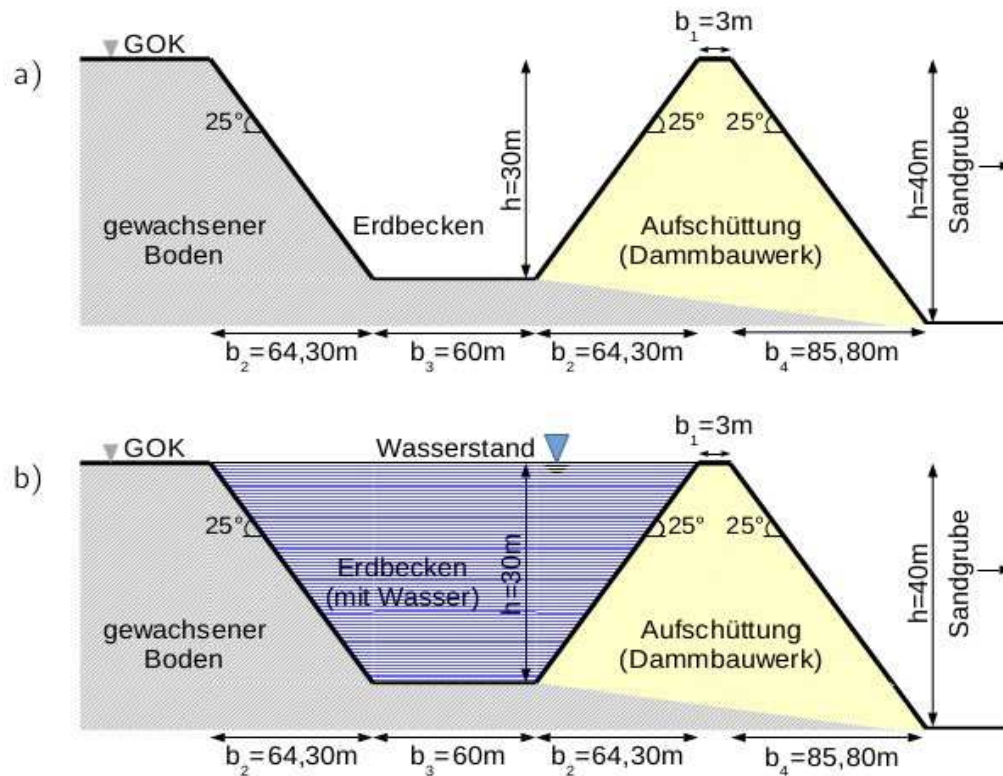
Quelle: TU Dresden, IBB



Visualisierung Wärmespeicher

Quelle: TU Dresden, LAPLA

Multifunktionswärmespeicher - Geotechnische Betrachtungen



Quelle: TU Dresden, IBB

- Bodenklassifizierung
- Bewertung Standsicherheit und Setzungsverhalten
- Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit
- Dimensionierung von Böschungsflanken und Erddammgeometrie

Prinzipiskizzen (nicht maßstäblich) zur Verdeutlichung der Einwirkungen auf die Erdbauwerke in den Lastfällen

- a) Bauzustand und
- b) Betriebszustand

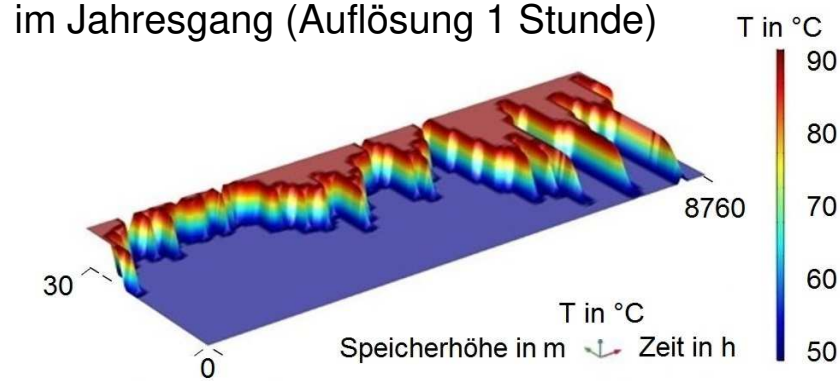
BoFit[®]-Ergebnisse = Basisinformation für COMSOL[®] Simulation

Ziel der COMSOL[®] Simulation

Temperaturverteilung im umgebenden Erdreich und Verlustprognose

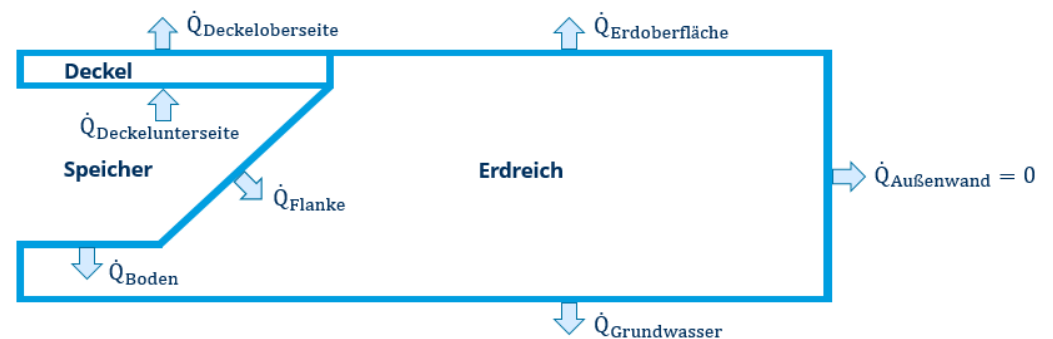
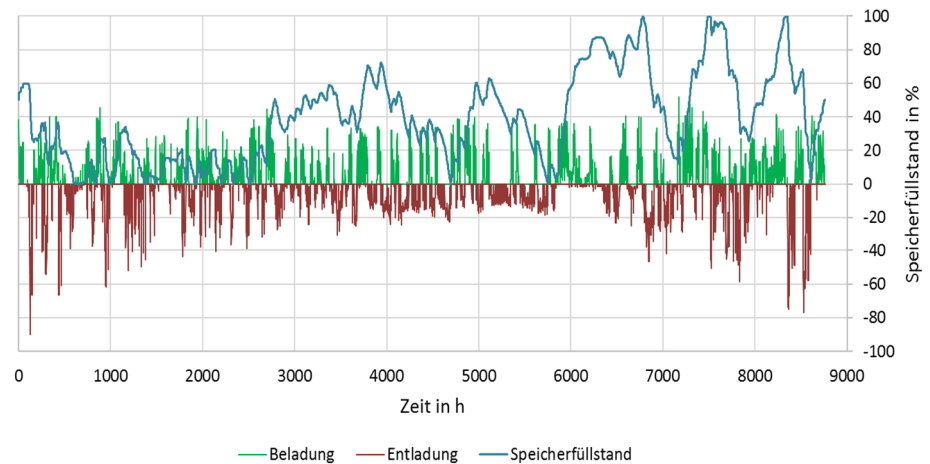
BoFit[®]- Lade- und Entladeleistungen

Basis für Vorhersage des wechselnden Temperaturprofils entlang der Speicherflanken im Jahrgang (Auflösung 1 Stunde)



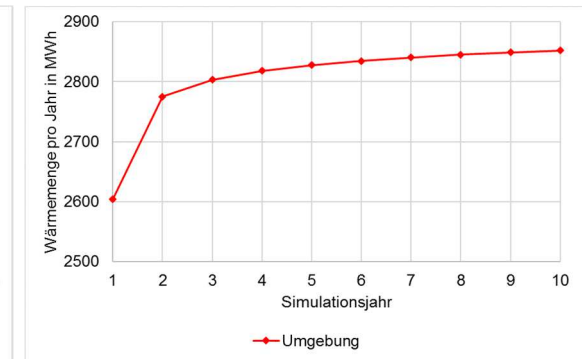
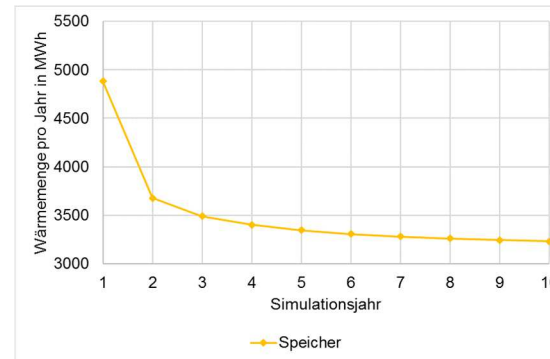
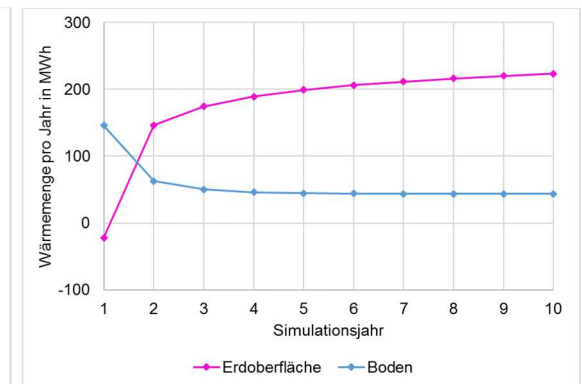
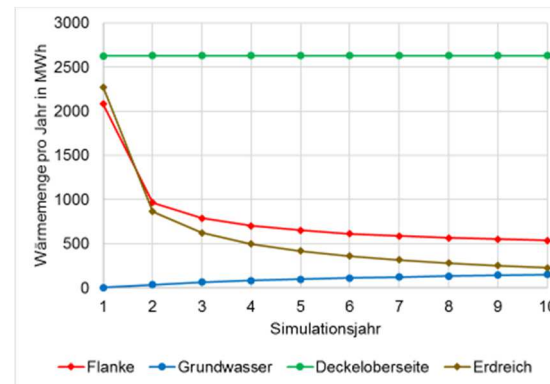
Speicherladestand

Quellen: TU Dresden, GEWV



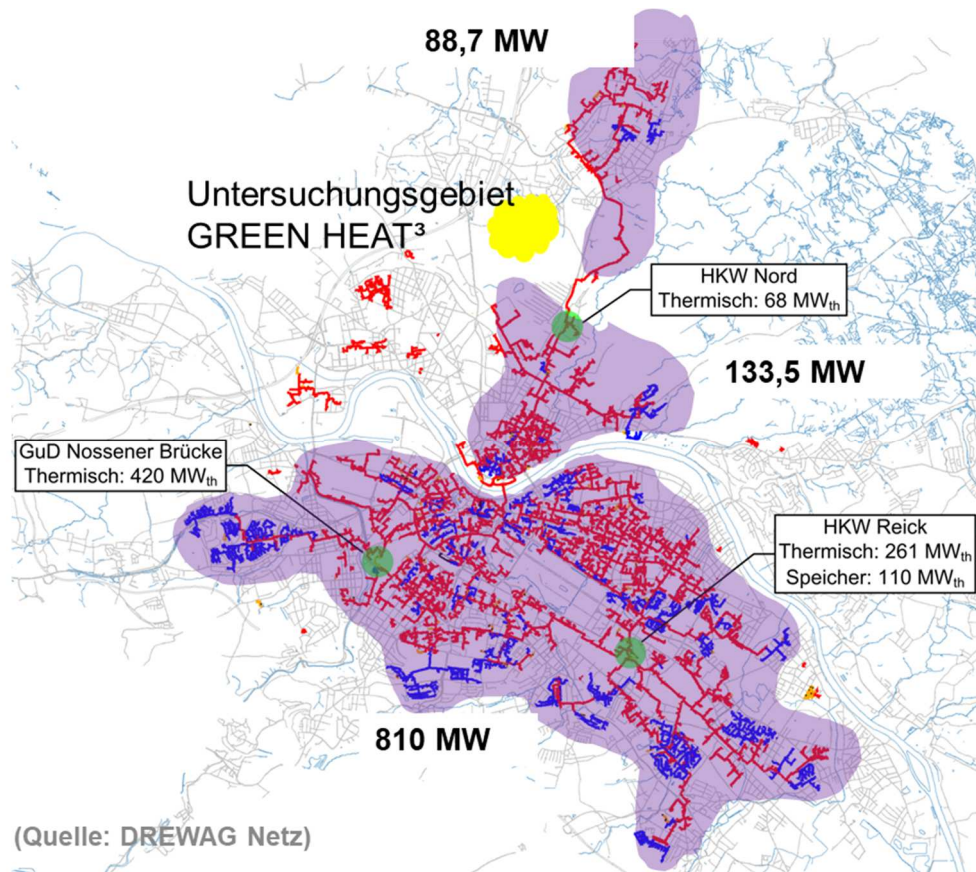
Ergebnisauswertung Wärmeverluste der 10-Jahres-Simulation

- kumulierte Wärmeverluste im ersten Jahr am größten
- Jahr 1 wie zu erwarten mit höchsten Verlusten
- Nach 5 Jahren nur noch 70 % des 1. Jahres
- Deckelverluste dominieren und sind konstant
- Nach 10 Jahren stationärer Zustand; Ausnahme nur Verluste an das Grundwasser
- Ausnahme: Trendlinie Grundwasser Methoden zur Extrapolation gefunden



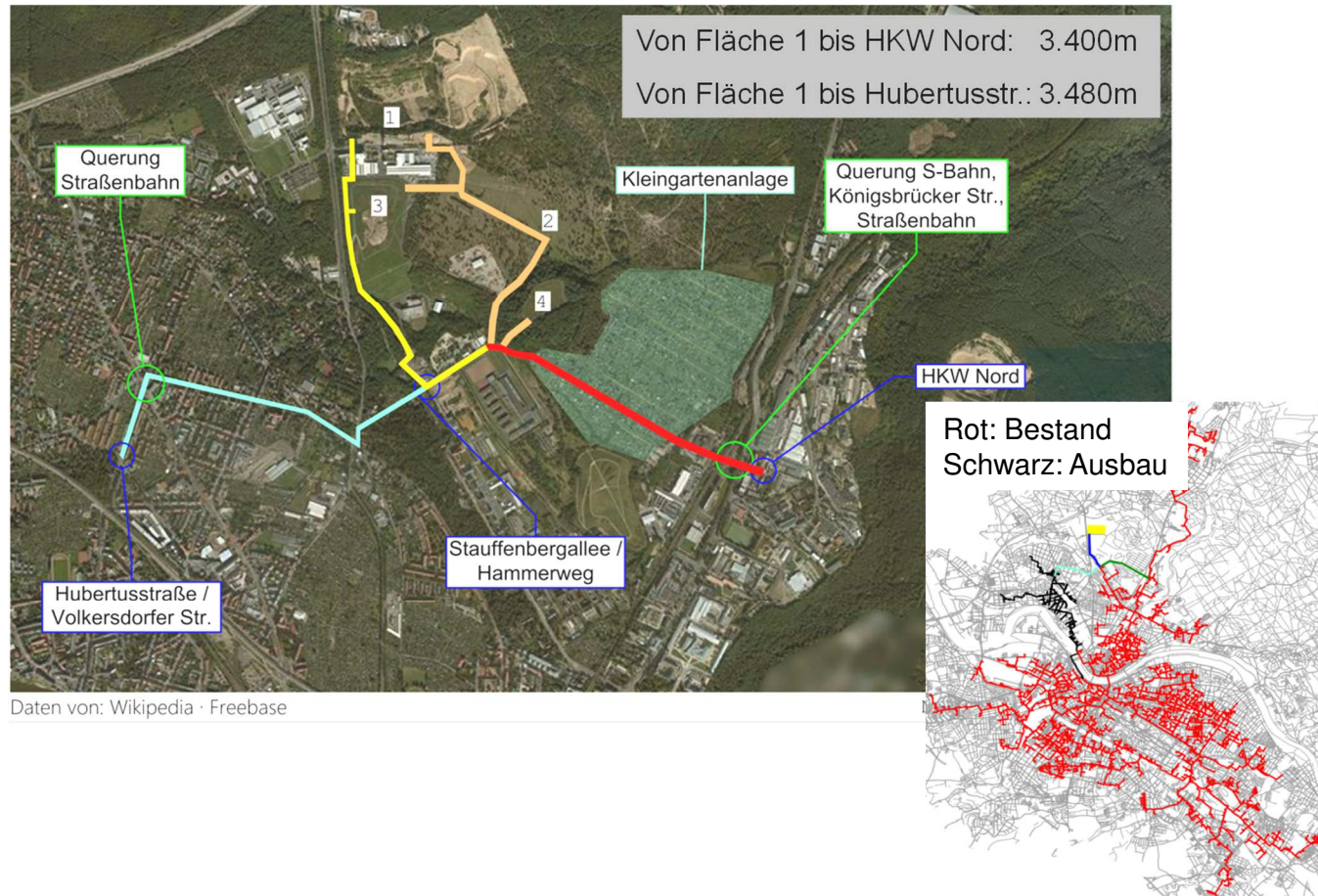
Quellen: TU Dresden, GEWV

Anbindung Fernwärmesystem



- knapp 600 km Wärmenetz
- mehr als 120.000 Wohnungen und 5.700 Geschäftsgebäude
- Ost-West: ca. 14 km
- Nord-Süd: ca. 14 km
- Primärnetz mit 106 Sekundärnetzen
- Inselnetze
- Höchstlast 2017: 666 MW

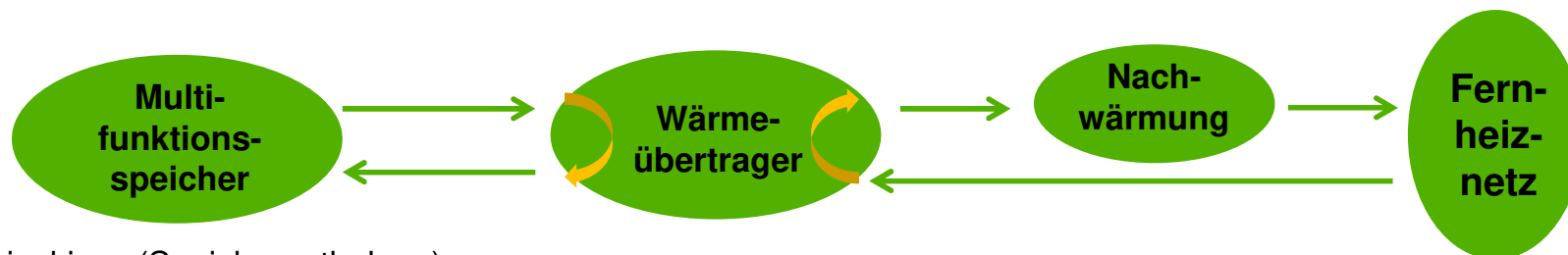
Variantenuntersuchung Anbindung



- Randlage in Bezug auf FW-Netz → Ein- und Ausspeiseleistung begrenzt
- Große Nennweiten erforderlich
- Aktuelle hohe Kosten für Leitungsbau
- Durchörterung S-Bahn und Straßenbahn erforderlich
- Unterirdisches Bauwerk zur Entleerung aufgrund des geodätischen Höhenprofils notwendig

Einbindung Multifunktionswärmespeicher in bestehendes FW-Netz

- hydraulische Trennung mittels Wärmeübertrager,
- speicherseitige Pumpengruppe für Be- und Entladung,
- ZFHN-seitige Pumpengruppe zur Entladung sowie Regelstrecke für Beladung,
- bei Entladung Nachwärmung erforderlich
- bei Be- und Entladung gezielte weitere Abkühlung der kalten Seite erforderlich
 - um die geforderten Rücklauftemperaturen für das ZFHN nicht zu überschreiten und
 - um eine ausreichende Temperaturspreizung im Reservoir zu erhalten.



Prinzipskizze (Speicherentladung)

Kostenübersicht

Gesamtsystem	Kosteneinsparpotential ca. 3,5 Mio. € pro Jahr
Wärmespeicher	Technisches Konzept Erdbeckenspeicher (max. Volumen 500.000 m³; max. Temperatur 90 °C) Geschätzte Investitionskosten 13 – 22 Mio. €
Solarthermie	70.000 m² Kollektorfläche; Wärmeerzeugung 25 - 40 GWh Geschätzte Investitionskosten 14 – 25 Mio. €
Wärmetrasse	Trassenlänge Wärmespeicher bis HKW Nord ca. 3.400 m Geschätzte Investitionskosten ca. 9 – 10 Mio. €
Einbindung	Wärmeübergabestation inkl. Nachwärmesystem Geschätzte Investitionskosten ca. 11 Mio. €

Zusammenfassung und Ausblick

- Solarthermieranlagen mit insgesamt 70.000 m² Kollektorfläche sind möglich
- 500.000 m³ Multifunktionswärmespeicher Vorzugslösung für das Fernwärmesystem im Sinne der Kopplung von Wärme- und Stromversorgung
- Die COMSOL®-Simulation zeigt einen sehr geringen Einfluss auf die Grundwassertemperatur.
- Lokale und regionale Entscheidungsprozesse sind auf einem guten Weg.
- Das Wissen über solarthermische Aspekte wächst während Beteiligungsprozesses.

Nächste Aufgaben

- Genehmigungsverfahren Wärmespeicher ist zu prüfen
- Weiterführende Untersuchungen
 - Untersetzung Betriebsführungskonzept
 - technischen Einbindung des Wärmespeichers in das FW-Netz (Wärmeübertragung, Nachwärmung, Netzhydraulik, ...)
 - Errichtung einer Solarthermieranlage auf einer Deponie in der Stilllegungsphase
 - Temperaturschichtung im Speicher

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

DREWAG - Stadtwerke Dresden GmbH
Friedrich-List-Platz 2 · 01069 Dresden
www.drewag.de

Technische Universität Dresden
Professur für Gebäudeenergie Technik und Wärmeversorgung
Helmholtzstraße 14 · 01069 Dresden
www.tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/iet/gewv/forschung/forschungsprojekte/projekt-greenheat3



Alles da. Alles nah. Alles klar.

