



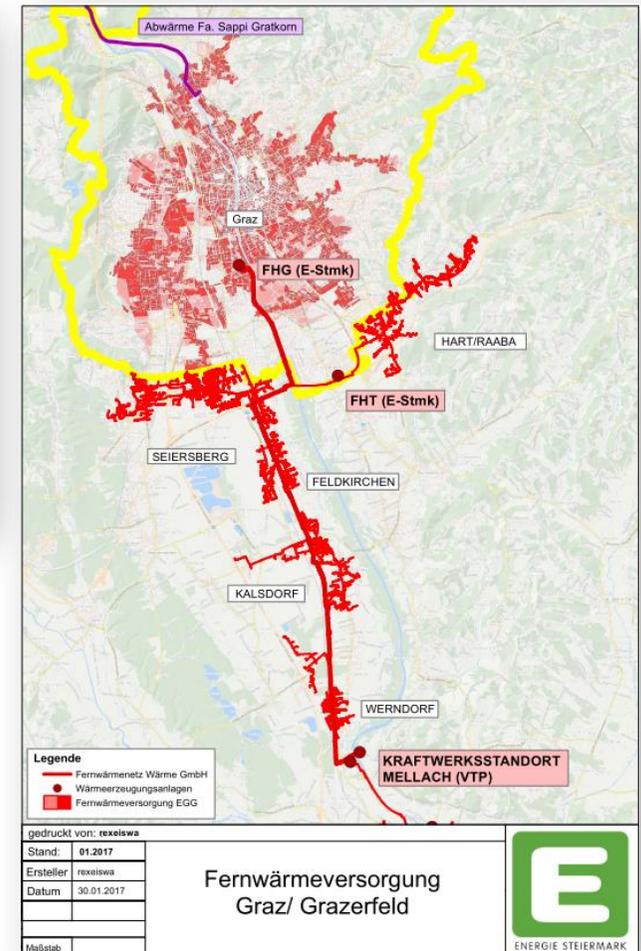
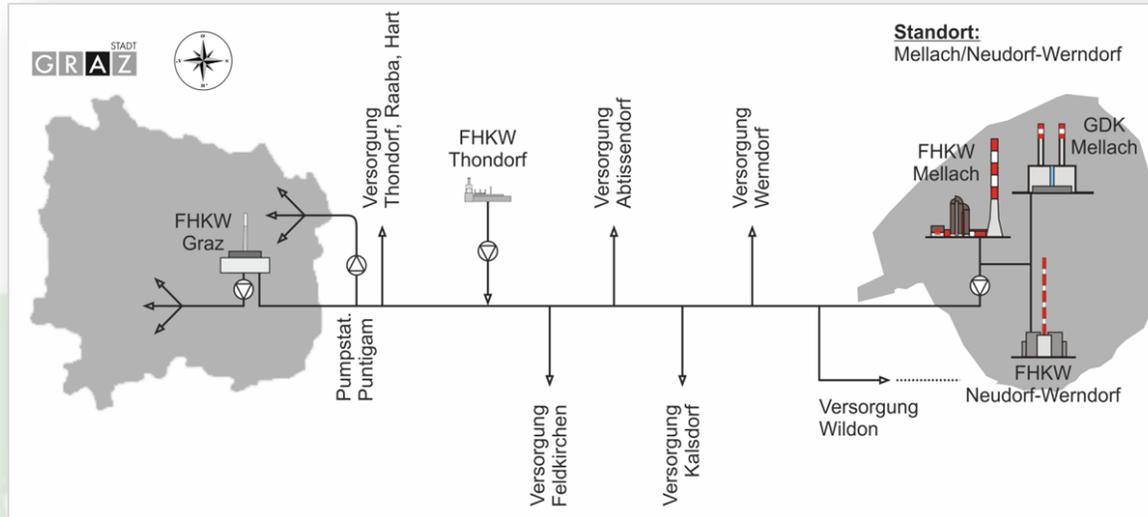
Vorstand DI (FH) Mag. (FH) Martin Graf, MBA

BIG SOLAR GRAZ

Wenn der Sommer dem Winter einheizt

15. Februar 2018

Die Fernwärmeversorgung im Großraum Graz basiert mehrheitlich auf fossiler Abwärme

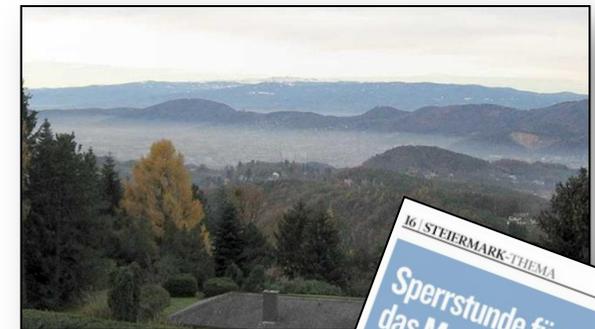


- Gesamtaufbringung 1.250 GWh/a
- Spitzenleistung >500 MW
- Versorgungsgrad im Stadtgebiet 40 %
- > 80% aus Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Eine Ökologisierung der Wärmeaufbringung ist aus verschiedenen Gründen notwendig

- Wirtschaftliche Schieflage von fossil betriebenen KWK-Anlagen (KWK)
- Luftbelastungsgebiet „Graz“ (Beckenlage / Inversion)

- ☑ Abwärme aus einem Stahlwerk
- ☑ Abwärme aus einem Papier- und Zellstoffwerk
- ☑ Errichtung einer Biomassekessel-Anlage
- ☑ Abwärme aus einer Eishalle
- ☑ Abwärme aus einer Mühle
- ☑ Ausbau von Thermosolaranlagen (Direkteinspeisung)
... einige weitere Projekte (P2H, HP-Lösungen, etc.)



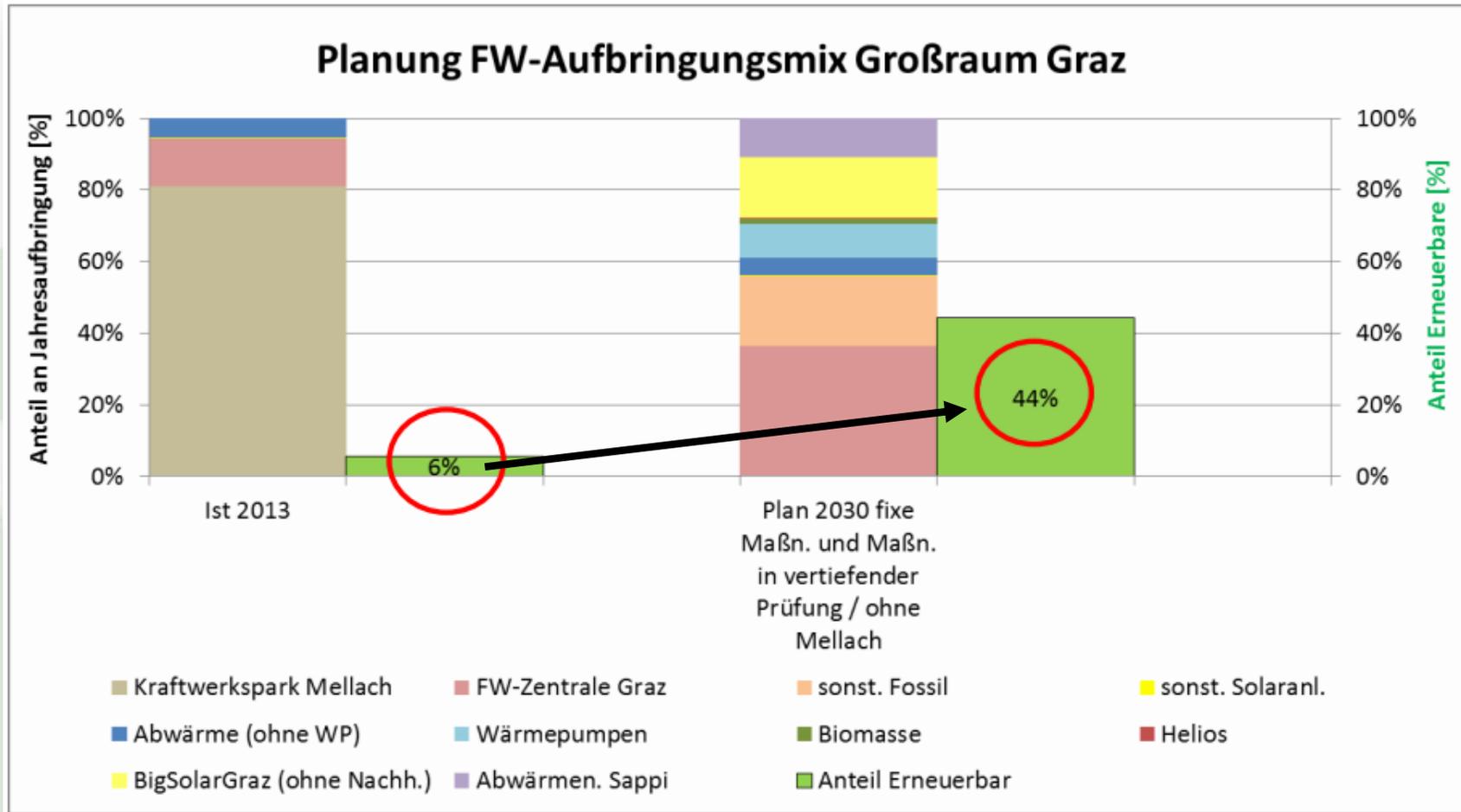
Bildquelle: Stadt Graz/Umweltamt



und

BIG SOLAR GRAZ

Bis 2030 sollen mindestens 44% des Grazer Wärmebedarfs nachhaltig aufgebracht werden



Graz gilt bereits als Vorreiter im Bereich der solarthermischen Fernwärmeeinspeisung



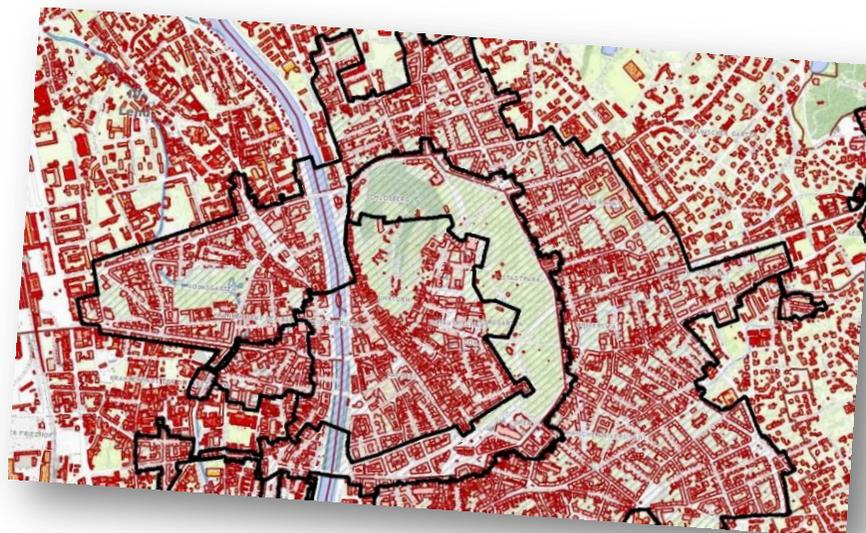
- Anlage FW-Zentrale 7.750 m²
- Anlage Wasserwerk 3.855 m²
- Anlage Stadion 1.407 m²

13.000 m²
Kollektorfläche
im FW-System
eingebunden

Anteil an der
gesamten
Aufbringung
aber nur 0,5%

Mittels des Grazer Solardachkatasters wurde das städtische Solarausbaupotential erhoben

- 64.000 Gebäude der Stadt Graz
 - 14 Millionen m² Dachfläche
 - 25% könnten für thermische Solaranlagen genutzt werden (Nutzung in der Altstadt ausgeschlossen)
 - 3,5 Mio. m² Dachfläche theoretisch nutzbar
- → **Potential 1.240 GWh**



Quelle: Stadt Graz/Stadtvermessungsamt und Umweltamt

Die Nutzung dezentraler Solar-Direkteinspeisung im großen Stil gestaltet sich als schwierig

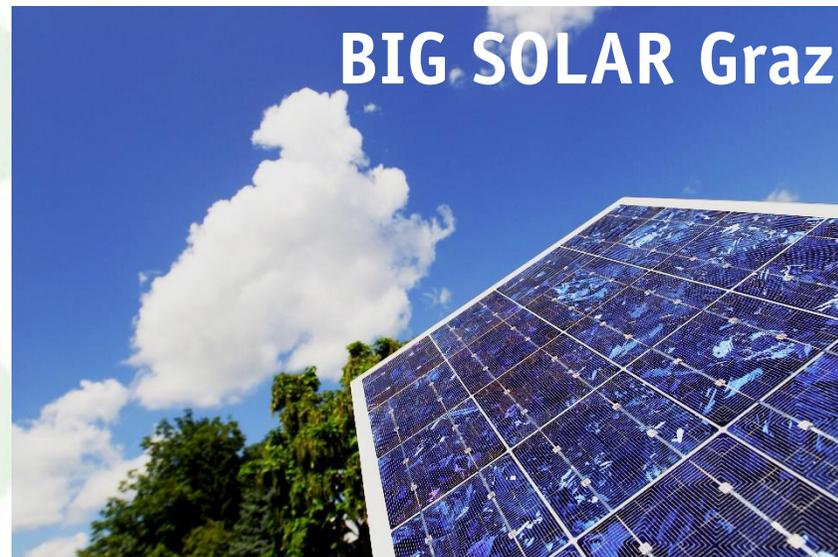
- Die Frage der Speicherung der Energie ist unbeantwortet
 - Lastprofil Sommer – Winter
- Extrem hohe thermische Leistungen im Sommer
 - bei Nutzung des theor. Potentials doppelt so hoch wie im Winter
- Tausende Nutzungsverträge mit Gebäudeeigentümern
- Aufwendige Gutachten zur Dachstatik
- Kostspielige Installationen in den Gebäuden

→ DESHALB: Idee zur Errichtung einer großflächigen Solarwärmeanlage

Die Umsetzung eines Großsolaranlagenkonzeptes wurde mittels Machbarkeitsstudie 2015 erhoben



PlanEnergi



Dänemark gilt als Vorbild bei der großflächigen solarthermischen Fernwärmeeinspeisung

- Günstige Markt-Rahmenbedingungen durch hohe Steuern auf fossile Energie
- Niedrige FW- Vor- und Rücklauftemperaturen
- Verfügbarkeit von leistbaren Flächen mit Möglichkeit von Zwangsrechten
- Saisonaler Großspeicher als zwingender Bestandteil des Systems
- Dänische Erfolgsgeschichte trotz Nachteilen bei der Sonneneinstrahlung (im Vergleich zu Graz)



Bildquelle: Energie Steiermark

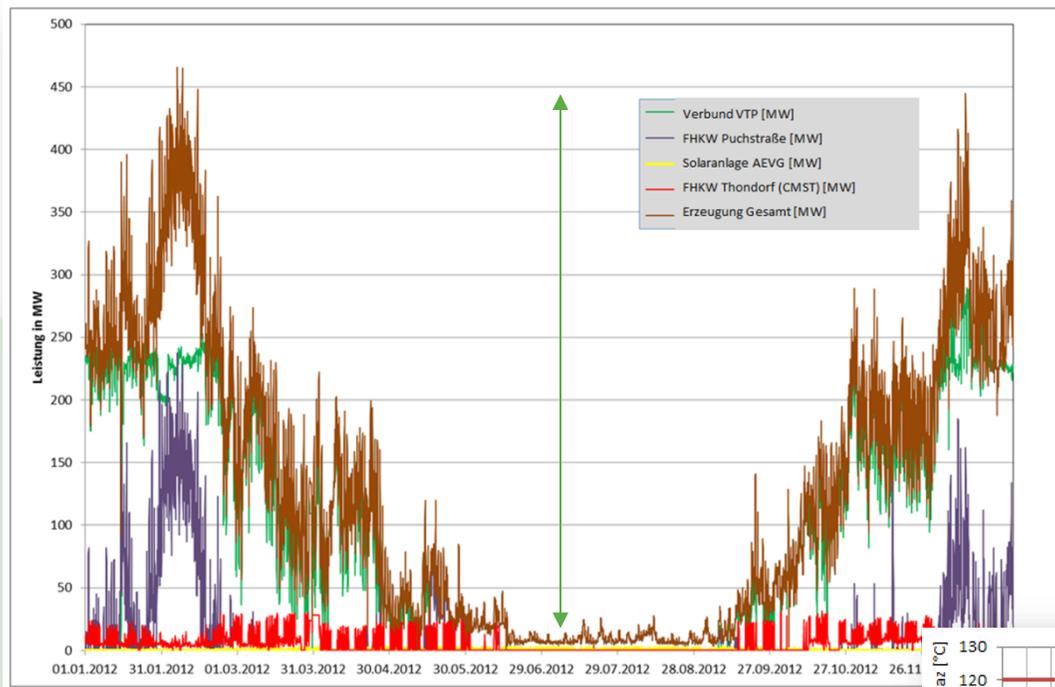
Die bisher größte Solarwärmeanlage wurde Ende 2016 in Dänemark fertig gestellt

- Die aktuell größte Solarwärmeanlage der Welt mit **157.000 m²** Aperturfläche wurde am 31.12.2016 in Silkeborg (DK) in Betrieb genommen
- vgl. BIG SOLAR: **450.000 m²**
- Zum Einsatz gelangen Hochtemperatur (HT)-Flachkollektoren

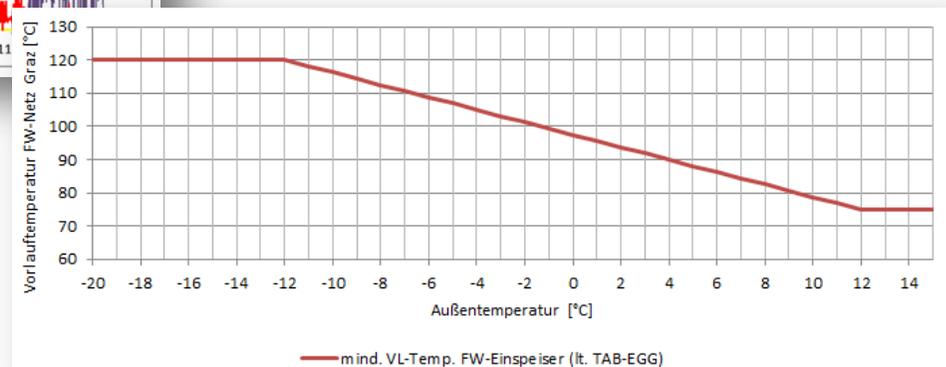


Bildquelle: Arcon Sunmark GmbH

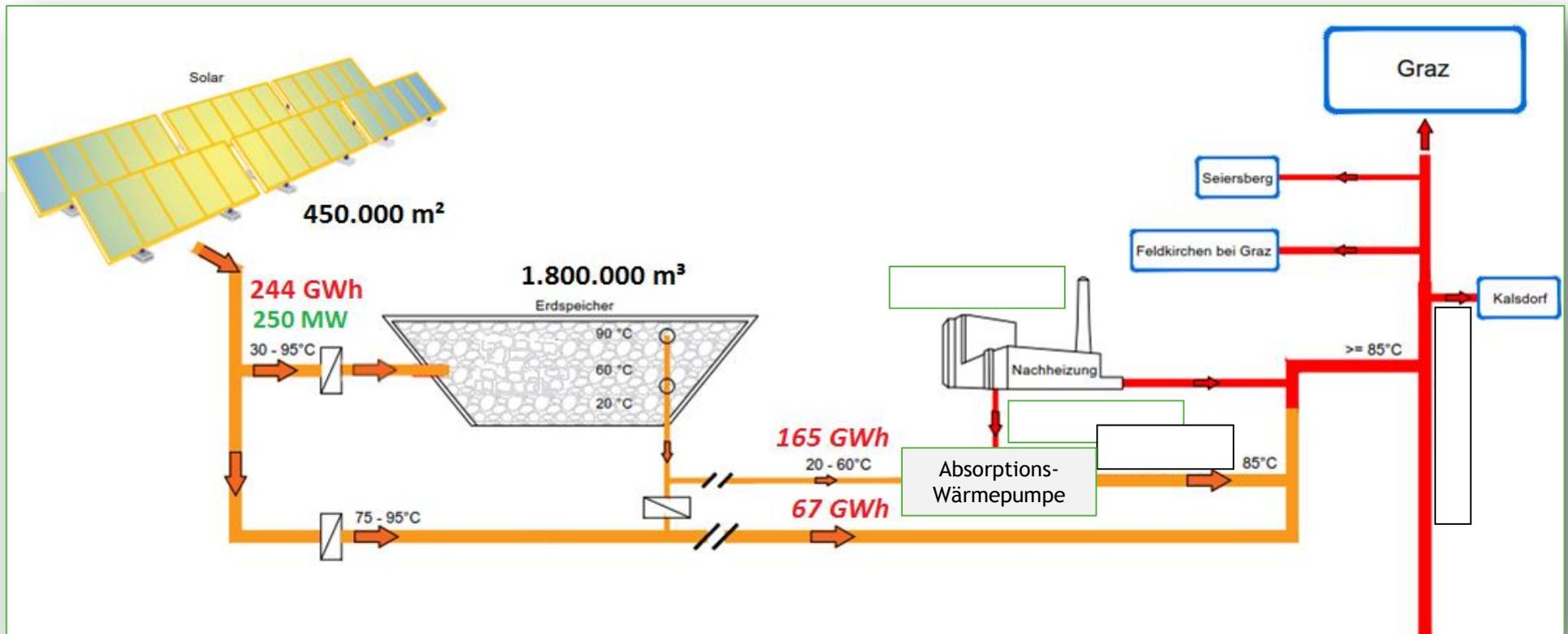
Herausforderungen ergeben sich in Graz aus den hohen Netztemperaturen und dem Lastprofil



- Leistungsspitze der FW-Aufbringung am 11.1.2017: **550 MW**
- Sommerbedarf zeitweise unter 10 MW (Sommer-Winter Verhältnis ~ 1:20)
- Vorlauf-Temperatur bis zu 120°C = *Erfordernis von Nachheizsystemen*

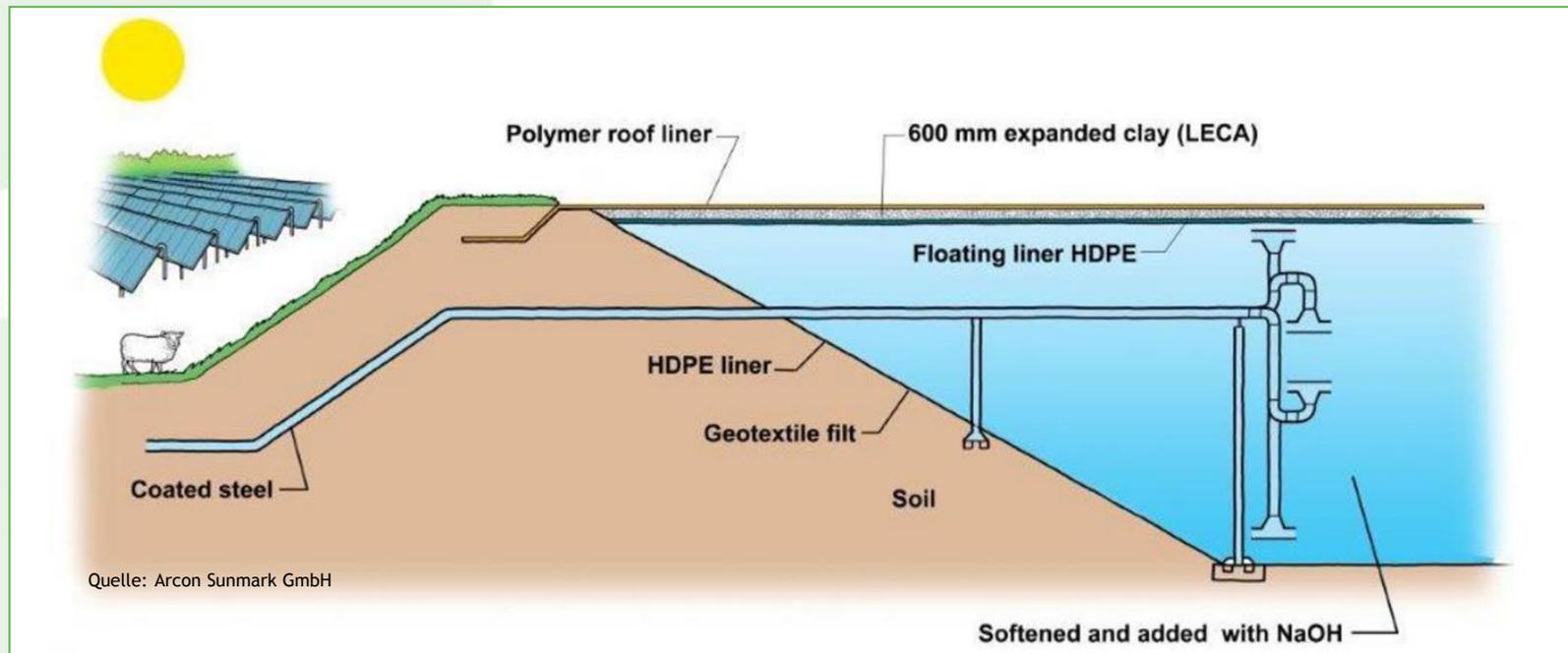


Das technische Systemkonzept kombiniert daher Großflächenkollektoren und Erdbeckenspeicher



Mithilfe von Erdbeckenspeicher soll die Energie vom Sommer in den Winter transferiert werden

- Ausführung als Erdbeckenspeicher
- bei Wärmeerzeugung von 230 GWh mit 450.000 m² Kollektorfläche ist ein rd. 1,8 Mio. m³ Wasser fassender Speicher notwendig
- Wassertemperatur bis maximal 90°C



Unterschiedliche Bauvarianten der wesentlichen Systemkomponenten wurden detailliert geprüft



■ Bauform

- Tiefe des Speicher von max. Grundwasserspiegel bestimmt
- Form eines Pyramidenstumpfes
- Aushub für Dämme verwendbar

■ Dichtfolien

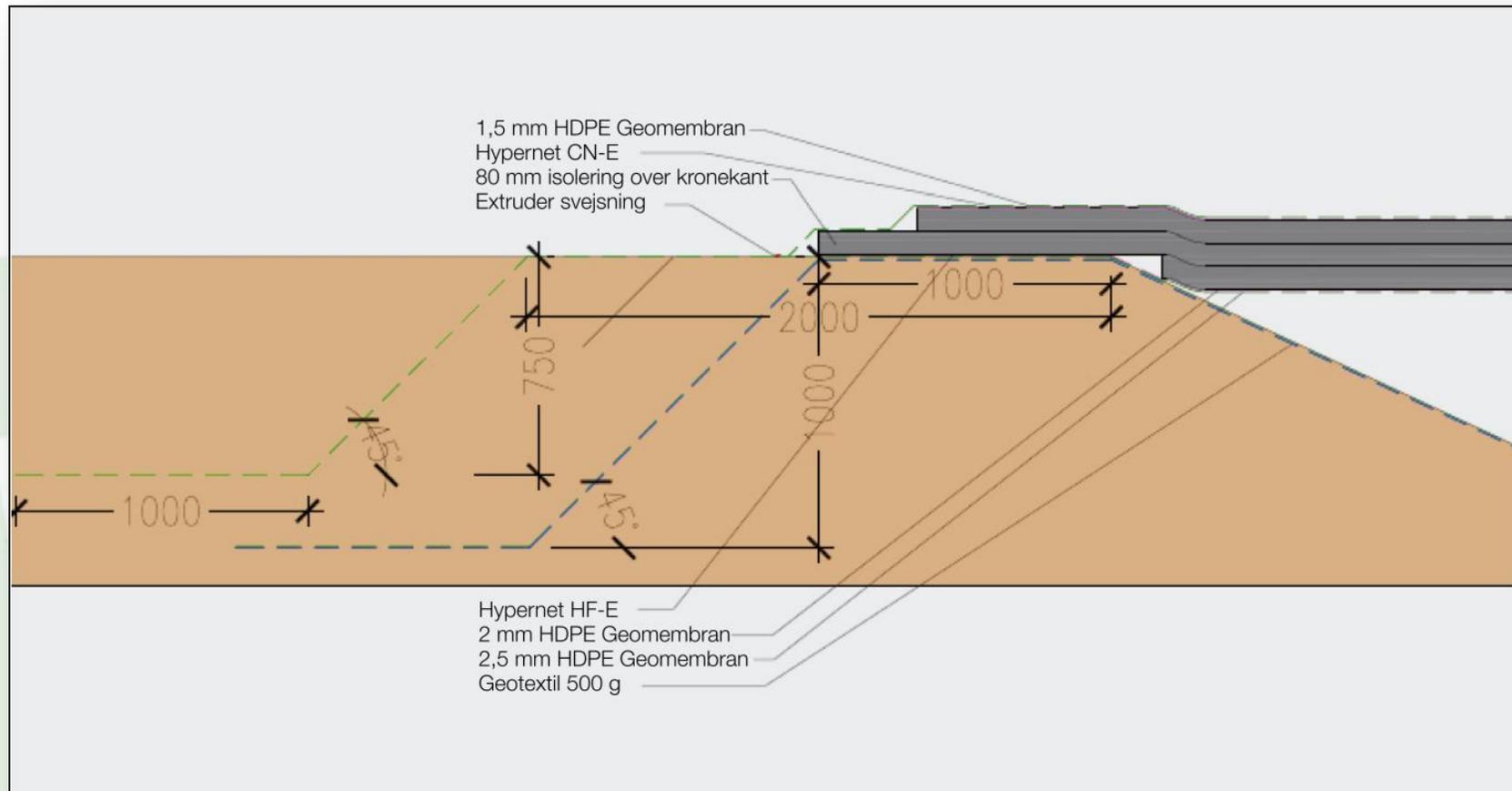
- Material HDPE (Polyethylen mit hoher Dichte; 2,5 mm)
- Langzeitstabilität bei Temperaturen bis maximal 90°C
- relativ einfache Installieren, bewährte Schweißtechnik
- ggf. Überwachung der Schweißnähte mit Leck-Warnung
- Lebensdauer abhängig vom Temperaturprofil des Speichers
- Lebensdauer Richtwert: > 20 Jahre

Für die Isolierung der Oberfläche wurde eine Schwimmabdeckung als beste Option identifiziert



- Oberfläche des Erdbeckenspeichers ist mit einer isolierten Schwimmabdeckung bedeckt
 - Bewegung des Wasserspiegels aufgrund der thermischen Ausdehnung ggf. mit Ausgleichsbehältern entgegenwirken
 - Volumenisolierung zwischen einer schwimmenden, wasserdichten Folie (HDPE 1,5 bis 2,5 mm) und einer oberen Folie mit Blähtonkugeln (Bsp. Vojens) oder flexiblen Isoliermatten (Bsp. Dronninglund)
 - Gefahr der Feuchtigkeitsaufnahme der Isolierung durch Kondensation oder Wassereindringung durch Schäden
 - Belüftung des Zwischenraumes
 - Bewirtschaftung der Regenwässer (Pumpen im Winter vor Frost schützen)

Schwimmende Abdeckung und Isolierung



In der Praxis bewährte Beispiele zeigen wie die Be- und Entladung idealerweise stattfindet

- Mindestens zwei Rohre für die Be- und Entladeeinrichtung
- Erhöhung der Flexibilität durch Rohranschlüsse in verschiedenen Ebenen
- Be-/Entladeeinrichtung aus Edelstahl wegen erhöhter Korrosionsgefahr aufgrund der hohen Wassertemperatur
- Verwendung von gereinigtem und aufbereitetem Wasser (pH-Wert ca. 9,8)



Quelle: Stateofgreen.com / Climate Consortium Denmark



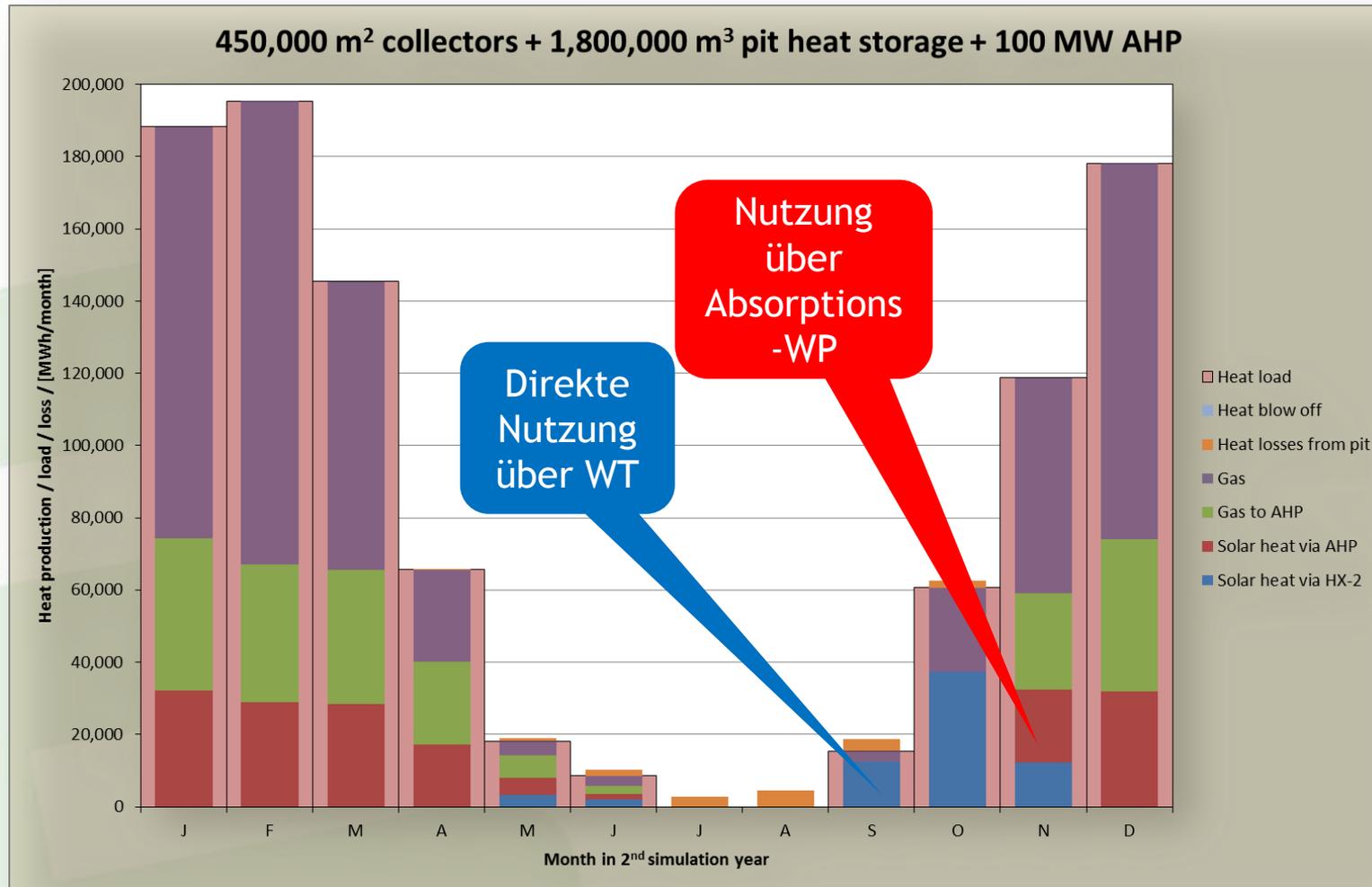
Bildquellen: Energie Steiermark

Absorptionswärmepumpen sind aufgrund der hohen Netztemperaturen in Graz notwendig

- Die Wärmepumpe gewährleistet die Nutzung tiefer Temperaturniveaus
- Damit ergibt sich eine bessere Ausnutzung des Speichers und ein höherer Solarertrag
- Als Antriebsenergie wird nicht Strom sondern Wärme eingesetzt, die man zum Nachheizen auf das notwendige Vorlauf-Temperaturniveau ohnedies benötigt



Detaillierte Simulationsrechnungen waren fixer Bestandteil der Machbarkeitsanalyse



Die Machbarkeitsstudie bescheinigt dem Konzept technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit



- Zielsetzung: ökologisch, nachhaltige, versorgungssichere und leistbare Wärmebereitstellung für das Fernwärmenetz
- Basis = Rahmenbedingungen des Grazer Fernwärmenetzes
- ökonomisches Optimum bei 450.000 m² Kollektorfläche und 1.800.000 m³ Speichervolumen
- Kombination mit Absorptionswärmepumpe (6 Stk. zu je 16 MW)
- Antriebsenergie für AHP und Nachheizung mit Erdgas- oder Biomassekesseln
- Gesamtinvestitionssumme rd. 200 Mio. Euro
- **232 GWh Solarenergie / Jahr**
- rd. 250 MW solarthermische Leistung
- 20 % Jahresdeckungsgrad für Fernwärme in Graz

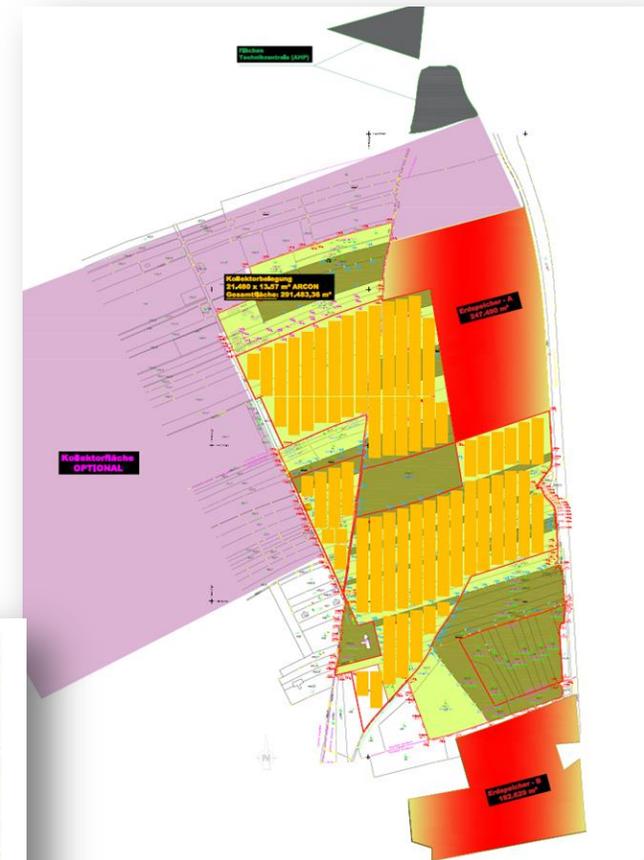
Der Flächenbedarf für die Projektumsetzung ist mit einer Größe von ~100 Fußballfeldern enorm

■ Vergleich von Infrastruktureinrichtungen

- Flughafen Graz 300 ha
- Autobahnknoten 40 ha
- BIG Solar Graz 100 ha



Bildquelle: www.airportpark-berlin-neuhardenberg.de



Quellen: Energie Steiermark, S.O.L.I.D. GmbH

Die Identifikation von geeigneten Freiflächen und die Grundstücksakquisition verlaufen schwierig



■ Schwierig wie erwartet

- Flächenkonkurrenz „Teller – Tank“
- Jagdeinschränkungen
- Rodung
- Vorbehalte der Kommunen
- Grundwasserspiegel

■ Suche nach „belasteten“ Flächen

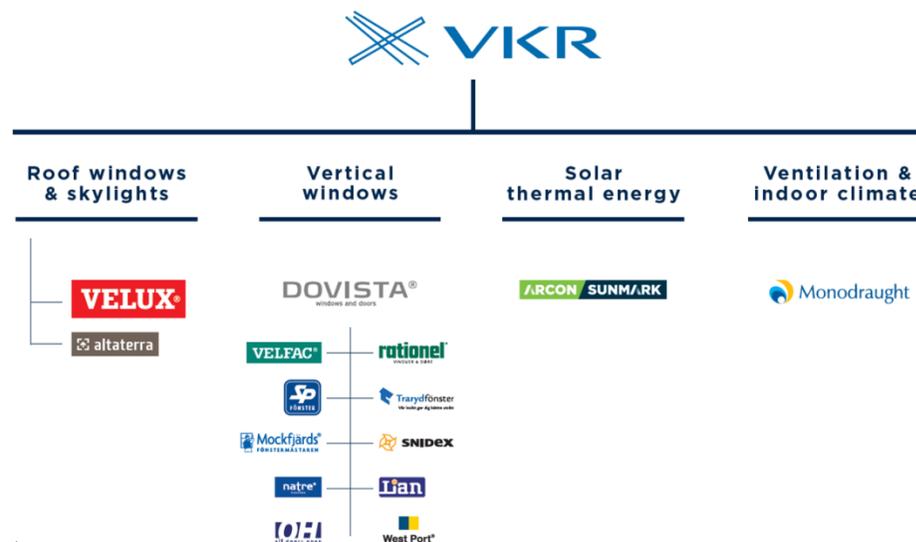
- Flächen mit extensiver Landwirtschaft
- Flächen mit beschränkter Nutzungsmöglichkeit (zB. durch Airport)

Mit der Projektentwicklung wurde eine eigens dafür gegründete Projektgesellschaft betraut



- Vereinbarung mit Arcon Sunmark A/S (VKR-Gruppe, Dänemark) zur Umsetzung des Projektes wurde im Juli 2016 abgeschlossen

- Projektgesellschaft bereits gegründet
 - SWV Solar Wärme Versorgungs GmbH, Graz
- Wärmelieferungsvertrag mit Wärme GmbH in Vorbereitung



Aktuell wird die Projektgenehmigung für das 2. Halbjahr 2018 angestrebt

- Akquisition von Grundstücken
- Weiterentwicklung des technischen Anlagenkonzeptes
 - Design von Solarfeld und Speicher
 - Auslegung Wärmepumpen und Kessel
 - Betriebs- und Regelungsstrategie
 - Sicherheit
- Vorbereitung Genehmigungsplanung und Behördenverfahren

Zieltermin für Genehmigungen: 2. Halbjahr 2018

Wir sind die
Energie
der **Steiermark.**
Offizieller Partner
einer grünen Welt.

Viel Energie!