

Tiefengeothermie – wie könnte Schleswig-Holstein von der Erdwärme profitieren?

geschrieben von Admin | 7. Februar 2023

von Bernd Packulat

Wir schreiben Januar 2023, uns Bürger bewegen aktuell die Energiepreise und die Sparaufrufe der Bundesregierung wegen des Erdgasembargos und die Bemühungen um die kurzfristige Schaffung einer Infrastruktur für LNG-Importe.

Die lokale Politik-Prominenz unserer Gemeinde möchte als „Klimaschutzmaßnahme“ ein Fernwärmenetz aufbauen, um durch Stilllegung der Gasthermen in den Einzel-, Doppel- und Reihenhäusern die Welt zu retten.

Damit ist es an der Zeit, sich mit den aktuellen Gegebenheiten der Geothermie zu beschäftigen!

Der NDR berichtete sehr ausführlich am 24.01.2023 von der Tagung des Bundesverbandes Geothermie in Neumünster, der Beitrag

„Tiefengeothermie: So können wir von Erdwärme profitieren“

ist hier abrufbar.

*Inga Moeck – Professorin für Angewandte Geothermik und Geohydraulik – ...sagt: Verlässliche Daten [der Gesteinsstrukturen mit Geothermie-Potential im tieferen Untergrund] sind da – jetzt brauche es den nächsten Schritt. „Wir warten jetzt nur noch auf die Stadtwerke, die sich diese Daten angucken und sagen: Wo deckt sich der Wärmebedarf mit dem Angebot aus dem Untergrund?“, sagt die Fachfrau. Sie kennt die große Hürde bei der Geothermie: **Am Anfang koste es ziemlich viel Geld – doch danach sei das alles sehr wartungsarm. „Dann hat man es eigentlich geschafft“, meint Moeck und verweist auf die Unterstützung durch den Staat. „Da muss man als Kommune nur willig sein, dann kriegt man eine Förderung vom Bundeswirtschaftsministerium.“***

Ebenfalls berichtete das Hamburger Abendblatt am 27.01.2023 unter der Überschrift „Energieexkursion ins Erdreich“ von den zu erwartenden Erfolgen des Geothermie-Projekt in Wilhelmsburg, der Beitrag ist leider nur als Print und e-paper verfügbar. Von diesem Projekt berichtete ich

bereits auf EIKE am 01.08.2022 unter dem Titel „Der Ausbau der Geothermie in Wilhelmsburg stockt“.

Als Literaturquelle bietet sich hierfür zusätzlich zu den Artikeln der Internetauftritt Norddeutsche Geothermie-Tagung an, hier sind die Fachvorträge aller Jahrestagungen ab 2008 gelistet.

Bereits **2011** hielt **Claudia Thomsen** den Vortrag „Geothermische Potenziale in Norddeutschland am Beispiel Schleswig-Holsteins“.

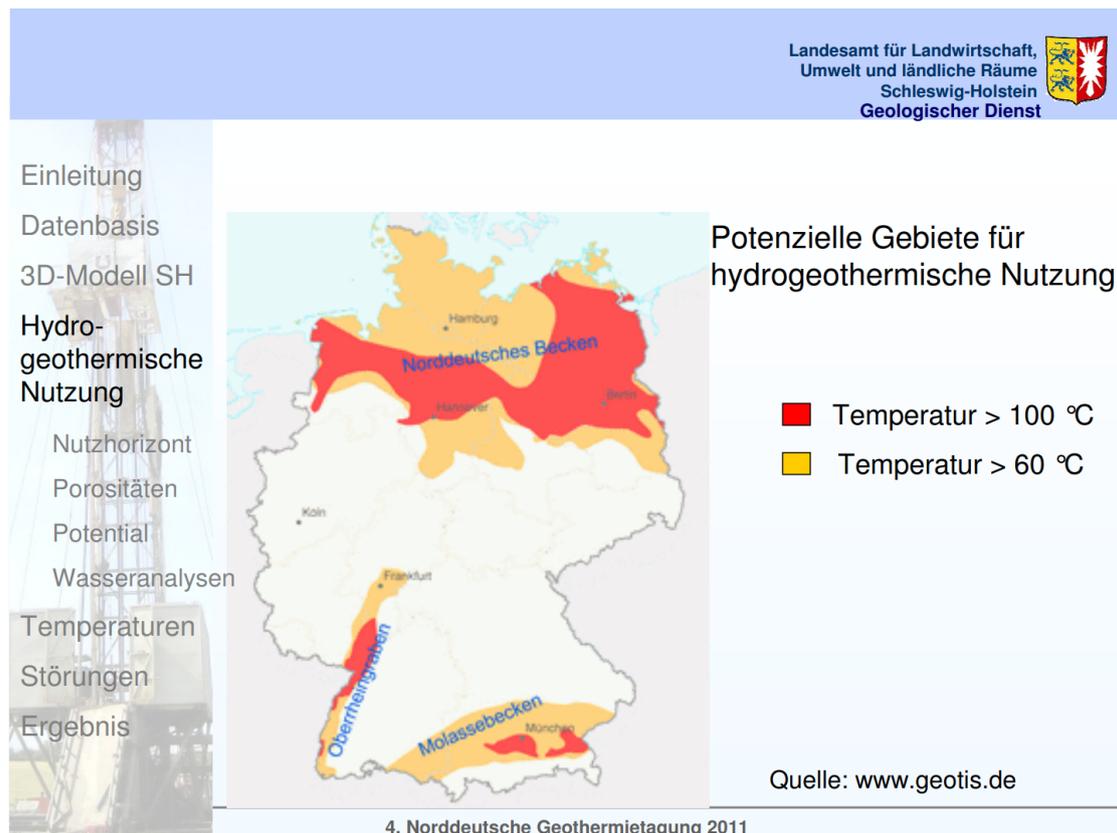


Bild 1: Potentielle Gebiete in Deutschland für die hydrothermische Nutzung

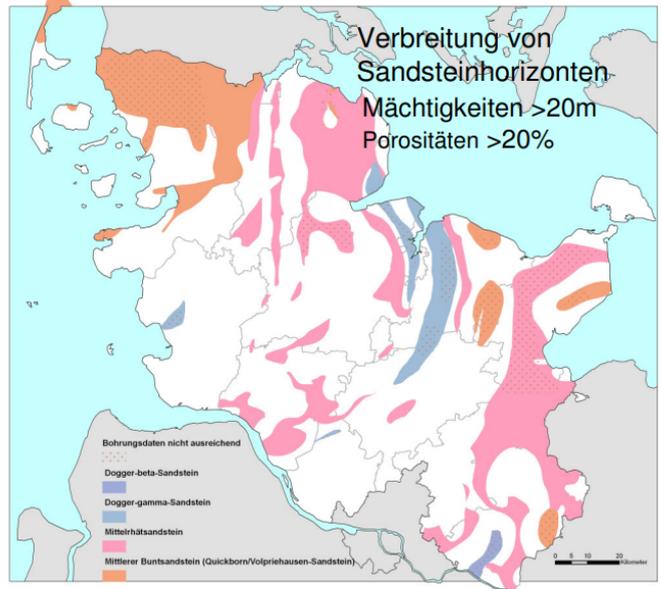
Potenziell nutzbare Sandsteine sollen Dogger, Oberer Keuper und Mittlerer Buntsandstein sein.

Wie nachfolgendes Bild 2 zeigt, weisen um Hamburg herum die Kreise Pinneberg, Segeberg und Bad Oldesloe, also die Region nördlich Hamburg keine Vorkommen dieser Sandsteine auf.



Einleitung
Datenbasis
3D-Modell SH
Hydro-
geothermische
Nutzung
Nutzhorizont
Porositäten
Potential
Wasseranalysen
Temperaturen
Störungen
Ergebnis

Potenzialgebiete für hydrogeothermische Nutzung



4. Norddeutsche Geothermietagung 2011

Bild 2: Potentialgebiete für hydrogeothermische Nutzung in Schleswig-Holstein

Eigentlich stellt Schleswig-Holstein im Gegensatz zum nördlichen Niedersachsen kein potentiell nutzbares Gebiet dar. Die Landschaft ist von geotektonischen Verwerfungen gekennzeichnet, wasserführende Sandsteinschichten werden durch diese Verwerfungen sehr häufig unterbrochen.



Einleitung

Datenbasis

3D-Modell SH

Hydro-
geothermische
Nutzung

Nutzhorizont

Porositäten

Potential

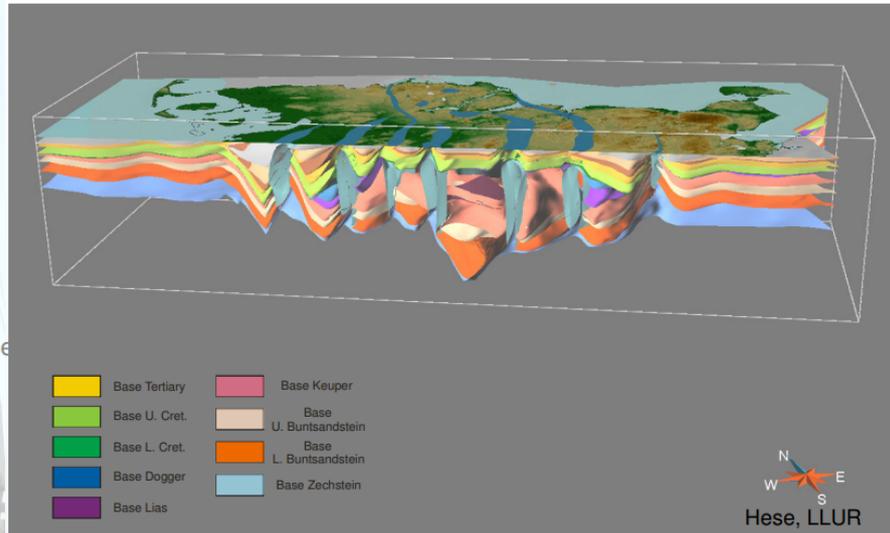
Wasseranalyse

Temperaturen

Störungen

Ergebnis

3D-Modell des geologischen Untergrundes von Schleswig-Holstein (auf Basis des Geotektonischen Atlas von NW-Deutschland -GTA)



4. Norddeutsche Geothermietagung 2011

Bild 3 Geotektonische Verwerfungen in Schleswig-Holstein

2022 halten **Frank Kabus und Rafael Mathes** den Vortrag „Tiefe Geothermieprojekte mit Großwärmepumpen im Norddeutschen Becken“.

Im Bild 4 werden auf Folie 7 die Bedingungen für zu erwartenden Wärmequellleistung gelistet:

Geologische Grundlage

Wärmequelleistungen von Wärmepumpen

In Abhängigkeit von

- Thermalwasserstrom (50 m³/h bis 150 m³/h)
- Fördertemperatur (40 °C bis 80 °C)
- Heiznetzrücklauftemperatur (50 ... 65 °C)
- Auskühlung des Thermalwassers (hier: 20 °C)

sind Wärmequelleistungen für Wärmepumpen im Bereich von **1.000 kW bis 7.000 kW** zu erwarten.

Bild 4 Wärmequelleistungen von Wärmepumpen

Im Bild 5 werden auf der Folie 8 die 3 Varianten der Hydrothermalen Technologie beschrieben.

Hydrogeothermale Technologie

An Temperatur angepasste technische Konzepte

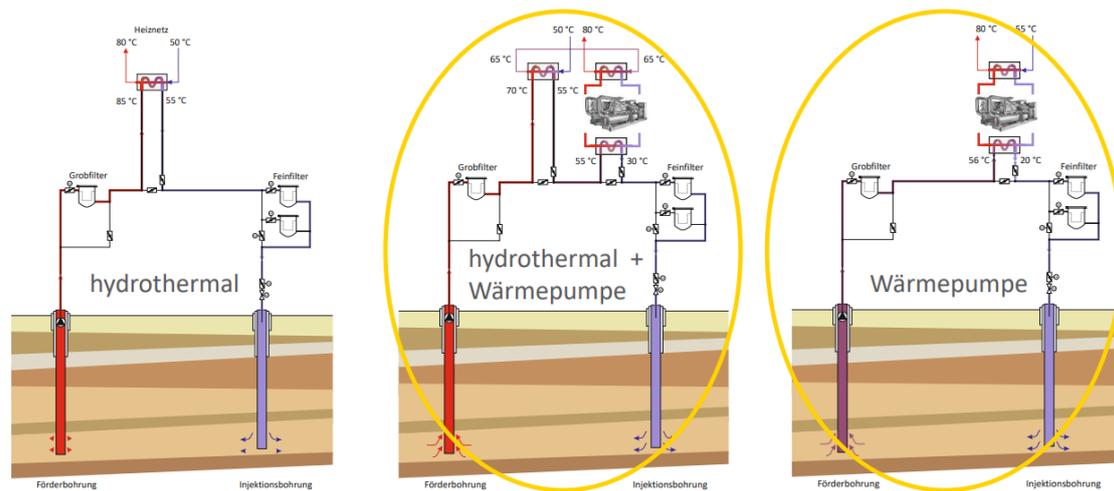
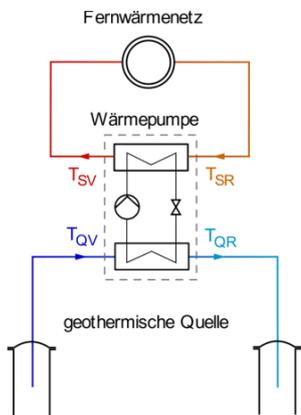


Bild 5: Hydrogeothermale Technologien

Unter dem Aspekt, dass in weiten Teilen Schleswig-Holsteins nur Temperaturen unter 60°C in einer Tiefe von ca. 1.300 m vorhanden sind, kommt also nur die Variante 3 „Wärmepumpen“ zum Tragen.

Wärmepumpen

Funktionsweise



- Leistungszahl

$$COP = \frac{\text{Wärmeleistung}}{\text{Antriebsleistung}}$$

- Beispiel COP = 4



- Leistungszahl idealer Prozess

$$COP_{Carnot} = \frac{T_{SV}}{T_{SV} - T_{QR}}$$

- Entscheidend ist die Temperaturdifferenz zwischen Heiznetzvorlauf und Quellenrücklauf

12

Bild 6 Variante 3 Wärmepumpe

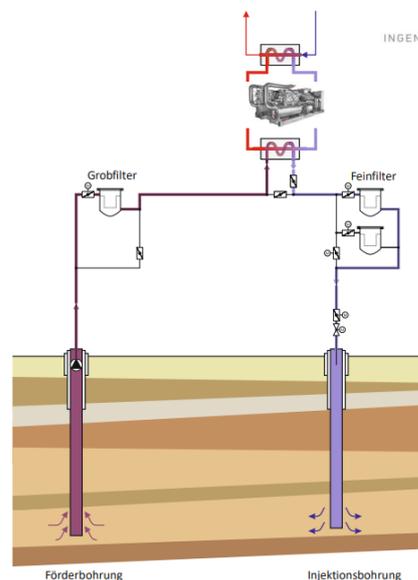
Als Praxisbeispiel sei die Anlage Schwerin angeführt.

Beispiel Schwerin

Rahmenbedingungen

- Thermalwassertemperatur 55,5 °C
- Mineralisation 145 g/l
- Thermalwasserstrom 150 m³/h
- Heiznetzvorlauf 120 °C ... 80 °C
- Grundlast 80 °C
- Heiznetzrücklauf 55 °C ... 65 °C

- Kein direkter Wärmeübergang möglich
- Wärmepumpeneinsatz (ca. 7 MW)



18

Bild 7 Beispiel Schwerin Rahmenbedingung

Beispiel Schwerin

Ergebnisse

■ Wärmeleistung	6,9 MW
■ Thermalwassermenge	1,1 Mio. m ³
■ geothermische Wärmelieferung	60 GWh/a
■ Stromeinsatz	15 GWh/a
■ Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	4,2

Bild 8 Beispiel Schwerin Ergebnisse

Doch wie ist hier der Stand der Großwärmepumpen?

2022 hielt **Matthias Utri** den Vortrag „Großwärmepumpen für die Geothermie: Technik, Verfügbarkeit und Einsatzmöglichkeiten“.

Die Variante 3 wird nochmals im Bild 9 dargestellt.

Der einfache Wärmepumpenkreislauf

Kompressions-Wärmepumpe:

■ Ermöglicht unter Zuhilfenahme von technischer Arbeit die Übertragung von Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau auf ein System mit höherem Temperaturniveau

■ Besteht mindestens aus:

1. Verdampfer
2. Kompressor
3. Kondensator
4. Drosselventil

■ Leistungszahl: $COP = \frac{\dot{Q}_{Senke}}{P_{Kompressor}}$

■ Groß-WP: hier ab 500 kW und 80°C

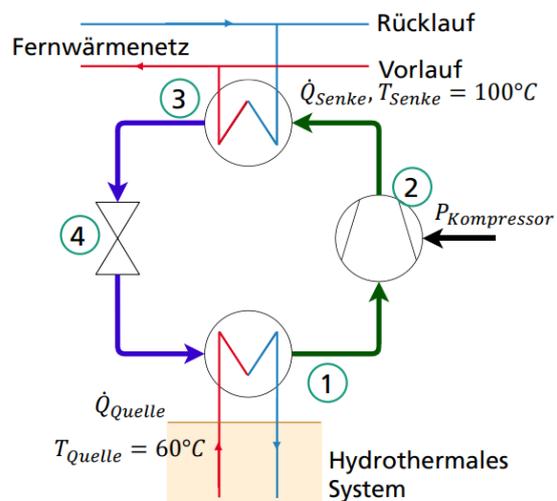


Bild 9: Der einfache Wärmepumpenkreislauf

Nachfolgende Tabelle im Bild 10 soll uns vermitteln, das international mehr als 25 Standorte von Großwärmepumpen bekannt sind, leider zeigt die Tabelle keine Standorte mit einer Senkentemperatur < 60°C, die nach meinem Verständnis für unsere geologischen Anforderungen nötig wären:

Verfügbare Großwärmepumpen

- Wenige Hersteller für Temperaturen oberhalb 100°C
- Ab 150°C: Prototypenstatus
 - Industriebedarf bis 200°C noch nicht vollständig bedienbar
- Wärmepumpen in großen Leistungsklassen (bis 70 MW) verfügbar

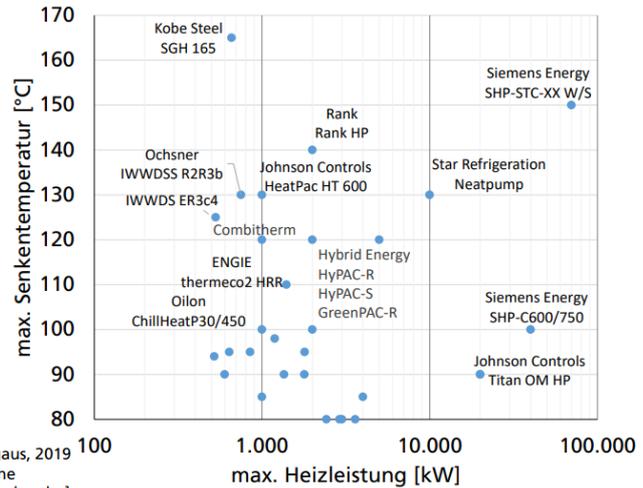
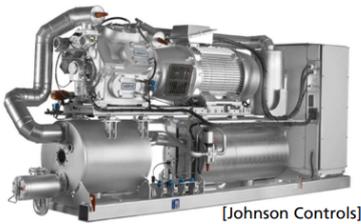


Bild 10: Verfügbare Großwärmepumpen

Die Effizienz und der Entwicklungsbedarf werden in folgender Folie dargestellt:

Effizienz von Großwärmepumpen und Entwicklungsbedarfe

- Entwicklungsbedarfe:
 - Erhöhung der Senkentemp.
 - COP-Verbesserungen durch Entwicklung von
 - Kompressoren
 - Wärmeübertrager
 - Schmiermittel
 - Kältemittel
 - Regelungsstrategien
 - Standardisierung von Anwendungsfällen

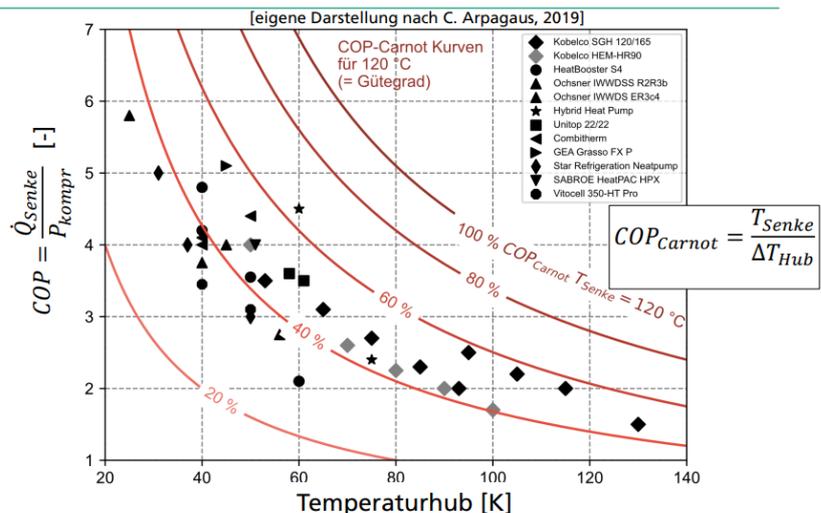


Bild 11 Effizienz von Großwärmepumpen

Wirtschaftlichkeit von Großwärmepumpen

■ Hemmnisse für die Verbreitung von Großwärmepumpen:

- Hohe Herstellungskosten, teilweise Einzelstücke
- **Lange Amortisationszeiten / Gas bisher die günstigere Alternative**

Land	Kosten kWh Strom [€]	Kosten kWh Gas [€]	Verhältnis Strom / Gas
Schweden	0,0982	0,0793	1,2
Frankreich	0,1018	0,0504	2,0
Österreich	0,1278	0,0476	2,7
EU	0,1445	0,0416	3,5
Deutschland	0,1445	0,0379	3,8

[Eurostat 2021, non-household]

- **Spez. Invest für WP deutlich höher als für Gas!**

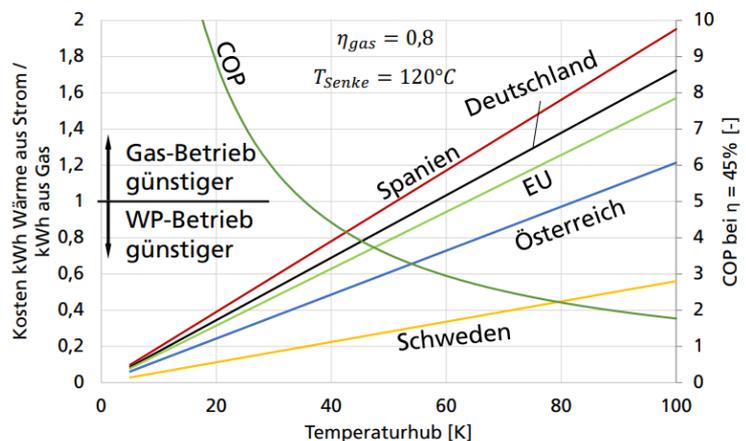


Bild: 12 Wirtschaftlichkeit von Großwärmepumpen

Bemerkenswert ist im Bild 12 die Bewertung der Energiekosten, mit Stand Mai 2022 betrug das Verhältnis Strom zu Gas in Deutschland stolze 3,8! Wie sich das Verhältnis heute und morgen darstellt, wäre interessant!

Die Autoren Referent Frank Kabus und Rafael Mathes fassen Ihre Ergebnisse im Bild 13 zusammen:

Zusammenfassung und Arbeiten am Fraunhofer IEG

- Großes Potential für Wärmepumpen in Kombination mit tiefer Geothermie in kommunaler und industrieller Wärmewende
- Hochtemperatur-Wärmepumpen bis ca. 150°C erprobt
- Ab ca. 150°C: Prototypenstatus und Entwicklungsbedarfe
- Effizienz nimmt mit steigendem Temperaturhub deutlich ab
- Hohe Herstellkosten und günstiges Gas hemmen (bisher) die weite Verbreitung

- Unterstützung von Kommunen und Unternehmen bei Potentialstudien und Umsetzungsprojekten
- Entwicklung von eigenen Hochtemperatur-Wärmepumpenkomponenten
- Demonstration der Machbarkeit in Reallaboren

Bild 13: Zusammenfassung und Arbeiten am Fraunhofer IEG

Fazit:

Wie der NDR am 24.01.2023 berichtet, gibt es große Hürden für den Einsatz der Geothermie:

- Am Anfang kostete es ziemlich viel Geld – doch danach sei angeblich alles sehr wartungsarm.
- Als Kommune muss man nur willig [und risikobereit] sein, dann kriegt man eine Förderung vom Bundeswirtschaftsministerium.
- Die Kommunen müssen sich grundsätzlich erstmal fragen, wie viel Wärme sie überhaupt brauchen, wie sich dieser Wärmebedarf verteilt und wo gute Anschlusspunkte an dieses Wärmenetz sein könnten.
- Der Erkundungsprozess und die erste Bohrung dauere etwa zweieinhalb Jahre. „Mit der ersten Bohrung kann man schon warmes Wasser fördern, dann ist eine zweite Bohrung nötig, um den Thermalkreislauf zu testen“, sagt Moeck – und dann wisse man genau, mit was für einer Wärmeleistung man rechnen kann.
- Was hat das Projekt in Schwerin gekostet?
Gekostet hat es bisher 20,5 Millionen Euro – und man gehen davon aus, dass das Budget einhalten werden kann!
Das Projekt soll sich auf jeden Fall rechnen, man setzt auf die Teuerung der fossilen Energien an den an den Großhandelsmärkten.

Nachtrag:

Leider behandelt man in den Vorträgen zur Tiefengeothermie nicht die Frage nach der Bereitstellung der zusätzlichen Elektroenergie, die zum Betrieb der Großwärmepumpen und Wärmenetze erforderlich ist.

Nach der Abschaltung und dem Rückbau der deutschen Kernkraft- und Kohlekraftwerke liefern bei Dunkelflaute die Windkraft- und Photovoltaikanlagen leider keine Elektroenergie.

Wenn Träume sterben, dann bleibt es kalt.

Über den Autor

Der Autor ist Dipl. Ing der Elektrotechnik und seit 2017 in Lokalpolitik tätig