

Wie aus Erdwärme Strom wird

Geozentrum Hannover

Vortrag am 28.10.2010

Grontmij GmbH

Dipl.-Ing. Matthias Gerwe

Inhalt:

- Grundlagen der Kraftwerkstechnik
- Der **Organic-Rankine-Cycle** (ORC-Prozess)
- Der Kalina-Prozess
- Das Geothermieheizkraftwerk Sauerlach

Kurzvorstellung der Grontmij

Niederländische Aktiengesellschaft, gelistet an der Euronext
Reines Consulting-/Planungsgeschäft, keine Lieferinteressen

Umsatz 2010: > 1 Mrd. €

Beschäftigte 2010: ~ 11.000

Vertreten in Nord-West-Europa in den Ländern:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Niederlande,
Polen, Schweden, UK u. a.

Tätigkeitsfelder:

Planung & Gestaltung

Transport & Mobilität

Wasser & Energie

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Grontmij GmbH

Tätigkeitsfeld: Planung & Gestaltung



Städtebau



Flächenmanagement



Regionalentwicklung



Hochbau

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Grontmij GmbH

Tätigkeitsfeld: Transport & Mobilität



3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Grontmij GmbH

Tätigkeitsfeld: Wasser & Energie

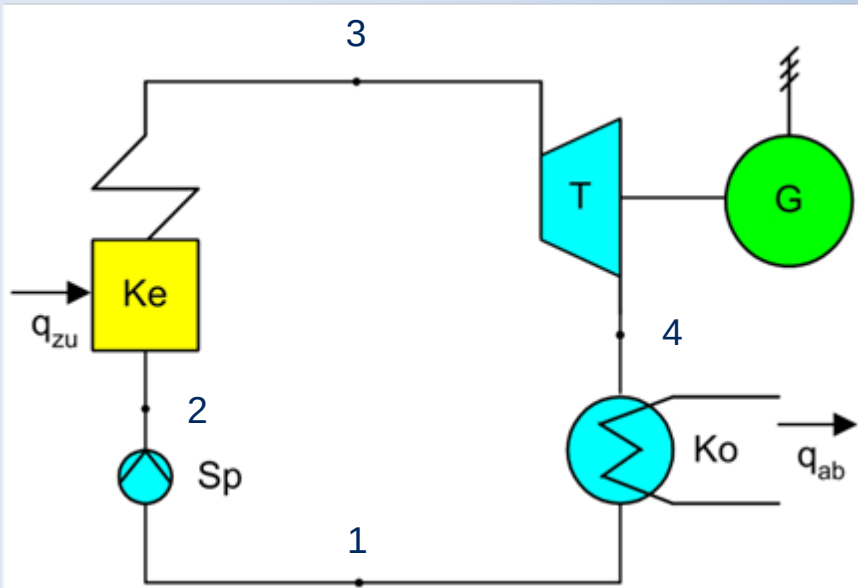


3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Grundlagen der Kraftwerkstechnik

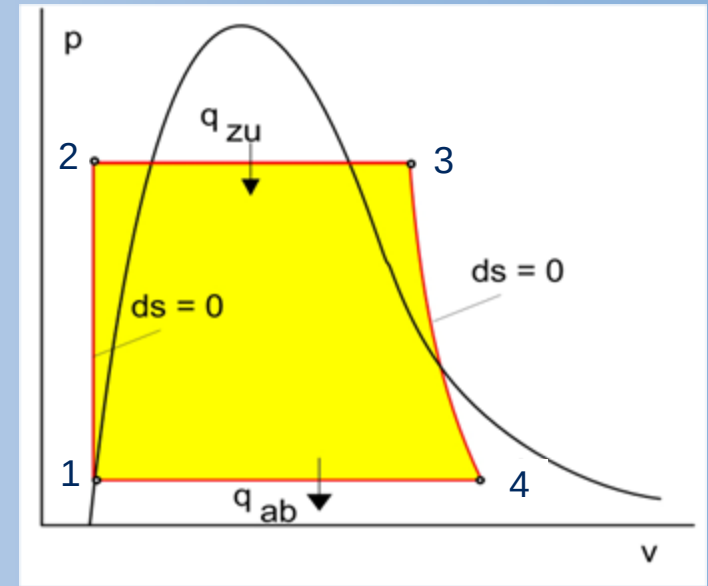
Der Clausius-Rankine-Prozess:

im p-V-Diagramm



(Quelle: Wikipedia)

1-2: Druckerhöhung
3-4: Entspannung



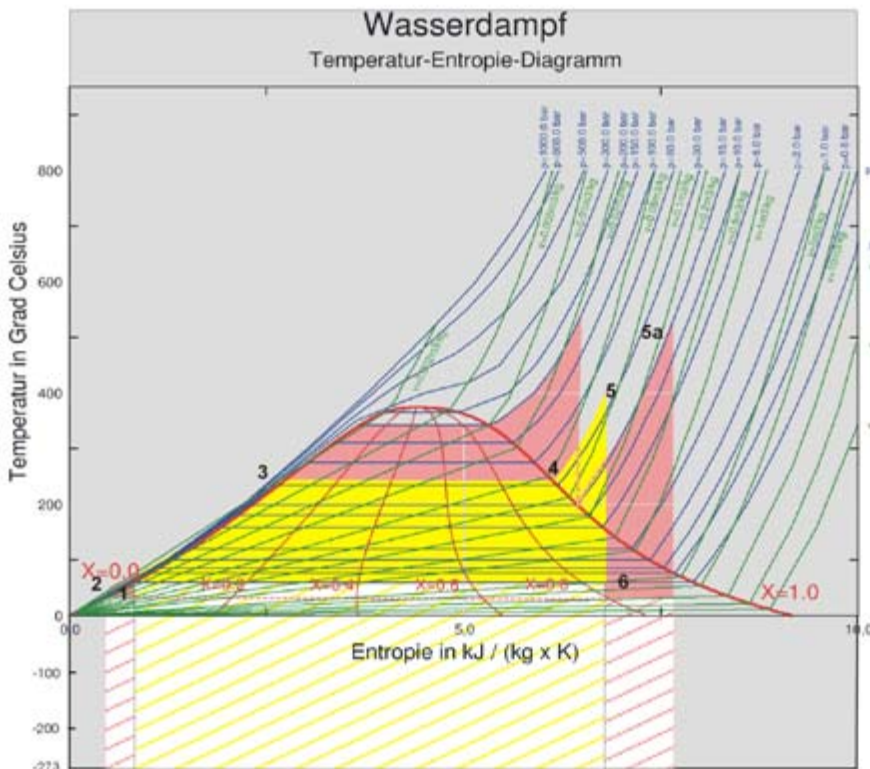
(Quelle: Wikipedia)

2-3: Verdampfung
4-1: Kondensation

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Grundlagen der Kraftwerkstechnik

Der Clausius-Rankine-Prozess im konventionellen Kraftwerk: (gelb: wie vor; rosa: Hochdruckprozess mit Zwischenüberhitzung, HD- und ND-Turbine)



(Quelle: Wikipedia)

Zustandsänderungen:

- 1-2: Druckerhöhung Speisewasser
- 2-3: Temperaturerhöhung Speisewasser auf Verdampfungstemperatur
- 3-4: Verdampfung Speisewasser
- 4-5: Überhitzung Sattdampf
- 5-6: Entspannung in der Turbine
- 6-1: Kondensation

Grundlagen der Kraftwerkstechnik



Der **Organic-Rankine-Cycle (ORC-Prozess)**

Der **Organic-Rankine-Cycle (ORC-Prozess)**:

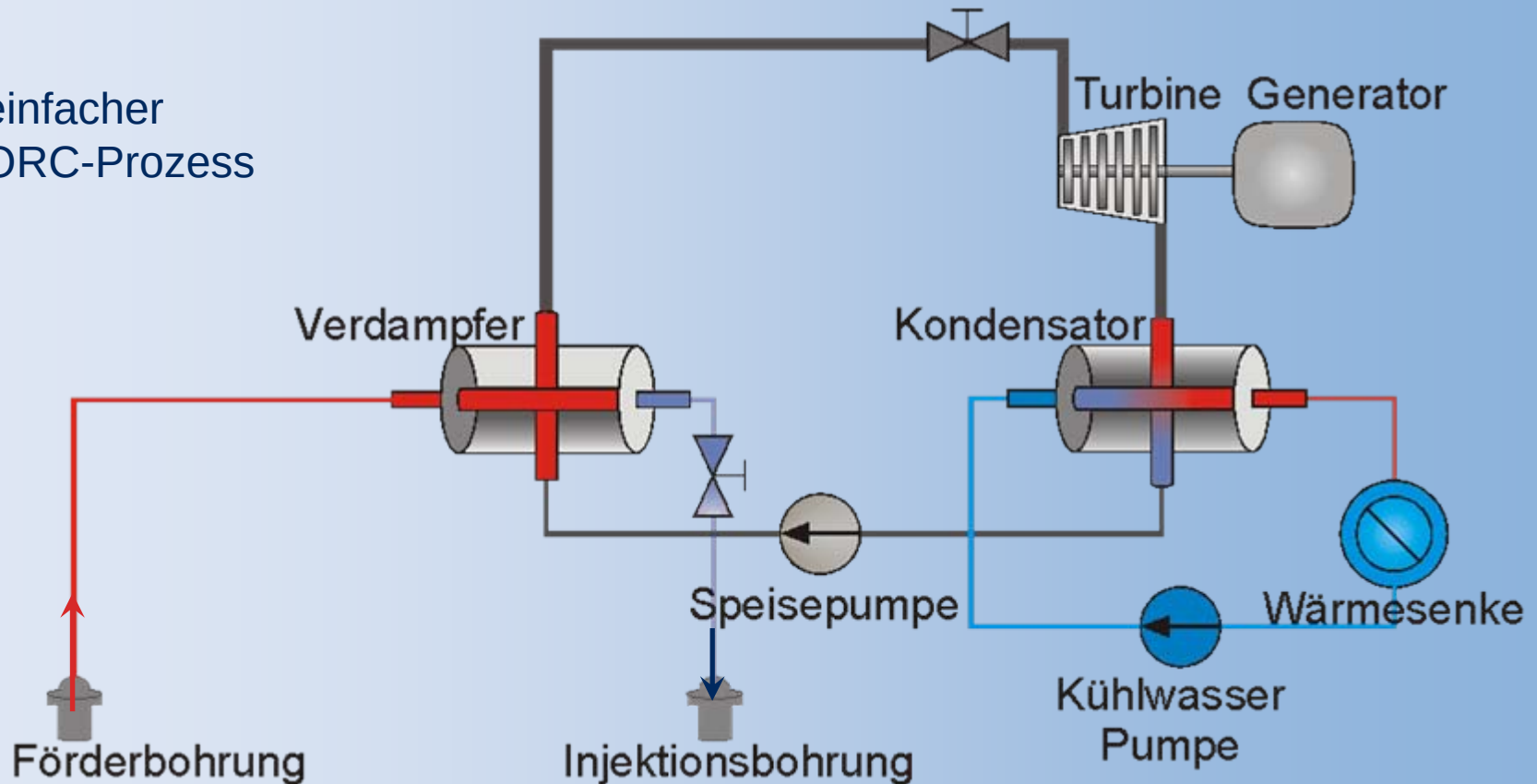
Unterschiede zum „normalen“ Rankine-Prozess:

- Arbeitsmedium ist nicht Wasser, sondern ein organisches Fluid
(einfache Kohlenwasserstoffe, FKW's, Silikonöle mit niedrigen Siedetemperaturen)
- Temperaturniveau der Verdampfung ist viel niedriger
- Druckniveau des Prozesses ist viel niedriger
- Die ORC-Fluide weisen eine wesentlich niedrigere Verdampfungsenthalpie auf (große Massen-/Volumenströme)
- Geschlossener, dichter Kreislauf
(keine Fluid-Verluste; beim konventionellen Prozess Abschlamm-/Absatzverluste)

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Der **Organic-Rankine-Cycle (ORC-Prozess)** in der Geothermie

einfacher
ORC-Prozess

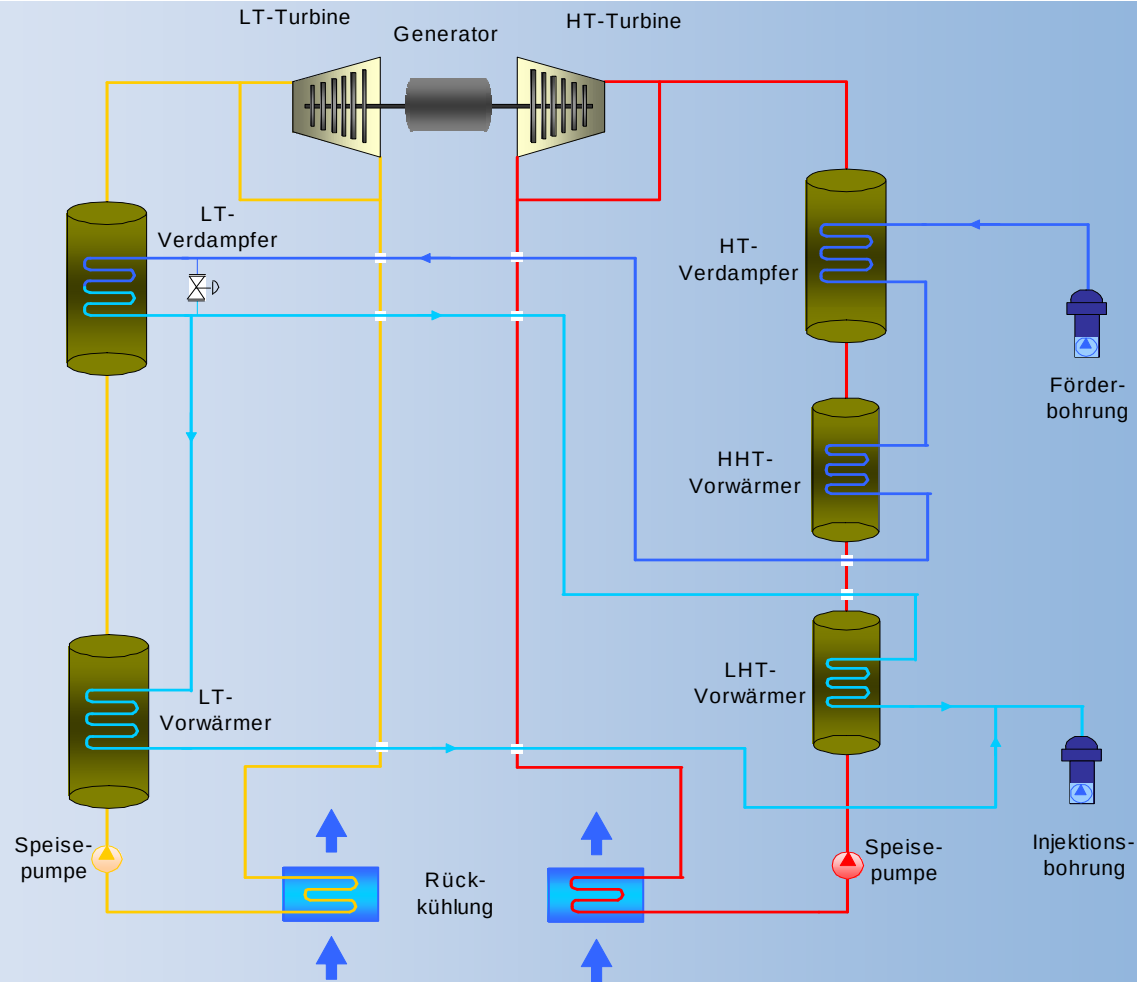


Quelle: GeoForschungsZentrum Potsdam

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Der **Organic-Rankine-Cycle (ORC-Prozess)** in der Geothermie

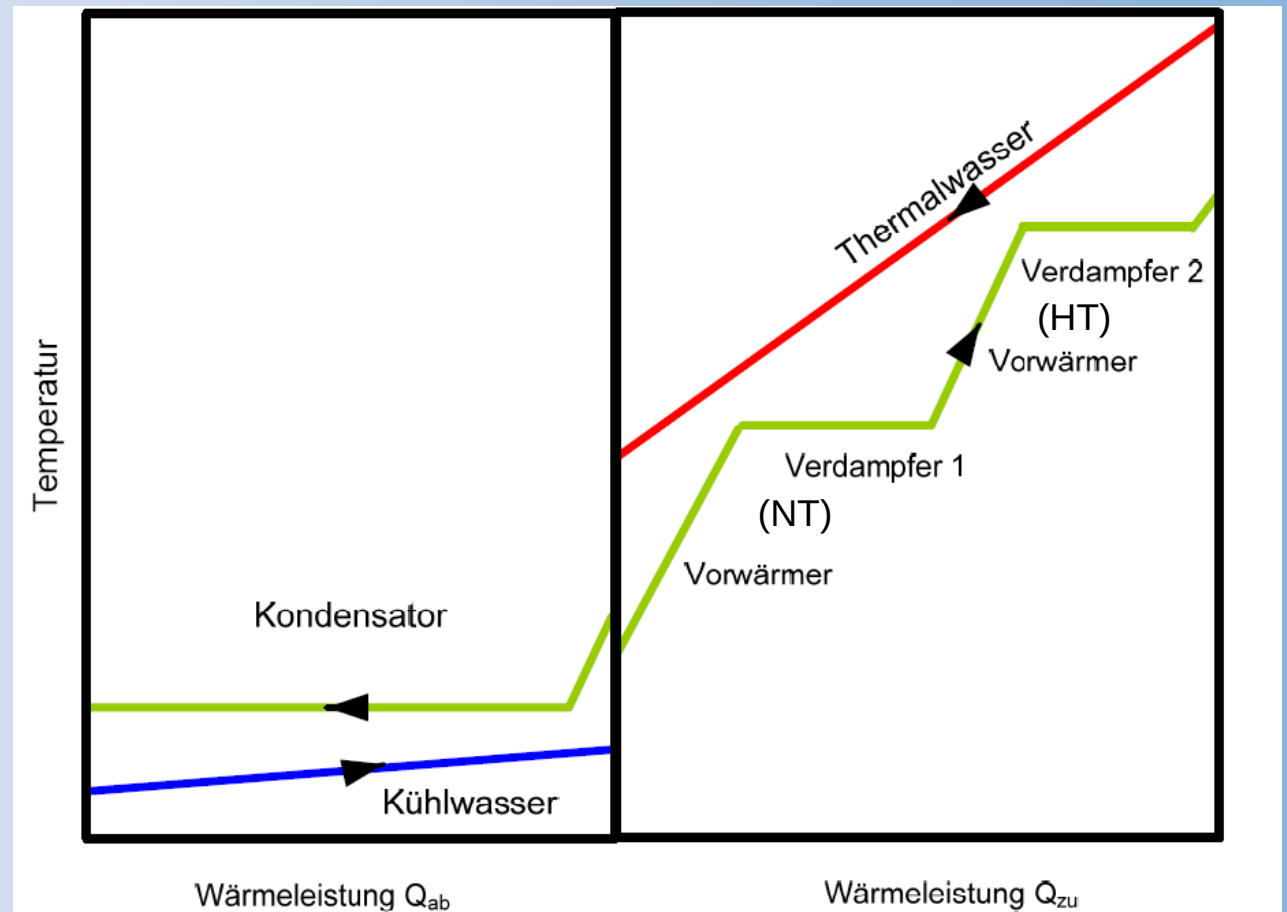
zweistufiger
ORC-Prozess



3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Der **Organic-Rankine-Cycle (ORC-Prozess)** in der Geothermie

Wärmeübertragung
beim zweistufigen
ORC-Prozess
(qualitativ)



3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Der Kalina-Prozess

Entwicklung in den 70er Jahren durch den russischen Ingenieur Alexander Kalina.

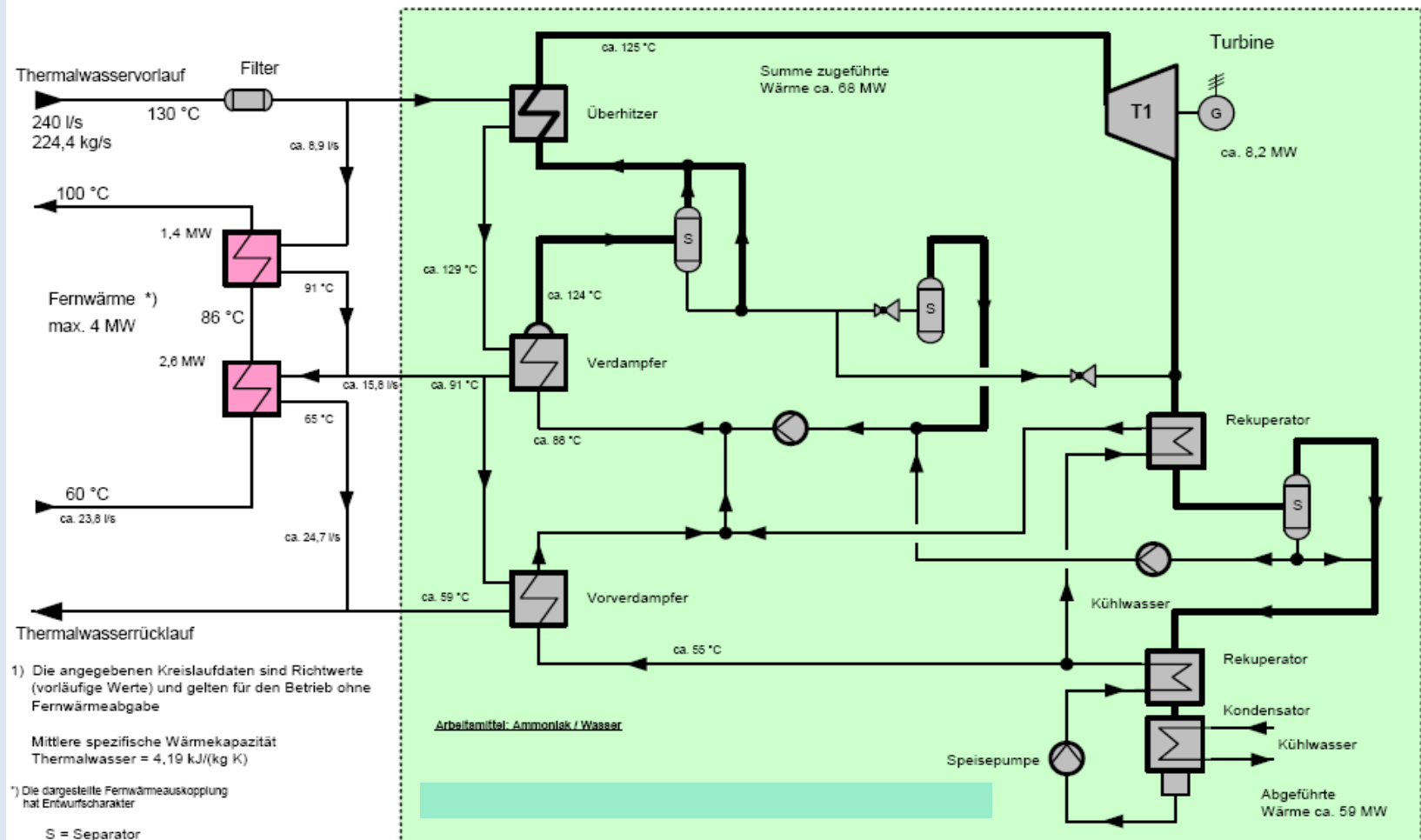
Im Gegensatz zum ORC-Prozess wird der Kalina-Prozess nicht mit einem Einstofffluid, sondern mit dem Zweistoffgemisch „Wasser/Ammoniak“ betrieben.

Der Kalina-Prozess macht sich die Eigenschaften zu Nutze, in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Gemisches (NH_3 -Konzentration) gleitende Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen bei konstantem Druck einstellen zu können.

Sehr gute Anpassung des Prozessverlaufs an das Wärme-abgebende Medium (Thermalwasser) und Wärme-aufnehmende Medium (Kühlwasser) möglich, dadurch verbesserter Wirkungsgrad.

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

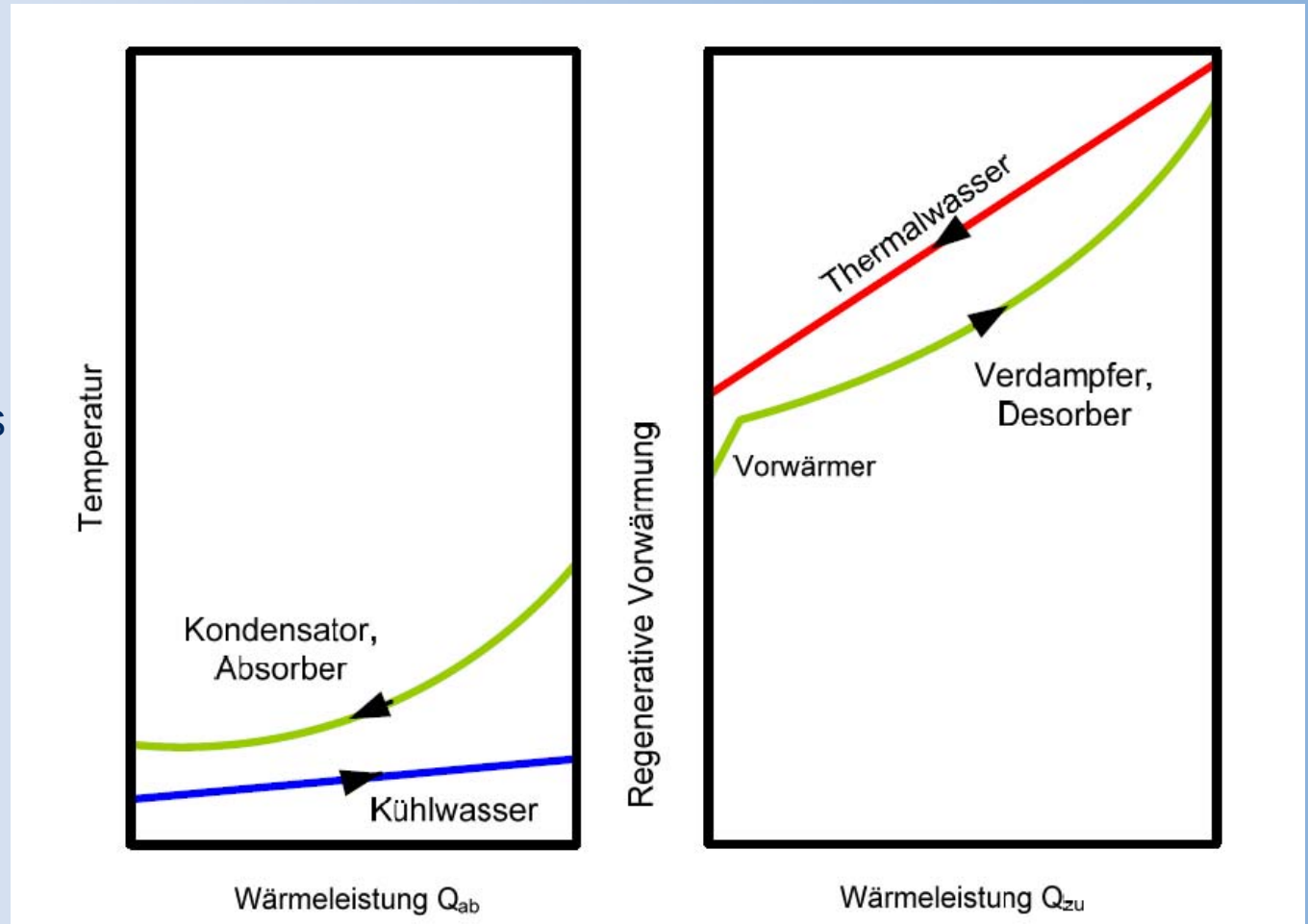
Der Kalina-Prozess (inkl. Fernwärmeauskopplung)



3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Der Kalina-Prozess

Wärmeübertragung
beim Kalina-Prozess
(qualitativ)



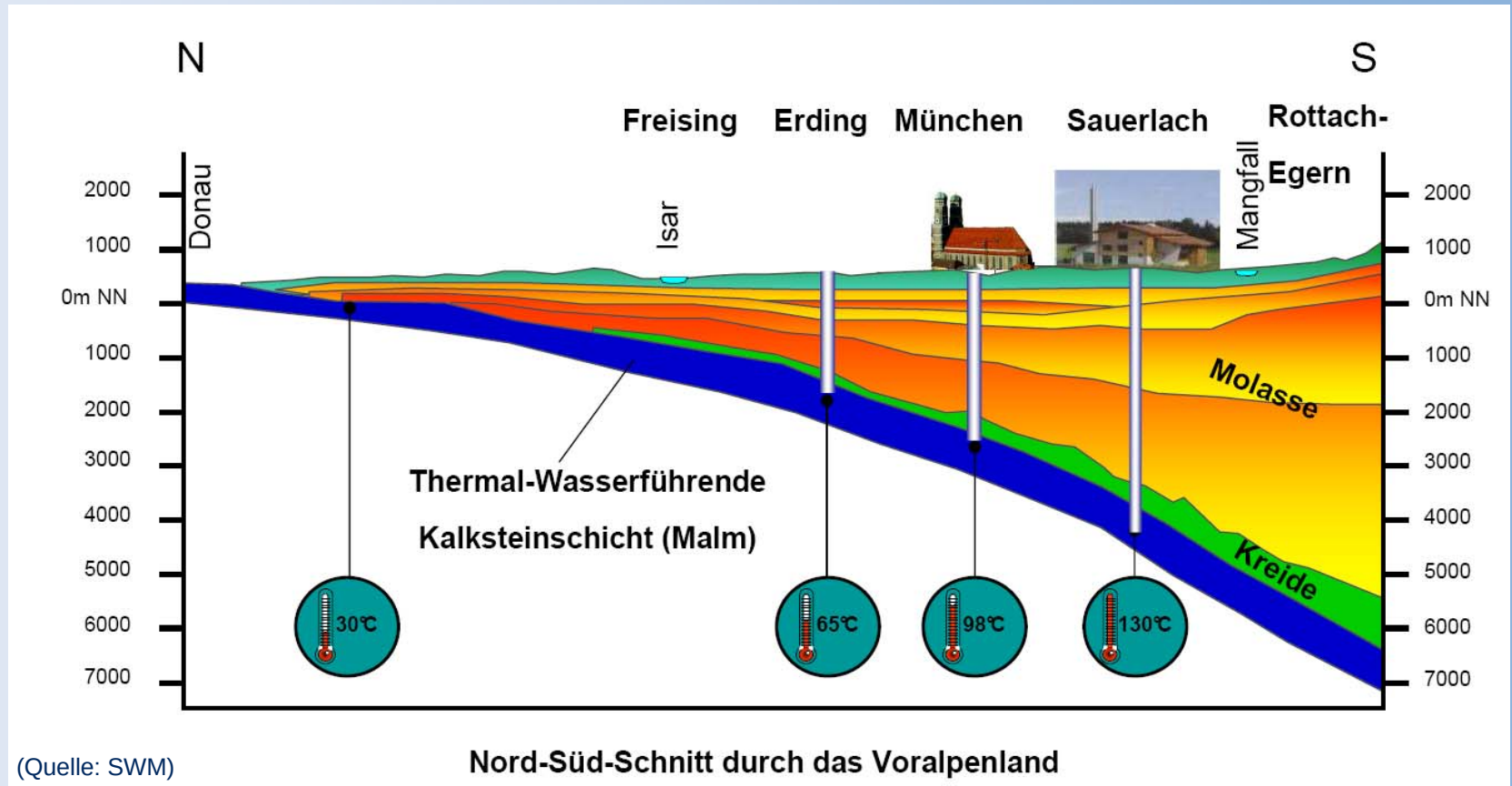
3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Das Geothermieheizkraftwerk (GTK) Sauerlach



3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Das Geothermieheizkraftwerk (GTK) Sauerlach



3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Das Geothermieheizkraftwerk (GTK) Sauerlach

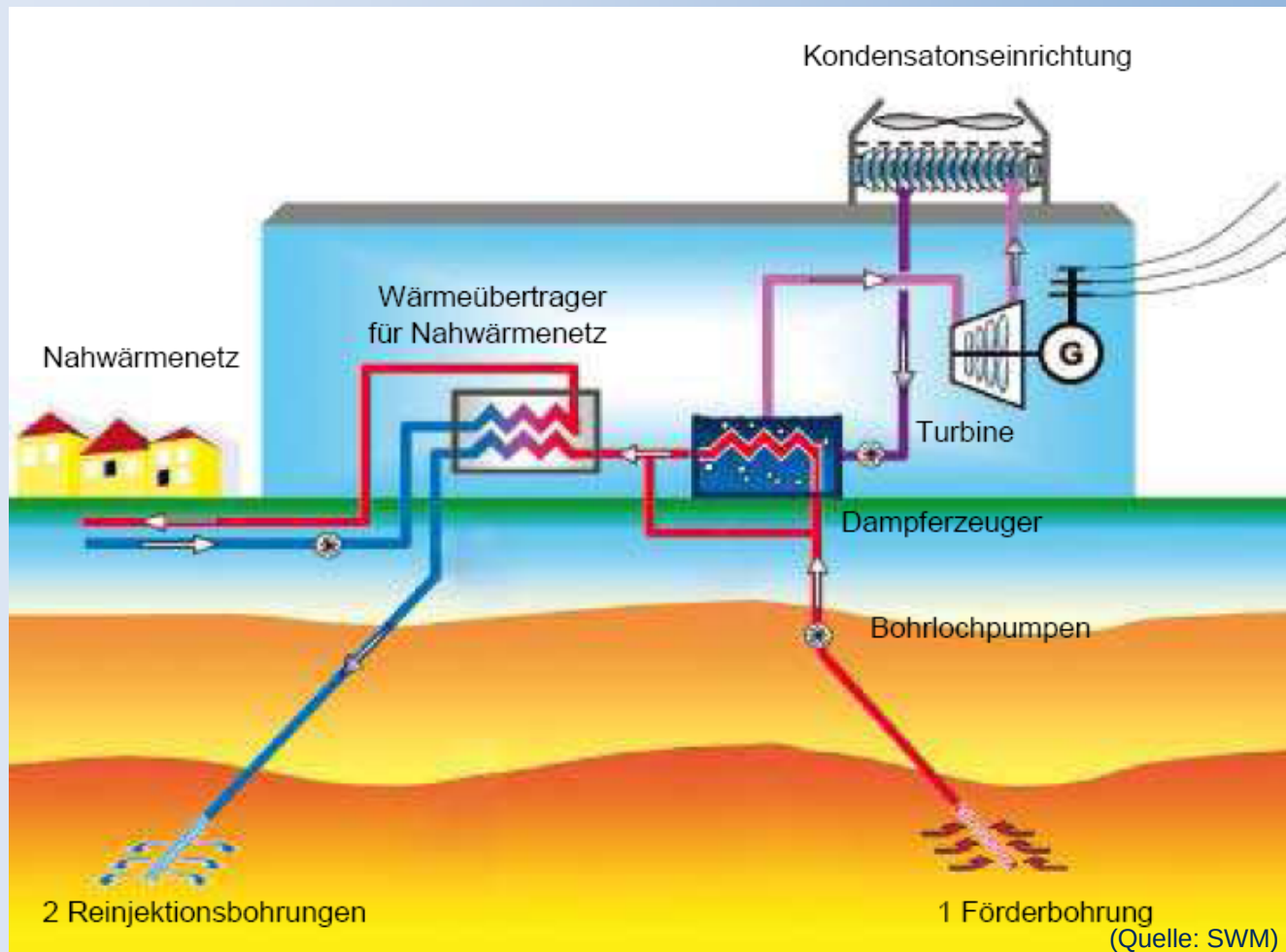
Bauherr: Stadtwerke München (SWM)

Technische Daten:

- eine Förderbohrung, Ergiebigkeit ca. 110 l/s, Temperatur bis 142°C
- zwei Reinjektionsbohrungen (Rücklauftemperatur 41°C - 53°C)
- zweistufiger ORC-Prozess
- Pentafluorpropan (R245fa) als Arbeitsmittel
(nicht brennbar, nicht explosiv, ungiftig, kein Ozonabbaupotential)
- thermische Entnahmeleistung aus dem Thermalwasser: ca. 40.000 kW
- elektrische Leistung des ORC-Prozesses: 5.100 kW (7,4°C)
- Fernwärmeauskopplung: bis zu 4.000 kW zur Einspeisung in das vorhandene Fernwärmesystem der Gemeinde Sauerlach

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Das Geothermieheizkraftwerk (GTK) Sauerlach



3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Das Geothermieheizkraftwerk (GTK) Sauerlach

Druckhaltebehälter

Thermalwasserfilter

ORC-Wärmetauscher

FW-Auskopplung

Stickstoffflaschen
(Druckhaltung)

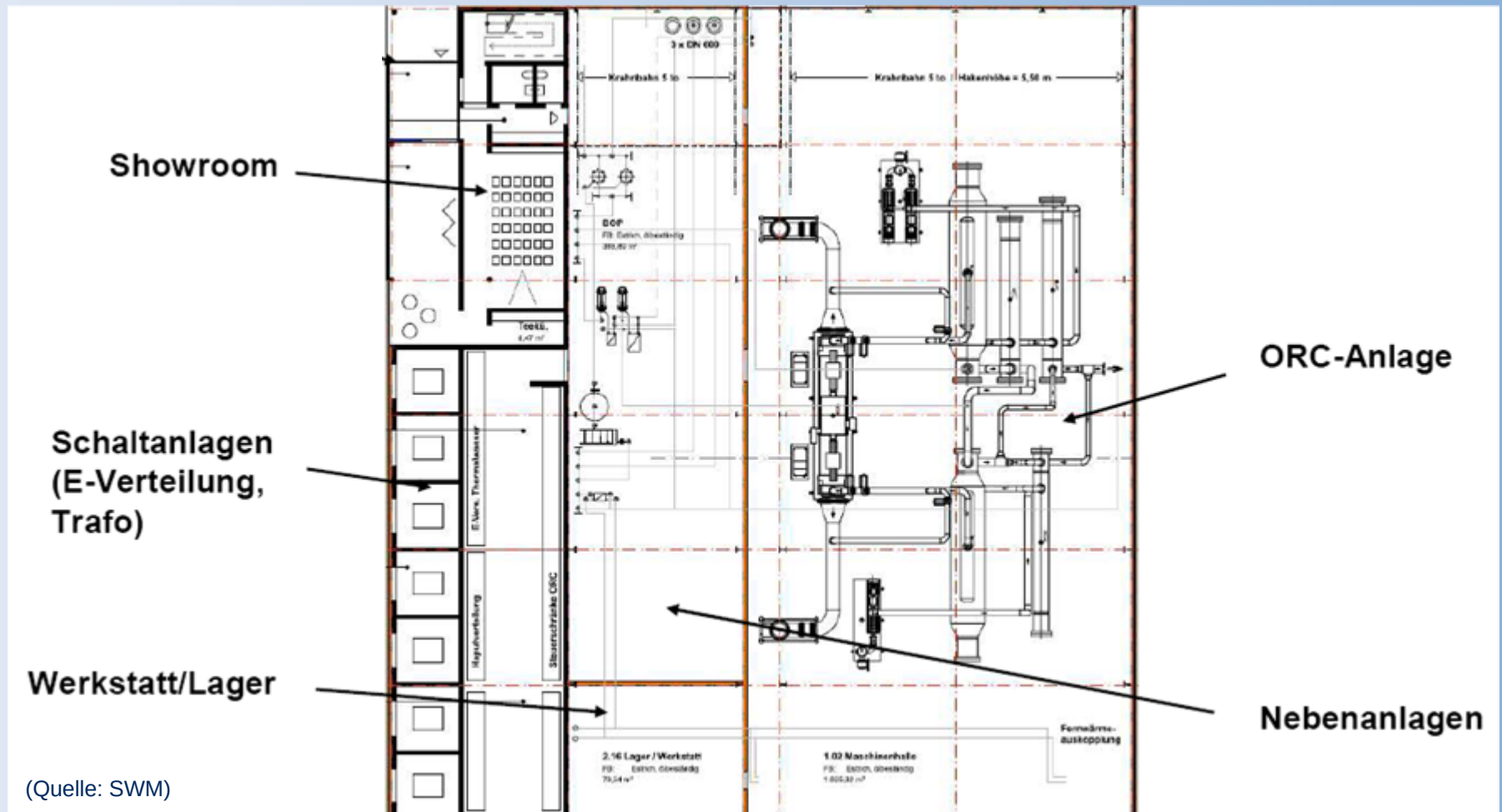
Reinjektionsbohrungen

(Quelle: SWM)

Förderbohrung

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

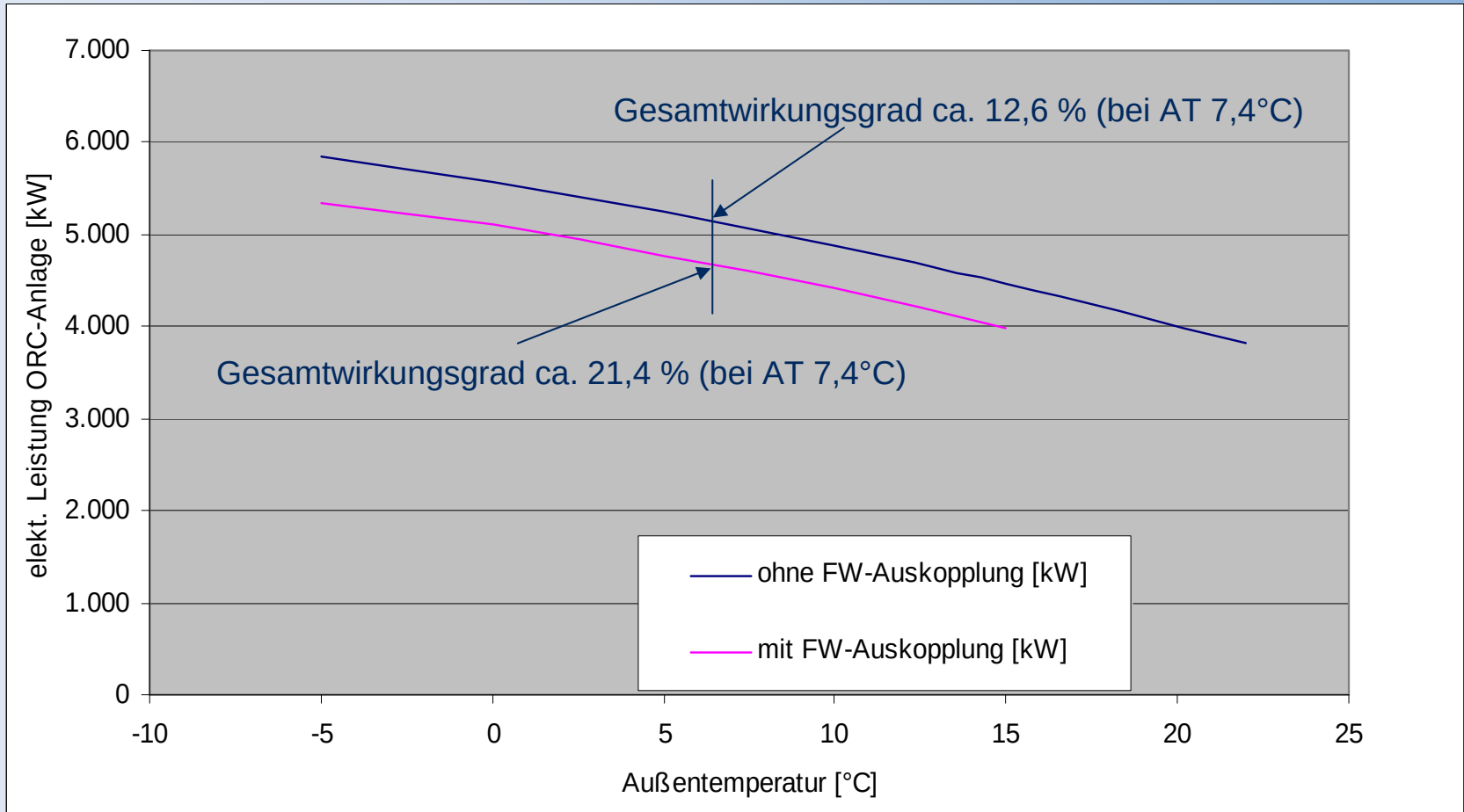
Das Geothermieheizkraftwerk (GTK) Sauerlach



(Quelle: SWM)

3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Das Geothermieheizkraftwerk (GTK) Sauerlach



3. Norddeutscher Geothermietag: Wie aus Erdwärme Strom wird

Das Geothermieheizkraftwerk (GTK) Sauerlach

Die Grontmij bedankt sich für Ihre Aufmerksamkeit!