

Einleitung

Ernst Huenges, GeoForschungsZentrum Potsdam

Der 4. Geothermie Report des GeoForschungsZentrums Potsdam wurde mit dem Ziel zusammengestellt, am Beispiel einer realisierten geothermischen Heizzentrale das Spektrum von der geowissenschaftlichen Erkundung bis hin zu konkreten technischen Betriebserfahrungen zu beleuchten und mit Hilfe von Emissionsbilanzen Grundlagen zur ökologischen Bewertung der geothermischen Energiegewinnung zu schaffen.

Das geothermische Heizwerk (GHZ) in Neustadt-Glewe wurde im Jahr 1995 in Betrieb genommen. Unter den bislang realisierten Anlagen in Deutschland findet sich an diesem Standort u. a. die bisher tiefste Bohrung, die höchste Thermalwassertemperatur sowie die höchste Mineralisation. Mit Hilfe der Analyse der Betriebsdaten wurden wichtige Erkenntnisse zu folgenden Punkten gewonnen und in diesem Report zusammengefaßt:

- **Betriebssicherheit der Anlage mit Analysen zur/zum**
 - ⇒ *Deckung des Wärmebedarfs der angeschlossenen Verbraucher*
Es wurde beobachtet, daß der Wärmebedarf der an dem Geothermischen Heizwerk angeschlossenen Verbraucher im Untersuchungsjahr zu über 80 % durch Geothermie gewonnen wurde. Der Rest wurde durch eine anfangs öl- und später gasbetriebenen Spitzenlastanlage bereitgestellt.
 - ⇒ *Einsatz der Unterwasserpumpe*
Es wurde eine Methode entwickelt, On-Line für die Unterwasserpumpe die Leistungsfähigkeit und Defekte in einem frühen Stadium darzustellen. Dazu müssen laufend die gemessene und aus den Anlagendaten berechnete Pumpenleistung verglichen werden. Der Bericht gibt Kriterien wieder, den entsprechenden Zustand der Pumpe einzuschätzen.
 - ⇒ *Druckverlauf im obertägigen Thermalwasserkreislauf*
Von wesentlicher Bedeutung für die Auslegung des obertägigen Thermalwasserkreislaufs ist die Kenntnis der Druckreaktionen im Speicher und in den Förder- und Verpreßleitungen. Dazu wurden die möglichen Druckverläufe bei verschiedenen Betriebszuständen untersucht und dargestellt.
 - ⇒ *Lösung und Entlösung von Gasen während des Anlagenbetriebes*
Auf der Förderseite des Thermalwassersystems ergaben die Druckberechnungen keine signifikanten Abhängigkeiten für das Auftreten von Gasentlösungen am Sondenkopf der Förderbohrung. Da die Gasentlösungsdrücke unter statischen Bedingungen bestimmt werden, kommen für das Auftreten von Gasentlösungen bei Drücken über dem Gasentlösungspunkt mögliche dynamische Bedingungen in Frage, die in dem Report dargestellt sind.

- **Speichercharakterisierung mit Beiträgen zur**
 - ⇒ *Analyse des Gehaltes der aus der Formation stammenden Gase im Thermalwasserkreislauf*
Der gemessene Gesamtgasinhalt der untersuchten Salzlösungen reicht bis zu 10 Vol. %. Die Gasphase wird durch N₂, CO₂ und CH₄ beherrscht, die Konzentrationen der Nebenbestandteile von H₂, Ar und anderer Gase betragen weniger als 1 Vol. %.
 - ⇒ *Verbesserung der Temperaturbestimmung durch die Langzeitbeobachtung*
Mit Hilfe einer einfachen Wärmebilanz wird der Verlauf der Sondenkopftemperatur in Abhängigkeit vom Volumenstrom des Thermalwassers berechnet. Die im Rahmen der geologischen Untersuchungen ausgewiesene Horizonttemperatur müssen auf Basis der Betriebsdaten nach oben korrigiert werden.

⇒ *Betrachtung der petrophysikalisch-geologischen Charakterisierung vorher-nachher*
Im Rahmen der Vorplanung, Erkundung und Errichtung eines geothermischen Heizwerkes sind zur technischen Auslegung des Untertagebaues Vorhersagen zum Speicherverhalten erforderlich. Grundlagen für derartige Prognosen sind ein geologisches Modell und mathematisch-physikalische Modellberechnungen.

Die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Prognose wird zu einem erheblichen Anteil von der Qualität des geologischen Modells bestimmt, das sich aus Informationen zu etwaigen Reservoirberandungen oder gravierenden Faziesveränderungen sowie Gesteins- und Fluidparametern (Geologische Basisparameter) zusammensetzt.

Die zunehmende Sicherheit der Parameter läßt sich von der Phase der Vorplanung (geologische Prognose) bis zur Errichtung (Ergebnisse der 1. und 2. Aufschlußbohrung) verfolgen. Die zu erwartende Schwankungsbreite der als Mittelwerte angegebenen Parameter werden argumentativ bewertet. Für einige Parameter (Nutzporosität, Permeabilität, Gesteinsdichte) sind durch die gegebene Datenlage auch statistische Auswertungen möglich. Dadurch lassen sich Repräsentanz und Erwartungsbereich der Reservoirereigenschaften quantifizieren.

⇒ *Modellierung der ablaufenden Prozesse*

Modellseitig wird die (real wahrscheinlich gegebene) Heterogenität der Parameter durch konzentrierte Parameter abgebildet und der Einfluß dieser Mittelung durch Variation der Parameter in ihrem jeweiligen Schwankungsbereich untersucht. Durch Zuordnung der Reservoirparameter in einem Unsicherheits-Sensitivitäts-Diagramm konnten Rückschlüsse auf die Sensitivität der Parameter und den für qualifizierte Prognosen erforderlichen Aufwand zur Parameteridentifikation gezogen werden. So sind beispielsweise die Feststellung der Nettomächtigkeit, der Permeabilität und damit im Zusammenhang die Ermittlung der Profilleitfähigkeit ($k \cdot H$ – Wert) mit den größten Unsicherheiten behaftet, was sich mit Erfahrungen bei der Realisierung anderer Thermalwasserprojekte im Norddeutschen Becken deckt. Zu deren Quantifizierung ist die Durchführung hydrodynamischer Tests unabdingbar.

Die Ergebnisse der Modellierung werden gerade von der Nettomächtigkeit und der Permeabilität besonders beeinflusst. Die Nutzporosität und die thermo-physikalischen Eigenschaften des Gesteins und des Fluids sind in ihrem Erwartungsbereich dagegen nur von untergeordneter Bedeutung.

- Emissionsbilanzen mit Beiträgen zur

⇒ *CO₂-Berechnung aus dem Betrieb und Vergleich mit konventioneller Energieversorgung*

Gezeigt wurde, daß die CO₂-Emission direkt an der Anlage im Betrieb bei ca. 22,5 % (15,5 %) der gasgefeuerten (ölgefeuerten) Vergleichsanlage liegt.

⇒ *Ganzheitliche Bilanzierung der Gesamtanlage mit Berücksichtigung des Aufbaus, Betriebs und Entsorgung der Anlage*

Es wurden exemplarisch zwei bestehende geothermische Heizwerke mit entsprechenden fossil gefeuerten Heizwerken unter Berücksichtigung sämtlicher vorgelagerter Prozesse ganzheitlich anhand unterschiedlicher Kriterien (u. a. Verbrauch energetischer und ausgewählter mineralischer Ressourcen, Versauerungspotential, Eutrophierungspotential, Treibhauspotential) verglichen. Dazu wurde eine methodische Vorgehensweise angewendet, die sich an die national wie international bereits weitgehend standardisierten Methodik zur Erstellung von Produkt-Ökobilanzen anlehnt.

Die Ausführungen haben gezeigt, daß eine Wärmebereitstellung aus hydrothermalen Erdwärmevorkommen im Vergleich zu derjenigen aus fossilen Energieträgern einen merklichen Beitrag zum Mindereinsatz an energetischen Ressourcen sowie zur Minderung von luftgetragenen Stofffreisetzungen mit den damit verbundenen vielfältigen potentiellen Wirkungen auf den Menschen und die Umwelt leisten kann. Dabei resultieren diese Mindereinsätze an energetischen Ressourcen und die geringeren Emissionen bzw. die kleineren daraus resultierenden Wirkungspotentiale im wesentlichen aus dem Anlagenbetrieb. Die geothermischen Heizwerke sind bei der Errichtung und bei der Entsorgung durch deutlich ungünstigere Werte praktisch aller untersuchten Größen gekennzeichnet als die mit fossilen Energieträgern betriebenen Anlagen. Der höhere Verbrauch an energetischen Ressourcen und die höheren Stofffreisetzungen während der Errichtung und der Entsorgung gleichen sich im Betrieb jedoch schon nach einer - verglichen mit der gesamten Betriebsdauer der Anlagen - sehr geringen Zeitspanne wieder aus.

Damit kann die Nutzung hydrothermalen Energievorkommen merklich zu einer umwelt- und klimaverträglicheren Energieversorgung in Deutschland beitragen. In Abhängigkeit des geothermischen Deckungsanteils an der gesamten bereitgestellten Endenergie am Anlagenausgang können fossile Primärenergieträger eingespart und die daraus resultierenden Umwelteffekte vermieden werden. Geothermische Heizwerke können somit auch einen merklichen Beitrag zur Erreichung der CO₂-Minderungsziele leisten, zu deren Erfüllung sich Deutschland verpflichtet hat.

