

**Beschluss des Kantonsrates
zum Postulat KR-Nr. 147/2021 betreffend
Tiefengeothermie, ein unerschöpfliches
Potenzial nutzen**

(vom)

Der Kantonsrat,

nach Einsichtnahme in den Bericht und Antrag des Regierungsrates vom 4. Dezember 2024,

beschliesst:

I. Das Postulat KR-Nr.147/2021 betreffend Tiefengeothermie, ein unerschöpfliches Potenzial nutzen wird als erledigt abgeschrieben.

II. Mitteilung an den Regierungsrat.

Der Kantonsrat hat dem Regierungsrat am 27. Februar 2023 folgendes von Kantonsrat Christian Lucek, Dänikon, und Mitunterzeichnenden am 3. Mai 2021 eingereichte Postulat zur Berichterstattung und Antragstellung überwiesen:

Der Regierungsrat wird eingeladen aufzuzeigen, wie er das Potenzial der tiefen Geothermie mit neuen Verfahren erschliessen möchte. Insbesondere ist zu prüfen wie die laufenden Forschungsarbeiten der Hochschulen und Entwicklungen von spezialisierten Unternehmen im Kanton Zürich, beispielsweise im Innovationspark Dübendorf oder an anderen Standorten, unterstützt werden können. Parallel soll auch dargelegt werden, wo und wie sich ein gemeinsames Pilotprojekt realisieren lässt.

Bericht des Regierungsrates:

I. Ausgangslage

Das Postulat verlangt vom Regierungsrat, aufzuzeigen, wie das Potenzial der tiefen Geothermie mit neuen Verfahren erschlossen werden soll. Als Beispiel wird das am Institut «Geothermal Energy and Geofluids» an der ETH entwickelte «Advanced Geothermal Systems»-(AGS-)Verfahren erwähnt. Dabei handelt es sich um ein geschlossenes System (Closed-Loop), mit CO₂ als Zirkulationsmedium, das in grossen Tiefen (tiefer als 2,5 km) eingebracht wird und neben der Wärme- auch zur Stromproduktion dienen soll. Weiter soll aufgezeigt werden, wie die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von im Kanton Zürich beheimateten Hochschulen und Unternehmen unterstützt werden und ein Pilotprojekt realisiert werden kann.

Der Regierungsrat hat sich in der Beantwortung der Anfragen KR-Nrn. 290/2016 und 309/2016 bereits zur Nutzung der tiefen- und ultratiefen (tiefer als 5 km) Geothermie, zur Nutzung von CO₂ als Wärmeträgerflüssigkeit bei geschlossenen Systemen, zur Entwicklung neuartiger Bohrverfahren sowie zur Förderung von an der ETH entwickelten Technologien geäussert.

Der Regierungsrat begrüsst aus energie- und klimapolitischer Sicht die Nutzung der Geothermie. Die untiefe Geothermie ist heute etabliert und wird verbreitet angewendet. Ebenfalls wird der Untergrund vermehrt für saisonale Speicherzwecke verwendet. Aktuelle Beispiele im Kanton sind der Hochtemperaturspeicher (bis zu 65 °C) auf dem Empa/Eawag-Campus in Dübendorf oder der sich zurzeit noch in der Entwicklungsphase befindende Aquiferspeicher beim Flughafen Zürich. Auch die Erschliessung des Potenzials der mitteltiefen Geothermie für die (direkte) Wärmenutzung gewann schweizweit in den letzten Jahren vermehrt an Aufmerksamkeit.

Im Sinne der Technologieoffenheit soll kein (tiefen-) geothermisches System präferiert oder gar isoliert behandelt werden. Die Wahl des geothermischen Systems und dessen bohrtechnische Erschliessung soll vom künftigen Betreiber anhand seiner Bedürfnisse und den am Standort vorherrschenden Randbedingungen gefällt werden. Der Kanton schafft die zur Förderung der (tiefen) Geothermie passenden Rahmenbedingungen. Dies umfasst neben den rechtlichen Rahmenbedingungen auch die Aufarbeitung und Bereitstellung der erdwissenschaftlichen Grundlagen als Voraussetzung für die Erkundung, Erschliessung und Nutzung jeglicher künftiger Geothermieprojekte.

Eine finanzielle Förderung von Pilotprojekten im Bereich Tiefengeothermie durch den Kanton ist gemäss Rahmenkredit 2023–2026 für Subventionen gestützt auf § 16 des Energiegesetzes (Vorlage 5876) möglich. Im Rahmenkredit sind insgesamt 13,5 Mio. Franken für Pilotprojekte eingestellt.

2. Gesetzliche Grundlage

Seit dem 1. Juli 2023 regeln das Gesetz über die Nutzung des Untergrundes (GNU, LS 725.1) und die dazugehörige Verordnung (LS 725.11) die Nutzung des tiefen Untergrundes. Gemäss § 7 lit. c GNU ist für die Entnahme und den Eintrag von Wärme ab einer Tiefe von mehr als 1000 m, d. h. die Nutzung des tiefen Untergrundes, eine Sondernutzungskonzession erforderlich. Die neue Gesetzesgrundlage ermöglicht die Koordination zwischen möglichen konkurrierenden Nutzungen im Untergrund und somit eine vorausschauende Planung. Das GNU regelt auch die Verwendung und Herausgabe von erdwissenschaftlichen Daten. Durch den Aufbau und die Pflege eines geologischen Archivs und bohrtechnischen Datenbanken können somit künftig Grundlagedaten für die Planung von Tätigkeiten im (tiefen) Untergrund bereitgestellt werden.

3. Potenzialabschätzung durch «Play-Konzepte»

In Zusammenarbeit mit verschiedenen Kantonen erarbeitet das Bundesamt für Landestopografie (swisstopo) derzeit sogenannte «Play Fairway Analysen». Der Begriff «Play» bezeichnet eine typische geologische Ausgangslage. Im Rahmen dieser Analysen sind im Kanton Zürich zurzeit die Erarbeitung der Play-Konzepte der oberen Meeresmolasse sowie Potenzialabschätzungen des oberen Muschelkalks geplant.

Zur Beschreibung eines «Plays» werden relevante geologische Parameter quantifiziert und anschliessend zu Potenzialkarten weiterverarbeitet. Diese einheitlich erstellten Karten erlauben die Identifizierung und den Vergleich von geothermischen Nutzungsmöglichkeiten. swisstopo kann mithilfe dieser Karten durch den Bund subventionierte Geothermieprojekte einheitlich und nachvollziehbar evaluieren und in eine nationale Explorationsstrategie einbetten. Die Erstellung einheitlicher, kantonsübergreifender Analysen erlaubt anhand nachvollziehbarer und standardisierter Eignungskarten eine schweizweite Vergleichbarkeit.

4. Potenzial- und Kostenschätzung von Advanced Geothermal Systems

Wegen fehlender Prototypen oder Demonstrationsanlagen können Potenzialberechnungen für «Closed-Loop»-Systeme in den im Postulat vorgeschlagenen Dimensionen nur konzeptionell erfolgen, d. h., es sind für sämtliche Betriebsparameter (vereinfachte) Annahmen zu treffen. Selbst eine Parameterwahl innerhalb plausibler Annahmen führt bereits zu einer grossen Streuung der Resultate.

Dies zeigen die beiden Beispiele von Closed-Loop-Systemen, welche die mögliche absetzbare Wärmeleistung den entsprechenden Bohrkosten gegenüberstellt:

- a) Die AGS-Anlage befindet sich auf 2,5 km Tiefe und weist eine 3 km lange horizontale Bohrstrecke mit Wasser als Wärmeträgerflüssigkeit für die Wärmeproduktion auf. Eine solche Anlage kann eine nachhaltig genutzte Leistung von rund 1 – 1,5 Megawatt thermisch (MWth) erreichen.

Die Bohr- und Komplettierungskosten für eine derartige Anlage auf rund 2,5 km Tiefe werden auf rund 47 Mio. Franken geschätzt, was rund 38 Mio. Franken pro MW thermischer Leistung entspricht.

- b) Die AGS-Anlage ist auf 6 km Tiefe errichtet; die Länge der horizontalen Bohrstrecke beträgt 42 km. Diese ist mit CO₂ als Wärmeträgerflüssigkeit mit einer Optimierung auf die Stromproduktion ausgerüstet (d. h. Wärmeproduktion ist hier zweitrangig). Hierbei kann eine nachhaltig genutzte Leistung von rund 1 bis 4 Megawatt elektrisch (MWe) und 3,8 bis 6 MWth erreicht werden. Die grosse Bandbreite der Resultate widerspiegelt die Unsicherheiten in den Untergrund-, aber vor allem auch in den Betriebsparametern zur Erhaltung einer thermischen Langzeitstabilität. Bohr- und Komplettierungskosten der AGS-Anlage auf 6 km Tiefe werden auf rund 380 Mio. Franken geschätzt (d. h. ebenfalls rund 38 Mio. Franken pro MW Leistung unter der Annahme von 4 MWe und 6 MWth = 10 MWtotal).

Im Postulat wird auch das «Plasma Pulse Geo-Drilling»-(PPGD)-Bohrverfahren erwähnt. Beim PPGD-Bohrverfahren wird mittels Hochspannungsimpulsen das Gestein abgespalten, dies im Gegensatz zu den herkömmlichen Bohrmethoden, bei denen das Gestein mechanisch zerkleinert wird. Das Verfahren verspricht insbesondere im harten Kristallingestein günstigere Bohrungen. Eine kürzlich erschienene Publikation geht von einer Kostenreduktion von rund 20% im Tiefenbereich von 3,5 bis 4,5 km gegenüber konventionellen Bohrmethoden aus (Mohamed Ezzat et al., Impact of Temperature on the Performance of Plasma-Pulse Geo-Drilling [PPGD], Rock Mech Rock Eng 57, 3531–3542 [2024]).

Auch wenn die ersten Resultate des PPGD-Verfahrens vielversprechend sind, befindet sich diese Technologie noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium. Es wird bis zur Konkurrenzierung bisheriger Bohrtechnologien und Etablierung am Markt noch ein (jahrzehnte-) langer Weg sein. In Anbetracht der erwähnten leistungsspezifischen Kosten sowie unter Annahme heutiger Gestehungskosten für Strom oder Wärme hängt die Wirtschaftlichkeit der AGS-Technologie daher direkt von der Senkung der Bohrkosten um rund einen Faktor zehn ab.

Die Erforschung und Entwicklung neuartiger Bohrtechniken, sei es als Entwicklungstechnologie für gegenwärtig unwirtschaftliche geothermische Verfahren oder für mögliche weitere (nicht geothermale) Anwendungen, fallen in den Aufgabenbereich der Hochschulen bzw. der Industrie. Im Bereich der Geothermie wendet der Bund jährlich rund 10–15 Mio. Franken für Forschung und Entwicklung sowie für Pilot- und Demonstrationsprojekte auf.

5. Fazit

Die Erschliessung des geothermischen Potenzials ist Aufgabe der Energieversorger. Der Kanton hat dafür mit dem GNU die passenden Rahmenbedingungen geschaffen. Auch eine finanzielle Förderung von konkreten Pilotprojekten Dritter durch den Kanton ist gemäss Rahmenkredit 2023–2026 für Subventionen gestützt auf § 16 des Energiegesetzes (Vorlage 5876) grundsätzlich möglich. Von der im Postulat geforderten zusätzlichen Unterstützung des Closed-Loop-Systems (AGS) und von der Realisierung eines gemeinsamen Pilotprojekts wird aus folgenden Gründen abgesehen:

- Die AGS-Technologie und das PPGD-Bohrverfahren sind vom Technologiegrad der Grundlagenforschung zuzuordnen. Forschung und Entwicklung sind in erster Linie Aufgabe der Hochschulen und Industrie.
- Im Sinne der Technologieoffenheit ist kein System (petrothermal, hydrothermal, Closed-Loop) gesondert und in diesem Umfang zu bevorzugen. Die Wahl der Erschliessungs- und Nutzungsart soll vom künftigen Betreiber gefällt werden.

Gestützt auf diesen Bericht beantragt der Regierungsrat dem Kantonsrat, das Postulat KR-Nr. 147/2021 als erledigt abzuschreiben.

Im Namen des Regierungsrates

Die Präsidentin: Die Staatsschreiberin:
Natalie Rickli Kathrin Arioli