



An den Grossen Rat

23.5537.02

WSU/P235537

Basel, 17. Januar 2024

Regierungsratsbeschluss vom 16. Januar 2024

## Schriftliche Anfrage Jean-Luc Perret betreffend «Nachhaltigkeit von Erdwärmesonden»

Das Büro des Grossen Rates hat die nachstehende Schriftliche Anfrage Jean-Luc Perret dem Regierungsrat zur Beantwortung überwiesen:

«Verschiedene Gebiete der Stadt Basel werden gemäss Energierichtplan nicht an das Fernwärmenetz angeschlossen. Da der Energieträger Gas mittelfristig wegfällt, fällt der Technologie der Wärmepumpe in Kombination mit Erdwärmesonden (EWS) eine zentrale Rolle für die zukünftige und langfristige Versorgung mit Heizwärme zu (vgl. ERP Eignungsgebiete Erdwärme E61). Dies haben viele Hausbesitzende in den betroffenen Quartieren wie Bruderholz oder Neubad erkannt. Deshalb werden zurzeit sehr viele EWS-Bohrungen durchgeführt oder sind in Planung.

Damit Erdwärme langfristig als nachhaltig bezeichnet werden kann, muss der Wärmeentzug durch die EWS im Gleichgewicht sein mit dem Wärmestrom, welcher durch Wärmeleitung aus dem Erdinnern und der Erdoberfläche nachfließt.

Laut der Norm SIA 384/6 sollen EWS so dimensioniert werden, dass eine Nutzungsdauer von 50 Jahren gewährleistet ist. Das Kriterium, welches die Nutzungsdauer beschränkt, ist die minimale Temperatur des Wärmeträgers, welcher durch die EWS gepumpt wird (i.d.R. - 1,5°C). Diese Temperatur ist so gewählt, dass der umgebende Untergrund nicht einfriert. In Gebieten mit zahlreichen, nahe beieinander liegenden Bohrungen kann die gegenseitige Beeinflussung zum Problem werden. Es droht also die Situation, dass in 50 Jahren oder schon früher viele der aktuell gebohrten EWS aufgrund von zu tiefen Gesteinstemperaturen aufgegeben werden müssen.

Als Lösung bietet sich die Regeneration der EWS im Sommerhalbjahr an, beispielsweise durch überschüssige Wärme aus Solarthermie-Kollektoren. Dabei fallen allerdings Temperaturen des Wärmeträgermediums bis zu 80°C an. Diese Temperaturen sind zu hoch für die PE-Rohre, die zurzeit hauptsächlich für EWS eingesetzt werden und eine thermische Belastungslimite von 40°C aufweisen. Da die PE-Rohre nach dem Hinterfüllen der EWS nicht mehr durch höher belastbare PE-X-Rohre (bis 80°C) ausgetauscht werden können, wird eine nachträgliche Nachrüstung für die Regeneration stark erschwert bis verunmöglicht.

Zudem muss für eine möglichst effiziente Zwischenspeicherung der sommerlichen Wärme im Untergrund das Hinterfüllmaterial der EWS thermisch besser leitfähig sein und anstatt des üblichen Zement-Bentonit (Wärmeleitfähigkeit 0,81 W/mK) ein Thermo-Zement (2,0 W/mK) verwendet werden.

Vor diesem Hintergrund bitte ich den Regierungsrat um die Beantwortung folgender Fragen:

- 1) Wie gross ist momentan der jeweilige Anteil der nicht-fossilen Heizungssysteme Pellets, Luft-Wärmepumpe und Erdsonde-Wärmepumpe in den Eignungs-Gebieten Erdwärme (E61)?

- 2) Welche durchschnittlichen jährlichen Entzugsdichten (in MWh/ha oder kWh/m<sup>2</sup>) ergeben sich für die betroffenen Quartiere, wenn in den E61-Gebieten sämtliche fossilen Heizungssysteme anteilmässig (siehe Frage 1) durch erneuerbare Systeme ersetzt werden?
- 3) Unter Annahme der Antwort von Frage 2: Wie gross ist der Anteil der EWS in den E61-Gebieten, welche laut SIA 384-6 (S. 25) in die Bereiche R1 (keine erhöhten Anforderungen), R2 (erhöhten Anforderungen), R3 (stark erhöhten Anforderungen) und R4 (Regenerationspflicht) fallen?
- 4) Welche Vollzugsinstrumente verhindern in Basel, dass der Boden zu stark durch dicht beieinander liegende EWS auskühlt und wie werden diese in der Praxis umgesetzt?
- 5) In welcher Grössenordnung bewegt sich der Preisunterschied, wenn eine EWS mit einer mittleren Bohrtiefe von 200 m auch für höhere Wärmeträgertemperaturen (> 40°C) ausgelegt wird, sodass eine Regeneration mittels Solarkollektoren möglich ist?
- 6) Wie kann erreicht werden, dass zukünftig gebohrte EWS (vor allem in Gebieten mit hohen Bohrdichten) für eine (allenfalls auch spätere) Regeneration ausgestattet werden?
- 7) Wie müsste das aktuell gültige Subventionsmodell angepasst werden, damit die Regenerationskosten abgedeckt werden können?

Jean-Luc Perret»

Wir beantworten diese Schriftliche Anfrage wie folgt:

## 1. Vorbemerkung

Der Kanton Basel-Stadt hat sich das Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2037 auf Netto Null zu senken. Die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung spielt auf diesem Weg eine entscheidende Rolle. Die seit der Revision des Energiegesetzes per 1. Oktober 2017 geltende Meldepflicht für fossil betriebene Heizungen hat den Umstieg auf erneuerbar betriebene Heizsysteme beschleunigt. Neben dem Anschluss an die Fernwärme zählen vor allem Wärmepumpen zu den am häufigsten gewählten neuen Heizsystemen. Welches erneuerbar betriebene Heizsystem wo zum Einsatz kommen kann, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab: geografische Lage, örtliche Gegebenheiten (z.B. Verfügbarkeit Fernwärme, Platzverhältnisse für Wärmepumpe usw.) und finanzielle Überlegungen der Eigentümerschaft. Der kantonale Teilrichtplan Energie weist aus, welche Gebiete sich prinzipiell für Fernwärme, Holzheizungen oder Umweltwärme d.h. Wärmepumpen eignen. In besonders für Erdwärmesonden geeigneten Gebieten konnte in den letzten zwei Jahren (2022 und 2023) eine deutliche Zunahme an neuen Sole/Wasser-Wärmepumpen (Erdsondenwärmepumpen) festgestellt werden.

Die Problematik der Auskühlung des Erdreichs durch Erdwärmesonden ist dem Regierungsrat bekannt. Deshalb stimmt er dem Hinweis des Anfragestellers zu, wonach den Faktoren Auskühlung und allfälligen Gegenmassnahmen früh die notwendige Beachtung zu schenken ist. Diese sind bereits bei der Planung von Erdwärmesonden zu berücksichtigen, um einen langfristigen Betrieb der Anlagen und damit auch den Schutz der Investitionen sicherzustellen. Weil in diesem Zusammenhang mangels langjähriger Erfahrungen mit Erdwärmesonden noch viele Fragen zu Risiken aber auch Potenzialen offen sind, beteiligt sich der Kanton Basel-Stadt gemeinsam mit Partnern (u.a. Kantone Aargau und Luzern, Stadt Zürich, Bundesamt für Energie) an einer im November 2023 in Auftrag gegebenen Grundlagenstudie «Regeneration von Erdwärmesonden» des Kantons Basel-Landschaft. Diese Studie soll im Lauf des Jahres 2024 konkrete Lösungsansätze aufzeigen, wie mit möglichen Absenkungen der Erdtemperaturen umzugehen ist und welche Handlungsoptionen sich für den Gesetzesvollzug und die Förderpolitik der Kantone daraus ableiten lassen.

Der Anfragesteller ortet ein grosses Potenzial für die Regeneration von Erdwärmesonden in der Einspeisung von Überschusswärme aus solarthermischen Anlagen. Aus technischer Sicht ist dies

nur eine von mehreren Möglichkeiten, wie anderweitig nicht genutzte Wärme zielgerichtet eingesetzt werden kann. Weitere Varianten sind z.B. die Nutzung von Umgebungswärme mittels lokal produziertem Solarstrom (insb. in der Kombination von Photovoltaik, Wärmepumpe und Warmwasserspeicher), die Nutzung von Abwärme aus passiver Gebäudekühlung (sog. Geo-Cooling, z.B. über die Bodenheizung zur sommerlichen Raumkühlung) sowie andere Formen der Abwärmenutzung (aus industriellen Prozessen, Kläranlagen, gewerblicher Kühlung). Über die Wahl der jeweils besten Lösung entscheiden die konkreten Verhältnisse vor Ort sowie finanzielle Überlegungen.

Kommt Überschusswärme aus solarthermischen Anlagen für die Regeneration einer Erdwärmesonde zum Einsatz, ist ein aufwendiges Aufrüsten der Leitungsinfrastruktur nicht nötig. Auch Temperaturen unter 40°C reichen aus, um über den Sommer genügend Wärme einzulagern. Sollte die Solaranlage höhere Temperaturen als 40°C liefern, kann die Einspeisetemperatur des Wassers auf einfache Weise durch Rückmischen soweit gesenkt werden, wie es die Materialbeständigkeit einer gegebenen Erdwärmesonde verlangt.

Grundsätzlich leisten Erdwärmesonden im Rahmen der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung einen wichtigen Beitrag auf dem Weg zum Netto-Null-Ziel des Kantons Basel-Stadt. Sollte die natürliche Regenerationsfähigkeit des Untergrunds in Zukunft lokal überstiegen werden, bieten sich verschiedene technische Lösungen zur aktiven Regeneration an. Machbarkeit, Effektivität und Aufwand dieser Optionen müssen fallweise evaluiert werden. Zur Gestaltung künftiger Rahmenbedingungen für den Betrieb von Erdwärmesonden sind neben technischen und wirtschaftlichen Aspekten auch rechtliche Fragen zu klären. Die angesprochene interkantonale Studie wird dazu wichtige Grundlagen liefern.

## 2. Zu den einzelnen Fragen

1. *Wie gross ist momentan der jeweilige Anteil der nicht-fossilen Heizungssysteme Pellets, Luft-Wärmepumpe und Erdsonde-Wärmepumpe in den Eignungs-Gebieten Erdwärme (E61)?*

In dem für Erdwärme geeigneten Gebiet im Kanton Basel-Stadt, das im Teilrichtplan Energie mit E61 gekennzeichnet ist, befinden sich aktuell (Stand November 2023, Datenbasis AUE BS) insgesamt 946 Wärmepumpen und Holzheizungen. Die Anteile pro Heizungsart sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Anlagentyp	Anzahl	% Anteil
Wärmepumpe Wasser / Wasser	5	0.5 %
Wärmepumpe Sole / Wasser (Erdsonde)	367	38.8 %
Wärmepumpe Luft / Wasser	404	42.7 %
Holzfeuerungen	170	18 %
<b>Gesamt</b>	<b>946</b>	<b>100%</b>

2. *Welche durchschnittlichen jährlichen Entzugsdichten (in MWh/ha oder kWh/m<sup>2</sup>) ergeben sich für die betroffenen Quartiere, wenn in den E61-Gebieten sämtliche fossilen Heizungssysteme anteilmässig (siehe Frage 1) durch erneuerbare Systeme ersetzt werden?*

Ein Durchschnittswert zu Entzugsdichten für das gesamte Gebiet E61 ist aus unterschiedlichen Gründen nicht aussagekräftig: Erdwärmesonden entziehen dem Boden lokal Wärme, je nach Leistungsfähigkeit, Bohrtiefe und Siedlungsstruktur unterschiedlich viel. Diese vielfältigen Faktoren müssten in eine allfällige Berechnung der Entzugsdichten einfließen.

Ein Durchschnittswert für ein grösseres Gebiet hilft also bei der Beantwortung der Frage nach der gegenseitigen Beeinflussung von Erdwärmesonden grundsätzlich nicht weiter. Aussagekräftige Berechnungen lassen sich nur im Einzelfall und unter Einbezug der konkreten, lokalen Gegebenheiten für definierte kleinräumige Perimeter vornehmen.

3. *Unter Annahme der Antwort von Frage 2: Wie gross ist der Anteil der EWS in den E61-Gebieten, welche laut SIA 384-6 (S. 25) in die Bereiche R1 (keine erhöhten Anforderungen), R2 (erhöhten Anforderungen), R3 (stark erhöhten Anforderungen) und R4 (Regenerationspflicht) fallen?*

Auch hier wären Einzelfallberechnungen erforderlich, weil die Einordnung in die genannten Kategorien gemäss SIA 384/6:2021 projektbezogene Angaben zu zukünftigen Erdwärmesonden erfordert. Daher kann diese Frage nicht für ganze Gebiete beantwortet werden.

4. *Welche Vollzugsinstrumente verhindern in Basel, dass der Boden zu stark durch dicht beieinanderliegende EWS auskühlt wird und wie werden diese in der Praxis umgesetzt?*

Die potenzielle Auskühlung des Erdreichs durch Erdwärmesonden ist baurechtlich nur indirekt berücksichtigt: Erdwärmesonden bei Neubauten sind baubewilligungspflichtig. Im Rahmen des Bewilligungsprozesses wird auf die Bestimmungen der Norm SIA 384/5 hingewiesen, die lautet: «Die Anforderungen gemäss Norm SIA 384/6 (2021) sind einzuhalten. Dies ist durch die zuständige Fachperson sicherzustellen». Zum Bewilligungsprozess gehört zudem die Überprüfung der einzuhaltenden Grenzabstände zu benachbarten Parzellen. Ebenso wird bei der Förderung des fossilen Heizungsersatzes in Bestandsbauten immer, wenn eine Erdwärmesonde zum Einsatz kommt, auf die Norm SIA 384/5 hingewiesen.

5. *In welcher Grössenordnung bewegt sich der Preisunterschied, wenn eine EWS mit einer mittleren Bohrtiefe von 200 m auch für höhere Wärmeträgertemperaturen (> 40°C) ausgelegt wird, sodass eine Regeneration mittels Solarkollektoren möglich ist?*

Falls zur Regeneration einer Erdwärmesonde eine neue solarthermische Anlage installiert wird, sind für diese Anlage zusätzliche Kosten von mehr als 15'000 Franken zu veranschlagen. Wegen der hohen Kosten ist es in vielen Fällen finanziell attraktiver, stattdessen die Dachfläche für eine Photovoltaikanlage zu nutzen, die dann auch Strom zum Betrieb der Wärmepumpe liefert. Falls eine bestehende solarthermische Anlage zur Regeneration der Erdwärmesonde eingesetzt wird, ist mit Kosten von 3'000 bis 5'000 Franken für die nötige Einbindung ins hydraulische System zu rechnen.

Eine Auslegung auf höhere Temperaturen (> 40°C) ist in keinem der beiden Fälle zwingend, da im Sommer auch bei tieferen Temperaturen (< 40°C) genügend Wärme zur Regeneration eingelagert werden kann. Mit Rückmischung können höhere Vorlauftemperaturen problemlos auf das zum Einspeisen gewünschte Niveau abgesenkt werden.

Je nach lokaler Ausgangslage sind andere Wärmequellen zur Regeneration der Erdwärmesonde günstiger als die Solarthermie, vor allem dann, wenn sie weniger Aufwand zur Einbindung ins bestehende System erfordern. Ganz allgemein empfiehlt es sich, die Gebäudedämmung zu verbessern, um so den Wärmebezug langfristig zu drosseln und die Erdwärmesonde präventiv zu entlasten.

6. *Wie kann erreicht werden, dass zukünftig gebohrte EWS (vor allem in Gebieten mit hohen Bohr-Dichten) für eine (allenfalls auch spätere) Regeneration ausgestattet werden??*

Aktuell ist das Recht auf Nutzung des Untergrunds unter dem Grundeigentum zivilrechtlich gewährleistet. Inwiefern dieses Recht vom Kanton beschnitten werden kann, um z.B. eine Regeneration verpflichtend einzufordern, ist juristisch noch nicht abschliessend geklärt.

Im Einzelfall ist ohnehin immer zu berücksichtigen, ob eine Regeneration überhaupt nötig ist bzw. effektiv wäre. Eine aufwendige, aber energetisch unnötige Regeneration ist ökologisch und ökonomisch sinnlos. Bei jeder Sonde standardmässig eine Regenerationsmöglichkeit vorzusehen, wäre deshalb unverhältnismässig.

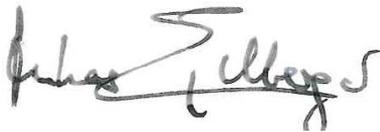
Im Hinblick auf zukünftige Bohrungen in Gebieten mit hohen Sondendichten sind mit geeigneten rechtlichen Mitteln angemessene Rahmenbedingungen zu schaffen (technische und funktionale Anforderungen, allfällige finanzielle Abgeltung durch zusätzliche Förderbeiträge usw.). Mit der genannten interkantonalen Studie sollen die relevanten Grundlagen zur Definition dieser Vorgaben erarbeitet werden.

Im Gegensatz zur Erdwärmenutzung für kleine bis mittlere Gebäude ist bei grossen Gebäuden mit Sondensfeldern eine Regeneration meistens jetzt schon aus Eigeninteresse integraler Teil des Energiekonzepts.

7. *Wie müsste das aktuell gültige Subventionsmodell angepasst werden, damit die Regenerationskosten abgedeckt werden können?*

Förderbeiträge im Energiebereich setzen einen Anreiz, energetisch sinnvolle Massnahmen umzusetzen. Falls die Regeneration von Erdwärmesonden in Zukunft finanziell unterstützt werden sollte, wäre der energetische Mehrwert dieser Massnahme die erste und wichtigste Voraussetzung. Auf der Grundlage der interkantonalen Studie zur Regeneration von Erdwärmesonden wird es möglich sein, die Rahmenbedingungen für eine allfällige Förderung zu definieren.

Im Namen des Regierungsrates des Kantons Basel-Stadt



Lukas Engelberger  
Vizepräsident



Barbara Schüpbach-Guggenbühl  
Staatsschreiberin