

Vorlage an den Landrat

Beantwortung der Interpellation 2023/438 von Manuel Ballmer: «Können bestehende und neue Baselbieter Salzkavernen für Gas- oder Wärmespeicher genutzt werden?» 2023/438

vom 5. März 2024

1. Text der Interpellation

Am 31. August 2023 reichte Manuel Ballmer die Interpellation [2023/438](#) «Können bestehende und neue Baselbieter Salzkavernen für Gas- oder Wärmespeicher genutzt werden?» ein. Sie hat folgenden Wortlaut:

Salz-Kavernen werden weltweit seit mehr als 70 Jahren als Gas-Speicher genutzt. Je nach Tiefe, Form und Zustand der Kaverne können sie mit sehr hohem Druck sicher betrieben werden und erlauben so die Speicherung grosser Volumen von unterschiedlichen Gasen, auch das aktuell viel diskutierte H₂.

Der konzessionierte Salzabbau der letzten Generationen hinterliess Dutzende von Kavernen in unserem Kanton und wird auch zukünftig neue Kavernen erzeugen. Die lokale Geologie ist stellenweise komplizierter als ursprünglich gedacht, bekannt sind auch Durchbrüche und Schäden an Kavernen. Die Salz-Schichten in unserer Gegend sind im Durchschnitt nicht so mächtig wie beispielsweise in Norddeutschland und liegen weniger tief in der Erde, dies reduziert die Chancen, dass Baselbieter Kavernen als Langzeit-Gasspeicher für die ganze Schweiz genutzt werden können. Gleichwohl scheint es sinnvoll, denkbare Verwendungszwecke vor dem Hintergrund der weltweiten Forschung in diesem Bereich seriös abzuklären. Beispielsweise ob intakte stillgelegte Kavernen für zukünftige Power2X-Gase, als (saisonale) Wärmespeicher oder Wärmequellen von Fernwärmeverbänden oder gar als noch eher unbekanntes "Compressed-Air"-Batterien genutzt werden könnten.

Die Laufzeit des geplanten Konzessionsvertrages von mehreren Generationen bringt nach Meinung des Interpellanten die Verpflichtung mit sich, auch potentiell neue Nutzungsformen zu antizipieren und diese bereits vertraglich vorzusehen um damit allfälliger Nutzen, Rechte und Pflichten zwischen den Vertragsparteien, vorausschauend zu regeln. Im Besonderen, damit eine mögliche Nutzung des Speicherpotentials aufgrund fehlender Investitionssicherheit weder gefährdet oder verunmöglicht wird. Denkbar ist die explizite Beauftragung des Konzessionärs zur Nutzung des Speicherpotentials oder auch eine Abtretung der Nutzung von geeigneten Solefeldern oder Kavernen und eine vorzeitige Entlassung aus der Nachvorsorge an den Kanton zur Weitervergabe an Dritte.

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

- Wäre nach geltendem Recht eine Nutzung der Kavernen für Zwecke der Energiespeicherung möglich? Wem stünde dieses Recht zu?
- Wie beurteilt der Regierungsrat die Machbarkeit der Umnutzung von Baselbieter Salzkavernen für Zwecke der Energiespeicherung oder als CO₂-Senken?
- Welche Chancen und Risiken bietet ein solches Vorhaben und mit welchem Nutzen wäre zu rechnen hinsichtlich Beitrag zur Dekarbonisierung und zur Versorgungssicherheit?
- Welche Abklärungen mit welchen Ergebnissen hat die Regierung in Bezug auf zukünftiges “Solution Mining für Gas- oder Wärmespeicher” in Baselbieter Solefeldern getätigt?
- Sorgt der Regierungsrat in der Konzession oder in anderer Weise (bspw. mit Auflagen bei Baubewilligungen für Fördertechniken oder Ziel-Geometrie) dafür, dass eine Umnutzung von Kavernen zu Erdspeichern möglich wird?

Beilagen:

Bericht z.Hd. des BR zum Aufbau von Gasspeichern in der Schweiz: <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/73764.pdf>

Studie mit Behandlung des Themas “Löslichkeit von H₂ in Sole”: https://www.bveg.de/wp-content/uploads/2022/06/20220610_DBI-Studie_Wasserstoff-speichern-soviel-ist-sicher_Transformati- onspfade-fuer-Gasspeicher.pdf

Unternehmensblog: Wasserstoffspeicherung in Salzkavernen: <https://www.neuman-esser.de/unternehmen/media/blog/wasserstoffspeicherung-in-salzkavernen/#:~:text=Einige%20Salzkaver- nen%20in%20den%20USA,Produktion%20von%20Salz%20und%20Soda>

Paul-Scherrer-Institut erwähnt Salzkavernen: <https://www.psi.ch/de/media/forschung/wie-laesst-sich-erneuerbarer-strom-ganzjaehrig-nutzen>

Anwendungsfall (Startup) CO₂-Batterie aus Italien (Compressed Air Battery): <https://energy-dome.com>

2. Einleitende Bemerkungen

Die Schweizer Salinen AG fördert seit mehr als hundert Jahren Salz durch Laugung in den Gebieten MuttENZ und Pratteln. Die Laugungstechnik hat sich bis heute nicht grundsätzlich geändert. Mit einer Bohrung wird das Salzlager bzw. die Salzschiefe erschlossen. Anschliessend wird durch das Bohrloch Süsswasser eingeleitet. Dieses löst das Steinsalz auf und die entstehende Lauge wird an die Oberfläche gefördert.

In der Anfangszeit war die Laugungstechnik noch wenig ausgereift. Dies führte dazu, dass die Kavernen rasch nach oben wuchsen und die sogenannte Hangendschwebe – eine mehrere Meter mächtige Salzschiefe im Top der Kaverne – weggelaugt wurde. Dadurch haben diese früheren Kavernen im unteren Bereich einen geringen Durchmesser, der nach oben stark zunimmt. Aufgrund ihrer Geometrie und der fehlenden Hangendschwebe sind die meisten dieser Kavernen vermutlich von geringerer Stabilität. In den 1990er Jahren wurde bei der Laugung ein Stickstoff-Blanket eingeführt: Eine Gasschicht, die verhindert, dass das Dach und die Hangendschwebe der Kaverne unkontrolliert gelaugt werden. Zusammen mit dem kontrollierten Fluss von Süsswasser und Lauge in den Förderrohren kann dadurch eine kontrollierte Geometrie der Kaverne gesolt werden. Am Ende der Laugung haben die Kavernen idealerweise eine vorgegebene Breite, ein stabiles kuppelförmiges Dach und eine genügend mächtige Hangendschwebe. Eine mit gesättigter Salzlauge gefüllte Kaverne ist heute 40'000 bis 80'000 m³ gross.

In den Laugungsgebieten Zinggibrunn, Sulz und Grosszinggibrunn wurden rund 60 Kavernen gelaugt. Wie die neusten Untersuchungen der Saline im Rahmen der Nachsorgeuntersuchungen zeigen, sind viele dieser Kavernen in einem ungenügenden Zustand und können momentan nicht in eine ordentliche Nachsorge geführt werden. Dies liegt daran, dass die Laugungstechnik fehlerhaft war und das Stickstoff-Blanket bei einigen Bohrungen nicht konsequent eingesetzt wurde. Dadurch

wurde die Hangendschwebe bei mehreren Kavernen weggelaugt. Die langfristige Stabilität mehrerer Kavernen ist gefährdet. Zudem sind Kavernen undicht, d. h. sie weisen auch ausserhalb der Zugangsbohrungen eine direkte oder indirekte Verbindung zum Muschelkalk-Aquifer auf (siehe dazu: Vorlage an den Landrat Nr. [2021/478](#) vom 18. April 2023, S. 3 f.).

Nicht nur für die Nachnutzung als mögliche Speicher, sondern auch für die ordentliche Nachsorge müssen die Kavernen dicht und stabil sein. Dies betrifft ebenfalls die zahlreichen undichten Förderbohrungen, die für die Nachsorge in jedem Fall abgedichtet werden müssen. Heute sind viele Kavernen im obersten Bereich oder im Bereich der Zugangsbohrung undicht, d. h. es kann Gas und Sole aus der Kaverne in das umliegende Gestein oder ins Grundwasser treten. Die Schweizer Salinen AG ist momentan daran abzuklären, wie die bestehenden Kavernen und Förderbohrungen in den Laugungsgebieten Zinggibrunn, Sulz und Grosszinggibrunn dicht verschlossen werden können.

Weltweit werden Salzkavernen nicht nur für die Förderung des Salzes, sondern auch zunehmend für die Nachnutzung als Untertagespeicher verschiedenster Stoffe genutzt. Diese Kavernen liegen meist in grösserer Tiefe als das Salzlager im Kanton Basel-Landschaft. Seit den 1970er Jahren werden Kavernen zudem primär für die Gasspeicherung gelaugt: Das gelaugte Salz wird vorgängig entweder genutzt oder ins Meer oder in geeignete geologische Schichten im Untergrund geleitet. Wie die nachfolgende Beantwortung der Fragen zeigen wird, ist eine Nachnutzung für Gas- oder Energiespeicherung im Kanton Basel-Landschaft nicht ausgeschlossen. Es muss jedoch zwischen den bereits für die Salzproduktion gelaugten und zukünftigen Kavernen, welche für eine kombinierte Nutzung als Rohstofflieferant und Energiespeicher ausgelegt werden, unterschieden werden und es braucht entsprechende technische Abklärungen.

Die Fragen dieser Interpellation wurden in Abstimmung mit den Schweizer Salinen AG und unter Beizug der Expertise von Prof. em. Simon Löw beantwortet.

3. Beantwortung der Fragen

1. *Wäre nach geltendem Recht eine Nutzung der Kavernen für Zwecke der Energiespeicherung möglich? Wem stünde dieses Recht zu?*

Die aktuelle Gesetzgebung des Kantons regelt die Energiespeicherung im Untergrund im Energiegesetz (EnG BL; [SGS 490](#)). § 22 Abs. 1 EnG BL regelt zunächst, dass das Verfügungsrecht über die Energie im Untergrund dem Kanton zusteht. § 22 Abs. 5 EnG BL regelt weiter die Nutzung des tiefen Untergrunds, wo neben Geothermie, Erdgas, Schiefergas und Schieferöl auch die Gasspeicherung erwähnt wird. Somit verfügt der Kanton grundsätzlich über das hoheitliche Recht der Energiespeicherung im Untergrund, mithin auch in den Salzkavernen. Der Kanton kann das Nutzungsrecht selbst ausüben, auf Basis einer Bewilligung oder einer Konzession an Dritte übertragen oder öffentlich ausschreiben (§ 22 Abs. 6 EnG BL).

Zu klären wären bei einer Energiespeicherung in den Salzkavernen allerdings haftungsrechtliche Fragen, zumal die Schweizer Salinen AG mit der Konzession dem Kanton und Dritten für allfällige Schäden aus dem Salzabbau haftet. Dies dürfte auch die Haftung für Salzkavernen umfassen, die eine Folge des Salzabbaus sind. Bei einer Energieeinlagerung in Salzkavernen wäre deshalb vorgängig zu klären, wer im Falle eines Schadens während der Energieeinlagerung in Salzkavernen haften würde, zumal unter Umständen die Kausalität für einen eintretenden Schaden nicht eindeutig geklärt werden kann.

2. *Wie beurteilt der Regierungsrat die Machbarkeit der Umnutzung von Baselbieter Salzkavernen für Zwecke der Energiespeicherung oder als CO₂-Senken?*

Um die Machbarkeit einer Umnutzung von Salzkavernen zu beurteilen, muss man zwischen den verschiedenen Laugungsgebieten unterscheiden, resp. in welchem Zeitraum Kavernen gebildet wurden. Die **ersten Laugungsgebiete** am Rhein (Schweizerhalle, Dürrenhübel und Ättigraben) haben nur eine geringe Überdeckung von rund 100 m zum Salzlager. Die Laugungsgebiete sind

heute mit Gewerbe- und Industriegebäuden überbaut. Soweit bekannt, weisen die Kavernen aufgrund der Laugungstechnik keine geeignete Struktur für eine weitere Nutzung auf. Zudem wurden die Kavernen teilweise verfüllt und sind verschlossen.

Die **südlich gelegenen Laugungsgebiete** Lachmatt und Wartenberg werden aufgrund des Entstehungszeitraums und der damals üblichen Laugung als ungeeignet für eine Speicherung von Gas oder Energie beurteilt. Ausserdem sind diese Kavernen ebenfalls verschlossen.

Die **neueren Laugungsgebiete** sind Sulz, Zinggibrunn und Grosszinggibrunn. Der Fokus bei der Salzlaugung in diesen Solfeldern, wie übrigens auch bei früheren Solfeldern, lag auf der Salzproduktion. Wie die Untersuchungen der Saline zeigen, sind die Kavernen in Sulz und Grosszinggibrunn in einem ungenügenden Zustand. Die Schweizer Salinen AG spricht im Solfeld Sulz von einem Störfall. Im Solfeld Grosszinggibrunn sind einige Kavernen ebenfalls als Störfall bezeichnet worden, da bei mehreren Kavernen die Hangendschwebe fehlt. Diese ist eine Voraussetzung für die Dichtigkeit der Kavernen. Fehlt die Hangendschwebe, kann dies je nach Gestein oberhalb des Salzlagers zu Stabilitätsproblemen führen – muss aber nicht. Eine Gasdichtigkeit ist jedoch wahrscheinlich nicht gegeben. Zudem sind Kavernen teilweise aktiv quergelaugt worden. Es gibt zahlreiche undichte Kavernen, die Verbindungen zu Nachbarkavernen aufweisen oder deren Zugangsbohrung undicht ist.

Das Solfeld Zinggibrunn wurde von den Schweizer Salinen AG noch nicht abschliessend untersucht. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Zustand der Kavernen mit jenen im Solfeld Sulz vergleichbar ist, da sie älter als diese sind. Die Schweizer Salinen AG untersucht momentan, wie die Kavernen in den drei Gebieten in eine ordentliche Nachsorge überzuführen sind. Für eine ordentliche Nachsorge müssen die Kavernen dicht sein, es darf kein Austausch von Gas oder Lauge mit der Umgebung stattfinden.

In neueren Laugungsgebieten können dichte Salzkavernen theoretisch für die Speicherung von Wärme und Gas genutzt werden. Das kann jedoch Auswirkungen auf die Stabilität der Kavernen haben. Für die energetische Nutzung eignen sich daher nur Kavernen, die eine stabile Struktur haben, eine genügend grosse Hangendschwebe aufweisen, dicht sind und insbesondere für die Gasspeicherung genügend tief sind, damit Gas mit entsprechendem Druck gespeichert werden kann. Um genauere Aussagen zur Machbarkeit der Umnutzung von bereits gelaugten Kavernen machen zu können, wären entsprechende technische Abklärungen notwendig. Die Schweizer Salinen AG stehen einer Nachnutzung der bisherigen und aktuell zur Salzgewinnung erstellten Kavernen für die Gasspeicherung kritisch gegenüber und würden davon absehen. Die Kavernen wurden nicht für eine Nachnutzung gelaugt und sind entsprechend ungeeignet dafür.

Zukünftige Salzkavernen könnten möglicherweise bei entsprechender Planung der Laugung wesentlich besser als Gasspeicher nachgenutzt werden. Dies hat jedoch Auswirkungen auf Abstände und Tiefenlagen der neuen Kavernen sowie auf die je Kaverne und je Solfeld abbaubare Salzmenge. Bei einer «Doppelnutzung» würde primär die nachgelagerte Gasspeicherung die Kavernenauslegung definieren und nicht die Salzproduktion.

Ehemalige und neue Kavernen sind für die Nutzung als **CO₂-Speicher** weniger geeignet. Die innerhalb der Schweiz 2021 in die Atmosphäre ausgestossene Menge an Treibhausgasen entspricht 45,2 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten – nicht eingerechnet ist der internationale Flug- und Schiffsverkehr. Dies entspricht einem Treibhausgasausstoss von fünf Tonnen CO₂-Äquivalente pro Kopf (davon CO₂: Vier Tonnen pro Kopf). Addiert man die durch Importgüter im Ausland verursachten Emissionen hinzu, beläuft sich das Total der jährlichen Pro-Kopf-Emissionen auf mehr als das Doppelte: Ca. 12 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Kopf im Jahr 2020 (siehe Bundesamt für Umwelt, [Klima: Das Wichtigste in Kürze](#) [Stand am 11.04.2023]).

Die Salzkavernen der Laugungsgebiete Zinggibrunn, Sulz und Grosszinggibrunn liegen in einer Tiefe von lediglich 300 Metern. Es kann heute angenommen werden, dass Gas mit einem Druck von bis zu 60 bar gespeichert werden könnte. In einer Kaverne mit einem Volumen von 50'000 m³

würden sich nur 8'000 Tonnen CO₂ speichern lassen. Dies entspricht 0,017 Prozent des jährlichen CO₂-Ausstosses in der Schweiz. Selbst bei einer Nutzung von mehreren Kavernen könnte weniger als ein Prozent des CO₂-Ausstosses eines Jahres gespeichert werden. Der Beitrag zur CO₂-Speicherung in den Salzkavernen im Kanton Basel-Landschaft wäre somit sehr bescheiden.

Zu beachten ist ausserdem, dass gemäss Klimastrategie alle vermeidbaren Treibhausgasemissionen reduziert werden sollen. Nur aus den nicht vermeidbaren Emissionen soll CO₂ abgeschieden und gespeichert werden. Die damit verbundenen Konzepte und Prospektionen sollten auf nationaler Ebene erfolgen, um Synergien zu nutzen und die am geeignetsten CO₂-Speicher zu nutzen.

3. *Welche Chancen und Risiken bietet ein solches Vorhaben und mit welchem Nutzen wäre zu rechnen hinsichtlich Beitrag zur Dekarbonisierung und zur Versorgungssicherheit?*

Für die Beurteilung der Chancen und Risiken der Nachnutzung von Kavernen spielt es eine Rolle, welche Art von Gas oder ob Wärme gespeichert werden soll.

Die Speicherung von **Erdgas** (primär Methan) sowie alternativer Gase wie Stickstoff oder Helium in Solekavernen wird seit fünfzig Jahren weltweit praktiziert. Sie ist gängige Praxis und entspricht dem Stand der Technik. Zur Speicherung von Gasen müssen die Kavernen einzeln oder im Verbund dicht sein. Zudem muss auch eine gasdichte Verrohrung nachgewiesen werden. Während die zahlreichen undichten Verrohrungen in den Solefeldern in jedem Fall für die Nachsorge abgedichtet oder mit einer neuen gasdichten Verrohrung ersetzt werden müssen, ist die Abdichtung von Kavernen mit Verbindung zum Muschelkalk-Aquifer Gegenstand laufender Untersuchungen. Es ist heute davon auszugehen, dass aufgrund der bestehenden Undichtigkeit zahlreiche Kavernen nicht für eine Gasspeicherung genutzt werden können. Ein Risiko bei der Nutzung bestehender Soleförderkavernen als Gasspeicher besteht primär in der Leckage von Gas entlang von Störungen oder entlang von Lösungs-Hohlräumen aus undichten Kavernen in die Deckschichten und zur Geländeoberfläche. Die Dichtheit der Kavernen könnte mit einschlägigen Bohrlochtests nachgewiesen werden.

In Kavernen wird das Erdgas in gasförmigem Zustand gespeichert. Die Gasspeichermenge in Solekavernen ist eine Funktion des Kavernenvolumens und der verfügbaren Druckdifferenz zwischen maximaler Einspeicherung und Ausspeicherung des Gases. Bei gleichbleibender Temperatur nimmt bei zunehmendem Druck die Dichte von Erdgas stark zu. Der minimale Druck (auch als Kissendruck bezeichnet) wird zur Aufrechterhaltung der Hohlraumstabilität (als Stützdruck) und als Antrieb für die Ausspeicherung benötigt. Der Minimaldruck der Kavernen im südlichen Untersuchungsgebiet ist heute schlecht abschätzbar, da die Kavernen von Sulz, Grosszinggibrunn und Zinggibrunn potenziell instabil sind, d. h. ihre Breite und Form oftmals stark von der Sollgeometrie abweicht und eine schützende Hangendschwebe von genügender Mächtigkeit fehlt. Der Maximaldruck muss unterhalb des Gasfrack-Drucks liegen, um eine Schädigung der Salzkaverne durch Rissbildung zu verhindern.

Einfache Überschlagsberechnungen für eine mittlere Kaverne in Grosszinggibrunn (300 Meter Tiefe, Maximaldruck 60 bar, Minimaldruck 30 bar, Volumen 50'000 m³, Heizwert von 38,68 MJ/m³ für Nordseegas) ergeben eine Energiemenge von 50 TJ pro Speicherzyklus. Falls rund 50 Prozent aller Kavernen im südlichen Kantonsgebiet noch dicht sind und keine direkte Verbindung zu einem Aquifer haben, ergäbe dies eine geschätzte totale Energiemenge (35 x 50 TJ) von 1'750 TJ. Das ist vergleichbar mit einem Projekt der Gaznat im Oberwallis, bei dem geprüft wird, ob in vier ausgekleideten Kavernen Erdgasspeicher mit einer Kapazität von 4'300–5'400 TJ erstellt werden sollen. Die Investitionskosten für dieses Projekt wurden noch nicht ermittelt. Eine Schätzung aus dem Jahr 2013 liegt bei 209 Mio. Franken (vgl. Bundesamt für Energie, Aufbau von Gasspeicherkapazitäten in der Schweiz und alternative Optionen für eine inländische Gasversorgung, Bern 2022, [S. 18](#)). In einer anderen Quelle ist von Kosten von rund 400 Mio. Franken die Rede (vgl. Jürg Meier, Grosses Gaslager in den Walliser Bergen geplant, in: NZZ am Sonntag vom 12. Februar 2022).

Die Speicherung von **Wasserstoff** in Salzkavernen der Schweizer Salinen AG im Kanton Basel-Landschaft ist kritischer zu beurteilen als die Erdgasspeicherung. Reiner Wasserstoff hat im Vergleich zu Erdgas eine geringe Dichte, eine hohe spezifische Wärmekapazität, eine tiefe Viskosität, eine tiefe Mindestzündenergie und eine hohe Mobilität (kleiner Moleküldurchmesser, niedrige Viskosität). Wasserstoff hat gegenüber Erdgas einen deutlich geringeren Brennwert von $12,74 \text{ MJ/m}^3$ und einen niedrigeren Heizwert von $10,78 \text{ MJ/m}^3$. Wasserstoff könnte in flüssiger Form ohne Kühlung gespeichert werden. Bei vergleichbaren Kavernen und Betriebsbedingungen kann in mit Wasserstoff gefüllten Kavernen nur rund ein Viertel bis ein Fünftel der Energie von Erdgas gespeichert werden. Für eine Nutzung als Wasserstoffspeicher müssten die Leitungen und Armaturen mit für Wasserstoff geeignetem Stahl ersetzt werden. Insbesondere aufgrund des geringeren Heizwerts kann in einer Modellkaverne von $50'000 \text{ m}^3$ Volumen und beiden gleichen Druckbedingungen und Arbeitstemperaturen eine Energie von rund 15 TJ gespeichert werden. Wasserstoff wird nicht wie Erdgas für Wärmezwecke genutzt, sondern primär als temporärer Stromspeicher.

Die Speicherung von komprimierter Luft in einem **Druckluftspeicher** kann als indirekter Energiespeicher zum Antrieb von Turbinen und zur reversiblen Stromerzeugung eingesetzt werden. Studien und Feldexperimente im Piora-Stollen des Gotthard-Basistunnels zeigen, dass eine solche Art der Energiespeicherung vor allem dann effizient ist, wenn die entstehende Wärme bei der Kompression der Luft zwischengespeichert wird und bei der Expansion wieder zur Verfügung steht (Barbato et al. 2019). Bei einem Gesamt-Wirkungsgrad eines solchen Speichers von etwa 70 Prozent könnten pro Speicherzyklus in einer Modellkaverne von Grosszinggibrunn rund $0,8 \text{ TJ}$ gespeichert werden. Ein typischer Haushalt in der Schweiz benötigt pro Jahr 16 rund GJ Energie. Das heisst, es könnte in einer Kaverne der Verbrauch von 45 Haushalten gespeichert werden.

Bei der Nutzung von Salzkavernen als **Wärmespeicher** spielt die Temperatur des Wärmeträgers (Salzlake) eine wichtige Rolle. Diese verändert zwar nur geringfügig die Festigkeit des umgebenden Steinsalzes, dessen Kriechraten nehmen im Temperatur-Bereich von $20\text{--}80 \text{ }^\circ\text{C}$ aber deutlich zu. Gleichzeitig verändern sich die Spannungsverhältnisse im Dach der Kaverne. Es ist darum anzunehmen, dass die Kavernen bei hohen Temperaturen und vielen Temperaturzyklen weniger stabil werden. Aus diesen Gründen wird in den nachfolgenden Berechnungen von einer maximalen Soletemperatur von $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ausgegangen. Solegefüllte Kavernen können grundsätzlich als «Aquifer-Speicher» oder als Erdwärmesondenspeicher genutzt werden. Bei letzterem dienen Erdwärmesonden (in der Regel Doppel-U-Rohre) als Wärmeübertrager zum Be- und Entladen des Speichermediums. Bei Aquiferspeichern wird das Wärmeträgermedium des Aquifers (Sole) aus dem Untergrund entnommen und beispielsweise mithilfe solarthermischer Anlagen erwärmt. In einer Modellkaverne von $50'000 \text{ m}^3$ Sole könnten bei einer Temperaturerhöhung von nur $35 \text{ }^\circ\text{C}$ pro Halbjahres-Zyklus rund 7 TJ (oder $0,002 \text{ TWh} = 2 \text{ GWh}$) an Energie gespeichert werden. Für die Nutzung als Wärmespeicher kämen Kavernen in Frage, die örtlich nahe am Verbrauchs- resp. Entstehungsort der Wärme liegen.

Als **Fazit** dieser groben Abschätzung kann festgehalten werden, dass eine Speicherung von Erdgas in den bestehenden Kavernen theoretisch nicht ausgeschlossen ist und eine Energiemenge gespeichert werden könnte, die von nationaler Bedeutung ist. Die Speicherung von Wasserstoff ist aus energetischen Gründen und aufgrund der geologischen Verhältnisse der bestehenden Kavernen und deren Tiefe als wenig realistisch einzustufen. Für die Wärme- und Druckluftspeicherung liegen pro Kaverne Energiemengen vor, die im Bereich des jährlichen Bedarfs eines lokalen Wärme- oder Energieverbands liegen. Es ist jedoch zu beachten, dass vertiefte technische Abklärungen notwendig sind, um die Eignung von bestehenden Kavernen für eine Umnutzung als Gas- oder Wärmespeicher zu prüfen. Momentan ist die Schweizer Salinen AG daran, im Rahmen der Nachsorgeuntersuchungen eine quantitative Gefährdungsabschätzung der Kavernen in den Solfeldern Sulz und Grosszinggibrunn zu erstellen. Diese wird Auskunft über die zu erwartende Entwicklung der Stabilität der Kavernen geben und somit auch Hinweise über die Eignung für eine Umnutzung.

Werden Kavernen neu gelaugt und neue Solfelder erschlossen, kann die spätere Weiterverwendung der gelaugten Kavernen mitberücksichtigt werden. Auch hier gilt es, vertiefte Abklärungen vorzunehmen. Die Machbarkeit einer Umnutzung neuer Kavernen im Kanton Basel-Landschaft scheint jedoch wesentlich grösser zu sein.

4. Welche Abklärungen mit welchen Ergebnissen hat die Regierung in Bezug auf zukünftiges "Solution Mining für Gas- oder Wärmespeicher" in Baselbieter Solefeldern getätigt?

Weltweit ist die Gasspeicherung im Untergrund gängige Praxis. In der Schweiz wird diese Art der Speicherung jedoch noch nicht angewendet. Die Schweizer Salinen AG, das Amt für Umweltschutz und Energie (AUE) sowie der Experte Prof. em. Simon Löw sehen ein grosses Potenzial darin, Kavernen nach dem Ende der Salzlaugung für die Gasspeicherung weiter zu nutzen. Dabei spielt die Tiefenlage der Salzvorkommen und damit der bestehenden oder neuen Kavernen eine entscheidende Rolle. In Muttenz ist die Überdeckung des Salzlagers rund 300 m, in der Ajoie 800 m und im Mittelland bei 1'400 m. Für die Gasspeicherung sind tiefere Kavernen interessanter, da Gas unter höherem Druck gespeichert werden kann.

Das AUE hat im Rahmen dieser Interpellation eine erste grobe Abschätzung des Potenzials für die Umnutzung der bestehenden Kavernen im Kanton durchführen lassen und mit der Schweizer Salinen AG Gespräche geführt. Die Ergebnisse dieser Abklärungen sind in die Beantwortung der Interpellation eingeflossen.

5. Sorgt der Regierungsrat in der Konzession oder in anderer Weise (bspw. mit Auflagen bei Baubewilligungen für Fördertechniken oder Ziel-Geometrie) dafür, dass eine Umnutzung von Kavernen zu Erdspeichern möglich wird?

Im Vordergrund der Verlängerung der Konzession steht die sichere Salzlaugung. Undichte oder quergelaugte Kavernen, die nicht nach den Vorgaben gelaugt wurden und keine stabile Form mit Hangendschwebe aufweisen, wie dies in den bisherigen Laugungsgebieten teilweise der Fall ist, sollen in den neuen Laugungsgebieten nicht mehr vorkommen.

Der Kanton verlangt im neuen Konzessionsvertrag deshalb ein Betriebs- und ein Überwachungskonzept sowie eine enge Kontrolle des Laugungsprozesses. Damit soll garantiert werden, dass die Kavernen langfristig stabil und dicht sind. Dies soll dazu führen, dass die Kavernen nach abgeschlossener Laugung sicher verwahrt werden können. Eine spätere Nachnutzung der Kavernen ist damit theoretisch denkbar. Damit eine spätere Umnutzung jedoch optimal machbar ist, sollte diese bei der Konzeption der Laugungsfelder und der Kavernen bereits mitgeplant werden.

Die Salzlaugung und die allfällige spätere Nutzung der Kavernen als Gasspeicher liegen zeitlich um Jahre bis Jahrzehnte auseinander. Die Konzession für die Salzlaugung und die Konzession für die Gasspeicherung können an zwei unterschiedliche Konzessionäre gehen.

Liestal, 5. März 2024

Im Namen des Regierungsrats

Die Präsidentin:

Monica Gschwind

Die Landschreiberin:

Elisabeth Heer Dietrich