

Zeitschrift: Swiss bulletin für angewandte Geologie = Swiss bulletin pour la géologie appliquée = Swiss bulletin per la geologia applicata = Swiss bulletin for applied geology

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung von Energie-Geowissenschaftlern; Schweizerische Fachgruppe für Ingenieurgeologie

Band: 28 (2023)

Heft: 1-2

Artikel: Die Anfänge der Geothermie in der Schweiz (1975) und ihre Errungenschaften bis 2000

Autor: Rybach, Ladislaus

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1051716>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Anfänge der Geothermie in der Schweiz (1975) und ihre Errungenschaften bis 2000

Ladislav Rybach¹

Zusammenfassung

Bis 1975 wurde in der Schweiz keine systematische geothermische Forschung und Entwicklung betrieben. Die Initialzündung erfolgte erst mit der Etablierung der Eidg. Fachkommission für Geothermie und unterirdische Wärmespeicherung (KGS) am 22.9.1975. Damit war der Weg frei für grundlegende, unserem Land angepasste Aktionen. Die besonderen Geschehnisse, welche zu dieser Fachkommission geführt haben, werden beschrieben.

Mit den ersten Aktivitäten der KGS hat man die Werkzeuge erarbeitet, mit welchen die geothermischen Gegebenheiten des Landes abgeklärt werden konnten. Von Anfang war an diesen Aktivitäten das Institut für Geophysik der ETH Zürich massgebend beteiligt.

Die Geothermische Datensynthese der Schweiz (1981) hat zur Abklärung der mitteltiefen Geothermie-Möglichkeiten der Schweiz, insbesondere durch die potenziellen Tiefen-Aquifere der Schweiz, identifiziert und charakterisiert. Zahlreiche geothermische und Ressourcen-Karten wurden produziert und in internationalen Atlanten veröffentlicht. Die grösste Errungenschaft der KGS war die Vorbereitung und Durchführung der Risikodeckung des Bundes für geothermische Tiefbohrungen (15 Millionen Sfr. für 10 Jahre). 1988-1998 wurden 13 Bohrungen abgeteuft, mit gemischtem Resultat: 5 Erfolge, 1 Teilerfolg, 7 Misserfolge.

Demgegenüber wurde die Technologie der Erdwärmepumpen seit den frühen 80er Jahren erfolgreich gefördert; heute ist die Schweiz ein Global Leader dieser Geothermie-Branche. Seit Anbeginn wurde die internationale Zusammenarbeit intensiv praktiziert, insbesondere durch die IEA und die IGA.

Die KGS wurde Ende 1994 aufgelöst, nicht zuletzt wegen den mehrheitlich enttäuschenden Ergebnissen der Bohrungen mit Risikodeckung.

Am Schluss wird auf eine ähnliche, kommende Veröffentlichung hingewiesen (Tätigkeiten der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie (SVG) 1990-2000, von Jules Wilhelm).

Summary

Until 1975, no systematic geothermal research and development was carried out in Switzerland. The initial spark came only with the establishment of the Federal Commission for Geothermal Energy and Underground Heat Storage (KGS) on 22.9.1975. This cleared the way for fundamental actions adapted to our country. The special events that led to the establishment of this commission are described.

With the first activities of the KGS, the tools were developed with which the geothermal conditions of the country could be clarified. From the very beginning, the Institute of Geophysics of ETH Zurich has played a key role in these activities.

The Geothermal Data Synthesis of Switzerland (1981) has identified and characterized the medium-deep geothermal possibilities of Switzerland, in particular the potential deep aquifers of Switzerland. Numerous geothermal and resource maps have been produced and published in international atlases.

KGS's greatest achievement was the preparation and implementation of the federal government's risk coverage system for deep geothermal drilling (CHF 15 million for 10 years). Between 1988 and 1998, 13 wells were drilled, with mixed results: 5 successes, 1 partial success, 7 failures.

On the other hand, the technology of geothermal heat pumps has been promoted successfully since the early 80s by the KGS; Today, Switzerland is a global leader in this geothermal branch.

Since its inception, international cooperation has been practiced intensively by the KGS, especially through the IEA and the IGA.

KGS was dissolved at the end of 1994, not least because of the mainly disappointing results of the risk-covered drillings.

At the end of the paper, reference is made to a similar, foreseen publication (Activities of the Swiss Geothermal Association (SVG) 1990-2000, by Jules Wilhelm).

¹ Institut für Geophysik ETHZ, Sonneggstrasse 5, CH-8092 Zürich

1 Einführung

Die Erdwärmenutzung boomt im Augenblick in der Schweiz, insbesondere aus untiefen Ressourcen. Die Behörden forcieren den Ersatz von fossilbefeuerten Anlagen durch umweltfreundliche Systeme wie Erdwärmepumpen; der Markt kommt kaum nach. Die Nutzung mitteltiefer Ressourcen entwickelt sich wesentlich langsamer. Um das grosse Potenzial der heissen Tiefengesteine nutzen zu können (EGS-Systeme), sind noch umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten notwendig. Solche sind insbesondere im Felslabor Bedretto (TI) im Gange.

Dies war nicht immer so. Die Geothermie kam erst im Zuge der Erdölkrise der 1970er Jahre ins Gespräch, damals noch unter «Alternativ-Energien». In der Schweiz begann es mit der Geothermie nachweislich im Jahre 1975. Nachstehend sollen die damaligen Geschehnisse rekapituliert und die Entwicklung bis 2000 dargestellt werden. Zunächst wird die Etablierung der Eidg. Fachkommission für Geothermie und der unterirdischen Wärmespeicherung beschrieben, danach ihre Aktivitäten und Resultate.

2 Die erste Geothermie-Publikation der Schweiz (1975) und ihre Folgen

Die Antrittsvorlesung von Rybach «Geothermie – allgemeine und angewandte Aspekte» an der ETH am 26.6.1974 enthielt einige Hinweise auf Nutzungsmöglichkeiten in der Schweiz. Daraufhin wurde Rybach eingeladen, über Geothermie an der Universität Genf zu referieren. Für das Referat am 10.12.1974 wurden die Nutzungsmöglichkeiten mit ihrer Anpeilung erweitert. Die Zeitung *Nouvellist et Feuille d’Avis du Valais* hat am 1.1.1975 unter dem Titel « L’énergie géothermique en Suisse - pour’quoi pas ? » ausführlich über die diesbezüglichen Angaben des Vortrages berichtet (Fig. 1).

Offenbar hat man dies beim Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke SEV bemerkt; Rybach wurde nämlich am 15.1.1975 aufgefordert, einen Artikel über Geothermische Energie für das SEV-Bulletin, Heft 5/75 über Alternativ-Energien zu schreiben (Fig. 2). Figur 3 zeigt die Titelseite der Publikation. Der Artikel enthielt bezüglich die Geothermie-Möglichkeiten der Schweiz, insbesondere einen Abschnitt «Ein Explorationsprogramm der Schweiz». Dieser präsentierte, nach einer Beschreibung der im Jahr 1975 bereits existierenden Anzeichen, die folgenden Abschnitte: 1. Thermische Voruntersuchungen, 2. Regionale geophysikalische Studien, 3. Produktionstests (mittels Bohrungen), 4. Wirtschaftlichkeitsstudien; alle drei mit entsprechenden Details.

Kurz nach dem Erscheinen des Artikels erhielt Rybach einen Telefonanruf des Bundesamts für Energiewirtschaft, wonach im BEW das Explorationsprogramm Interesse fand und wurde am 7. Juli 1975 für eine Besprechung in Bern eingeladen. Vizedirektor Prof. C. Zangger (er wurde später bekannt durch die Zangger-Komitees des Nuclear Non-Proliferation Treaty NPT) erklärte dort: der Bund ist interessiert, die Alternativ-Energien in der Schweiz samt Geothermie voranzubringen. «Wenn der Bund so was vorhat, kreierte er eine Eidgenössische Kommission». Eine Kommission für Geothermie (inkl. Wärmespeicherung) sei also vorgesehen; ob Rybach bereit wäre dessen Präsidium zu übernehmen und ob einige weitere Leute mit entsprechenden Fachkenntnissen nennen könnte. Dies war möglich; daraufhin versicherte Prof. Zangger, dass nach den Sommerferien die Sache an die Hand genommen wird.

3 Jan. 1975

L'énergie géothermique en Suisse : pourquoi pas ?

L'augmentation régulière de la demande d'énergie ainsi que du prix des produits pétroliers incite depuis plus d'une année à rechercher – surtout dans un pays qui comme le nôtre tient à son indépendance – des sources énergétiques dites « alternatives ». Or, dans un tel cadre, il semble de moins en moins farfelu d'envisager le recours non seulement à l'énergie solaire mais également à cette autre énergie inépuisable que fabriquent pour nous les entrailles de la terre : l'énergie géothermique. D'autant plus que cette source énergétique reçoit chaque jour les faveurs de nouveaux pays ou de nouvelles villes, que San Francisco (pour ne citer qu'elle) en tire la moitié de ses besoins en électricité, et que de petits groupes d'habitation, comme à Melun récemment, sont désormais chauffés à l'aide de cette chaleur venue des profondeurs.

C'est en tout cas l'impression que l'on pouvait retirer d'une intéressante conférence prononcée hier à l'université de Genève par M. L. Rybach, privat-docent à l'EPFZ.

SUR LE PLATEAU SUISSE

Car après avoir rappelé que cette énergie était tout simplement de la chaleur, produite à quelques milliers de kilomètres de profondeur sous l'effet de la radioactivité naturelle de notre sous-sol puis transmise vers le haut grâce à la conductivité thermique de certaines roches, le conférencier a souligné que les principales conditions nécessaires à son exploitation pouvaient être réunies en Suisse.

Parmi elles, des fractures à l'intérieur de la croûte terrestre qui permettent de bénéficier de températures élevées même à des profondeurs modestes, et que l'on trouve notamment sur le Plateau suisse. A Essertines, par exemple, il a suffi de forer jusqu'à

1000 mètres pour trouver une température de 60 degrés. Or, on estime qu'il ne faut guère davantage pour pouvoir exploiter cette énergie, soit directement à l'aide de l'eau ou de la vapeur produites en profondeur, soit à l'aide de circuits d'eau injectée à partir de la surface.

Sur des cartes d'Europe qui ont été présentées lors de cette conférence à Genève, on voit d'ailleurs que notre pays constitue, à l'instar de la Hongrie, l'un des « points chauds géothermiques » du continent. Une présomption suffisante, semble-t-il, pour que de sérieuses études de rentabilité et de « faisabilité » soient lancées dans cette direction, bien que – comme l'a relevé l'orateur – certains problèmes techniques tendent à tempérer quelque peu l'enthousiasme des chercheurs, notamment le pouvoir corrosif et l'impureté de ces eaux chaudes souterraines.

La géothermie dépassera-t-elle, en Suisse, le niveau des stations thermales ? Après la conférence donnée à l'université, on est en droit de l'espérer.

R. CAB

Fig. 1: Zeitungsbericht über den Vortrag an der Universität Genf am 10.12.1974.



Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Union des Centrales Suisses d'Electricité

Telephon (01) 27 51 91
Telegramme:
Electrounion Zürich
Postsendungen:
Postfach 3295, 8023 Zürich
Envois postaux:
Case postale 3295, 8023 Zurich

Herrn
L. Rybach, Privatdozent
Eidg. Technische Hochschule

8006 Z ü r i c h

Gegenstand/Objet:

Zürich 1,
Bahnhofplatz 3

15. Januar 1975
Mz/ak

Geothermische Energie in der Schweiz

Sehr geehrter Herr Rybach,

Wie wir dem "Nouvelliste et Feuille d'Avis du Valais" entnehmen konnten, haben Sie an einem Vortrag in der Universität Genf über das Thema "Geothermische Energie in der Schweiz" referiert.

Wir haben die Zusammenfassung Ihres Vortrages in der obenerwähnten Zeitung mit grossem Interesse verfolgt und würden uns sehr freuen, wenn wir ihn in geeigneter Form im Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (Bulletin SEV/VSE) publizieren könnten.

Gemäss Redaktionsprogramm käme eine Veröffentlichung im Bulletin SEV/VSE Nr. 5/1975 mit Erscheinungsdatum vom 8. März 1975 in Frage. Das Manuskript müsste deshalb (inkl. allfällige Unterlagen für Diagramme, Fotos etc.) bis spätestens Ende Januar 1975 in unserem Besitze sein.

Dürfen wir Sie bitten, unser Anliegen zu prüfen? Gerne erwarten wir Ihre diesbezügliche Rückäusserung.

Mit vorzüglicher Hochachtung

Verband
Schweizerischer Elektrizitätswerke
Sekretariat

Beilage:

Bulletin SEV/VSE
Nr. 1/1975

Fig. 2: Aufforderung zum Einreichen des Manuskripts «Geothermische Energie».

Geothermische Energie ¹⁾

Von L. Rybach

Die geothermischen Energieträger (natürlicher Dampf, Heisswasser, heisse Gesteine) werden in nächster Zukunft weder die fossilen noch die atomaren Brennstoffe ersetzen können. Ihre Nutzung steckt jedoch erst in den Anfängen und ist noch sehr entwicklungsfähig. Auch in der Schweiz bestehen Chancen, geothermische Energiequellen (insbesondere Thermalwasser für Raum- und Fernheizung) zu finden. Ein diesbezügliches Explorationsprogramm wird vorgeschlagen.

1. Einleitung

Man kann die geothermische Energie als eine Art fossile Kernenergie bezeichnen: sie hat ihren Ursprung im Zerfall radioaktiver Elemente im Erdinnern. Die geothermischen Energieträger sind an sich zwar nicht unerschöpflich, die *Vorräte* jedoch, insbesondere die in heissen Gesteinen gespeicherten Wärmemengen, *enorm gross*. Sie könnten, sobald die zur Erschliessung dieser Quellen notwendige Technologie entwickelt ist (diesbezügliche Forschungsarbeiten sind insbesondere in den USA im Gange), die Menschheit von Energiesorgen befreien.

Gegenwärtig findet eine Nutzung der geothermischen Energie fast ausnahmslos nur an jenen Orten der Erde statt, wo sie sich sozusagen selbst anbietet (untiefe Dampf- und Heisswasservorkommen, welche sich durch spektakuläre Oberflächenerscheinungen wie Geysire manifestieren). Durch gezielte Prospektionsarbeiten, insbesondere in tektonisch aktiven Zonen, könnten mit Sicherheit weitere, wesentliche Nutzungsgebiete erschlossen werden.

Der Produktionszyklus besteht bei der Elektrizitätsgewinnung aus geothermischem Dampf, im Gegensatz zu den Primärträgern Kohle, Erdöl und Kernbrennstoffe, nur aus wenigen Einzelschritten am Standort des Kraftwerkes. Die *Nettokosten der Energiegewinnung* liegen dementsprechend niedriger; sie betragen etwa die Hälfte der Kosten bei konventioneller Stromerzeugung. Dies sollte Anreiz genug sein, die Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet zu intensivieren.

2. Die Erde als Wärmequelle

Die Temperaturverhältnisse an der Erdoberfläche werden weitgehend von der aufgenommenen Sonnenstrahlung bestimmt. Die täglichen bzw. jährlichen Temperaturschwankungen machen sich nur in den obersten Schichten bemerkbar, bereits in etwa 30 m Tiefe findet man konstante, dem Jahresmittel entsprechende Werte. Von hier an *steigt die Temperatur*

¹⁾ Mitteilung Nr. 109, Institut für Geophysik, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.

Temperaturzunahme mit der Tiefe nach [1]

Tabelle I

Tiefe	Alpenvorland		Zentralalpen	
	dT/dz [°C/km]	T [°C]	dT/dz [°C/km]	T [°C]
10 km	18	220	22	250
20 km	12	360	18	450
50 km	10	690	11	860

Les agents énergétiques géothermiques (vapeurs naturelles, sources d'eaux thermales, roches chaudes) ne pourront dans un proche avenir remplacer les combustibles ni fossiles ni nucléaires. Leur utilisation n'en est aujourd'hui qu'à ses débuts et est encore susceptible de grands développements. En Suisse également s'offre des chances de découvrir des sources géothermiques d'énergie (en particulier des eaux thermales pour le chauffage local et à distance). Un programme d'exploration dans ce sens est proposé.

mit zunehmender Tiefe, zunächst um rund 30 °C pro Kilometer. Eine Extrapolation mit diesem Gradienten (dT/dz) bis zum Erdmittelpunkt würde dort allerdings einen – geophysikalisch gesehen – völlig absurden Wert von beinahe 200000 °C ergeben (nach neuesten Erkenntnissen beträgt die Temperatur im Erdmittelpunkt etwa 6000 °C). Im allgemeinen nimmt die Temperatur mit zunehmender Tiefe immer langsamer zu (Tabelle I).

Die Temperaturzunahme mit der Tiefe steht in ursächlichem Zusammenhang mit dem *Wärmestrom*, welcher ständig aus dem Erdinneren gegen die Oberfläche fliesst. Dieser Wärmestrom (q) kann gemäss der Fourierschen Theorie der Wärmeleitung aus Temperaturgradient und Gesteins-Wärmeleitfähigkeit (K) berechnet werden:

$$q = -K \frac{dT}{dz}$$

In geothermisch «normalen» Gebieten, wo kein Wärmetransport durch Konvektion stattfindet, beträgt der Wärmestrom im Mittel 1,5 µcal/cm²s = 63 mW/m². Dies ist ein recht bescheidener Energiefluss, jedenfalls zu gering für eine direkte Nutzung. Es ist auch nicht dieser beständige Wärmefluss, auf welchen sich das Augenmerk der Gewinnung geothermischer Energie richtet; vielmehr sind die *gewaltigen Wärmemengen* interessant, welche sich im Laufe der Erdgeschichte infolge der schlechten Wärmeleitfähigkeit der Gesteine in der Erdkruste und im Erdmantel angesammelt haben.

Zur Berechnung des Wärmehaltes (Q) in einem gegebenen Gesteinskomplex dient die Formel

$$Q = \frac{1}{2} \cdot c \cdot \rho \cdot \frac{dT}{dz} \cdot h^2 \cdot F \text{ [cal]},$$

wo c die mittlere spezifische Wärme und ρ die mittlere Dichte der Gesteine, dT/dz den Temperaturgradienten, h die Mächtigkeit und F die Flächenausdehnung des Komplexes bedeutet. Berechnet man damit z. B. den Wärmehalt der obersten 10 km der Erdkruste auf Kontinenten, so kommt man auf etwa 3 · 10²⁶ cal oder 3,5 · 10²⁰ kWh; eine eindruckliche Zahl, wenn man sie mit dem Weltenergieverbrauch von rund 6 · 10¹³ kWh/Jahr vergleicht [2]. Damit könnte man (theoretisch) den Energiebedarf der Menschheit für Jahrmillionen decken! Den Wärmehalt der gesamten Erde schätzt man auf rund 10²⁴ kWh

3. Gewinnung geothermischer Energie

Für eine praktische Nutzung ist jedoch weniger die Wärmemenge als das *Temperaturniveau* massgebend, bei welchem diese Wärmemenge zur Verfügung steht (T₁). Der Wirkungs-

Fig. 3: Titelseite der ersten Geothermie-Publikation der Schweiz (1).

3 Die KGS 1975 – 1994

Die Verfügung des EVED vom 22. September 1975 definiert die Aufgaben der KGS wie folgt:

«Für die durch individuelle Ernennungsschreiben des Departements eingesetzte Eidgenössische Fachkommission für die Nutzung geothermischer Energie und die unterirdische Wärmespeicherung gelten die folgenden Bestimmungen:

1. Auftrag:

Die Fachkommission hat zum Auftrag:

1.1 Die wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Aspekte der Nutzung geothermischer Energie sowie der Wärmespeicherung im Untergrund der Schweiz abzuklären;

1.2 die sich daraus ergebenden Bestrebungen des Bundes, der Forschungsanstalten und der Privatwirtschaft auf dem Gebiet der Erdwärmennutzung, der Wärmespeicherung sowie die damit verwandter Gebiete zu fördern und zu koordinieren;

1.3 den Vorsteher des Verkehrs- und Energiewirtschafts-Departements über den Einsatz der geothermischen Energie und die Fortschritte in der Wärmespeicherung zu informieren und zu beraten und ihm entsprechende Anträge zu unterbreiten;

1.4 auf dem Gebiet der Nutzung der Erdwärme und der unterirdischen Wärmespeicherung sowohl im Hinblick auf nationale Aufgaben als auch bezüglich internationaler Zusammenarbeit die Bundesverwaltung und deren Kommissionen zu informieren, zu beraten und deren Arbeiten zu unterstützen;

1.5 an sie gestellte Fachfragen zu prüfen.»

Per Verfügung des EVED über die Einsetzung der KGS vom 7. Januar 1989 wurden die Aufgaben der Kommission mit folgenden Punkten erweitert:

«2.3 die Bestrebungen des Bundes, die Kantone und der Gemeinden, der Hochschulen, der Forschungsanstalten und der Privatwirtschaft auf dem Gebiet der Erdwärmennutzung und der Wärmespeicherung sowie damit verwandten Gebiete zu fördern, zu koordinieren und Massnahmen zur Beseitigung von Hemmnissen z.H. des BEW zu vorschlagen,

2.5 die Gesuche für die Risikodeckung von Geothermie-Bohrungen zu beurteilen,

2.7 die Lehre und Ausbildung von Fachleuten zu unterstützen.»

Die KGS-Mitglieder waren L. Rybach (1975-1992, Präsident), U. Büchi (1975-1988), A. Burger (1975-1981), A. Fehr (1975-1990, Sekretär), F. Gilliéron (1975-1989), F. Jaffé (1975-1989), D. Roux (1978-1992), U. La Roche (1978-1987), B. Mathey (1982-1994), L. Hauber (1984-1994), J.-C. Griesser (1989-1994), F.-D. Vuataz (1989-1994), M. Brunner, (1990-1994, Sekretär), J.-C. Hadorn (1991-1994, Präsident 1993-1994), H. Böhi (1993-1994), F. Fluiry (1993-1994), W. Kanz (1991-1994).

Damit wurde also ein Instrument kreiert, welches die nötigen Arbeiten ermöglichte. Die KGS hatte im Schnitt 8 Sitzungen pro Jahr, in der Amtsdauer insgesamt 125; meist beim BEW in Bern. Die administrativen Arbeiten (Einladungen, Protokolle, Jahresberichte etc.) haben die im BEW tätigen Sekretäre bestens besorgt.

Im Weiteren - das BEW hat die im Auftrag der KGS ausgeführten Arbeiten finanziert. Damit konnte in der Schweiz die geothermische Forschung und Entwicklung beginnen.

3.1 Die ersten Arbeiten der KGS

Um die Erkennung und Erschliessung der schweizerischen Geothermie-Ressourcen voranzutreiben, wurde vorerst die Sammlung, Kompilation und Interpretation geothermischer Daten in der Schweiz an die Hand genommen. Dabei standen zunächst die zahlreichen, an diversen Orten in verschiedenen Tiefen gemessene Boden-, Wasser- und Fels-temperaturen im Vordergrund. Oft mussten gemessene Werte noch korrigiert werden (insbesondere die aus den zahlreichen Erdöl-Bohrungen); dazu und auch für die Auswertung wurden spezielle Rechenprogramme entwickelt. Im Vordergrund standen die Tiefen-Aquifere der Schweiz (Obere Meeresmolasse, Oberstes Mesozoikum, Oberer Muschelkalk, oberstes Kristallin). Für diese wurden Formationstemperatur-, Tiefen- und Ressourcenkarten erstellt. Das Vorgehensweise und die Resultate sind in (2) dargestellt, insbesondere in 32 Beilagen und 12 Karten.

Erste Abklärungen von Rechtsfragen der Erdwärmennutzung auf Bundes- und Kantons-Ebene wurden durchgeführt; ferner wurden Kontakte mit unseren Nachbarländern mit vergleichbaren geologisch-geothermischen Verhältnissen erstellt: Deutschland (Bundesministerium für Forschung und Technologie), Frankreich (Ministère de l'Industrie et de la Recherche) und Österreich (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung).

Arbeiten für die Aufnahme eines schweizerischen Abwärme-Katasters von industrieller Anlagen (zwecks unterirdische Wärmespeicherung) wurden 1977 in Angriff genommen.

Die International Energy Agency IEA (der OECD, Paris) wurde 1974 gegründet. Bereits im Jahr 1976 wurde ein IEA Expert Panel einberufen (Leitung: Rybach), um das Agreement IEA – Germany, Japan, Sweden, Switzerland, UK, USA – «Man-Made Geothermal Energy Systems (MAGES)» vorzubereiten;

das Agreement wurde von der Schweiz am 5.10.1977 unterzeichnet. Rybach war auch Chairman des MAGES Executive Committee. Das Projekt wurde 1981 abgeschlossen.

3.2 Geothermische Datensynthese der Schweiz (1981)

Diese ist eine umfangreiche Kompilation und eine Darstellung aller bis 1981 zugänglichen und erfassten geologischen, hydrogeologischen, hydrogeochemischen und geophysikalischen Daten zur Abschätzung der mitteltiefen Geothermie-Möglichkeiten der Schweiz.

Im ersten Teil werden die potenziellen Tiefen-Aquifere der Schweiz charakterisiert (Obere Meeresmolasse, verkarstete Kreide- und/oder Malm-Oberfläche, Oberer Muschelkalk, Grenzbereich Buntsandstein/Kristallin). Ferner werden die die Aquifer-Parameter Lithologie, Porosität, Permeabilität der Wirtgesteine sowie die Temperatur (inkl. Geothermometer) und Chemismus der Formations-Fluide angegeben. Für jeden Aquifer werden die Parameter in Form von Tabellen, Profilen und Karten dargestellt.

Dazu gehören auch Isohypsen-Karten von Formations-Oberflächen und Temperaturkarten an Aquifer-Oberflächen. Ferner liegen Isothermen-Karten der Temperatur in 500m, 1000m und 2000m Tiefe, Gradienten-Karten und eine Ressourcenkarte vor.

In zweiten Teil werden die fünf wichtigsten Aquifere der Schweiz stratigraphisch von oben nach unten im Hinblick auf ihre Verbreitung, ihrer geologischen und tektonischen Eigenschaften, ihrer Mächtigkeit, Porosität und Permeabilität, ihrer Formationstemperatur und der Chemismus ihrer Porenwässer beschrieben. Thermalquellen, Subthermen und Thermalwasserzonen sind separat behandelt.

Im dritten Teil wird der Wärmehalt der Tiefenwässer in den einzelnen Aquifere bestimmt. Die Auftretenswahrscheinlichkeiten warmer Tiefenwässer, basierend auf Porositätskriterien, werden in Form einer Ressourcenkarte dargestellt. Diese umfasst das Gebiet der Jura und des Mittellandes, sowie einzelne Gebiete in den Alpen. Die totalen Warmwasser-Ressourcen wurden auf 3.6×10^{17} - 3.6×10^{18} Jahre geschätzt. Die Karte (Fig. 4) zeigt nicht die regionale Verteilung der Wärmehalte, sondern die der Fündigkeits-Wahrscheinlichkeiten. Die besten Möglichkeiten befinden sich generell im nördlichen Alpenvorland, wo auch der grösste Teil der Schweizer Bevölkerung lebt.

Die Synthese umfasst 122 Seiten, 10 Figuren und 9 Tabellen im Haupttext, 24 Beilagen mit zahlreichen Figuren und Tabellen; dazu noch die Liste der bis 1981 erarbeiteten Berichte der KGS (26 Berichte).

Die Synthese wurde von zwei Teams erarbeitet: von der Forschungsgruppe Geothermik und Radiometrie des Instituts für Geophysik der ETHZ (Leitung L. Rybach) und vom Büro Dr. Büchi AG (Leitung U. Büchi). Sie erschien als «Geothermische Datensynthese

der Schweiz», Schriftenreihe des BEW, Studie Nr. 26, Bern, 1981.

3.3 Geothermische Karten und Atlanten

Wärmeflusskarten

Die erste Wärmeflusskarte der Schweiz 1:500'000 wurde 1984 von der KGS und der Schweizerischen Geophysikalischen Kommission (SGPK, Präsident: Prof. St. Müller) herausgegeben (3). Daneben erschien die Geothermische Detailkartierung der Nordschweiz mit Wärmeflusskarte, Temperaturkarten in 500 und 1000 m Tiefe, im Massstab 1:100'000 (4); publiziert wiederum von der KGS und der SGPK. Die revidierte Schweizer Wärmeflusskarte, basierend auf viel mehr Datenpunkten, erschien im Jahr 1995 (5); herausgegeben von der SGPK (die KGS existierte dann nicht mehr).

Europäische Ressourcenkarten

Die Beiträge der Schweiz wurden speziell erarbeitet und in grossen Atlanten publiziert:

- im «Atlas of Geothermal Resources in the

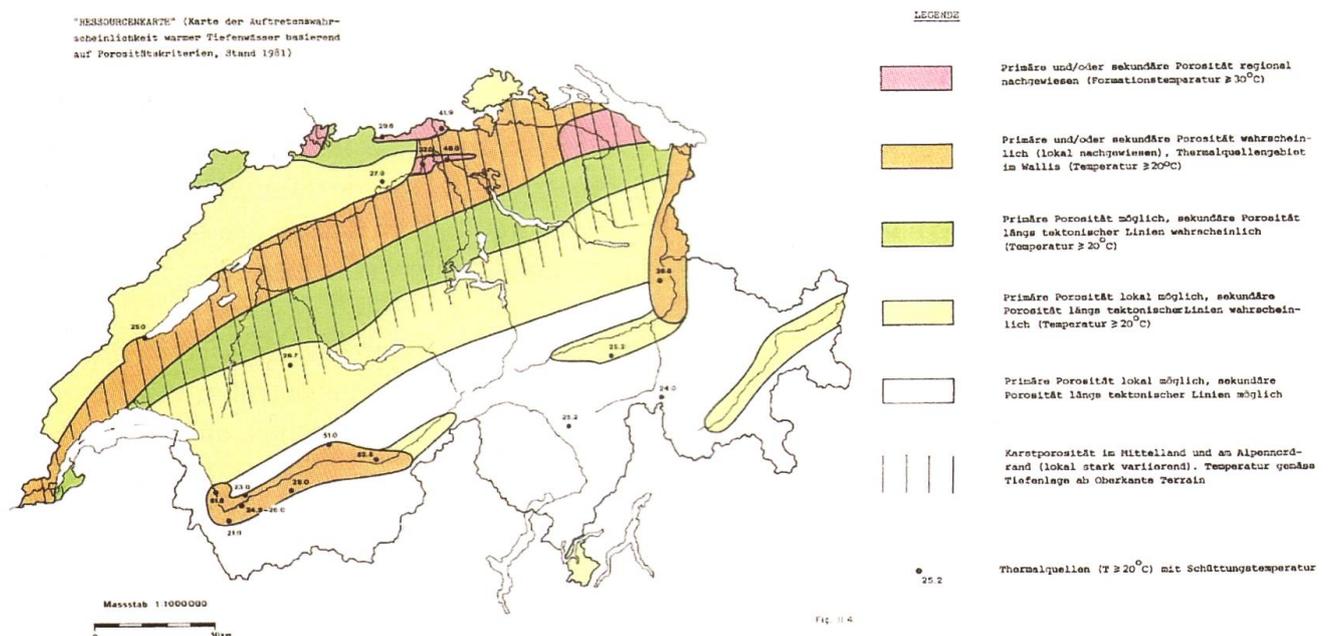


Fig. 4: “Ressourcen-Karte” aus Geothermische Datensynthese der Schweiz. Details siehe Text.

European Community, Austria and Switzerland» (6), darin das Schweizer Kapitel sowie

- im «Atlas of Geothermal Resources in Europe» (7), darin das Schweizer Kapitel.

3.4 Unterirdische Wärmespeicherung

Die bis 1980 vom Centre d'Hydrogéologie, Université de Neuchâtel durchgeführten Versuche und die mathematischen Modellierungen der EPFL führten zum Wärmespeicher-Projekt SPEOS, bei 80 °C im Untergrund. Die Finanzierung des Projekts erfolgte teilweise durch mehrere Staaten, im Rahmen der IEA. SPEOS; ein Prototyp-Speicher von 30'000 m³ in Dorigny bei der EPFL wurde 1981 bis 1992 betrieben. Er ermöglichte die weltweit einzigartige Erfassung von thermischen und hydrogeologischen, aber auch chemischen und mikrobiologischen Daten.

Die KGS befasste sich auch mit Speicherprojekten des Diffusionstyps, d.h. ohne Wärmeübertragung durch wasserführende Schichten, sondern im ungesättigtem, porösem Medium. Seit 1990 hat sich die KGS mit der Einführung der Speicherung im Rahmen des Programms ENERGIE 2000 befasst.

3.5 Untiefe Geothermie

Eine besondere Stellung nimmt in den KGS-Errungenschaften die Nutzung der untiefen Geothermie-Ressourcen mittels Erdwärmepumpen-Systemen ein. Die Grenze Untief/Tief ist nicht international festgelegt; in der Schweiz wurde sie bei 400 m Tiefe fixiert (im Rahmen der Vorbereitungen zur Risikodeckung – siehe weiter unten in diesem Artikel); Deutschland hat diese Tiefe übernommen; in anderen Ländern liegt sie bei 500 m. Der Wärmeinhalt der obersten 4 bis 500 m der Erdkruste kann mittels erdgekoppelten Wärmepumpen-Systemen (EWP) genutzt werden und wird, und zwar weltweit.

Die Schweiz ist darin ein globaler Leader. Wie es so weit kam, dazu hat auch die KGS massgebend beigetragen.

In den frühen 1980er Jahren kam die KGS in Kontakt mit Schweizer Pionieren der Nutzbarmachung untiefen Geothermie-Ressourcen, insbesondere mittels Erdwärmesonden (EWS)-gekoppelten Wärmepumpen (K. Trüssel, Kälte-Wärmetechnik AG Bern; E. Rohner sen. GRUNDAG AG, Gossau). Dabei hat sich ein Bedarf nach wissenschaftlich fundierten Grundlagen der Wirkungsweise der Erdwärmepumpen (EWP)-Systemen (insbesondere bezüglich ihrer Langzeit-Stabilität) ergeben. Im Jahr 1980 wurde die Forschungsgruppe Geothermik und Radiometrie am Institut für Geophysik der ETH etabliert (Leitung Prof. Rybach); damit konnten diesbezügliche Messungen und Berechnungen in Angriff genommen werden. Auch Firmen wie die Polydynamics Ltd. Zürich haben dabei mitgearbeitet. Wichtige Resultate, wie die Nachhaltigkeit der Wärmelieferung aus EWPs, wurden zuhänden der Bauwirtschaft publiziert (8, 9).

Aus den zahlreichen Arbeiten über Wirkungsweise, Dimensionierung und Planung von EWP-Anlagen sei hier nur die für die KGS erarbeitete Wegleitung «Erdwärmesonden-Heisanlagen: Durch Messungen und Berechnungen bestimmte Auslegungs- und Betriebsgrössen», Schriftenreihe des Bundesamtes für Energie Nr. 48, Bern, 1989, erwähnt. Damit war auch die Planungssicherheit gegeben. Bei dieser Gelegenheit soll auch die finanzielle Unterstützung der umfangreichen Arbeiten durch den Nationaler Energie-Forschungs-Fonds NEFF und den Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft PSEL dankend erwähnt werden.

So wurde der Markt hierzulande bereit für eine stark zunehmende Verbreitung der EWP-Technologie. Dies führte ab 1990 zu einer fast exponentiellen Zunahme der Installations- und Produktionszahlen. Die Errungenschaften der Schweiz (u.a. die weltweit

herausragende EWP-Status) sind im Detail in (10) geschildert. Darin wird auch auf ihre Bestätigung am World Geothermal Congress 2022 hingewiesen:

“The “top five” in terms of land area for installed capacity (MWt/area) are Switzerland, Netherlands, Iceland, Sweden and Austria; and in terms of annual energy use (TJ/yr/area) the leaders are: Switzerland, Iceland, Sweden, Hungary and Austria” (aus 11). Die Schweiz ist also in der Untiefen Geothermie weltweit führend!

3.6 Internationale Kontakte, Einbindung in globale Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

Diese Aufgabe der KGS wurde schon von Anfang an wahrgenommen; insbesondere wurden enge Beziehungen zur Internationalen Energieagentur IEA gepflegt. Die IEA des OECD wurde 1974 gegründet, die KGS in 1975; schon im Jahr 1976 hat die KGS den Bund an einer IEA-Veranstaltung in Paris vertreten.

Die Teilnahme der Schweiz am IEA-Projekt MAGES wurde bereits erwähnt; besonders intensiv waren die Vorarbeiten zur Errichtung des Geothermal Implementing Agreement der IEA. Die vorbereitende Kommission wurde von Rybach geleitet. Schliesslich wurde das Agreement im Jahr 1999 etabliert; Rybach wurde Chairman des Executive Committee. In den folgenden Jahren gab es jährlich zwei Komitee-Sitzungen; eine in Paris bei der IEA und die andere in einem der Teilnahmeländer. Die zahlreichen Annexe des Agreements verschafften der Schweiz diverse Kooperationsmöglichkeiten. Die IEA-Aktivitäten der in Geothermie sind intensiv, die Schweiz ist weiterhin in diversen Vorhaben aktiv. Details sind auf <https://iea-gia.org/> einsehbar.

Für die internationale Zusammenarbeit ist auch die International Geothermal Associati-

on IGA weltweit massgebend. Die IGA wurde 1987 in Neuseeland gegründet; im Vorbereitungs-komitee war auch Rybach Mitglied. Die Gründungsversammlung wurde 1989 in Castelnovo (Italien) abgehalten; zum Mitglied des ersten IGA-Board of Directors wurde auch Rybach gewählt. Rybach wurde später auch IGA Vice President und President. GEOTHERMIE.SCHWEIZ ist Assoziiertes Mitglied der IGA seit 1993.

Seit 1995 organisiert die IGA meist alle fünf Jahre einen World Geothermal Congress (der erste in Firenze in 1995; der nächste wird im September 2023 in China stattfinden). Rybach war Organizing Committee Chairman des WGC 2000 in Japan. Bei diesen Weltkongressen werden u.a. die wichtigen Country Reports präsentiert, mit Zahlenangaben der Geothermie-Nutzung der einzelnen Länder. Schon vor den WGCs fanden internationale Geothermie-Kongresse statt (1985 und 1990 in Hawaii). Die Schweiz war in der Berichtsperiode an allen Kongressen vertreten, mit den Swiss Country Reports (12, 13, 14, 15).

Daneben war die KGS in weiteren internationalen Forschungsprojekten involviert, wie dies die KGS-Jahresberichte dokumentieren:

- NEFF-Projekt Nr. A239 «Modellsimulation von Wärme- und Massentransport in zerklüftetem Tiefengestein» (Deutschland, England, Schweiz) 1982-1985
- NEFF-Projekt Nr. 359 «Modellsimulation der Energiegewinnung mittels HDR-Systemen» (EU, Deutschland, Frankreich, England, Schweiz) 1986-1991. Projektbearbeiter waren die Forschungsgruppe Geothermik und Radiometrie ETHZ und Polydynamics Engineering Ltd. Männedorf.

Besonders erwähnenswert ist das European HDR Project Soultz, welches schliesslich zum Geothermie-Kraftwerk in Soultz s.F., Frankreich geführt hat; die weltweit bislang einzige auf Hot Dry Rock /EGS techno-

logie-basierte Anlage, welche kommerziell Strom produziert (seit 2017) - mit einer Leistung von rund 1 MWe. Die Vorbereitung, Konzeption und Realisierung dieses Kraftwerkes hat Jahrzehnte gedauert und hatte zahlreiche Helfer. Die Schweiz war mit dem vorhin erwähnten NEFF-Projekt Nr. 359 dabei. Für die Zeit ab 1993 übernahm das Bundesamt für Bildung und Wissenschaft BBW die Finanzierung (Projekte 93.0100, 95.0673-1 und 95.0673-2, durchgeführt bis 1998). Ausführende waren die erwähnte Forschungsgruppe, Polydynamics Ltd. Zürich und Megel Geowatt Zürich. Die Projekte bis 1998 beinhalteten im Wesentlichen Datenanalyse und numerische Modellierungen. Schliesslich wurde das Projekt "European concerted action for the support of the hot dry rock geothermal energy R&D activities 1998-2000 - EU Project No. JOR3-CT 98-0313 (DG12-WSM)" gestartet, mit Schweizer Beteiligung (diesmal auch das Centre d'Hydrogéologie, Université de Neuchâtel dabei); deren Finanzierung übernahm wiederum das BBW (Projekte 98.0008-1/98.0009-1). Teams aus Deutschland, Frankreich, England, Holland, Italien und Schweden waren auch beteiligt. Die neuen Projekte 98.0008-1 und 98.0098-2 umfassten Datenverarbeitung und integrierte Analyse, Software-Entwicklung und numerische Modellierung sowie Projekt-Assistenz vor Ort in Soultz. Die Universität Neuchâtel vervollständigte das Swiss HRD Research Team und bearbeitete geochemische Fragen (BBW-Projekt 98.0008-3).

Die Schweizer Arbeiten für das EU-Projekt begannen im Oktober 1998 und wurden im September 2001 beendet. Sie wurden von Rybach koordiniert und geleitet.

3.7 Risikodeckung des Bundes für Geothermiebohrungen

Die grösste und finanziell schwergewichtige Aktivität der KGS war die Planung, Ausgestaltung und Durchführung der Risikodeckung.

Nach der französischen Risikodeckung war dies weltweit die zweite solche Errungenschaft.

Aufgrund der umfangreichen Vorbereitung der KGS beschloss das Parlament die Risikodeckung im Jahr 1986 und die Bundesregierung im 1987. Damit wollte man Behörden und private Unternehmen ermuntern, risikoreiche geothermische Erschliessungsprojekte für Direktnutzung voranzutreiben. Das (geologische) Risiko besteht darin, dass unter Umständen die thermische Leistung einer Aquifer-Bohrung die Erwartungen nicht erreicht. Als Erfolg bzw. Misserfolg wurden thermische Leistungswerte in MWth definiert (berechnet aus Förderrate und Temperaturspreizung); dazwischen liegt der Teilerfolgsbereich.

Die Risikodeckung wurde mit 15 Millionen CHF dotiert und für 10 Jahre eingerichtet. Sie galt für Projekte mit Bohrtiefen > 400 m (damit wollte man Erdwärmesonden-Bohrungen ausschliessen) und betraf in der Regel 50% der Bohr- und Testkosten (auch von Reinjektion); in Einzelfällen wurden die Kosten bis zu 80% abgedeckt.

Die Risikodeckung fand im Zeitraum 1988 – 1998 bei 12 Bohrprojekten Anwendung. Ab 1991 wurden zwecks weitere Förderung geothermischer Erschliessungen aus Mitteln des BEW auch namhafte Fördermittel ausgerichtet (siehe Tabelle 1), um besondere Massnahmen wie spezielle Untersuchungen, Stimulationen etc. zu unterstützen. Die Bohrprojekte kamen in verschiedene Landesteilen (in 11 Kantonen) mit kontrastierenden geologischen Gegebenheiten zur Ausführung. Figur 5 zeigt die Bohrstandorte samt geologischen Angaben, Tabelle 2 gibt auch Auskunft über technische und finanzielle Daten.

Das System der Risikodeckung wurde bei insgesamt 13 Bohrungen angewendet, mit gemischtem Erfolg: 5 Erfolge, 1 Teilerfolg, 7 Misserfolge. Daneben wurden mannigfache

organisatorische und verfahrensmässige Erfahrungen gesammelt. An Risikodeckungsbeiträgen wurden insgesamt 8'722'275 CHF ausbezahlt; dazu kamen noch die Förderbeiträge ab 1991, insgesamt 3'576'402 CHF. Bei den Erfolgen ist die Doublette Riehen 1 & 2 das Paradestück: seit dem Beginn im Jahr 1988 wurde die Anlage mehrmals erweitert, gar nach Lörrach (Deutschland) verlängert; sie ist damit das weltweit erste, grenzüberschreitende geothermische Fernheizsystem.

Weitere Angaben und Details betreffend der Risikodeckung sind zu finden in (16) und (17).

Das Schweizer Risikodeckungssystem hat in den Jahren 1987 bis 1998 wertvolle Impulse zu geothermischen Erschliessungen geliefert. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass in der komplexen Geologie der Schweiz die Suche nach ergiebigen Aquiferen mit signifikanten Risiken verbunden ist. Das Bohren

bleibt jedoch der einzige Weg, solange es keine geophysikalischen Verfahren gibt, um durchlässige Formationen oder Strukturen in der Tiefe aus Oberflächen-Messungen nachzuweisen.

4 Die Auflösung der KGS per Ende 1994

Das BEW hat dem Vorsteher des EVED, BR Adolf Ogi, die Auflösung der seit 1975 existierenden KGS auf Ende 1994 beantragt. Der Antrag wurde am 8.11.1994 gutgeheissen.

Zur Begründung führt das BEW Folgendes an: «Die klaren energetischen Zielvorhaben EN2000 mit entsprechender Konzentration der Kräfte auf Schwerpunktthemen, die enttäuschenden Ergebnisse der tiefen Geothermie, die nun operativ laufenden Geothermie- und Speicherprogramme sowie die Gründung der Schweizerischen Vereinigung

Geothermiebohrungen in der Schweiz (Bohrtiefe >400 m), ausgeführt im Rahmen der Risikodeckung 1987-1997

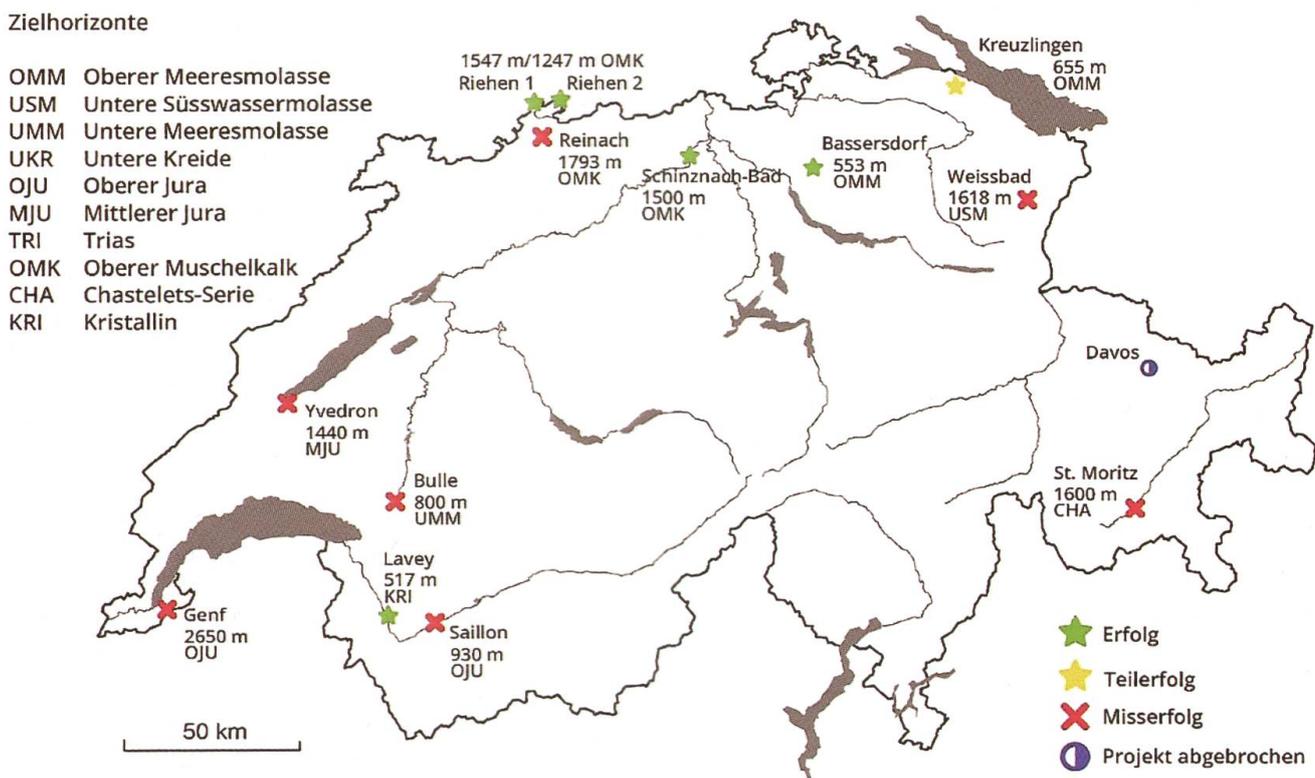


Fig. 5: Karte der Bohrlokalitäten, mit Angaben über die Bohrtiefen und Zielhorizonten (aus (17), modifiziert).

Ort, Kanton, Jahr	Bohr-Tiefe* [m]	Thermische Leistung [kWt]			Kosten in CHF				Bewertung E: Erfolg TE: Teilerfolg ME: Misserfolg
		Prognose Erfolg	Prognose Misserfolg	Effektiv ange-troffen	Risikodeckung verpflichtet	Risikodeckung ausbezahlt	Förderbeitrag BEW verpflichtet	Förderbeitrag BEW ausbezahlt	
Kreuzlingen TG 1988	655	750	210	309	550'200.-	500'000.-	0.-	0.-	TE
Riehen 1 BS Riehen 2 BS** 1988	1547 1247	2000	1000	4756	1'450'000.- 1'450'000.-	0.-	0.-	0.-	E E
Reinach BL 1989	1793	2500	1000	26	1'350'000.-	1'350'000.-	0.-	0.-	ME
St. Moritz GR 1991	1600	2000	700	47	1'440'000.-	1'440'000.-	800'000.-	700'000.-	ME
Bulle FR 1992	800	500	300	7	373'478.-	361'395.-	191'527.-	185'331.-	ME
Weissbad AI 1993	1618	520	250	0	1'157'625.-	1'040'000.-	643'125.-	577'780.-	ME
Genève GE 1993	2690	3000	1500	765	2'519'126.-	2'519'126.-	1'399'515.-	750'000.-	ME
Bassersdorf ZH 1993	553	240	190	324	356'400.-	0.-	198'000.-	198'000.-	E
Bad Schinznach AG 1996	1500	755	500	1046	837'524.-	0.-	465'291.-	465'291.-	E
Saillon VS 1996	929	2000	500	350	270'000.-	270'000.-	450'000.-	450'000.-	ME
Lavey VD 1997	517	3000	1600	5800	744'000.-	0.-	250'000.-	250'000.-	E
Yverdon-les-Bains VD 1998	1440	1900	1000	620	1'241'754.-	1'241'750.-	0.-	0.-	ME
TOTAL					13'740'107.-	8'722'275.-	4'397'458.-	3'576'402.-	

*) Vertikaltiefe
**) Reinjektionsbohrung

Tab. 1: Technische und finanzielle Daten der Bohrungen der Risikodeckung (aus (17), modifiziert).

für Geothermie führten den Bund zum Entschluss, die KGS auf Ende 1994 aufzulösen».

Ferner hält das BEW fest: «Während ihrer Tätigkeit ist es der KGS gelungen, der Geothermie und unterirdischen Wärmespeicherung bedeutende, ja wegweisend Impulse zu verleihen. Dazu gehören namentlich die Bereitstellung von Grundlagedaten, die Risikodeckung von Geothermiebohrungen, die fachliche Beurteilung und Betreuung von Projekten und Aktivitäten, welche auch im internationalen Rahmen geschätzt werden. Dafür gebührt der KGS Dank und Anerkennung!»

5 Die Schweizerische Vereinigung für Geothermie (SVG)

Die Gründung der SVG in 1990 war ein weiterer Meilenstein in der Entwicklung der Geothermie in der Schweiz, insbesondere bezüglich der Öffentlichkeitsarbeit, Behörden-Kontakte sowie die Orientierung der Mitglieder über aktuelle Entwicklungen in der Schweiz und im Ausland. Auch in weiteren Tätigkeitsbereichen hat die SVG weitreichende Schritte und Aktionen realisiert, von denen hier nur die wesentlichsten aufgelistet werden können:

- Jährliche technische Informationstagungen (über die Schweiz verteilt), mit einer Einführung von einem ausländischen Spezialisten
- Herausgabe eines technischen Informationsbulletins (zwei bis dreimal im Jahr)
- Information der Öffentlichkeit mittels Broschüre, Faltprospekt, Bildtafeln
- Organisation und Durchführung des EGC '99 European Geothermal Conference 1999 Basel

Es ist vorgesehen, mittels einer ähnlicher Veröffentlichung in der nächsten Ausgabe dieser Zeitschrift, die diversen Aktivitäten und Errungenschaften der SVG im Zeitraum 1990 bis 2000 näher zu beschreiben und zu illustrieren. Autor ist der Gründungs- und langjähriger SVG-Präsident Jules Wilhelm (Pully/VD).

6 Ausblick

Am Ende der Berichtsperiode, im Jahr 2000, betrug die totale geothermische Wärmeproduktion in der Schweiz 1'093.0 GWh (18), davon entfielen auf die Erdwärmepumpen-Systeme der untiefen Geothermie 756.0 MWth (69.2 % der totalen produzierten Wärme). Demgegenüber hatte man im 2021 4'596.9

GWh totale Geowärme (19) gewonnen, wovon 4'344.2 GWh untiefe Wärme (94.5 % des Gesamten) ist. Demnach haben sich die EWP-Systeme, gegenüber den anderen Nutzungsarten, weiter stark entwickelt.

Auf dem Gebiet der tiefen Geothermie ging seit der Risikodeckung einiges. Allerdings waren kaum Fortschritte erkennbar; die wenigen neuen Tiefbohrungen (Basel 2003; Zürich 2010; St.Gallen 2013; Lavey 2022, Vinzel 2023) waren alle Misserfolge. Man kann nur hoffen, dass die momentan zahlreichen Bohrprojekte (insbesondere in der Westschweiz) positiver ausfallen werden. Allerdings muss man bedenken, dass in den mesozoischen Tiefen-Aquiferen (ausser vielleicht im Oberen Muschelkalk) im nördlichen Alpenvorland schon früher relativ wenig Ergiebigkeit vermutet wurde (20).

Die Hoffnung besteht seit Jahrzehnten weiterhin, dass die heissen Tiefengesteine endlich auf produktive Weise erschlossen werden können. Hierzu sollen mittels umfangreichen Forschungsarbeiten der ETHZ und anderen Institutionen im Felslabor Bedretto die noch nötigen, erfolgversprechenden Vorgehensweisen erarbeitet werden.

Besonders aufschlussreich könnten die Arbeiten der GeoEnergySuisse AG in Haute-Sorne (JU) sein: hier könnte der Nachweis erbracht werden, dass für ein EGS-System im tiefen Untergrund ein genügend grosser Wärmetauscher erstellt werden kann, durch welchen genügend Wasser zirkuliert, um einen wirtschaftlich interessanten Wärmeentzug zu bewerkstelligen. Ein EGS-System kann ja funktionieren wie das die produktive Anlage in Soultz s.F. (Frankreich) beweist. Denn die Erdwärme ist ja im Tiefengestein in immensen Mengen vorhanden; es muss nur erarbeitet werden wie es gewonnen und zur Erdoberfläche gebracht werden kann.

Insgesamt hat die Schweiz über die Jahre in Sachen Geothermie einiges erreicht

und ist mit neuen Vorhaben dabei. All dies wird am European GeothermalCongress 2025 (Zürich, October 6-10) sicherlich stolz präsentiert. Nähere Angaben zum Kongress befinden sich auf <https://geothermie-schweiz.ch/european-geothermal-congress-2025-in-der-schweiz/>

Literatur

- [1] Rybach, L. 1975: Geothermische Energie, Bull. Schweiz. Ver. Elektrizitätswirtschaft 66, 257-261.
- [2] Krüsi, H.R, Bodmer, Ph. & Rybach, L. 1978: Sammlung, Kompilation und Interpretation geothermischer Daten in der Schweiz, Schlussbericht zuhanden des BEW.
- [3] Bodmer, P. & Rybach, L. 1984: Geothermical Map of Switzerland. Beitr. Geol. Schweiz, Geophysik Nr. 22, Kommissionsverlag: Kümmerly & Frey AG, Bern, 47 p.
- [4] Schärli, U. & Rybach, L. 1991: Geothermische Detailkartierung der Zentralen Nordschweiz (1:100 000). Beitr. Geol. Schweiz, Geophysik Nr. 24, Kommissionsverlag: Kümmerly & Frey AG, Bern, 51 S.
- [5] Medici, F. & Rybach, L. 1995: Geothermal map of Switzerland 1:500'000 (Heat Flow Density). Beitr. Geol. Schweiz, Ser. Geophys. Nr. 30.
- [6] Rybach, L. 1988: Geothermal Resources in Switzerland. In: Haenel, R., Staroste, E. (eds): "Atlas of Geothermal Resources in the European Community" Austria and Switzerland, Verlag Th. Schaefer, Hannover, p. 49-50, plates 105-107 (17 maps).
- [7] Medici, F., & Rybach, L. (2002): Switzerland. In: Atlas of Geothermal Resources in Europe, Hurter, S. and Haenel, R. (eds), pp. 59-61, plates 81-82.
- [8] Hopkirk, R.J., & Rybach, L. 1986a: Erdwärmesonden für Raumheizungen. Schweizer Baublatt 87/32, 40-44.
- [9] Hopkirk, R.J. & Rybach, L. 1986b: Die Wirkungsweise von Erdwärmesonden. Architektur und Technik 9/6, 35-37
- [10] Rybach, L. 2022: Geothermal Heat Pump Production Sustainability - The Basis of the Swiss GHP, Success Story. Energies 15, 7870.
- [11] Lund, J. & Toth, A. 2021: Direct Utilization of Geothermal Energy 2020 Worldwide Review. In Proceedings of the World Geothermal Congress 2020+, Reykjavik, Iceland, 24-27 October 2021.

- [12] Griesser, J.C. & Rybach, L. 1985: Overview of geothermal activities in Switzerland. In: Proc. 1985 International Symposium on Geothermal Energy, Hawaii, USA, US Geothermal Resources Council, p. 185-190.
- [13] Rybach, L. & Hauber, L. 1990: Swiss Geothermal Energy Update 1985 - 1990 (1990). In: Proc. International Symposium on Geothermal Energy, Hawaii, Vol. I, 239-246.
- [14] Rybach, L. & Gorhan, H. 1995: Swiss Geothermal Energy Update 1990-1995. In: Proc. World Geothermal Congress 95, Vol. 1, Florence/I, 329-337.
- [15] Rybach, L., Brunner, M. & Gorhan, H. 2000: Swiss Geothermal Update 1995-2000. In: Proc. World Geothermal Congress 2000, Kyushu-Tohoku, Japan, 413-425.
- [16] Fehr, A., Rybach, L. & Wilhelm, J. 1993 : Valorisation de la chaleur terrestre en Suisse (Développements et perspectives). Réseau & Chaleur 17, 36-44.
- [17] Rybach, L. 2005: Die Schweizer Risikodeckung für Geothermiebohrungen 1987-1997 – Ausgestaltung und Erfahrungen im Rückblick. In: Tagungsband, GtV Jahrestagung 2005, 18-23, ISBN 3-932570-53-7.
- [18] Signorelli, S., Sonnenfroh, F., Imhasly, S., Rybach, L. & Kohl, T. 2008: Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz – Ausgabe 2008. Energie Schweiz, 44. S.
- [19] Link, K. 2022: Statistik der geothermischen Nutzung in der Schweiz – Ausgabe 2021. Energie Schweiz, 51 S.
- [20] Rybach, L. 2011: Prospects of Deep Geothermal Energy in Switzerland, Abstracts Volume 9th Swiss Geoscience Meeting, Zurich, 2 p. https://geoscience-meeting.ch/sgm2011/abstracts_2011/SGM_2011_Symposium_20.pdf

