Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115 (1997)
Heft: 9

Artikel: Nutzungsgebiete für Erdwärmesonden: Karte im Massstab 1:25000 für den Kanton Aargau
Autor: Graf, Hansruedi / Matousek, Federico / Rey, Kurt
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79208

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

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

Hansruedi Graf und Federico Matousek, Baden, Kurt Rey, Aarau

Nutzungsgebiete für Erdwärmesonden

Karte im Massstab 1:25 000 für den Kanton Aargau

Die Nutzung der Erdwärme für Heizungszwecke gewinnt zunehmend an Bedeutung, nicht zuletzt durch die gezielte Förderung im Rahmen des Bundesprogramms Energie 2000. Damit verbunden ist eine stark wachsende Zahl von Gesuchen für Erdwärmesondenanlagen an die Fachstellen der kantonalen Verwaltungen. Um der grossen Nachfrage nach Bewilligungen gerecht werden zu können, ist ein Arbeitsinstrument notwendig, das eine schnelle und zuverlässige Erstbeurteilung von Gesuchen für die Nutzung der Erdwärme mittels vertikaler, geschlossener Sonden bis rund 200 m Tiefe ermöglicht.

Im Jahr 1994 wurde ein Gesamtkonzept für die Erarbeitung einer «Karte der Nutzungsgebiete für Erdwärmesonden (EWS) im Kanton Aargau im Massstab 1:25 000» erstellt. Auf der Basis dieses Konzepts werden seit 1995 die einzelnen Kartenblätter sukzessive erarbeitet. (Im folgenden wird dieses Kartenwerk als «EWS-Karte» bezeichnet.)

Zweck der Karte

Die EWS-Karte dient als einheitliche Grundlage für eine rationelle Gesuchsbehandlung. Anhand der dargestellten Nutzungsgebiete soll die Bewilligungsbehörde in den meisten Fällen direkt entscheiden können, ob eine EWS-Anlage ohne Einschränkungen, mit Vorbehalten bzw. Auflagen oder überhaupt nicht bewilligt werden kann.

Zugleich soll eine schnelle, einheitliche und nachvollziehbare Begründung der Bewilligungsentscheide ermöglicht werden. Ebenso soll damit dem Gesuchsteller der weitere Vorgehensweg für die Planung aufgezeigt werden.

Auf der EWS-Karte sind zudem Risiken dargestellt, die für eine EWS-Anlage aufgrund der geologischen Verhältnisse zu erwarten sind. In diesem Sinn bietet die EWS-Karte eine gewisse Dienstleistung der Bewilligungsbehörde an den Gesuchsteller.

Die Erteilung der Betriebsbewilligung für eine EWS-Anlage wird durch die EWS-Karte nicht präjudiziert. Dafür sind stets die konkreten lokalen hydrogeologischen Verhältnisse ausschlaggebend.

Bisherige Bewilligungspraxis

Als Grundlagen für die Bewilligung von EWS-Anlagen dienten im Kanton Aargau bisher die Grundwasser- und die Gewässerschutzkarte. So wurden in den Gewässerschutzbereichen B und C EWS-Anlagen grundsätzlich bewilligt. Im Gewässerschutzbereich A wurde unterschieden, ob Grundwasser mit einer Mächtigkeit von mehr oder weniger als 2 m vorliegt. In Gebieten mit Grundwassermächtigkeiten von über 2 m wurden EWS-Anlagen grundsätzlich nicht bewilligt. In Gebieten mit Mächtigkeiten von unter 2 m (im sogenannten Randbereich eines Grundwasservorkommens) wurden weitere Abklärungen verlangt.

Die Grundwasser- und Gewässerschutzkarten stellen überwiegend oberflächennahe Verhältnisse dar. Sie genügen daher nicht zur Beurteilung von EWS-Anlagen von bis zu 200 m Tiefe.

EWS-Anlagen: Gefährdungsbilder

Grundwassergefährdung

Für die Beurteilung der Zulässigkeit von EWS-Anlagen spielen in erster Linie Aspekte des Gewässerschutzes eine Rolle. Die wesentlichsten rechtlichen Grundlagen diesbezüglich sind das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GschG) und die Verordnung über den Schutz der Gewässer vor wassergefährdenden Flüssigkeiten (VWF). Weitere Aspekte sind in der Wegleitung für die Wärmenutzung mit geschlossenen Erdwärmesonden des Buwal dargestellt.

Die grundwassergefährdenden Aspekte einer EWS-Anlage liegen in möglichen chemischen und physikalischen Beeinflussungen des Grundwassers im Normal- und Störfall. Es gilt, eine mögliche Beeinträchtigung von genutzten oder nutzbaren Grundwasservorkommen auszuschliessen. Im speziellen ist zu vermeiden, dass durch die EWS-Anlage hydraulische Kurzschlüsse zwischen verschiedenen Grundwasserstockwerken geschaffen werden. Dies kann besonders dann zu qualitativen Beeinträchtigungen von Trinkwasservorkommen führen, wenn ein tieferes (sauerstoffarmes oder stark mineralisiertes) gespanntes Grundwasserstockwerk vorkommt.

Es ist ebenfalls zu vermeiden, dass neue Fliesswege für Schadstoffe entstehen. Daher sollten in Altlasten-Verdachtflächen keine EWS-Anlagen zugelassen werden, sofern die Unbedenklichkeit nicht nachgewiesen ist.

Gefährdung der Anlage

Die technische Verwirklichung einer EWS-Anlage kann bereits in der Erstellungsphase gefährdet sein. So kann das Durchbohren von Karsthohlräumen erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Eine für die Arbeitssicherheit relevante Gefährdung stellen Erdgasvorkommen (Explosionsgefahr in der Erstellungs- und Betriebsphase) dar.

Andere ungünstige geologische Verhältnisse können längerfristig zu einer Beschädigung der EWS-Anlage und damit zu Störfällen führen. Dazu zählen Bewegungen des Untergrunds (Rutschungen, Setzungen, Erosionsvorgänge). Bestimmte Gesteinsschichten (v.a. Anhydrit, aber auch gewisse Tongesteine) können wegen ihres Quellverhaltens problematisch sein. Grundwasser mit ungünstigem Chemismus kann zu Korrosionserscheinungen führen.

Verwendete Unterlagen

Die hydrogeologischen Verhältnisse werden aufgrund der Grundwasserkarten, (hydro-)geologischen Karten und Publikationen sowie vorhandenen hydrogeologischen Gutachten (insbesondere zu bestehenden EWS-Anlagen) abgeklärt. Die ausgeschiedenen Grundwasserschutzareale, Grundwasserschutzzonen sowie schutzzonenpflichtigen Quellen und Grundwasserfassungen werden der Gewässerschutzkarte entnommen. Ausserdem werden Untertagebauten, Altlasten-Verdachtflächen (gemäss kantonalem Altlastenkataster von 1987) und Konzessionsgebiete für die Salzgewinnung angegeben.

Kartenmassstab, Karteninhalte

Der Massstab 1:25 000 gewährleistet den Vergleich mit diversen anderen Kartenwerken, die oft verwendet werden und stellt den besten Kompromiss zwischen

Erdwärmesonden-Anlagen grundsätzlich zulässig

Gebiete, welche sich für die Trinkwasserversorgung wenig eignen und in denen eine Gefährdung von Aquiferen, Rohstoffen und der EWS-Anlage selbst mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Erdwärmesonden-Anlagen nur mit einer Tiefenbeschränkung zulässig, falls kein geologisches Gutachten vorliegt

Maximal erlaubte Bohrtiefe (Äquidistanz 50 m, Pfeil zeigt in Richtung grösserer Tiefe)

Erdwärmesonden-Anlagen nur aufgrund eines geologischen Gutachtens zulässig

Festgesteinsaquifere (Karstgebiete) in oberflächennahen Bereichen, in Kontakt mit Grundwasservorkommen

Quellfähige Sulfatgesteine in oberflächennahen Bereichen,

Aktive Rutschungsgebiete

Tektonische Störungszonen (Überschiebungen, Horizontalverschiebungen)

Grundwasserschutzzone S3

Erdwärmesonden-Anlagen nur aufgrund einer Risikoerkundungsbohrung und eines geologischen Gutachtens zulässig

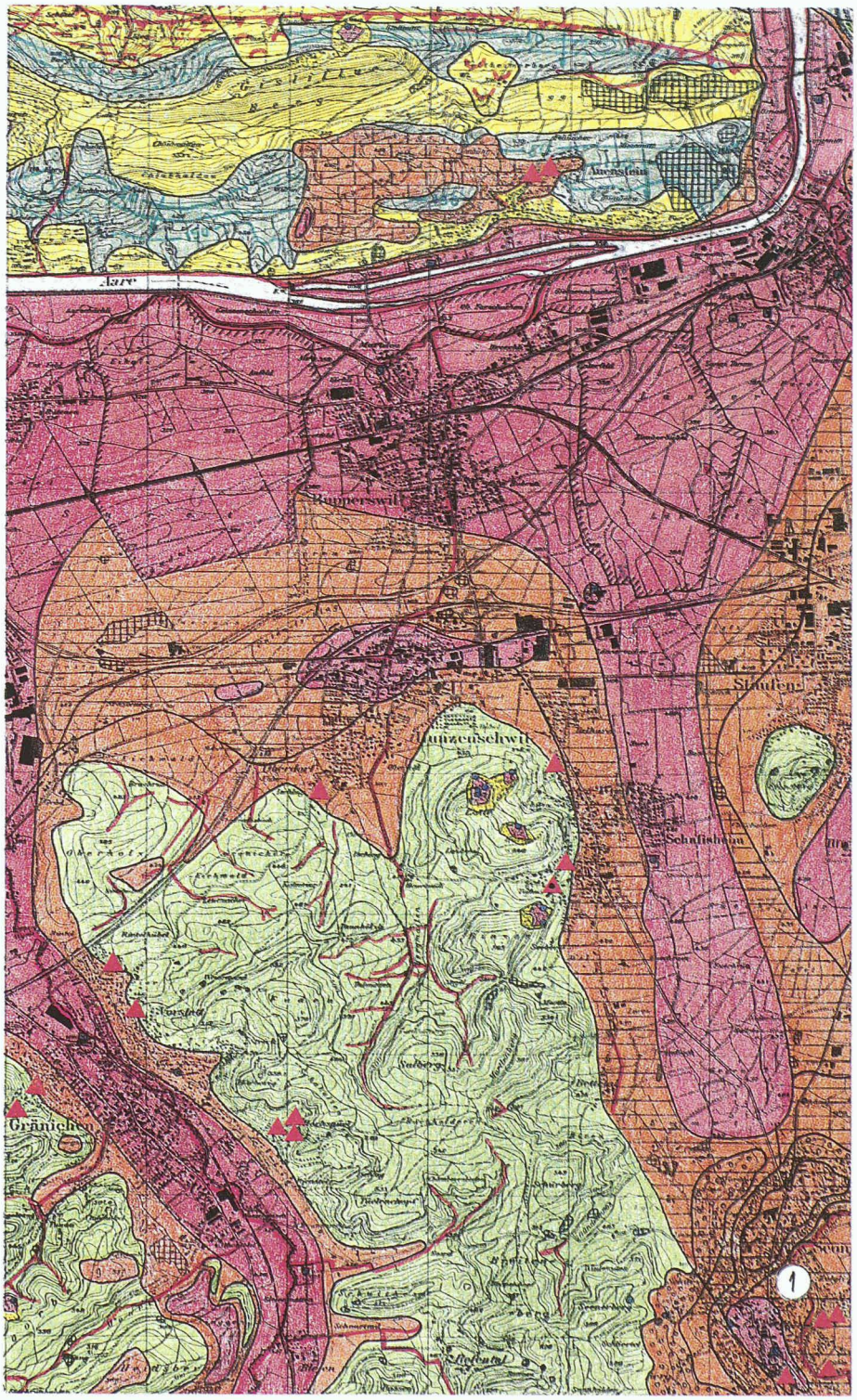
Randbereiche von oberflächennahen, für die Trinkwasserversorgung geeigneten Grundwasservorkommen in Lockergesteinen

Randbereiche von oberflächennahen, für die Trinkwasserversorgung geeigneten Grundwasservorkommen in Lockergesteinen. Verdacht auf tiefere Grundwasser-Stockwerke in Lockergesteinen

Randbereiche von oberflächennahen, für die Trinkwasserversorgung geeigneten Grundwasservorkommen in Lockergesteinen. Verdacht auf tiefere Festgesteinsaquifere

Gebiete mit Verdacht auf tiefere, evtl. für die Trinkwasserversorgung nutzbare Grundwasser-Stockwerke in Lockergesteinen

Moränenablagerungen mit Mächtigkeiten von über 20 m



Erdwärmesonden-Anlagen grundsätzlich nicht zulässig

Grundwasservorkommen in Lockergesteinen, mit Grundwassermächtigkeit > 2 m

Grundwasserschutzzonen S1 und S2 (zusammengefasst)

Grundwasserschutzareale

Uferbereiche von Gewässern

Weitere Signaturen

Grundwasserfassungen mit Schutzzonenpflicht

Quellen mit Schutzzonenpflicht

Bewilligte EWS-Anlagen

Mehrere EWS-Anlagen (nicht einzeln darstellbar)

(1) Referenz zum Erläuterungstext

1
Verkleinerter Ausschnitt aus der Karte der Nutzungsgebiete für Erdwärmesonden im Kanton Aargau, 1:25 000, Blatt Aarau (teilweise fiktiv). Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamts für Landestopographie vom 22.11.1996

Überblick, Übersichtlichkeit und Auflösungsgenauigkeit dar. Der Blattschnitt stimmt mit denjenigen der Grundwasser- und Gewässerschutzkarten des Kantons Aargau überein.

Als primärer Karteninhalt sind die Nutzungsgebiete für EWS-Anlagen ausgeschieden und als farbige Flächen dargestellt. Es werden folgende fünf Kategorien unterschieden:

- Gebiete, in denen EWS-Anlagen grundsätzlich zulässig sind
- Gebiete, in denen EWS-Anlagen mit einer Tiefenbeschränkung, aber ohne geologisches Gutachten zulässig sind
- Gebiete, in denen EWS-Anlagen nur aufgrund eines geologischen Gutachtens zulässig sind
- Gebiete, in denen EWS-Anlagen nur aufgrund einer Risikoerkundungsbohrung und eines geologischen Gutachtens zulässig sind
- Gebiete, in denen EWS-Anlagen grundsätzlich nicht zulässig sind

Übersignaturen werden zur genaueren Charakterisierung der lokalen Verhältnisse verwendet, sofern diese massgebenden Einfluss auf die Zuteilung eines Gebiets zu einem bestimmten Nutzungsgebiet haben.

Folgende Elemente werden angegeben:

- Gebiete mit erhöhtem Rutschungspotential
- kiesreiche Moränen
- Verdacht auf tiefliegende Grundwasservorkommen in Locker- und Festgesteinen
- Verdacht auf besonders quellfähige Gesteine (Anhydrit)
- Karstaquifere, die nicht in Kontakt zu nutzbaren Grundwasservorkommen stehen
- ohne geologisches Gutachten maximal zulässige Bohrtiefen (Isohypsen)
- Grundwasserschutzzonen S1, S2 (zusammengefasst) und S3 mit zugehörigen Quellen bzw. Grundwasserfassungen
- Grundwasserschutzareale
- schutzzonenpflichtige Quellen, für die noch keine Schutzzonen ausgeschieden wurden
- Mineral- und Thermalquellen
- Uferschutzzonen von stehenden und fliessenden Gewässern
- Nutzungskonflikte zur Rohstoffgewinnung (Salz)
- Altlasten-Verdachtflächen
- bestehende EWS-Anlagen
- bestehende grössere Untertagebauten (Tunnels, Bergwerke)

Spezielle Hinweisziffern verweisen auf die Erläuterungen, die zu den einzelnen Kartenblättern erstellt werden.

In der Karte nicht dargestellte Aspekte

Gewisse Aspekte von EWS-Anlagen können in der Karte nicht dargestellt werden, weil zum heutigen Zeitpunkt nicht genügend Informationen über ihr Gefährdungspotential vorliegen:

- Erhöhte Gefahr von Erdgasvorkommen: im Kanton Aargau liegen bis heute zu wenig zuverlässige Informationen vor, um eine Gefährdung gebietsmässig genügend genau abschätzen zu können.
- Korrosives Grundwasser: solche Wässer können in grösserer Tiefe praktisch überall auftreten.
- Verdacht auf Quellung in Tongesteinen: die bisherigen Erfahrungen machen keinerlei Beeinträchtigungen von EWS-Anlagen erkennbar.

Bezüglich der Langzeitsicherheit von EWS-Anlagen in besonders quellfähigen Gesteinen oder in Störungszonen könnte ein langfristiges Überwachungsprogramm für ausgewählte bestehende Anlagen wichtige Erkenntnisse bringen.

Die Nutzungsgebiete

EWS-Anlagen grundsätzlich zulässig

In Gebieten, die sich für die Trinkwasserversorgung wenig eignen und in denen eine Gefährdung von Aquiferen, Rohstoffen und der EWS-Anlage selbst mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann, sind EWS-Anlagen grundsätzlich zulässig. In Ausnahmefällen können aber auch hier nutzbare Grundwasservorkommen auftreten. In diese Kategorie fallen:

- Gebiete mit Festgesteinen, die in der Regel keine bedeutenden Grundwasservorkommen beinhalten und in denen von einer weniger als 20 m mächtigen Bedeckung durch gering bis mässig durchlässige Lockergesteine (Moränen, lehmiger Hangschutt etc.) ausgegangen werden kann.
- Gebiete mit Festgesteinen, die zwar als Karstaquifere wirken können, die aber nicht in Verbindung mit nutzbaren Grundwasservorkommen stehen.

EWS-Anlagen nur mit Tiefenbeschränkung zulässig

In Gebieten, in denen in Tiefen von weniger als 200 m Gesteine zu erwarten sind, die eine mögliche Gefährdung darstellen, sind EWS-Anlagen nur mit einer Beschränkung der Bohrtiefe zulässig. Diese wird mittels Isohypsen angegeben. Falls eine grössere Bohrtiefe angestrebt wird, muss ein geologisches Gutachten die Zulässigkeit aufzeigen. So ausgeschieden werden:

- Gebiete mit Verdacht auf tiefer liegende Karstaquifere, die mit nutzbaren Grundwasservorkommen in Verbindung stehen könnten.
- Gebiete mit Verdacht auf tieferliegende Gesteine mit erhöhter Quellfähigkeit (Anhydrit).

EWS-Anlagen nur aufgrund eines geologischen Gutachtens zulässig

In Gebieten, in denen in Oberflächennähe (d.h. in weniger als 50 m Tiefe) Gesteine vorkommen, die eine mögliche Gefährdung darstellen, muss ein geologisches Gutachten die Zulässigkeit einer Anlage aufzeigen. Dies gilt für:

- Gebiete mit an der Oberfläche aufgeschlossenen Festgesteinsaquiferen (Karstgebiete), die in Verbindung mit nutzbaren Grundwasservorkommen stehen könnten.
- Gebiete mit anhydrithaltigen Gesteinen
- Störungszonen

Ein geologisches Gutachten wird auch verlangt in:

- Gebieten mit erhöhtem Rutschungspotential
- Grundwasserschutzzonen S3
- Gebieten mit Nutzungskonflikt zur Salzgewinnung
- Gebieten, die über grösseren Untertagebauten liegen (Tunnels, Bergwerke). Für Bohrungen ist ein gebührender seitlicher Abstand zu berücksichtigen.

EWS-Anlagen nur aufgrund von Risikoerkundungsbohrung und geologischem Gutachten zulässig

Mittels geologischem Gutachten und Risikoerkundungsbohrung muss der Nachweis erbracht werden, dass durch die Erstellung einer EWS-Anlage keine Gefährdung für das Grundwasser entsteht. Konkret gilt dies für folgende Gebiete:

- Randbereiche von oberflächennahen, für die Trinkwasserversorgung geeigneten Grundwasservorkommen. Wegen der natürlichen Heterogenität des Untergrunds ist die tatsächliche Grundwasserführung solcher Gebiete und damit deren Bedeutung für die Trinkwassergewinnung oft nicht genau bekannt.
- Randbereiche von oberflächennahen, für die Trinkwasserversorgung geeigneten Grundwasservorkommen, bei denen der Verdacht auf tiefere Grundwasserstockwerke in Locker- oder Festgesteinen besteht. Hier besteht das Risiko der Kurzschliessung von Aquiferen.

- Gebiete, in denen Verdacht auf tiefere Grundwasserstockwerke in Lockergesteinen besteht, deren Lage und Bedeutung für die Trinkwasserversorgung nicht bekannt sind.
- Gebiete mit kiesreichen Moränenablagerungen von mehr als 20 m Mächtigkeit. Diese können bisher unbekannte nutzbare Grundwasservorkommen bergen.
- Altlasten-Verdachtflächen ohne Unbedenklichkeitsnachweis.

EWS-Anlagen grundsätzlich nicht zulässig

In folgenden Gebieten sollte keine Bewilligung erteilt werden:

- Gebiete mit Grundwasservorkommen, die sich für die Trinkwasserversorgung eignen, d.h. Grundwasservorkommen in Schottern mit einer Grundwassermächtigkeit von über 2 m sowie Gebiete, in denen gemäss Grundwasserkarte solche Vorkommen erwartet werden.
- Grundwasserschutzzonen S1, S2
- Grundwasserschutzareale
- Schutzbereiche von Mineral- und Thermalquellen, falls ein erhöhter Schutz erforderlich ist.
- Uferbereiche von Gewässern: 6 m Abstand bei Bächen, 12 m bei Flüssen und Seen. Damit wird auch einer Gefährdung von EWS-Anlagen durch Erosion vorgebeugt.

Mittel der Vorabklärung

In gewissen Nutzungsgebieten werden ein geologisches Gutachten und zum Teil zusätzlich eine Risikoerkundungsbohrung für die Bewilligung einer EWS-Anlage verlangt. Das geologische Gutachten soll die in der EWS-Karte dargestellten sowie die weiteren möglichen Gefährdungen behandeln und geeignete Vorgehensweisen oder Massnahmen zu deren Bewältigung vorschlagen.

Die Risikoerkundungsbohrung bezweckt eine Abklärung der konkreten lokalen hydrogeologischen Verhältnisse in Gebieten, in denen keine ausreichenden Kenntnisse über den Aufbau des Untergrunds bestehen.

Erste Erfahrungen mit der EWS-Karte

Bisher wurden vier Blätter der EWS-Karte erstellt (Baden, Wohlen, Aarau, Schöftland). Es zeichnet sich allgemein eine Zeitersparnis bei der Beurteilung von Gesuchen für EWS-Anlagen ab. Besonders positiv wirkt sich die Arbeit mit der Karte in Gebieten mit schwierigen hydrogeologischen Verhältnissen aus. Die Begründung des Bewilligungsentscheids und die Angabe von Randbedingungen für die weitere Projektierung einer Anlage werden damit wesentlich vereinfacht.

Schlussbemerkungen

Die EWS-Karte stellt weitgehend eine Interpretation von Oberflächeninformationen dar. Im Verhältnis zur Fläche liegen nur wenige tiefe Bohrungen vor. Deshalb bestehen lokal erhebliche Ungewissheiten über den geologischen Aufbau des Untergrunds. Von grosser Bedeutung sind daher eine fachgerechte Betreuung, Dokumentation und Auswertung von EWS-Anlagen. Diese können so zur ständigen Verbesserung der Beurteilung von Gesuchen und zu einer Weiterentwicklung hin zur ökologisch und ökonomisch optimalen Anlage beitragen.

Die EWS-Karte kann ebenfalls als Element einer sinnvollen, umfassenden Bewirtschaftung der Erdwärme dienen.

Adresse der Verfasser:
Hansruedi. Graf, Dr. sc. nat., dipl. Geologe ETH, *Federico Matousek*, Dr. sc. nat., dipl. Geologe ETH, Matousek, Baumann & Niggli AG, Mäderstrasse 8, 5401 Baden, *Kurt Rey*, dipl. Masch.-Ing. HTL, Baudepartement des Kantons Aargau, Abteilung Umweltschutz, Entfelderstrasse (Buchenhof), 5001 Aarau.

Pilot- und Demonstrationsanlagen des Bundes und der Kantone

Othmar Humm, Zürich

Heizkraftwerk konvertiert Holz in Wärme und Strom

Die Technologien zur kombinierten Erzeugung von Elektrizität und Wärme sind keineswegs neu. Was die Technik anbelangt, handelt es sich bei den beiden Heizkraftwerken Meiringen und Ormalingen gewissermassen um ein Comeback. Neu sind dagegen die Konfiguration als Drei-Kessel-Anlage mit hoher Versorgungssicherheit, die strikte Orientierung an den Kriterien der Wirtschaftlichkeit und die konsequente Einbettung in die holz- und energiewirtschaftlichen Strukturen der Region.

Vergleich von Verbrennungsmotor und Dampferzeuger

Holzbeschickte Wärmekraftkopplungsanlagen sind zweistufige Systeme: Der in einem Dampfkessel erzeugte Dampf treibt eine Dampfmaschine an. Der Umweg über den Dampf spricht an sich gegen feste Brennstoffe als Primärenergieträger zur Stromerzeugung in WKK-Anlagen. Im Vergleich zu gasbefeuerten WKK-Anlagen sind die spezifischen Investitionskosten wegen der zusätzlichen Dampferzeugerstufe um rund 40% höher bei gleichzeitig geringeren elektrischen Wirkungsgraden. Während Blockheizkraftwerke mit Gasmotoren aus 100% Treibstoff-Input 30% Strom und 60% (nutzbare) Wärme generieren, sind es in kleinen Dampfkraftwerken nur zwischen 10% und 20% Elektrizität - der Rest fällt als Wärme an [1]. Diesen thermodynamischen Eigenschaften stehen zwei gewichtige Vorteile gegenüber: Dampfkraftwerke konvertieren auch nachwachsende, sogenannte CO_2-neutrale Brennstoffe in Elektrizität, und die Einkopplung der erzeugten Wärme in einen wasserführenden Wärmeverbund lässt sich mit kleinen Verlusten bewerkstelligen. Unter ökologischen Gesichtspunkten könnte das mehr als 200 Jahre alte Verfahren der Dampfmaschine, das für viele Anwendungen vom Verbrennungsmotor verdrängt wurde, eine Neubewertung erfahren (Bild 1).

Der Vollständigkeit halber seien noch zwei weitere Maschinen zur Stromerzeugung aus Holz erwähnt: der Stirling-Motor - mit äusserer Verbrennung - und der Vergaser. Der Stirling-Maschine haften nach