



Oberflächennahe Geothermie

Umgang mit den wasserwirtschaftlichen
Anforderungen in der Praxis



Fachtagung am 01. Dezember 2009

UmweltSpezial

Impressum

Oberflächennahe Geothermie – Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis
Fachtagung des LfU am 01.12.2009

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (08 21) 90 71-0
Fax: (08 21) 90 71-55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Redaktion:

LfU Referat 12

Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt / Autoren

Druck:

Eigendruck Bayer. Landesamt für Umwelt

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

Stand:

Dezember 2009

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Wasserwirtschaftliche Anforderungen und LfU-Arbeitshilfen	5
Hannes Berger, LfU	
Technik, Dimensionierung und Sicherheitseinrichtungen für Wärmepumpen und Wärmequellenanlagen Erdreich – Grundwasser	21
Erich Ramming, Glen Dimplex Deutschland GmbH	
Brunnenanlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers – Planung, Herstellung und Qualitätssicherung	32
Michael Tholen, Oldenburg	
Erdwärmesonden: Handling von Rohrmaterial und Schweißungen auf der Baustelle	44
Hubert Graf, GF-Tec GmbH	
Erdwärmesonden – Planung und Bemessung	63
Dr. Burkhard Sanner, Geothermische Vereinigung e.V., Bundesverband Geothermie	
Erdwärmesonden – Bohrarbeiten	78
Sven Tewes, NBB NORD Bohr und Brunnenbau GmbH	
Zertifizierung von Bohrfirmen nach W 120	100
Udo Peth, DVGW	
Betrieb von Geothermieanlagen – Beispiele Vom Einfamilienhaus zur Fußballarena	109
Arno Pöhlmann, Lechwerke AG, Augsburg	
Tagungsleitung / Referenten	126

Wasserwirtschaftliche Anforderungen und LfU-Arbeitshilfen

Hannes Berger, LfU

1 Wasserrechtliche Grundlagen und Zuständigkeiten

Jede nicht ausdrücklich gestattete Gewässerbenutzung ist verboten (§ 8 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (WHG neu)). Eine Erlaubnis für eine Grundwasserbenutzung darf insbesondere nur unter Beachtung des Besorgnisgrundsatzes und der Bewirtschaftungsziele erteilt werden.

Gemäß Besorgnisgrundsatz, darf eine Erlaubnis für das Einbringen und Einleiten von Stoffen in das Grundwasser „nur erteilt werden, wenn eine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit nicht zu besorgen ist.“ (§ 48 WHG neu)

Zudem ist das Grundwasser entsprechend „so zu bewirtschaften, dass

- eine Verschlechterung seines mengenmäßigen und seines chemischen Zustands vermieden wird;
- alle signifikanten und anhaltenden Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen auf Grund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umgekehrt werden;
- ein guter mengenmäßiger und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden; zu einem guten mengenmäßigen Zustand gehört insbesondere ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung.“ (§ 47 WHG neu)

Eine Erlaubnis ist dann zu versagen, wenn durch die beabsichtigte Benutzung eine Beeinträchtigung des Wohles der Allgemeinheit, insbesondere eine Gefährdung der öffentlichen Wasserversorgung zu erwarten ist, die nicht durch Auflagen ausgeglichen werden kann.

Zur wasserwirtschaftlichen Beurteilung von Geothermievorhaben bedient sich die Wasserrechtsbehörde im Rahmen der Genehmigungsverfahren Sachverständiger. Sachverständiger ist grundsätzlich das Wasserwirtschaftsamt (WWA) soweit nicht der Private Sachverständige in der Wasserwirtschaft (PSW) zuständig ist. Die fachkundige Stelle der Kreisverwaltungsbehörden (KVB) berät Bürger und Antragsteller in einfachen wasserrechtlichen Verfahren im Rahmen der Vorprüfung. Die fachkundige Stelle beurteilt auch abschließend einfache wasserwirtschaftliche Sachverhalte, aber nur, wenn hierfür Muster- oder Sammelgutachten vom WWA erarbeitet und zur Verfügung gestellt werden.

Die Kenntnis, Ziele und Konsequenzen von wasserwirtschaftlichen Anforderungen sind somit nicht nur für die WWA, sondern auch für die KVB, und PSW von Bedeutung.

Insbesondere nach Schadensfällen zeigt sich immer häufiger, dass die Verantwortung auch bei den Behördenvertretern gesucht wird:

„Andererseits sollten Bohrungen in Risikogebieten nicht oder nur mit den notwendigen Auflagen genehmigt werden – hier müssen die Entscheider in der Lage sein, die Tatsachen sachlich begründet abzuwägen.“

Gemeinsame Stellungnahme des Bundesverbandes Wärmepumpe e. V. (BWP) und der Geothermischen Vereinigung - Bundesverband Geothermie e.V. (GtV) zum Schadenfall bei einer Erdwärmesondenbohrung in Wiesbaden vom 09.11.2009

Im vorliegenden Beitrag sollen Beispiele für wasserwirtschaftliche Anforderungen von Erdwärmesonden, Grundwasserwärmepumpen und Erdwärmekollektoren dargestellt und erläutert werden, die in die wasserwirtschaftliche Beurteilung und in der Folge auch im Bescheid aufgenommen werden sollten.

2 Erdwärmesonden - Wasserwirtschaftliche Anforderungen

Bei der Erstellung von Erdwärmesonden ist eine besondere Sorgfalt erforderlich, da eine Prüfung, Sanierung und der Rückbau von Erdwärmesonden kaum möglich ist, bzw. mit sehr hohen Kosten verbunden wäre. Verursachte Schäden werden meist erst nach mehreren Jahren sichtbar und können dann kaum mehr saniert werden.

Daher sind für die Herstellung und den Betrieb von Erdwärmesonden die allgemein anerkannten Regeln der Technik unter Beachtung des „Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern“ zu beachten.



Abb. 1: Bohrung für eine Erdwärmesonde

2.1 Wasserwirtschaftlich sensible Gebiete

Die in den folgenden Punkten genannten Gebiete sind aus wasserwirtschaftlicher Sicht besonders sensibel. Für die Beantragung der genannten Ausnahmen sind die hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Verhältnisse und ggf. die Verträglichkeit der Maßnahme von einem hydrogeologischen Fachbüro plausibel und nachvollziehbar darzustellen und besonders zu begründen.

- **Wasser- oder Heilquellenschutzgebiet**
Im gesamten Schutzgebiet sind Bohrungen und daher auch Erdwärmesonden grundsätzlich nicht zulässig. In Einzelfällen ist die Zulässigkeit in Zone III B bzw. III/2 über eine Ausnahmegenehmigung von der Schutzgebietsverordnung zu prüfen. In Schutzzonen von Heilquellenschutzgebieten gegen quantitative Beeinträchtigungen sind die zulässigen Bohrtiefen entsprechend der jeweils gültigen Schutzgebietsverordnung zu beachten.
- **Einzugsgebiete von Grundwassernutzungen, für die Trinkwasserqualität erforderlich ist**
In Gebieten, die für den Schutz von Wassergewinnungen der öffentlichen Wasserversorgung oder privater Betreiber (Hausbrunnen zur Trinkwassergewinnung, Mineralwasserbrunnen etc.) von Bedeutung sind, ist die Zulässigkeit der Errichtung von Erdwärmesonden im Einzelfall im Rahmen eines wasserrechtlichen Erlaubnisverfahrens zu prüfen.
- **Gespanntes Grundwasser und tiefere Grundwasserstockwerke**
Stockwerkstrennende Schichten sind grundsätzlich nicht zu durchörtern.
- **Kluft- und Karstgrundwasserleiter sowie Schotterkörper mit, auch horizontweiser sehr starker Durchlässigkeit (kf-Wert > 10-2 m/s)**
Erdwärmesonden sind hier nur in Ausnahmefällen zulässig und erfordern ein Wasserrechtsverfahren.
- **Kontaminationen (Altlasten, Boden- und Grundwasserverunreinigungen etc.)**
Bei Vorliegen von Kontaminationen ist die Zulässigkeit der Erstellung von Erdwärmesonden im Einzelfall zu prüfen.
- **Überschwemmungsgebiete**
Gemäß § 31b WHG in Verbindung mit Art. 61 BayWG ist die Errichtung von lediglich anzeigepflichtigen Erdwärmesonden in Überschwemmungsgebieten mit einer Ausnahmegenehmigung der Kreisverwaltungsbehörde zulässig. Bei erlaubnispflichtigen Erdwärmesonden wird diese Ausnahmegenehmigung im Rahmen des Erlaubnisverfahrens erteilt.

2.2 Bohrunternehmer

Grundsätzlich ist ein Fachbüro mit besonderer Qualifikation im Bereich Hydrogeologie mit der Bauleitung zu beauftragen. Bei Bohrunternehmen, die als zertifiziertes Unternehmen nach DVGW W 120 ganzheitlich oder in den entsprechenden Gruppen (für Erdwärmesonden G1 und G2) zertifiziert sind, oder eine entsprechende Qualifikation (insbesondere personell und gerätetechnisch) für die Erstellung der Anlage besitzen, ist die Bauleitung durch ein Fachbüro nicht erforderlich.

Der beauftragte Bohrunternehmer hat sich über die für die Bohrung relevanten Inhalte des wasserrechtlichen Bescheides zu informieren.

Es ist ein verantwortlicher, erfahrender Bauleiter zu benennen. Er ist zudem Ansprechpartner für die Koordination mit der KVB und ist verantwortlich für das ausführende Unternehmen insbesondere hinsichtlich Maßnahmen zur Qualitätssicherung und damit für den Grundwasserschutz.

2.3 Bohrausrüstung

Von Bohrgeräten, Bohrgestänge und Zubehör dürfen keine wassergefährdenden Stoffe in den Untergrund und damit in das Grundwasser eingetragen werden. Für ggf. erforderliche Spülungsflüssigkeiten zur Stabilisierung des Bohrloches ist das DVGW-Arbeitsblatt W 116 zu beachten. Als Schmiermittel für Bohrgeräteteile, die in unmittelbaren Kontakt mit dem Grundwasser treten, ist beim Bohren (z. B. für den Imlochhammer) Wasser zu verwenden, in Ausnahmefällen können in Absprache mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt biologisch abbaubare Schmiermittel verwendet werden.

Vorzuhalten und einzusetzen sind insbesondere Spülungscontainer, eine geeignete Mischanlage und Verpresspumpe, sowie Messeinrichtungen zur Dichtebestimmung von Spülung und Verpresssuspension.

Das Anlegen von Spülteichen ist nicht zulässig.

Bei nicht genau bekannter Geologie sind geeignete Geräte und Materialien (z. B. Mischer, Zement und Bentonit) zum sicheren und dauerhaften Abdichten des Überlaufens von artesisch gespanntem Grundwasser auf der Baustelle vorzuhalten.

2.4 Bohrung

Es ist ein schonendes Bohrverfahren zu wählen, mit dem gewährleistet ist, dass eine geologische Bohrprofilaufnahme möglich ist und im Zusammenwirken mit einer anschließenden Verpressung keine bleibenden vertikalen Wegsamkeiten geschaffen werden. Mit schonendem Bohrverfahren soll der natürliche Aufbau der geologischen Schichten erhalten bleiben und nachteilige Veränderungen des Grundwassers vermieden werden.

Die Grundlage der wasserwirtschaftlichen Beurteilung des Vorhabens ist die hydrogeologische Prognose. Bohraufschlüsse dienen der Prüfung der hydrogeologischen Prognose und der Erkennung unterschiedlicher Grundwasserstockwerke. Daher sind für die Erstellung des Schichtenprofils mindestens alle 2 m und bei jedem Schichtwechsel Bohrproben zu entnehmen, fachgerecht zu verpacken und ggf. für eine Aufnahme durch das Wasserwirtschaftsamt vom Bauherrn für mindestens sechs Monaten vorzuhalten. Im Schichtenprofil sind zudem Angaben zum Wasserstand und zu besonderen Vorkommnissen beim Bohrvorgang etc. zu dokumentieren.

Bei weitgehend unbekannter Hydrogeologie oder bei Wechsellagerungen ist eine genaue Erkennung von Grundwasserstockwerkstrennungen erforderlich. Dies kann z. B. durch das Trockenbohrverfahren ausreichend gewährleistet werden.

2.5 Entsorgung von Bohrspülungen und Bohrgut

Die Einleitung von Bohrspülungen und Bohrgut in ein Oberflächengewässer oder in einen Kanal kann durch seine Zusammensetzung (z. B. Schwebstoffe) zur jeweiligen nachteiligen Veränderung führen. Insbesondere bei Imlochhammerbohrungen ist daher eine fachgerechte Entsorgung von Bohrspülung und Bohrgut erforderlich. Die Möglichkeit der Ableitung des Überschusswassers in ein Oberflächengewässer bzw. in einen Abwasserkanal ist mit der Kreisverwaltungsbehörde bzw. dem Wasserwirtschaftsamt und dem Kläranlagenbetreiber abzustimmen.

Das Verfüllen des Bohrloches mit Bohrgut ist nicht zulässig.

2.6 Bohrlochtiefe

Stockwerkstrennende Schichten dürfen grundsätzlich nicht durchörtert und ihre Funktion darf nicht beeinträchtigt werden. Dies gilt insbesondere für hydraulisch wirksame, weiträumige geologische Trennschichten, die zu unterschiedlichen Grundwasserdruckspiegeln oder Grundwasserbeschaffheiten der einzelnen Stockwerke führen.

Bei Erdwärmesonden ist bereits aufgrund der beim derzeit standardüblichen Bau verwendeten Bohrvorgängen und Materialien eine zuverlässige Abdichtung grundwasserstockwerkstrennender Schichten nicht regelmäßig gewährleistet. Insbesondere ist eine wasserdichte Haftung der Verpressmaterialien (z. B. Zement-Bentonit-Suspension) an den glatten Sondenrohren aus Kunststoff nicht gegeben. Daher entstehen selbst bei sorgfältig durchgeführter Verpressung Wasserwegsamkeiten entlang der Sondenrohre, also ggf. auch zwischen den einzelnen Grundwasserstockwerken. Diese hydraulische Verbindung ist zwar zunächst gering, im Laufe der Zeit gewinnt sie aber immer mehr an Bedeutung, insbesondere bei großen Potenzialunterschieden (stark unterschiedliche Wasserspiegel- bzw. Druckspiegelhöhen).

Folglich ist die max. Bohrtiefe so festzulegen, dass nach den vorliegenden Erkenntnissen mit der Bohrung keine Erschließung mehrerer Grundwasserstockwerke bzw. keine Durchörterung von grundwasserstockwerkstrennender Schichten verbunden ist. Allenfalls bei Grundwasservorkommen von untergeordneter Bedeutung sind ggf. nach strenger Prüfung Ausnahmen möglich. Eingriffe in artesisch gespanntes Grundwasser sind in keinem Fall zulässig.

Eine flächendeckende Erkenntnis über die exakte Tiefe einzelner Grundwasserleiter liegt derzeit nicht vor. Daher ist es z. T. erforderlich, die max. Bohrtiefe in Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt festzulegen. Eine Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt zur Festlegung der Bohrtiefe bzw. zur endgültigen Ausbautiefe für die Sonde kann auch erforderlich werden, wenn während der Bohrung hydrogeologische Verhältnisse angetroffen werden, die von den im Genehmigungsverfahren beschriebenen Verhältnissen gravierend abweichen.

2.7 Bohrlochenddurchmesser

Der Bohrlochenddurchmesser ist so zu wählen, dass um das Sondenbündel im gesamten Bohrloch ein Ringraum von mindestens 30 mm verbleibt ($\text{Bohrlochdurchmesser} > \text{Sondenbündeldurchmesser} + 60 \text{ mm}$). Beim Durchmesser des Sondenbündels sind ggf. Zuschläge aufgrund des Sondenfußes und/oder verwendeter Innenabstandshalter (gewährleisten Abstand zwischen Sondenrohren und ggf. Verpressrohr) zu berücksichtigen. Der Mindestdurchmesser von 150 mm soll auch in Ausnahmefällen nicht unterschritten werden.

Ein Ringraum von 30 mm bzw. ein minimaler Bohrlochenddurchmesser von 150 mm ist erforderlich, um die Sonde beim Einbringen und während des Betriebes vor Beschädigungen zu schützen, die auf Dauer zu Leckagen im Sondenrohr führen. Bei geringeren Ringräumen ist zudem eine vollständige Ummantelung aufgrund der Gefahr von Hohlräum- bzw. Zwickelbildung nicht gewährleistet.

2.8 Sondenrohrmaterial

Unterirdische Rohrleitungen für flüssige, wassergefährdende Stoffe sind in Anlehnung an die VAWS grundsätzlich doppelwandig mit Leckageerkennung auszubilden. Um Ausnahmen für einwandige Rohrleitungssysteme für flüssige wassergefährdende Stoffe zulassen zu können, sind weitergehenden Anforderungen u. a. an das Material zu stellen.

So sind Erdwärmesondenrohre einschließlich Sondenfuß werksseitig vorgefertigt und in einem Stück in der für das Bohrloch vorgesehenen Länge anzuliefern. Bauseits dürfen Rohrverbindungen nur beim

horizontalen Anschluss der Erdwärmesonden durchgeführt werden. Schraubverbindungen oder andere lösbare Verbindungen dürfen nur in (zugänglichen) dichten Schächten eingesetzt werden, im Untergrund sind unlösbare, i. d. R. geschweißte Verbindungen zu verwenden.

Bei der Erstellung (Einbringen der Sondenrohre) und im Betrieb (Temperaturänderungen, behinderte Längenänderungen) treten z. T. hohe Belastungen auf das Sondenmaterial auf. Daher sind nach derzeitigem Diskussionsstand in der Fachwelt Sondenmaterialien aus vernetztem Polyethylen (PE-X) oder unernetztem erhöht spannungsrisssbeständigem Polyethylen PE 100-RC (PE-RC) zu verwenden, die einen erhöhten Widerstand gegenüber langsamen Rissfortschritt (hohe Spannungsrisssbeständigkeit) und gegenüber Punktlasten aufweisen.

Soweit andere Materialien verwendet werden, ist die Gleichwertigkeit der erhöhten Spannungsrisssbeständigkeit durch eine Standzeit von mind. 3300 h im FNCT-Test nach ISO 16770 bzw. im 2NCT-Test nach EN 12814-3 (80 °C; 2 % Arkopal N-100; 4 N/mm²) nachzuweisen.

Bei Erdwärmesonden können durch Zentriereinrichtungen, die ein Anliegen der Sondenrohre an der Bohrlochwand vermeiden, die auftretenden Kräfte auf die Sondenrohre reduziert werden. Wenn eine zentrische Lage des Sondenbündels im Bohrloch und eine komplette Ummantelung des Sondenbündels (allseitig im gesamten Bohrloch min. 30 mm) gewährleistet ist, dann können auch Sondenmaterialien aus reinem Kohlenwasserstoff-Polymer wie Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) oder Polybutylen (PB), mit geringerem Widerstand gegenüber Spannungsrisen und Punktlasten als die oben genannten, verwendet werden. Zentriereinrichtungen sollten mit einem Maximalabstand von 2 m über die gesamte Länge des Bohrloches eingebaut werden.

Soweit Wasser in Trinkwasserqualität als Wärmeträgermittel verwendet wird, kann auf die erhöhten Anforderungen an das Sondenmaterial verzichtet werden.

2.9 Verpressrohr

Um eine gleichmäßige Verpressung zu gewährleisten, ist gleichzeitig mit dem Sondenbündel ein Verpressrohr bis zur Endteufe in das Bohrloch einzubringen. Das Verpressrohr darf erst nach Abschluss der Verpressarbeiten wieder gezogen werden, oder kann im Bohrloch verbleiben.

2.10 Dauerhaft dichtes Verpressmaterial

Die Betriebsbelastungen und die Widerstandsfähigkeit der verwendeten Materialien sind so aufeinander abzustimmen, dass sich die Materialien in Folge der betrieblichen Belastungen auf Dauer nicht verschlechtern. Hierfür ist entweder die Belastung zu kontrollieren oder es sind Materialien zu verwenden, die eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegenüber den Belastungen aufweisen. Insbesondere ist die Abstimmung erforderlich zwischen Verpressmaterialien und Betriebstemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit.

Bei einer Bemessung nach den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik sinkt die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit unter 0°C, so dass der Verpresskörper Frost-Tau-Wechselbelastungen ausgesetzt ist. Daher ist regelmäßig ein nachweislich Frost-Tau-Wechsel beständiges Verpressmaterial zu verwenden.

Soweit der Nachweis nicht erbracht werden kann, ist mit Hilfe eines Forstwächters zu gewährleisten, dass die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit nicht unter 0°C fällt. Bei Verwendung von Wasser in Trinkwasserqualität als Wärmeträgermittel kann aus wasserwirtschaftlicher Sicht auf einen Forstwächter verzichtet werden.

2.11 Verpressung

Zur Vermeidung von vertikalen Wasserwegsamkeiten und damit zur Vermeidung von Verschleppungen ggf. vorhandenen Grundwasserbelastungen ist eine sorgfältige Verpressung von besonderer Bedeutung. Es ist zu gewährleisten, dass keine Hohlräume im Bereich der Bohrung verbleiben, ggf. verwendete Bohrspülungen verdrängt werden und eine dauerhafte Abdichtung durch das Verpressmaterial hergestellt wird. Eine Verdrängung der Bohrspülung während des Verpressens ist i. d. R. durch das Verpressen von unten nach oben im Kontraktorverfahren gewährleistet, wenn die Dichte der Bohrspülung deutlich geringer als die Dichte der Verpresssuspension ist.

Die Abdichtung durch die Ringraumverpressung soll dauerhaft folgende Funktionen erfüllen:

- Schutz vor Beschädigungen der Sondenrohre im Betrieb
- Abdichtung der durch die Bohrung entstandenen vertikalen Wegsamkeiten
- vollständige gute thermische Anbindung der Sonde an das anstehende Gebirge
- Reduzierung der Gefahr von Setzungen

2.12 Druckprüfung

Bei der Druckprüfung werden die Sondenrohre mit höheren Drücken als im Betrieb beaufschlagt. Diese führt zu größeren Dehnungen auch in axialer Richtung. Verformungen im noch nicht abgebundenen Zustand des Verpressmaterials bilden sich wieder zurück. Verformungen im vollständig abgebundenen oder im noch nicht vollständig abgebundenen Zustand bleiben erhalten und führen zu Wasserwegsamkeiten und somit zu möglichen Verschleppungen ggf. vorhandenen Grundwasserbelastungen. Folglich sind die Sondenkreisläufe unmittelbar nach dem Verpressen, d. h. vor dem Abbinden des Zements des Verpresskörpers, mittels einer Druckprüfung gem. VDI 4640, Blatt 2 auf Dichtheit zu prüfen.

2.13 Geophysikalische Untersuchungen

Bei Erdwärmesondenfeldern kann die beantragte Benutzung mit erheblichen Eingriffen in den Untergrund verbunden sein. Zur Minimierung der Eingriffe ist die Anlage daher zu optimieren. Einerseits sollen so wenige Bohrungen bzw. so wenig Bohrmeter wie gerade erforderlich abgeteuft werden, andererseits soll gewährleistet werden, dass die Anlage nicht überlastet wird, da Überlastungen die Gefahr von schädlichen Veränderungen des Grundwassers deutlich erhöhen. Diese Art von Optimierung kann und sollte insbesondere in wasserwirtschaftlich sensiblen Bereichen durch im Vorfeld durchgeführte geophysikalische Untersuchungen erreicht werden.

2.14 Wärmeträgermedium

Als Wärmeträgermedium sind nicht wassergefährdende Stoffe, z. B. Wasser in Trinkwasserqualität, zugelassen.

Soweit wassergefährdende Stoffe eingesetzt werden sind für die Zusätze als Hauptbestandteile Ethen- und Propylenglykol sowie Calciumchlorid zugelassen, die der Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) zugeordnet sind (vgl. Nr. 1.2 Anhang 1 VAWs vom 18.01.2006). Die Einstufung der Wärmeträgerflüssigkeit nach VwVwS darf auch inkl. Zusatz von Korrosionsinhibitoren WGK 1 nicht überschreiten. Um zu gewährleisten, dass der Hauptbestandteil aus den oben genannten Stoffen besteht, muss darüber hinaus die Konzentration der weiteren Zusätze mit WGK 1 kleiner 5 % bleiben.

2.15 Sicherheitsvorkehrungen

Für die Erkennung von Leckagen bzw. von Druckabfall im Kreislauf von wassergefährdenden Stoffen muss die Anlage mit einer selbsttätigen Leckagenüberwachungseinrichtung (baumustergeprüfter Druckwächter) so gesichert sein, dass im Falle einer Leckage die Umwälzpumpe für den Kreislauf der Wärmeträgerflüssigkeit sofort abschaltet und ein Störungssignal abgegeben wird (vgl. DIN 8901).

Obertätig zugängliche Teile der Anlage sind vom Betreiber regelmäßig auf Leckagen zu prüfen. Bei Austritt von Wärmeträgerflüssigkeiten ist die Anlage sofort außer Betrieb zu nehmen und die Schadensursache von einem Fachhandwerker zu klären.

Falls wassergefährdende Stoffe (z. B. Wärmeträgerflüssigkeit) ins Erdreich eingedrungen ist, muss umgehend die Kreisverwaltungsbehörde bzw. das Wasserwirtschaftsamt informiert und das weitere Vorgehen abgestimmt werden.

2.16 Bauabnahme

Die Erfordernis der Bauabnahme von erlaubnispflichtigen Anlagen ergibt sich aus dem BayWG. Die Bauabnahme erfolgt durch die KVB auf Grundlage einer Bestätigung durch einen PSW. In dieser, vom Bauherrn vorzulegenden Bestätigung soll vom PSW dargestellt werden, inwieweit die Baumaßnahmen entsprechend dem Bescheid ausgeführt oder welche Abweichungen von der zugelassenen Bauausführung vorgenommen worden sind.

Bei Anlagenteilen, die nach der Fertigstellung nicht mehr einsehbar oder zugänglich und für die Funktion der Anlage von nicht unwesentlicher Bedeutung sind, ist der PSW so rechtzeitig zu beauftragen, dass durch die Durchführung einer baubegleitenden Teilabnahme eine ordnungsgemäße Abnahme erreicht werden kann. Dies gilt insbesondere für die Abnahme des Bohrlochenddurchmessers, der Bohrtiefe und der Verpressung des Bohrloches bzw. der eingebrachten Bauteile. Hierfür ist eine rechtzeitige Beauftragung des PSW durch den Bauherrn erforderlich.

2.17 Anzeige- und Dokumentationspflichten

Anzeige- und Dokumentationspflichten bei erlaubnispflichtigen Anlagen dienen der stichprobenartigen Überprüfung der Ausführung und anstehenden Hydrogeologie, um nachteilige Veränderungen des Grundwassers rechtzeitig zu erkennen und ggf. entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Jede Erdwärmesondenbohrung ist bei der Kreisverwaltungsbehörde anzuzeigen, soweit dies nicht durch der Beatragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis erfolgt.

Insbesondere sind Beginn bzw. Vollendung der Bauarbeiten der Kreisverwaltungsbehörde und dem Wasserwirtschaftsamt mind. fünf Werktage vorher bzw. unverzüglich anzuzeigen.

Leckagen im Wärmetauscher der Anlage sind unverzüglich der Kreisverwaltungsbehörde anzuzeigen.

Auf Grundlage der WPBV (Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren) ist das Fertigstellen der Sonden der Kreisverwaltungsbehörde spätestens vier Wochen nach Abschluss der Arbeiten mit folgenden Unterlagen mitzuteilen:

- Lageplan mit Gauß-Krüger-Koordinaten (mind. Metergenauigkeit) und rechtwinklige Einmessung zu Festpunkten (z. B. Haus, Garage usw.)
- Darstellung der Leitungsführung
- Geländehöhe des Bohransatzpunktes (mind. Metergenauigkeit)

- Schichtenverzeichnis nach DIN EN ISO 22475-1, DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14689-1
- Ausbauzeichnung mit erbohrtem Schichtenprofil nach DIN 4023 und angetroffenen Grundwasserverhältnissen (einschließlich Protokoll des Bohrmeisters)
- Protokoll der Druckprüfungen der Sondenrohre entsprechend VDI 4640, Blatt 2
- Dokumentation zu Verpressmaterial und –arbeiten, Verpressprotokoll, Dichtemessungen
- Untersuchungsergebnisse zur Hydrogeologie
- Angaben zur verwendeten Wärmeträgerflüssigkeit (Menge und Mischverhältnis)

2.18 Befristung der wasserrechtlichen Erlaubnis

Eine Überprüfung der Anlage und der örtlichen Verhältnisse ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht nach spätestens 20 Jahren erforderlich, da

- dann der Zustand und Betrieb der Anlagen nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik nicht mehr ohne Weiteres gewährleistet ist,
- dann geprüft werden kann,
 - ob die Benutzung noch ausgeführt wird bzw. ordnungsgemäß rückgebaut ist,
 - ob der Benutzungsumfang noch erforderlich ist,
 - ob sich aus der Benutzung negative Auswirkungen ergeben,
- die erforderliche Neuerteilung einer Erlaubnis einen leichter zu handhabenden Rahmen als eine Einflussnahme auf bestehende Erlaubnisse bildet.

Auch rechtliche Entwicklungen wie beispielsweise das Verbot bestimmter Kältemittel oder Wärmeträgermittel rechtfertigen eine umfassende Begutachtung nach spätestens 20 Jahren.

2.19 Stilllegung

Die Stilllegung ist der Kreisverwaltungsbehörde vorab anzuzeigen.

Soweit wassergefährdende Stoffe als Wärmeträgermittel eingesetzt werden, ist dieses bei Außerbetriebnahme der Anlage mit Wasser in Trinkwasserqualität auszuspülen. Die ausgespülte Wärmeleitfähigkeit ist fachgerecht zu entsorgen. Im vertikalen Bereich sind Erdwärmesondenrohre zudem vollständig mit dauerhaft abdichtendem und Grundwasser unschädlichem Material zu verpressen. Ggf. entstandene Wegsamkeiten sind dauerhaft abzudichten.

3 Erdwärmekollektoren – Wasserwirtschaftliche Anforderungen

Bei Erdwärmekollektoren werden Bodenschichten abgetragen, die i. d. R. das Grundwasser vor Verunreinigungen schützen. Anschließend werden Kollektorrohre in den Untergrund verlegt, in denen i. d. R. Sole der WGK1 zirkuliert. Daher hat auch hier die Nutzung der Erdwärme mit Erdwärmekollektoren entsprechend den technischen Vorschriften und Regeln insbesondere in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 4640, Blatt 1 und 2 und die DIN 8901 zu erfolgen.



Abb. 2: Einbau eines Erdwärmekollektors (am/im©2008)

3.1 Anforderungen z. T. wie bei Erdwärmesonden

Folgende Anforderungen an die Erstellung bzw. an den Betrieb von Erdwärmesonden entsprechen denen bei Erdwärmesonden und können dem Abschnitt 2 entnommen werden:

- 2.15 Sicherheitsvorkehrungen
- 2.16 Bauabnahme
- 2.18 Befristung der wasserrechtlichen Erlaubnis
- 2.19 Stilllegung

3.2 Verlegung im Grundwasser

Im Grundwasser oder Grundwasserschwankungsbereich sind nach derzeitigem Diskussionsstand in der Fachwelt folgende besondere Anforderungen erforderlich:

- Es ist Rohrmaterial mit erhöhter Punktlast- und Spannungsrissbeständigkeit einzusetzen (s. Abschnitt 2.8 Sondenrohrmaterial).
- Es sind Endlosrohre zu verwenden.

3.3 Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiete

In den Schutzzonen I und II von festgesetzten und geplanten Wasserschutzgebieten sind die Herstellung und der Betrieb von Erdwärmekollektoren mit dem hohen Schutzerfordernis für das Trinkwasser nicht vereinbar und aus Vorsorgegründen zu unterlassen.

Geplante Erdwärmekollektoren in der WSG III sind im Rahmen der erforderlichen Ausnahmegenehmigung hinsichtlich Eingrifftiefe und Flächenumfang einzelfallbezogen zu bewerten.

Ausnahmegenehmigungen für Erdwärmekollektor kommen in Zone III (Zone IIIA und Zone IIIB) nur in Betracht, wenn

- unter der Anlage eine verbleibende Deckschicht zum höchsten Grundwasserspiegel von mindestens 2 m Mächtigkeit gegeben ist,
- keine Direktverdampfersysteme verwendet werden,
- die schützende abgetragene Deckschicht wieder hergestellt wird,
- Rohrmaterial mit erhöhter Punktlast- und Spannungsrissbeständigkeit (s. Abschnitt 2.8 Sondenrohrmaterial) eingesetzt wird und
- alle 5 Jahre eine Sichtprüfung erfolgt. Die Prüfung ist durch einen Heizungsfachmann auszuführen und dem Landratsamt vorzulegen.

3.4 Kollektorrohrmaterial

Bei der Verlegung der Kollektorrohre sind die Herstellerangaben zum geeigneten Bettungsmaterial zu beachten. Für PE 100 ist z. B. ein Sandbett zwingend erforderlich, da durch eine von außen verursachte Punktlast (z. B. Stein) eine Spannungserhöhung am Rohr entsteht, die zu einer Rissbildung führen kann.

Rohrmaterialien mit erhöhter Punktlast- und Spannungsrissbeständigkeit (s. 2.8 Sondenrohrmaterial) z. B. PE-X oder PE 100-RC können i. d. R. im anstehenden Boden verlegt werden.

Beim Verlegen der Kollektorrohre sind die Mindestbiegeradien des Leitungsherstellers zu beachten, die u. a. vom Rohraußendurchmesser abhängen. Mechanische Beanspruchung und ggf. mechanische Beschädigungen der Kollektorrohre sind zu vermeiden.

3.5 Druckprüfung

Vor der Inbetriebnahme ist eine Druckprüfung der Anlage mit dem 1,5 fachen Betriebsdruck durchzuführen und die Funktion aller Bauteile zu prüfen.

3.6 Überdeckung des Erdwärmekollektors

Zur Wiederherstellung der Überdeckung des Kollektors wird in der Regel wieder das Aushubmaterial verwendet, das für die Herstellung abgetragen wurde. Bei Verwendung von Fremdmaterial ist nachweislich unbelastetes Material zu verwenden. Als unbelastet gilt Bodenmaterial, welches die ZO-Zuordnungswerte der LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall) Mitteilung M20 nicht überschreitet.

4 Grundwasserwärmepumpen – wasserwirtschaftliche Anforderungen

Bei Grundwasserwärmepumpen wird das Grundwasser direkt thermisch genutzt. Die Herstellung und der Betrieb von Grundwasserwärmepumpen kann Auswirkungen haben auf:

- Grundwasserspiegel
- Grundwasserdargebot
- Physikalische Beschaffenheit
- Biologische Beschaffenheit (mikrobiologische Aktivitäten, Artenspektrum)
- Chemische Beschaffenheit

Deshalb sind für die Herstellung und den Betrieb die geltenden Vorschriften und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. DIN 8901, DVGW-Regelwerke bzw. -Merkblätter) sowie die Auflagen aus dem wasserrechtlichen Bescheid zu beachten. Die Grundwasserentnahme und die Einleitung ins Grundwasser sind so auszuführen, dass zu keiner Zeit wassergefährdende Stoffe in das Grundwasser gelangen können.



Abb. 3: Brunnenvorschacht (Heller)

Insbesondere in wasserwirtschaftlich sensiblen Bereichen sollte die Erstellung der Brunnen von Firmen ausgeführt werden, die als »Fachbetrieb nach DVGW W 120 in den Gruppen B und A« zertifiziert sind oder vergleichbare Qualifikationen (insbesondere personelle und gerätetechnische) nachweisen können.

Der Betreiber sollte ausdrücklich auf den Einfluss der Erlaubnis bzgl. Rechte Dritter hingewiesen werden. Zudem sollte klargemacht werden, dass die Erlaubnis zur Benutzung des Grundwassers kein Recht auf Zufluss von Wasser in bestimmter Menge und Beschaffenheit gibt.

Für die wasserwirtschaftliche Beurteilung von thermischen Nutzungen des Grundwassers

4.1 Anforderungen z. T. wie bei Erdwärmesonden

Folgende Anforderungen entsprechen denen bei Erdwärmesonden und können dem Abschnitt 2 entnommen werden:

- 2.2 Bohrunternehmer
- 2.3 Bohrausrüstung
- 2.4 Bohrung
- 2.5 Entsorgung von Bohrspülungen und Bohrgut
- 2.6 Bohrlochtiefe
- 2.15 Sicherheitsvorkehrungen
- 2.16 Bauabnahme
- 2.18 Befristung der wasserrechtlichen Erlaubnis
- 2.19 Stilllegung

4.2 Betrieb und Unterhaltung

Eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit muss ausgeschlossen sein.

Daher dürfen nur Arbeitsmittel (z. B. Kältemittel inkl. Schmieröle) eingesetzt werden, die bei Leckagen oder Unglücksfällen für Mensch und Umwelt nicht schädlich sein können.

Als Schmierstoffe (Kompressoröl) sind nur biologisch abbaubare Öle erlaubt, die nicht wassergefährdend sind oder höchstens die WGK 1 aufweisen.

Im unmittelbaren Bereich der Brunnen dürfen wassergefährdende Stoffe nicht gelagert, abgefüllt, umgeschlagen oder sonst wie verwendet werden.

Es dürfen nur Bohrspülungen ohne wassergefährdende Stoffe (möglichst Wasser in Trinkwasserqualität) verwendet werden. Das DVGW-Arbeitsblatt W116 ist zu beachten.

Sowohl die Entnahme- als auch die Einleitstelle müssen zugänglich sein.

Um einen Eintritt von Schadstoffen in das Grundwasser zu vermeiden, sind die Abdeckung der Brunnenvorschächte und die Abdichtung der Brunnenköpfe so auszuführen und zu unterhalten, dass auch das Eindringen von Oberflächenwasser, Fremdwässern sowie sonstigen Verunreinigungen dauerhaft wirksam verhindert wird (z. B. durch Überhöhung oder tagwasserdichte Abschlüsse). Die Ausführungen der Abschlussbauwerke sollte in Anlehnung an die Vorgaben des DVGW-Regelwerks W 122 "Abschlussbauwerke für Brunnen der Wassergewinnung" erfolgen.

Für Wärmeträgermittel bei Zwischenkreis-Wärmetauscher / Nebenkreisläufe gelten die Anforderungen aus Abschnitt 2.14 analog.

4.3 Beweissicherung / Messungen

Um eine nachteilige Veränderung des Grundwasserspiegels und Brunnenalterungen rechtzeitig zu erkennen, sollten zur Messung der Wasserstände Messmarken angebracht und auf NN + m eingemes-

sen werden. Die Messpunkthöhe ist in NN + m mit Datum auf der Messmarke anzugeben. Messmarke und Messpunkthöhe sind in das Betriebstagebuch einzutragen.

Der Ruhewasserspiegel und der abgesenkte Wasserspiegel der Brunnen sind regelmäßig (wöchentlich / täglich / kontinuierlich) zu messen und im Betriebstagebuch aufzuzeichnen. Die Messungen müssen bei gleich bleibenden Randbedingungen erfolgen.

Zur Erfassung der Fördermenge ist entweder ein Betriebsstundenzähler oder ein Wasserzähler (Durchflusssummenzähler) zu installieren und zu unterhalten. Die Fördermenge ist regelmäßig zu erfassen und in einem Betriebstagebuch zu protokollieren. Wird ein Betriebsstundenzähler installiert, so sind zusätzlich die jährlichen Betriebszeiten und die daraus berechnete jährlich geförderte Wassermenge zu protokollieren. Das Betriebstagebuch ist mindestens für die Dauer von fünf Jahren nach der letzten Eintragung aufzubewahren und der Kreisverwaltungsbehörde bzw. dem Wasserwirtschaftsamt auf Verlangen zur Einsicht vorzulegen bzw. auf Verlangen in Kopie zur Verfügung zu stellen.

Bei sensiblen wasserwirtschaftlichen Randbedingungen und bei absehbaren Konflikten mit konkurrierenden Nutzungen können zudem folgende Beweissicherungsmaßnahmen erforderlich werden:

- regelmäßige Temperaturmessung des Grundwassers an der Entnahme und an der Wiedereinleitstelle mit Protokollierung in das Betriebstagebuch
- Errichtung, Unterhaltung einer Grundwassermessstelle mit Aufzeichnung und Bewertung der regelmäßigen Messergebnisse
- Hydrochemisches Beweissicherungsprogramm an Brunnen und Grundwassermessstellen
- Biologisches Monitoring
- thermisches Grundwassermodell

Bei Anlagen, die neben Heizzwecken auch zur Kühlung verwendet werden, kann es erforderlich werden, im mehrjährigen Mittel (5 Jahre) die Anlage energetisch weitestgehend ausgeglichen zu betreiben um zu vermeiden, dass es zu einer nachhaltigen Erwärmung des lokalen Grundwasserregimes kommt.

4.4 Schutz von wasserwirtschaftlich sensiblen Gebieten

In Wasserschutzgebieten sind Bohrungen grundsätzlich nicht zulässig. Zudem ist in Wasser- bzw. Heilquellenschutzgebieten (qualitativer Schutz) die thermische Nutzung des Grundwassers grundsätzlich untersagt. In begründeten Einzelfällen kann die Zulässigkeit in Zone III B über eine Ausnahmegeheimung von der Wasserschutzgebietsverordnung geprüft werden.

In Einzugsgebieten von Grundwassernutzungen für die Trinkwasserqualität erforderlich sind (öffentlichen Wasserversorgung, Hausbrunnen zur Trinkwassergewinnung, Mineralwasserbrunnen etc.), sowie bei Vorliegen von Kontaminationen ist die Zulässigkeit der Anlagen im Einzelfall zu prüfen.

Anlagen in Überschwemmungsgebieten sollten grundsätzlich unterbleiben. In begründeten Fällen sind Ausnahmen möglich, wenn z. B. die Brunnen so ausgebildet werden, dass selbst bei Überschwemmungen Oberflächenwasser nicht in den Brunnen und somit direkt in das Grundwasser gelangen kann.

4.5 Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung

Zur nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung bzw. um nachteilige Wirkungen u. a. auf den Wasserhaushalt zu verhüten ist aus wasserwirtschaftlich Sicht die Leistung, und damit die Förderrate und Temperaturveränderung infolge der GWWP u. U. zu beschränken.

4.5.1 Förderrate

Die mögliche Förderrate ist u. a. abhängig von der Ergiebigkeit des genutzten Grundwasserleiters und damit von den lokalen Aquifereigenschaften (Geometrie und Hydraulik). Mit der Förderrate muss der notwendige Nenndurchfluss gem. des Datenblattes der angeschlossenen Wärmepumpe gewährleistet sein.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist z. B. zu beachten, dass

- die Absenkung des Betriebswasserspiegels 1/3 der Grundwassermächtigkeit nicht überschreitet (– schonender Brunnenbetrieb),
- der Betriebswasserspiegel nicht bis in den Filterbereich absinkt (– Brunnenalterung) und
- eine nachteilige Veränderung des Grundwasserspiegels (Anstieg oder Absenkung) auch bzgl. angrenzender Bebauung (z. B. tiefe Keller) oder konkurrierender Nutzung (z. B. benachbarte Brunnen) ausgeschlossen ist.

Der jeweilige Nachweis kann ggf. durch einen Pumpversuch erbracht werden. Hinweise zu Pumpversuchen können dem DVGW Merkblatt-W111 „Planung, Durchführung und Auswertung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung“ entnommen werden.

4.5.2 Temperaturdifferenz

Die Löslichkeit von Gasen im Grundwasser und die Grundwasserfauna zeigen eine sensible Abhängigkeit von der Grundwassertemperatur. Die bedeutende Wirkung der Mikroorganismen im Grundwasserleiter besteht insbesondere im Abbau organischer Substanzen, was wesentlich zur Grundwasserreinigung beiträgt. Wachstum, Vermehrung und Stoffwechsel der im Grundwasser lebenden Mikroorganismen sind an relativ enge Temperaturbereiche angepasst. Temperaturänderungen im Grundwasserleiter beeinflussen somit die biologische Aktivität der Mikroorganismen und die Zusammensetzung der Fauna. Die bisher durch Untersuchungen nachgewiesenen mikrobiologischen Veränderungen infolge einer Temperaturveränderung von bis zu ± 6 K sind aus wasserwirtschaftlicher Sicht tolerierbar, soweit eine maximale Grundwassertemperatur von 20 °C nicht überschritten wird.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist somit die Temperaturdifferenz zwischen Entnahme- und Einleittemperatur für das Heizen oder Kühlen auf die o. g. Grenzen zu beschränken. Hierbei sollte die Summenwirkung mehrerer Anlagen im Rahmen Planung berücksichtigt werden.

Bei Anlagen, die sowohl zum Heizen, als auch zum Kühlen verwendet werden, sollte auch aus betriebstechnischer Sicht darauf geachtet werden, dass die Jahresbilanz zwischen dem Abkühlen und Aufheizen des Grundwassers ausgeglichen ist.

Grundsätzlich ist das lediglich thermisch veränderte Wasser wieder in denselben Grundwasserleiter einzuleiten aus dem es entnommen wurde.

Durch einen Schluckversuch sollte die notwendige Reinjektionsrate vorab geprüft werden.

Eine Kombination eines Schluckbrunnens für die GWWP mit einer anderen Nutzung ist aus wasserwirtschaftlicher Sicht grundsätzlich nicht vertretbar.

4.6 Funktionskontrolle

Um einen reibungslosen langfristigen Betrieb einer Brunnenanlage zu gewährleisten und Alterungerscheinungen frühzeitig zu erkennen, sollte der Zustand des Brunnens und seine Leistungsfähigkeit regelmäßig visuell und anhand von technischen Funktionskontrollen überprüft werden, insbesondere hinsichtlich:

- hydraulischer Leistungsfähigkeit (z. B. Betriebs- / Ruhewasserspiegel)
- Rohwasserbeschaffenheit (z. B. Sandgehalt, Chemismus)
- baulicher Zustand der Anlage
- Sicherheitseinrichtungen, Manometer, Ventile, Thermometer, Wasser- und Betriebsstundenzähler

5 LfU – Arbeitshilfen

Vom LfU wurden folgende Arbeitshilfen erstellt bzw. überarbeitet, deren Veröffentlichung unmittelbar nach Einführung des neuen BayWG im März 2010 vorgesehen sind:

- Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern
- Merkblatt Thermische Nutzung des Grundwassers
- Merkblatt Erdwärmekollektoren
- Merkblatt Geothermie in der Bauleitplanung
- Merkblatt Grundwasserbenutzung in Bereichen mit großflächigen Grundwasserverunreinigungen
- PSW Arbeitshilfe Thermische Nutzung des Grundwassers

6 Literaturhinweise

- VDI 4640 Blatt 1: Thermische Nutzung des Untergrundes – Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte, VDI-Gesellschaft Energietechnik, Dezember 2000.
- VDI 4640 Blatt 2: Thermische Nutzung des Untergrundes – Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen, VDI-Gesellschaft Energietechnik, September 2001.
- Oberflächennahe Geothermie - Wasserwirtschaftliche Aspekte; LfU 2009
www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00037.htm
- Erdwärmesonden – Hauptprobleme, durch fehlerhafte Planung und Erstellung
bbr 04/2009
www.fachzeitschriften-wvgw.de/fileadmin/PDF/bbr/04_2009/bbr_6004_16_21_Berger.pdf

Technik, Dimensionierung und Sicherheitseinrichtungen für Wärmepumpen und Wärmequellenanlagen Erdreich – Grundwasser

Erich Ramming, Glen Dimplex Deutschland GmbH



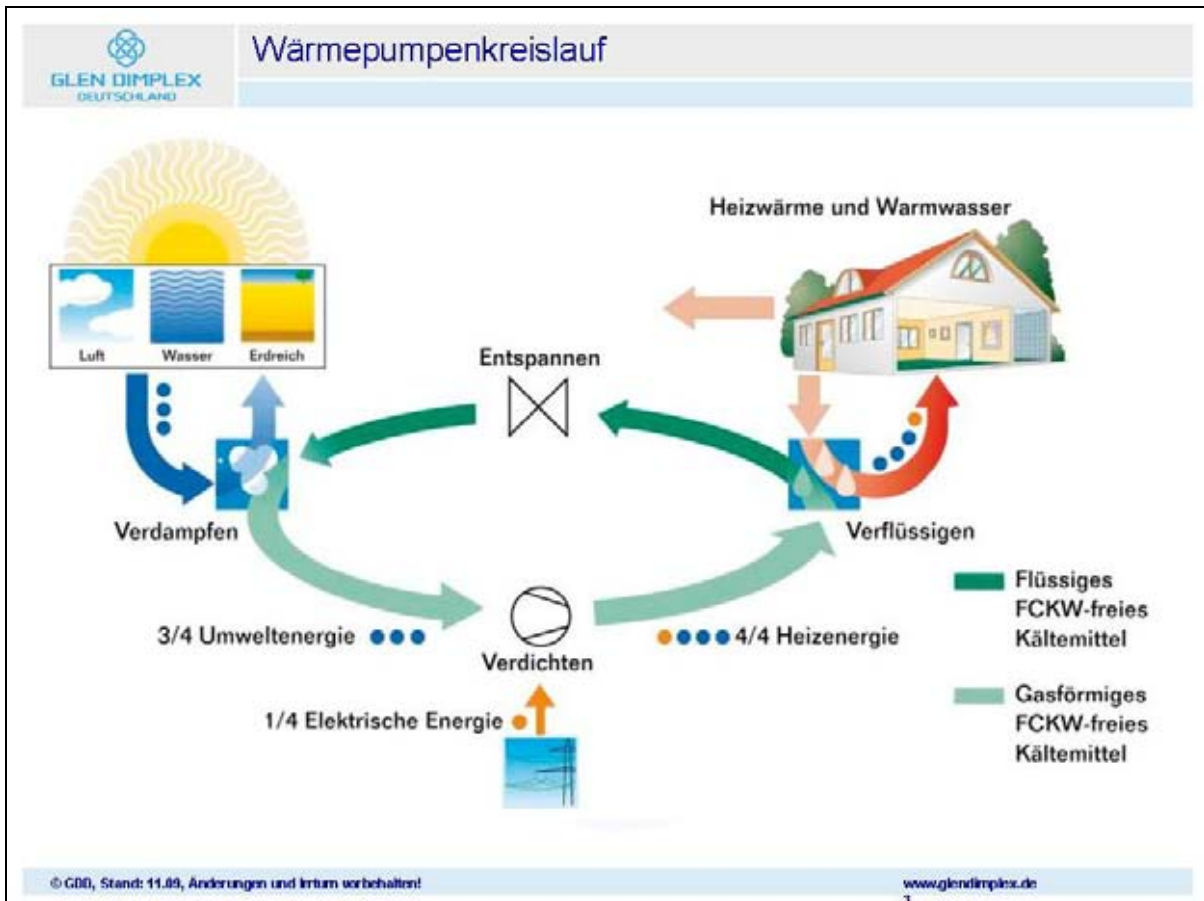
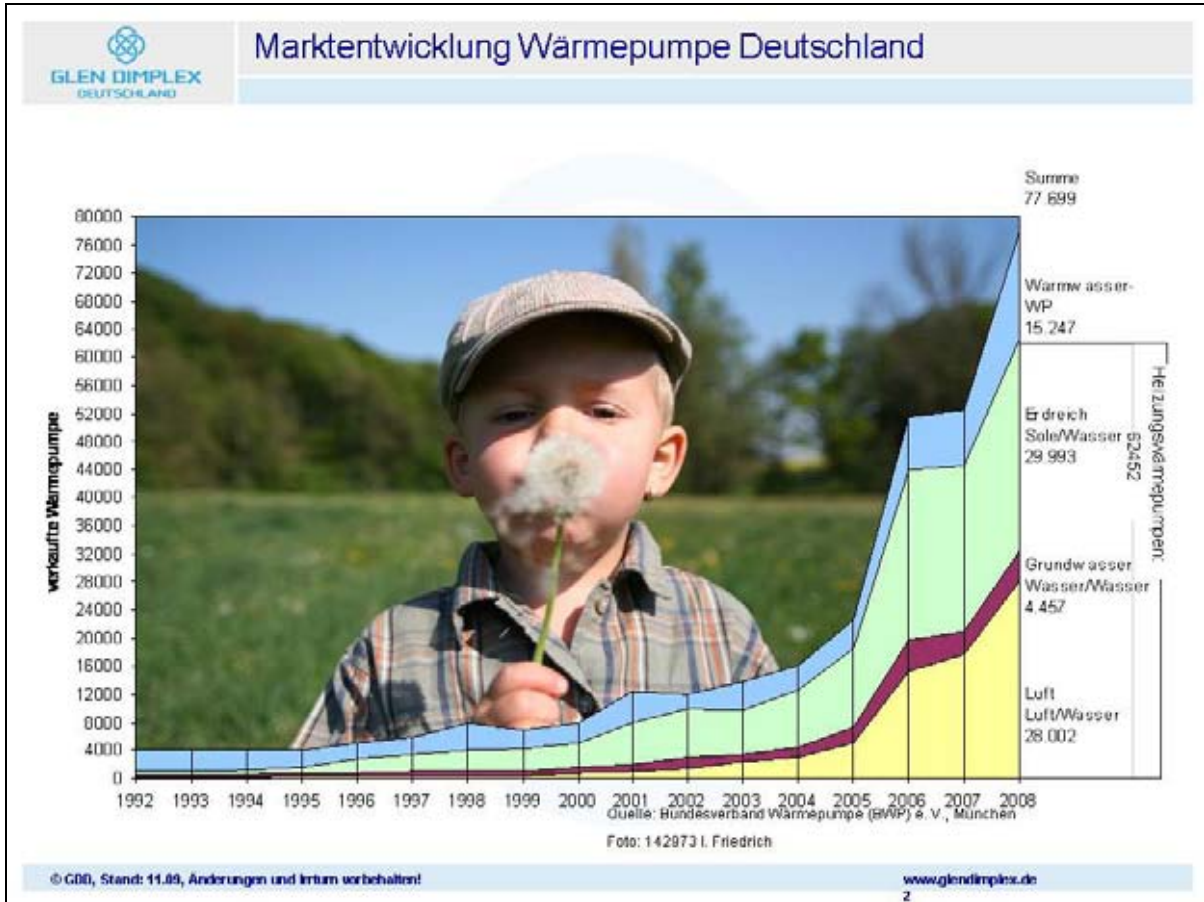
GLEN DIMPLEX
DEUTSCHLAND


HK Dimplex
ewt

RIEDEL
KVS

**Wärmepumpen-Technik,
Dimensionierung und Sicherheitseinrichtungen**

HK Ramming





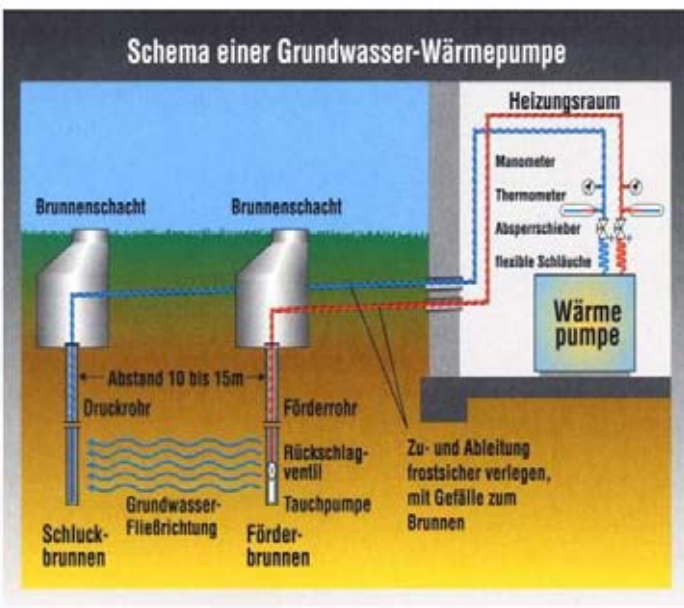
Wärmequelle Grundwasser

Einsatzbereich
 $+7^{\circ}\text{C} \dots + 25^{\circ}\text{C}$

Verfügbarkeit
 ganzjährig


Nutzungsmöglichkeit

- monovalent
- bivalent parallel



© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten!

www.glendimplex.de
4



Wärmequelle Erdreich

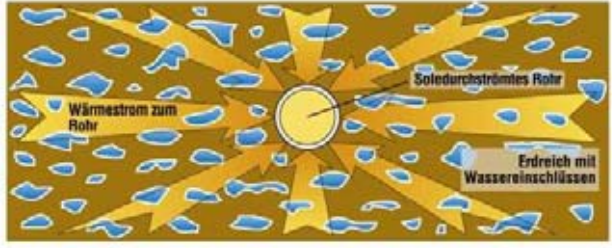
Einsatzbereich
 $-5^{\circ}\text{C} \dots + 25^{\circ}\text{C}$

Verfügbarkeit
 ganzjährig
 (Einschränkung durch begrenzte Flächen)

Nutzungsmöglichkeit


- monovalent
- bivalent


Temperaturbereich der Erdoberfläche in ca. 1 m Tiefe	$+5 \dots +17^{\circ}\text{C}$
Temperaturbereich in tiefen Schichten (ca. 15 m)	$+8 \dots +12^{\circ}\text{C}$




© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten!

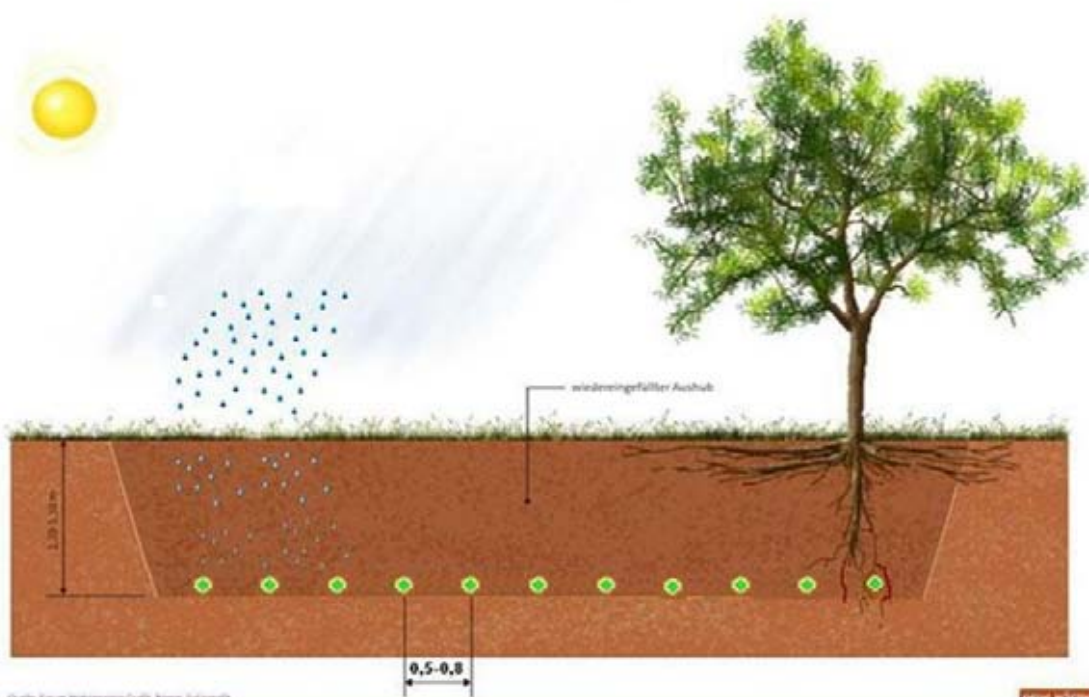
www.glendimplex.de
5

 **Wärmequelle Erdreich**



© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten! www.glendimplex.de

 **Erdwärmekollektor**



Quelle: Forum regenerativer Energie, Kärnten, Solargrafik

© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten! www.glendimplex.de



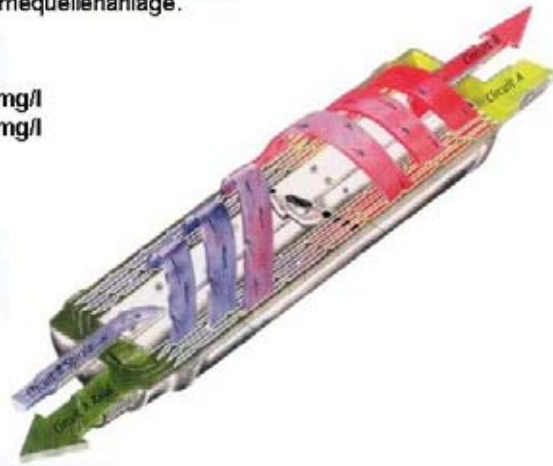
Anforderungen an die Wasserqualität bei Wärmepumpen mit geschweißtem Edelstahl-Spiralwärmetauscher

Bei einer Grundwassertemperatur unter 13°C im Jahresdurchschnitt ist keine Wasseranalyse bezüglich **Korrosion** notwendig.
 (Üblicherweise gegeben bei einer Brunnen Tiefe von mind. 8-10m)

Bei Überschreiten der Grenzwerte für Eisen oder Mangan besteht die Gefahr einer **Verockerung** der Wärmequellenanlage.

Dies gilt auch für den Spiralwärmetauscher!

Grenzwerte: **Eisen** max: **0,2 mg/l**
 Mangan max: **0,1 mg/l**



© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten!

www.glendimplex.de



Erforderliche Wasseranalyse für Wärmepumpen mit kupfergelötetem Edelstahl-Plattenwärmetauscher

Beurteilungsmerkmal	Konzentrationsbereich (mg/l)	Kupfer	Edelstahl > 13°C
absetzbare Stoffe (organische)		0	0
Ammoniak NH3	< 2 2 bis 20 > 20	+ 0 -	+ + 0
Chlorid	< 300 > 300	+ 0	+ 0
elektr. Leitfähigkeit	< 10 µS/cm 10 bis 500 µS/cm > 500 µS/cm	0 + -	0 + 0
EISEN (Fe) gelöst	< 0,2 > 0,2	+ 0	+ 0
freie (aggressive) Kohlensäure	< 5 5 bis 20 > 20	+ 0 -	+ + 0
MANGAN (Mn) gelöst	< 0,1 > 0,1	+ 0	+ 0
NITRATE (NO ₃) gelöst	< 100 > 100	+ 0	+ +
PH-Wert	< 7,5 7,5 bis 9 > 9	0 + 0	0 + +

Beurteilungsmerkmal	Konzentrationsbereich (mg/l)	Kupfer	Edelstahl > 13°C
Sauerstoff	< 2 > 2	+ 0	+ +
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	< 0,05 > 0,05	+ -	+ 0
HCO ₃ ⁻ / SO ₄ ²⁻	< 1 > 1	0 +	0 +
Hydrogenkarbonat (HCO ₃ ⁻)	< 70 70 bis 300 > 300	0 + 0	+ + 0
Aluminium (Al) gelöst	< 0,2 > 0,2	+ 0	+ +
SULFATE	bis 70 70 bis 300 > 300	+ 0 -	+ + 0
SULPHIT (SO ₃), freies	< 1	+	+
Chlorgas (Cl ₂)	< 1 1 bis 5 > 5	+ 0 -	+ + 0



Korrosionsprobleme am Wärmetauscher, wenn in der Tabelle ein Merkmal der Wasseranalyse mit „+“ oder zwei Merkmale mit „0“ bewertet werden!

© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten!

www.glendimplex.de

In der DIN 8901 ist geregelt, wie die Wärmepumpe ausgestattet sein muss.

Geltungsbereich:

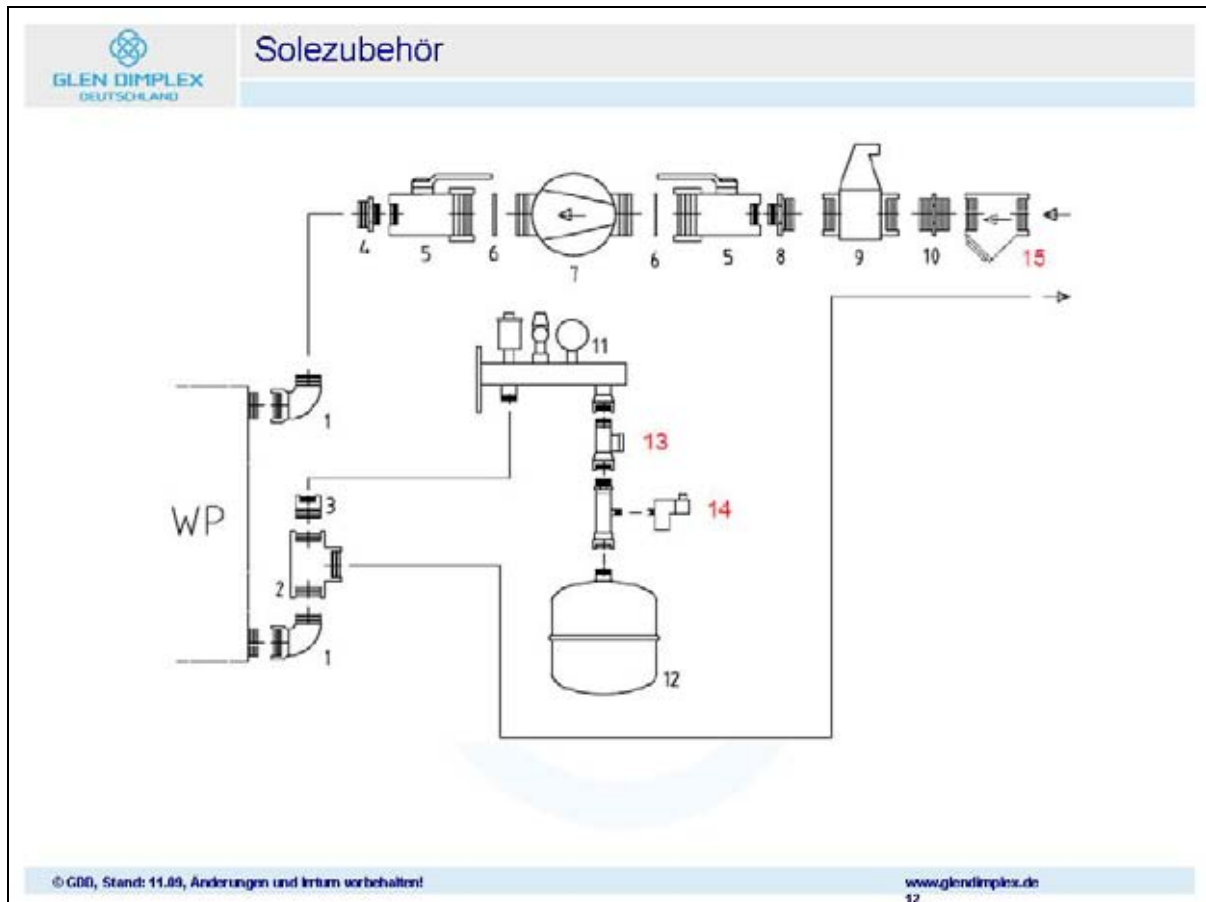
- Für Kälteanlagen und Wärmepumpen mit wassergefährdende Stoffe (WGK 1) mit Füllmengen von 1,5 kg bis 100 kg je Kältemittelkreislauf

Was regelt die DIN 8901?

- Die Werkstoffe und Zusatzstoffe im Kühlkreislauf
- Kältemittel
- Kältemittelöl
- Wärmeträgerflüssigkeiten bei Sole

- Abschaltvorrichtungen bei einer Leckage über Baumustergeprüften Druckschalter im Kältekreis, mit dem die Wärmepumpe und Wärmequellenanlage abgeschaltet wird.

- Die Volumenänderung, die sich aus der Temperaturänderung ergibt, (0,8 bis 1,2 % des Anlagenvolumens) ist durch Membranausdehnungsgefäß auszugleichen.
- Gegen Überfüllung ist das System mit einem Membransicherheitsventil auszurüsten, die Ausblasleitung in einer Auffangbehälter enden.
- Eine Lecküberwachung mit Störmeldung und Sicherheitsabschaltung sollte vorgesehen werden, um den Austritt von Soleflüssigkeit weitestgehend zu verhindern.



GLEN DIMPLEX DEUTSCHLAND Gefahr für das Grundwasser bei einer Leckage

- 1. Sole- bzw. Glykolvolumen**
Beispiel: Benötigte Heizleistung 10 kW. Kälteleistung der WP = 7,5 kW
Bei einer Entzugsleistung der Sonde von 50 W/m, beträgt die Sondenlänge von 150 m.
Bei einer Doppel U-Rohrsonde mit Rohren 32 * 2,9 mm werden 600 m Rohr benötigt
das Solevolumen beträgt 320 l und die Glykolvolumen 80 l.
- 2. Wo und wie viel Sole kann bei einer Leckage austreten?**
Bei werkseitig hergestellten, und nach VDI 4640 eingebauten Sonden, werden bis zur Inbetriebnahme mehrere Druckprüfungen durchgeführt. Eine Undichtigkeit die durch den Betrieb oder Umwelteinflüsse entstehen kann, ist äußerst unwahrscheinlich.
Die größte Gefahr liegt im Bereich der Anschlussleitungen zwischen Sondenkopf, Verteiler und Wärmepumpe. Die Solemenge die da austreten kann, ist die Menge, die sich im Ausdehnungsgefäß und wenige Liter die im unmittelbaren Bereich der undichten Leitung befindet, und liegt bei 10 l bis 20 l (2,5 l bis 5 l Glykol)

© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten! www.glendimplex.de
13

GLEN DIMPLEX DEUTSCHLAND

Wärmeträgermedium für Solewärmepumpen

Wir empfehlen ein Gemisch aus 75 % Wasser und 25 % reines Ethylenglykol ohne Korrosionsschutzinhibitoren.

Alle Materialien müssen korrosionsbeständig ausgeführt werden. Rohrleitungen aus PE100, und bei steinigem Böden PE-RC bzw. PE-X wegen der höheren Punktlastbeständigkeit. Im Gebäude und Verteilerschacht auch Edelstähle, Kupfer und Kupferlegierungen

© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten! www.glendimplex.de
11

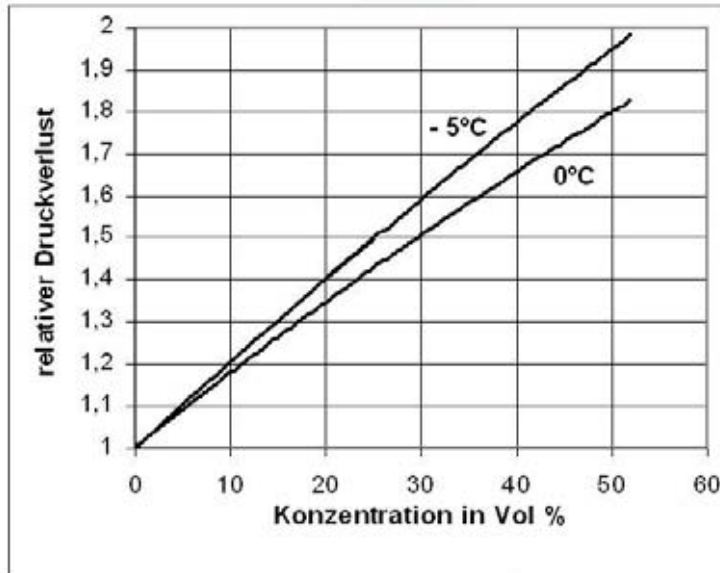
GLEN DIMPLEX DEUTSCHLAND

Gefrierkurve von Monoethylenglykol/Wasser-Gemischen

Konzentration In Vol %	Gefrieretemperatur in °C
0	0
10	-3
20	-7
30	-13
40	-20
50	-28
52	-35
55	-40

© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten! www.glendimplex.de
15

Relativer Druckverlust von Monoethylenglykol/Wasser- Gemischen gegenüber Wasser



Wärmequelle Erdreich





 Kondensation



© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten! www.glendimplex.de
20

 Vereisung



© GDB, Stand: 11.09, Änderungen und Irrtum vorbehalten! www.glendimplex.de
21

Brunnenanlagen zur thermischen Nutzung des Grundwassers – Planung, Herstellung und Qualitätssicherung

Michael Tholen, Oldenburg

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung
- 2 Funktionsweise
- 3 Voruntersuchungen
- 4 Brunnenanlage
 - 4.1 Entnahmebrunnen
 - 4.2 Schluckbrunnen
- 5 Brunnenabschluss
- 6 Betrieb
- 7 Dokumentation

1 Einleitung

Wasser-Wasser-Wärmepumpenanlagen (WW-WP-Anlage) werden seit Jahrzehnten für das Beheizen von Wohngebäuden eingesetzt. Anfang der achtziger Jahre erlebten sie einen ersten Boom und verschafften den Brunnenbaubetrieben ein neues Betätigungsfeld.

Eine Normalisierung auf dem Ölmarkt aber nicht zuletzt zunehmende Probleme mit den erstellten Brunnenanlagen beendeten diesen Boom recht schnell wieder. Viele Betreiber gaben den Betrieb wieder auf. Einige Anlagen sind aber bis heute weitgehend problemlos in Betrieb und verschaffen den Betreibern günstige Heizkosten, insbesondere heute im Zeichen hoher Energiekosten.

Ursache für die aufgetretenen Probleme mit den Brunnen waren vielfach ein unsachgemäßer Ausbau oder ungeeignete Grundwasserqualität, was schnell zu einem Nachlassen der Brunnenleistung führte.

Aus Kostengründen, vor allem um eine WW-WP-Anlage konkurrenzfähig zu anderen Heizsystemen anbieten zu können, wurde häufig an der Brunnenkonstruktion, vor allem aber an den notwendigen Voruntersuchungen gespart.

2 Funktionsweise

Das Grundwasser ist aufgrund seiner gleich bleibenden Temperatur von ca. 10°C bestens für einen Wärmepumpenbetrieb geeignet. Vergleicht man es mit anderen Wärmepumpenquellen wie Erdwärmesonden, Erdkollektoren oder Luft, so kann man vereinfacht sagen, dass folgende Leistungszahlen erreicht werden:

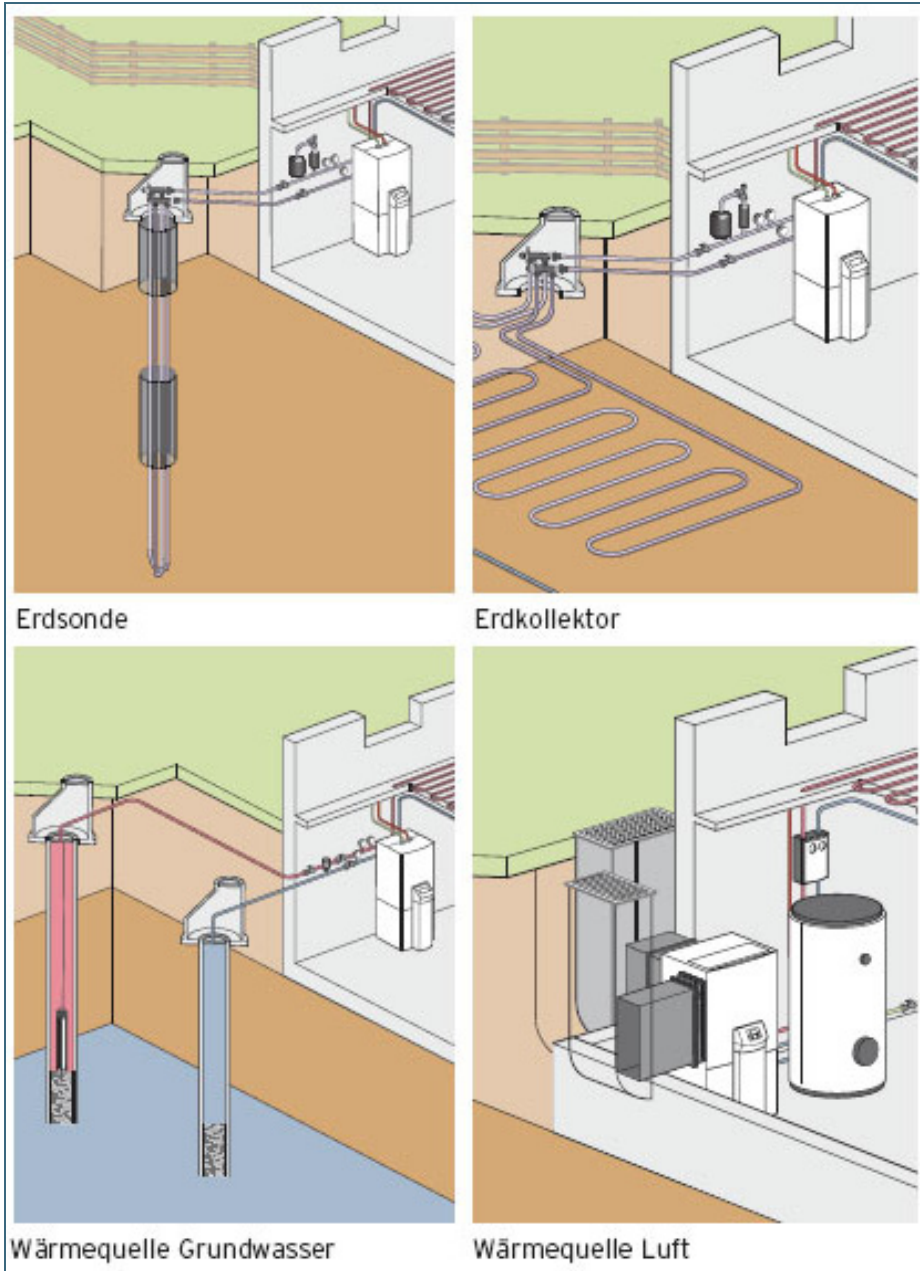


Abb. 1: Verschiedene Wärmepumpenprinzipien (Vaillant)

Wärmequelle	Leistungszahl
Luft	3
Erdreich	4
Grundwasser	5

Mit 1kW Strom werden also zwischen 3 und 5 kW Heizwärme erzeugt. Es muss betont werden, dass die Leistungszahl stark von den Wärmequellen- und Heizungsvorlauftemperaturen abhängig ist der elektrischen Hilfsaggregate wie Umwälz- und Förderpumpen nicht berücksichtigt. Zur genaueren Betrachtung der Effizienz sollte daher der COP-Wert und die Jahresarbeitszahl JAZ herangezogen werden.

Der sehr guten Effizienz der WW-Wärmepumpenanlagen steht aber ein erhöhter Investitionsaufwand für den Bau der Entnahme- und Schluckbrunnen sowie der gesamten technischen Ausrüstung wie Brunnenabschlussbauwerke und Unterwasserpumpe gegenüber. Darüber hinaus erfordern die Brunnen einen erhöhten Wartungsaufwand, welcher vor allem von der Wasserqualität und der Ausführung der Brunnenanlagen abhängig ist.

Das ca. 10°C warme Grundwasser wird mittels Unterwassermotorpumpe (U-Pumpe) zur Wärmepumpe geleitet und über einen ersten Wärmetauscher abgekühlt. Der Verdampfer kühlt das Wasser auf ca. 5°C ab. Die so gewonnene Wärme wird im Verdampfer auf das Kältemittel übertragen. Mit Hilfe eines elektrisch angetriebenen Vordichters wird die aufgenommene Wärme durch Druckerhöhung auf ein höheres Temperaturniveau gepumpt und über einen Verflüssiger (Wärmetauscher) an das Heizwasser abgegeben. Dabei wird die elektrische Energie nur eingesetzt, um die Wärme der Umwelt auf ein höheres Temperaturniveau anzuheben. Das abgekühlte Grundwasser wird über den Schluckbrunnen dem GW-Leiter wieder zugeführt.

3 Voruntersuchungen

Voraussetzungen für eine kostengünstige WW-WP-Anlage sind ein durchlässiger GW-Leiter in erreichbarer Tiefe, außerdem muss das GW ausreichend tief unter Geländeoberkante (GOK) liegen, um dem Infiltrationsbrunnen einen ausreichenden Versickerungskegel zu ermöglichen (s. Abb. 1).

Entscheidend ist aber die Untersuchung der hydrochemischen Parameter des Grundwassers, denn wie bei allen Brunnen muss das Wasser von ausreichender Qualität sein, damit sie nicht ständig regeneriert werden müssen, bzw. das ganze System nicht zur Verstopfung neigt. Hier sind vor allem hohe Eisen- und Mangananteile im Grundwasser von Interesse, welche die Brunnen, Wärmetauscher und Rohrleitungen schnell verockern lassen.

Wesentliche Parameter für die Projektierung und den späteren Betrieb sind

- die Grundwassertemperatur
- die Grundwasserbeschaffenheit, insbesondere
 - pH-Wert
 - elektrische Leitfähigkeit
 - Gesamthärte
 - freie aggressive Kohlensäure
 - Eisen und Mangan, sowie weitere Parameter.

Die Richtwerte für die Wasserinhaltsstoffe sind in [1] nachzulesen!

Aus den Inhaltsstoffen des Wassers können Rückschlüsse auf die Verockerungsgefahr der Brunnen sowie auf die Korrosionsgefahr für Werkstoffe gezogen werden. Selbst wenn der technische Einsatz durch die Wasseranalyse abgesichert ist, spielen hydrochemische Parameter wie das Redoxpotential und das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht eine nicht zu unterschätzende Rolle. Die Entscheidung über die Eignung des anstehenden Grundwassers muss dem begleitenden Ingenieurbüro und/oder der ausführenden Brunnenbaufirma überlassen bleiben!

Weiterhin ist eine Bestimmung der GW-Fließrichtung wichtig, schließlich soll das in der Wärmepumpe abgekühlte Wasser nicht direkt zum Entnahmebrunnen zurück fließen. So muss der Entnahmebrunnen im Anstrombereich liegen, der Schluckbrunnen ausreichend entfernt im Abstrombereich (s. Abb. 3). Eine konkurrierende Nutzung mit anderen Brunnenbetreibern ist ebenso zu vermeiden,

wie eine Erhöhung des Ruhewasserspiegels auf benachbarten Grundstücken. Daher sollte ein ausreichender Abstand zu den Grundstücksgrenzen eingehalten werden.

Ein häufig vorgeschlagener Wechsel der beiden Brunnen als Entnahme- bzw. Schluckbrunnen ist schon aus den Strömungsverhältnissen des Grundwassers nicht sinnvoll. Er sollte auch aufgrund der notwendigen unterschiedlichen Ausbaurkriterien und des Alterungsverhaltens unterbleiben.

4 Brunnenanlage

Wärmepumpen benötigen für den Wasser-Wasser-Betrieb nur verhältnismäßig geringe Fördermengen (s. Tab.1). So werden je nach Heizleistung folgende Fördermengen benötigt, wobei sich auch die Leistungszahl leicht verändert:

Tab. 1: Mindestfördermengen gebräuchlicher Wärmepumpen in Abhängigkeit von der Heizleistung

Heizleistung in kW	Mindestfördermenge in m ³ /h	Leistungszahl bei W10/35
7	2	5,1
10	3	5,4
15	4	5,5

Die notwendigen Fördermengen sind also so gering, dass der Einsatz von 3“ bzw. 4“ U-Pumpen auf jeden Fall ausreichend ist. Der Handel bietet kaum geeignete Unterwasserpumpen an. Selbst die kleinste 4“-U-Pumpe SP 3A bietet mit der geringsten Förderstufenzahl bis zu 4bar Druck und bei einer Fördermenge von 3,6 m³/h immer noch einen Druck von 2 bar (s. Abb. 2). Da im Betrieb aber nur eine geringe geodätische Förderhöhe vom abgesenkten GW-Spiegel bis zur Aufstauhöhe von 4 - 6 m erforderlich sind und auch die Reibungsverluste gering sind, werden die eingesetzten U-Pumpen immer eine zu große Förderhöhe aufweisen, die schlimmstenfalls gedrosselt werden muss.

Auch die kleine 3“ U-Pumpe hat ähnliche Kenndaten, so dass zur Erzielung eines sinnvollen Druck-Mengen-Verhältnisses die U-Pumpen durch Veränderung der Anzahl oder Form der Laufräder auf die jeweiligen Betriebsdaten angepasst werden müssten.

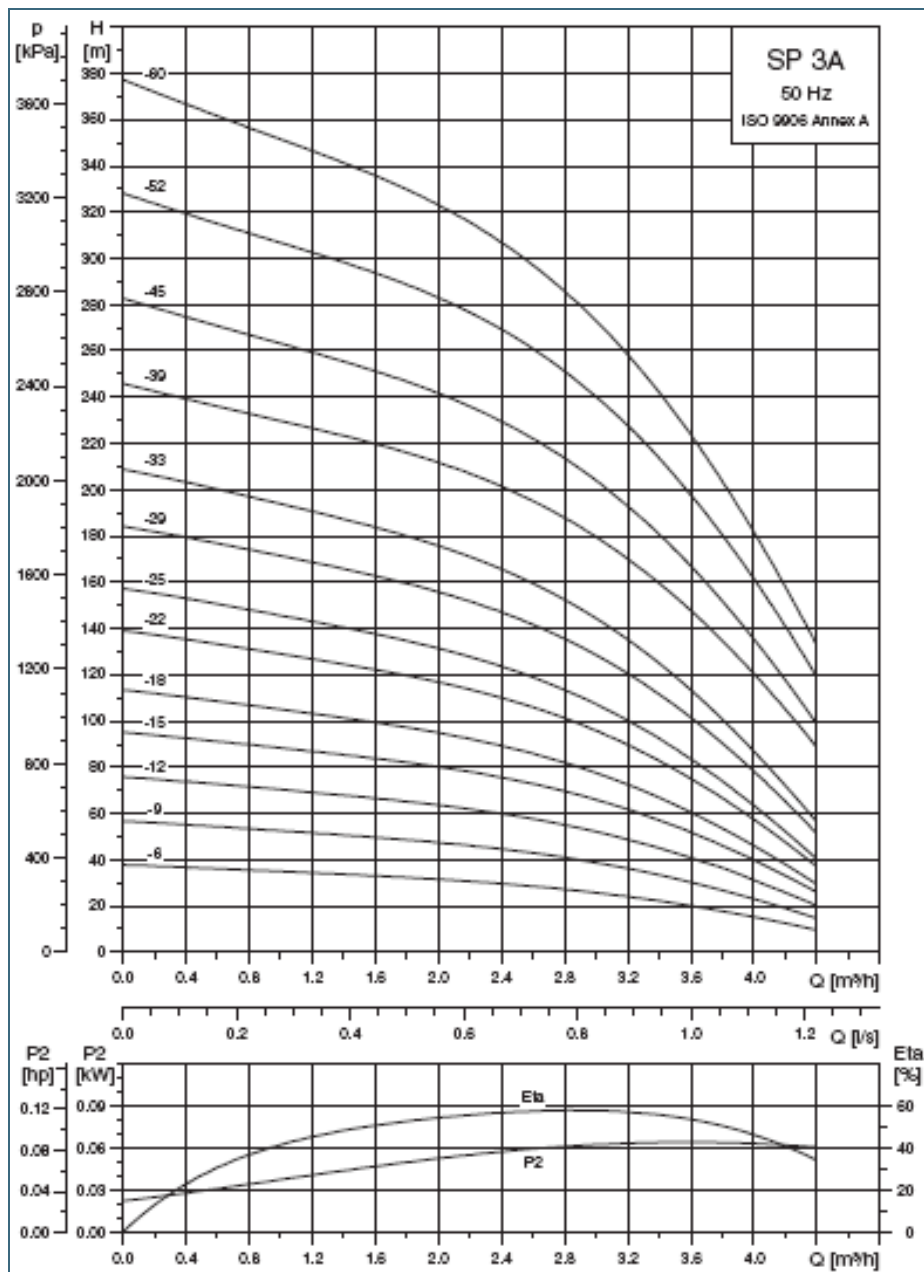


Abb. 2: Kennlinien einer handelsüblichen 4" U-Pumpe

Für den Einbau diese Pumpendurchmesser sind Ausbaudurchmesser von DN100 bis DN115 (DN 125) ausreichend, womit sich ein Bohrdurchmesser von ca. 250 mm ergibt. Die Länge der Filterstrecke müsste für diese Fördermengen zwar nur ca. 4 m betragen, sie sollte aber so lang wie möglich gewählt werden, um Reserven vorzuhalten und so ein vorzeitiges Altern und damit verbundene Regeneriermaßnahmen zu verringern.

Hat der zur Verfügung stehend Wasserleiter nur eine geringe Mächtigkeit, kann auch durch Vergrößerung des Bohr- und Ausbaudurchmessers eine Verbesserung der Brunneneigebigkeit erreicht werden. Allerdings erhöht eine Vergrößerung des Bohrdurchmessers die Brunnenleistung weit weniger als eine Verlängerung der Filterstrecke!

Grundsätzlich sollte nicht an der Brunnendimensionierung gespart werden, schafft doch ein überdimensionierter Brunnen auch die notwendigen Leistungsreserven für unvermeidbare Alterungserscheinungen und damit verbundene aufwendige Brunnen erhaltende Maßnahmen. Der Autor empfiehlt

durchaus, die Brunnen doppelt bis dreifach größer zu dimensionieren, als es die notwendigen Entnahmemengen erfordern, d.h. insbesondere die Filterstrecken zu verlängern!

Auch aufgrund der unterschiedlichen Strömungscharakteristik von Entnahme- bzw. Schluckbrunnen verbietet es sich zwei identische Brunnen zu bauen.

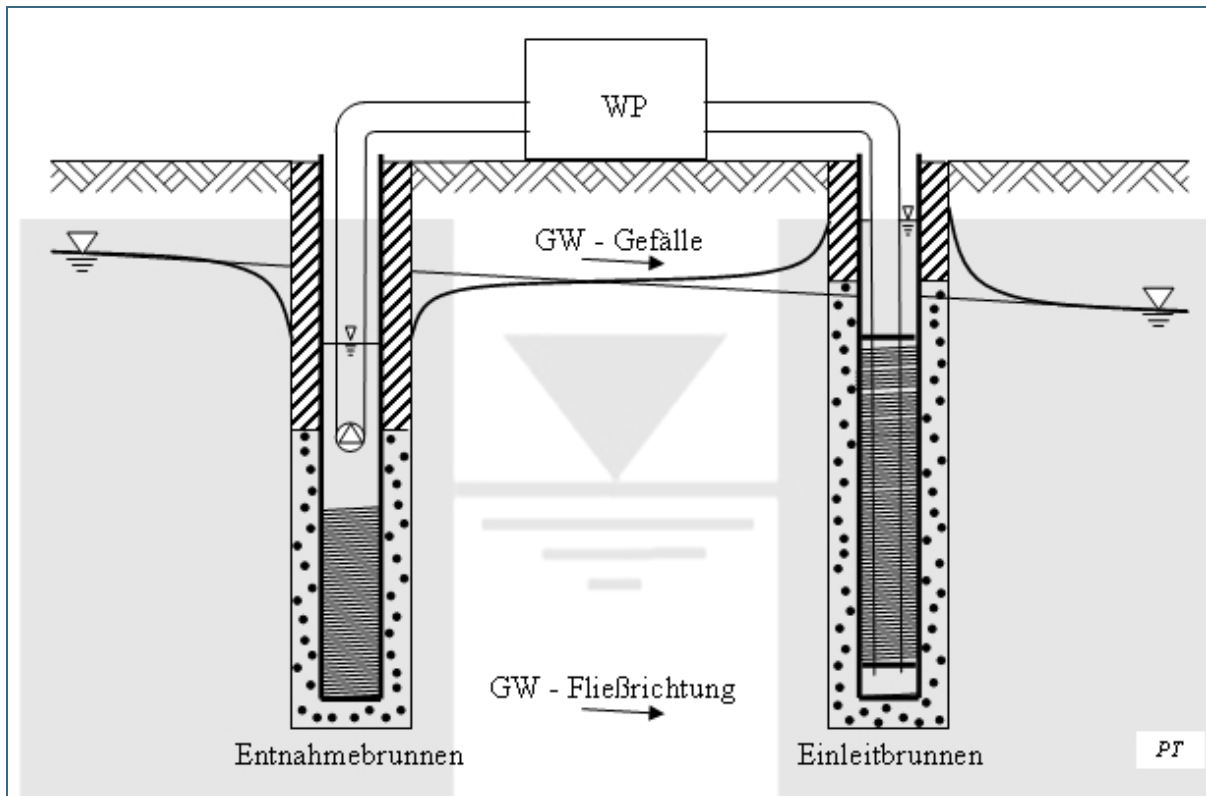


Abb. 3: Beispiel einer Wasser – Wasser Wärmepumpenanlage

4.1 Entnahmebrunnen

Beim Entnahmebrunnen beginnt die Filterstrecke aufgrund der Absenkung und Anordnung der Unterwasserpumpe wesentlich tiefer, als beim Einleitungsbrunnen. Jeder Brunnen weist im Betrieb einen mehr- oder weniger tief reichenden Absenktrichter auf (s. Abb. 3), der von der Entnahmemenge und der Durchlässigkeit des Wasserleiters abhängig ist.

Da mit einem Leistungsrückgang und damit verbunden mit einer größeren Absenkung zu rechnen ist, muss die U-Pumpe ausreichend tief unter dem Betriebswasserspiegel angeordnet werden, Faustregel: mindestens doppelte Absenktiefe. Wird ein durch einen Stauer abgesperrter gespannter GW-Leiter gefasst, beginnt die Filterstrecke ca. 1 m unterhalb des hangenden Stauers.

Die U-Pumpe sollte über der Filterstrecke angeordnet werden. Bei sehr ungünstigen geohydraulischen Verhältnissen (gering mächtiger GW-Leiter in geringer Tiefe) kann die U-Pumpe mit einem Saugmantel versehen auch in einem verlängerten Sumpfrohr angeordnet werden (s. 2). Evtl. kann die U-Pumpe auch in ein Blindrohr innerhalb der Filterstrecke platziert werden. Keinesfalls darf die U-Pumpe im Bereich der Filterstrecke angeordnet werden, da sie im Bereich des Einlaufseihers erhöhte Anströmgeschwindigkeiten erzeugt, was zu einer Feinstoff- oder gar Sandführung führen kann.

Zur Filterlänge kommen noch die Unterschüttung des Filters und die Überschüttung. Die Unterschüttung soll einen sicheren Einbau der Ausbaurohrung auf Tiefe gewährleisten. Gleichzeitig stellt die Unterschüttung sicher, dass der Ausbau „hängend“ eingebaut wird. Keinesfalls sollte er auf der Bohrlochsohle aufstehen.

Die Überschüttung der Filterstrecke mit Filtersand/-kies soll sicherstellen, dass die Filterstrecke auch bei Setzungen ausreichend überschüttet ist.

Ist die Anordnung und Tiefenlage des Filters geklärt, muss der Bohrdurchmesser festgelegt werden. Der Ringraum muss ein sicheres Einbringen aller Schüttgüter gewährleisten. Daher ist ein Ringraummaß von mind. 60mm, besser 80 mm erforderlich. Aus diesen Vorgaben ergeben sich die Bohrdurchmesser der Tabelle 2:

Tab. 2: Durchmesser gängiger Ausbaurohrungen und Wandstärken aus PVC

Durchmesser	Wandstärke	Gewicht je m	mind. Bohr-Ø
DN 100	5,0mm	2,5 kg	280 mm
DN 115	5.0mm	2,8 kg	300 mm
DN 125	6,5mm	4,0 kg	300 mm
DN 150	7,5mm	5,5 kg	325 mm

Die notwendige Filterkiesschüttung ergibt sich aus der Kornzusammensetzung des Grundwasserleiters. Sie sollte nach den Vorgaben DVGW-Arbeitsblattes W119 zur Ermittlung des Filterkieses ermittelt werden.

Dem Ausbau des Brunnens sollte die gleiche Aufmerksamkeit gelten, wie bei jedem langlebigen Wassergewinnungsbrunnen, schließlich soll er möglichst über Jahrzehnte eine weitgehend störungsfreie Förderung sicherstellen.

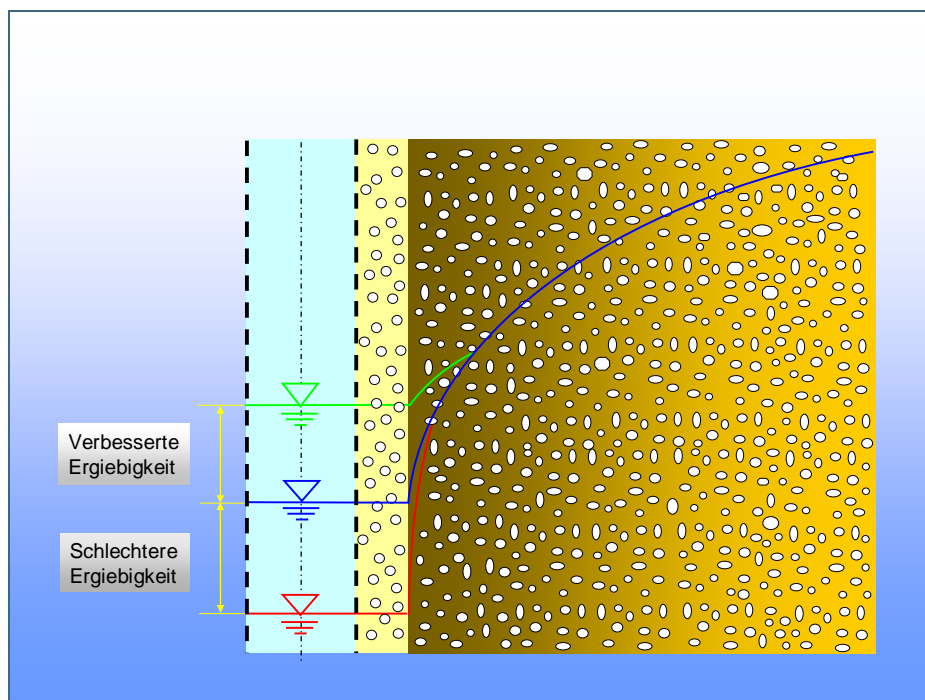


Abb. 4: Anströmung im Nahbereich des Brunnens

Ist der Filtersand/-kies möglichst optimal dem Grundwasserleiter angepasst, ist auch eine erfolgreiche Entsandung s. [2] des Brunnens möglich. So ist es möglich, die Ergiebigkeit des Brunnens zu verbessern (s. Abb. 4). Die Absenkung des Wasserspiegels ist geringer, als bei einem schlecht ausgebauten und entwickelten Brunnen, was auch die Lebensdauer stark beeinflusst. Es ist auch bei einem Wärmepumpenbrunnen keineswegs egal, bei welcher Absenkung die notwendige Wassermenge gefördert wird bzw. mit welchem Absenkkegel das Wasser versickert wird!

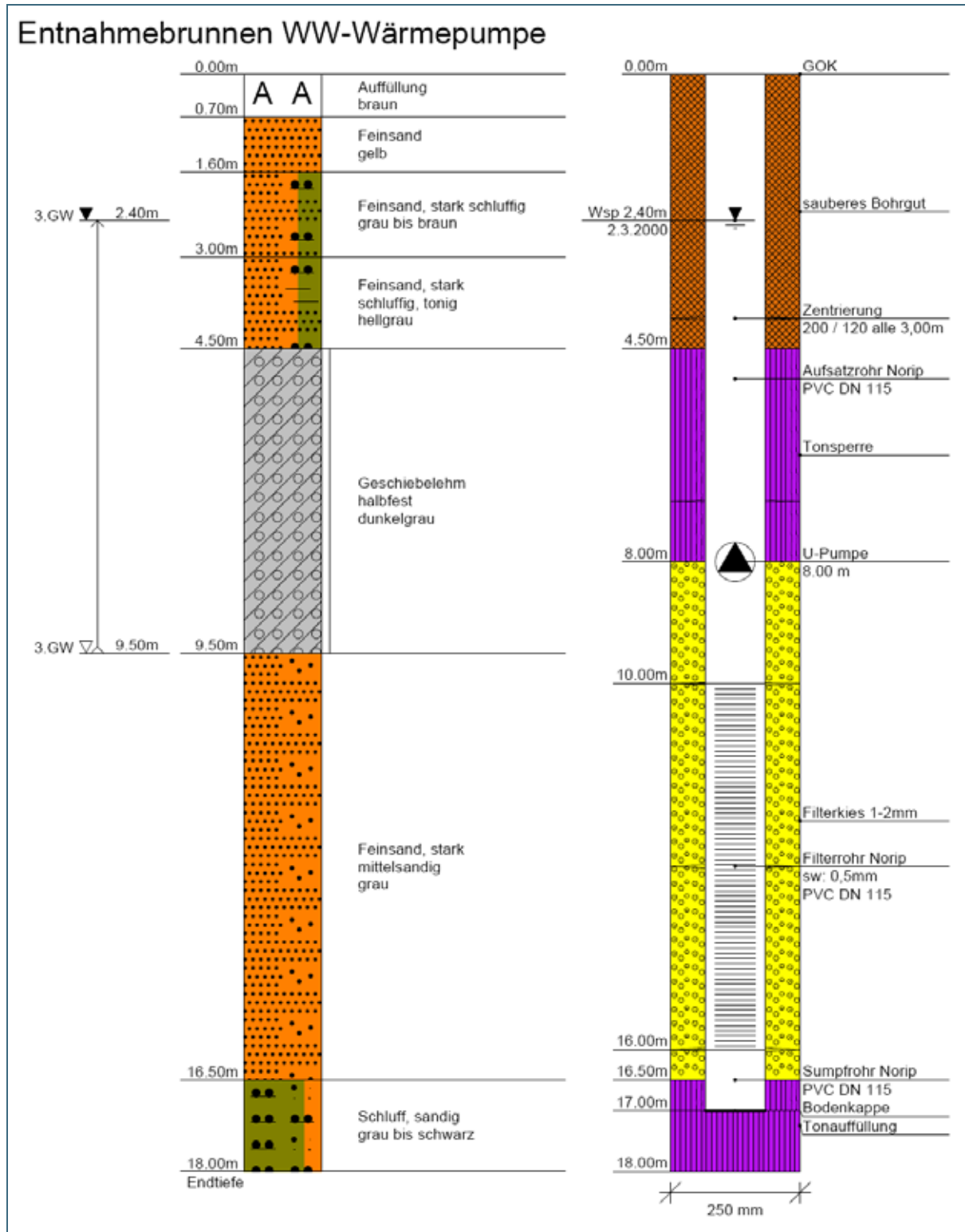


Abb. 5: Beispiel eines Entnahmebrunnens mit Bohrprofil

4.2 Schluckbrunnen

Die Dimensionierung (Tiefe, Durchmesser) des Einleitbrunnens wird in der Regel identisch mit der des Entnahmebrunnens sein. Die Anordnung der Filterstrecke unterliegt allerdings ganz anderen Kriterien.

Bei der Einleitung des Wassers entsteht ein Versickerungskegel, der je nach notwendigem Staudruck unterschiedlich ausfallen wird, wie ein umgekehrter Absenktrichter. Die Aufstauhöhe ist wie bei der Absenkung im Entnahmebrunnen von der eingeleiteten Wassermenge und der Durchlässigkeit des GW-Leiters abhängig (s. Abb. 3).

Probleme mit der Aufstauhöhe kann es bei sehr hoch liegenden Grundwasser-spiegeln geben, da hier schnell die Gefahr besteht, dass der Brunnen überläuft. Daher ist im Vorfeld immer zu prüfen, in welcher Tiefe der höchste zu erwartende Ruhewasserspiegel liegt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Brunnenkopf in der Regel schon ca. einen Meter unter GOK in einem Abschlusschacht liegen wird. Auf keinen Fall sollte bei der Planung ein Überdruck über einen dichten Brunnenkopf vorgesehen werden, um eine größere Aufstauhöhe zu erreichen. In der Regel kommt das Wasser unkontrollierbar außerhalb des Versickerungsbrunnens zutage, sofern die Tonsperre und der Brunnenkopf tatsächlich dicht sind!

Da der Grundwasserspiegel im Schluckbrunnen nicht abgesenkt wird, kann die Filterstrecke im Gegensatz zum Entnahmebrunnen schon kurz unter dem tiefsten zu erwartenden Ruhewasserspiegel beginnen. Daher ist eine längere Filterstrecke möglich, was hinsichtlich der Alterung des Brunnens auch wichtig ist.

Grundsätzlich sind wie bei jedem Bohrloch die durchteuften Wasser undurchlässigen Schichten wieder herzustellen. Für die meist nicht so tiefen Wärmepumpenbrunnen eignen sich insbesondere hoch quellfähige Tonformlinge, welche im Bereich der Sperrschichten in den Ringraum geschüttet werden. Zusätzlich sollte im oberen Bereich des Brunnens eine Tonabdichtung eingebracht werden, um das Eindringen von Oberflächenwasser über den Ringraum zu verhindern. Schließlich erhalten viele Wärmepumpenbrunnen kein größeres Abschlussbauwerk, welches den Ringraum überdeckt.

Schluckbrunnen altern erfahrungsgemäß schneller, als die Entnahmebrunnen. Das wird mit der Möglichkeit erklärt, dass das eingeleitete Wasser eher mit Luft in Kontakt kommen kann. Aus diesem Grund ist unter allen Umständen zu beachten, dass die Filterstrecken in jedem Betriebszustand der Brunnenanlagen im Grundwasser liegen.

Aus gleichem Grund muss auch die Rückflussleitung tief unterhalb des Ruhewasserspiegels in den Schluckbrunnen geführt werden (s. Abb. 3). Am besten endet die Rückflussleitung unterhalb der Filterstrecke in einem kurzen Sumpfrohr, so dass das Wasser gleichmäßig in die Filterstrecke strömen kann.

5 Brunnenabschluss

Eine WW-WP-Anlage soll wie jede andere Wärmepumpenanlage Jahrzehnte lang möglichst störungsfrei laufen. Anders als bei anderen Wärmequellen müssen die Brunnen aber gewartet und im Bedarfsfall auch regeneriert, im schlimmsten Fall saniert werden können.

Daher sollte auf eine gute Zugänglichkeit der Brunnenabschlussbauwerke geachtet werden. In der Regel werden die Aufsatzrohre in einer Brunnenstube aus Schachtringen enden, in die das Aufsatzrohr mittels handelsüblicher Brunnenköpfe weitgehend wasserdicht eingebunden wird.

Für eine gute Zugänglichkeit sollte nicht am Durchmesser der Schachtringe gespart werden! 1500 mm Durchmesser sind allemal besser, als nur 1000-er Schachtringe, schließlich sollen sie neben dem

Brunnenkopf und der Steige- bzw. Versickerungsleitung auch noch diverse Steuerungseinheiten aufnehmen.

Hier sind vor allem das Stromkabel der U-Pumpe, aber auch Signalkabel für den Entnahme- und Versickerungsbetrieb zu nennen. So muss sichergestellt sein, dass bei einer Zunahme der Absenkung im Entnahmehrunden die Anlage rechtzeitig auf Störung schaltet, bevor die U-Pumpe trocken laufen kann. Gleiches gilt für den Schluckbrunnen. Der Betreiber muss rechtzeitig gewarnt werden, wenn der Staudruck ansteigt, schließlich soll der Brunnen nicht überlaufen.

Schachtsohle und Anschlussleitungen müssen nicht tiefer als 1 m liegen, da sie im Winter in der Regel von ausreichend warmem Wasser durchströmt werden. Das erleichtert die Zugänglichkeit und spart Kosten. Allerdings sollte der Schachtdeckel ggf. isoliert werden.

6 Betrieb

Nach Abschluss der Arbeiten ist die Anlage einem Betriebstest zu unterziehen, welcher Aufschlüsse über das Betriebsverhalten, insbesondere hinsichtlich der Absenkung im Entnahmehrunden und der Stauhöhe im Schluckbrunnen gibt.

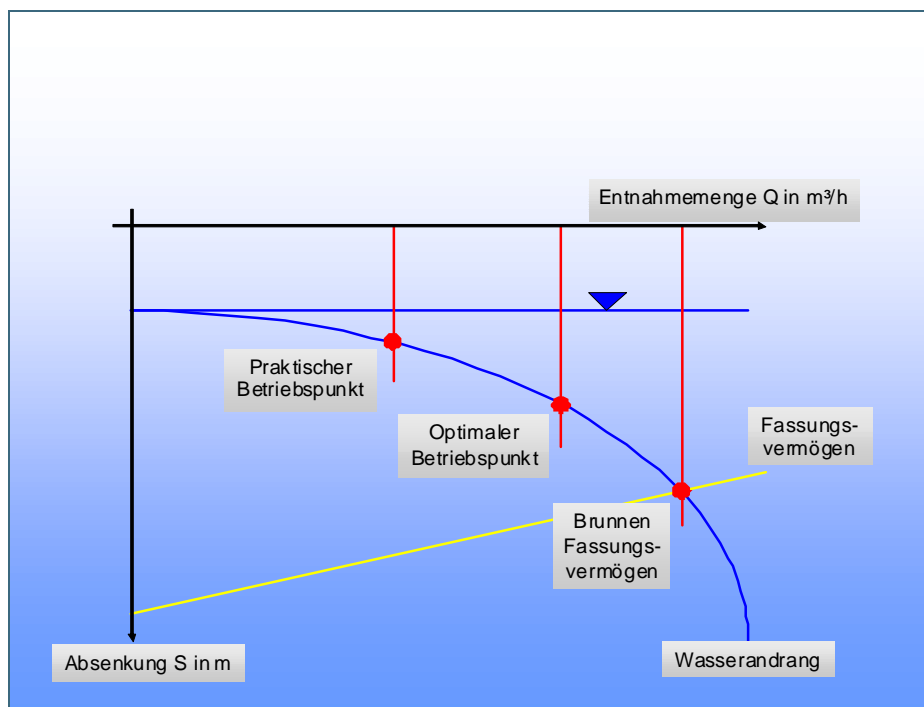


Abb. 6: Q-s-Linie eines Brunnens, dessen praktische Entnahmemenge weit unter der möglichen Entnahmemenge liegt

Die Brunnencharakteristik in Form einer Q-s-Linie (s. Abb. 6) erhält man über einen kurzen 3-Stufen-Pumpversuch siehe [2]. In Abbildung 6 liegt der praktische Betriebspunkt, also die für den Wärmepumpenbetrieb erforderliche Wassermenge, weit unter dem optimalen Betriebspunkt. Praktisch wäre sogar eine dreimal so große Entnahmemenge respektive Absenkung möglich, der Brunnen ist also 3-fach überdimensioniert. So sind ausreichend Reserven im Falle einer Brunnenalterung gegeben.

Da dieser Brunnen weit weniger stark beansprucht wird wie möglich, sind auch die Geschwindigkeiten des anströmenden Wassers viel geringer, so dass ein so groß dimensionierter Brunnen auch weniger stark zur Alterung neigt.

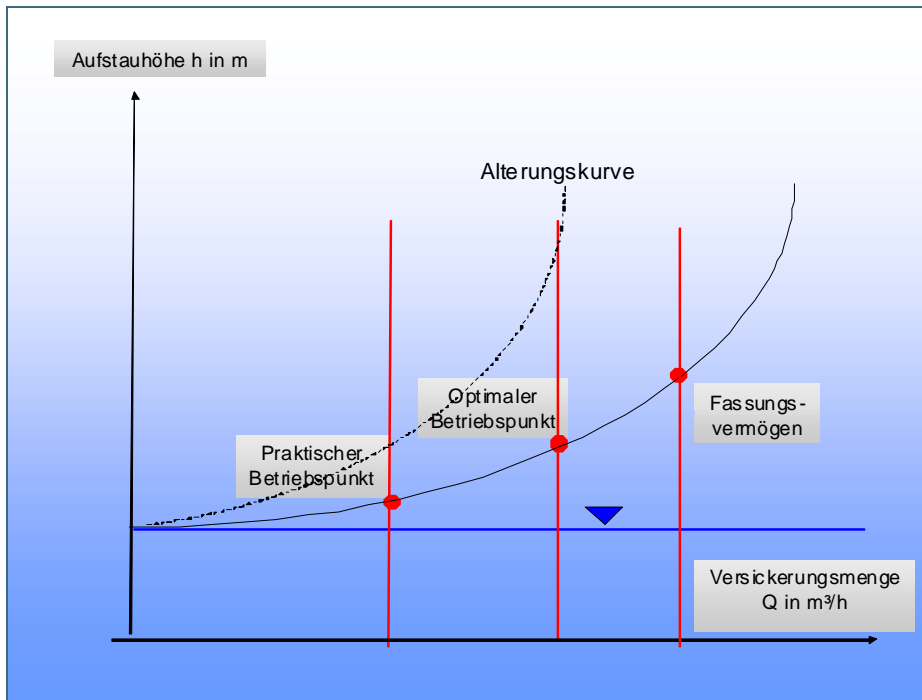


Abb. 7: Leistungskurve des Versickerungsbrunnens

Der Einleitbrunnen muss hinsichtlich der Aufnahmekapazität überprüft werden. Auch hier sollten ausreichende Reserven hinsichtlich der Stauhöhe zur Verfügung stehen.

Sind die Brunnen wie zuvor beschrieben ausreichend überdimensioniert, sollte eine Reserve bis zum dreifachen der gemessenen Staudruckhöhe vorhanden sein.

Die Temperaturdifferenz des reinfiltrierten Wassers sollte nicht mehr als $+6\text{K}$ betragen! Wird die Wärmequelle in kalten Winterperioden stark belastet, kann die Temperatur auch einmal tiefer gehen. Keinesfalls darf sie $+3^\circ\text{C}$ unterschreiten, um ein Einfrieren des Versickerungsbrunnens zu vermeiden. Bei knapp dimensionierten Brunnenanlagen ist die Anlage über einen Temperaturfühler zu sichern!

Vor Inbetriebnahme müssen die kompletten Zu- und Ablaufleitungen vom Entnahmebrunnen über den Wärmetauscher bis zu Versickerungsbrunnen einer Dichtigkeitsprüfung unterzogen werden! Sollte nämlich Luft in das System eindringen können, führt dies zu einer schnelleren Verockerung im Versickerungsbrunnen.

7 Dokumentation

Schon bei Antragstellung wird z. B. in Bayern eine Vielzahl von Planungsunterlagen angefordert. Die sorgfältige Bearbeitung stellt auch für den späteren Betreiber sicher, dass seine WW-WP-Anlage optimal ausgelegt, gebaut und betrieben werden kann.

Die Planungsunterlagen sollten bestehen aus:

- Kurzbeschreibung des Vorhabens und der Geologie
- Übersichtsplan 1:25.000 / 1:5.000 mit Kennzeichnung des Grundstücks
- Detailplan 1:1000 / 1:100 mit Förder- und Einleitbrunnen
- Schichtenverzeichnis sowie Bohrprofil
- Brunnenausbauplan von Förder- und Schluckbrunnen
- Ergebnisse der hydraulischen Tests (Pumpversuch und Einleitversuch)

- Ergebnisse der Grundwasseranalyse
- Schematische Darstellung der WW-WP-Anlage einschließlich der Mess- und Kontrolleinrichtungen
- Datenblatt der Förderpumpe/ Unterwassermotorpumpe

Grundsätzlich sollten WW-WP-Anlagen nur von Planungsbüros begleitet werden, die Erfahrung im Brunnenbau haben und sich mit der örtlichen Geologie auskennen. Leider sind diese nicht zertifiziert, so dass der Kunde wenig Auswahlmöglichkeiten hat.

Ganz anders ist es mit den ausführenden Bohrfirmen, die nach dem DVGW Merkblatt W120 zertifiziert sein müssen und zwar mindesten nach den Bohrgruppen B2 (Trockenbohren) bzw. B5 (Spülbohren) sowie A4 (Brunnenausbau bis DN 150). Keinesfalls reicht eine Zertifizierung nach W120 G, also für Erdwärmesonden!

In Bayern bedürfen WW-WP-Anlagen einer Bauabnahme gemäß Art. 69BayWG. Diese ist durch einen privaten Sachverständigen in der Wasserwirtschaft (PSW) durchzuführen. Sie stellt auch für den Betreiber sicher, dass er eine genehmigte und nach den Regeln der Technik gebaute Anlage erhält, die auch die notwendigen Betriebsanforderungen einhält.

Da die Anlage für einen Jahrzehnte langen Betrieb ausgelegt ist, müssen auch nach Jahren noch ausreichend aussagefähige Dokumente zur Verfügung stehen:

- Bohrprofil und Ausbauplan
- Einmessplan mit Lage der Anschlussleitungen
- Entsandungsprotokoll mit Angabe des Restsandgehaltes
- Pump- und Schluckversuch mit Q-s-Linie
- Datenblatt der eingebauten U-Pumpe

Der Ausbauplan muss Aussagen über alle wesentlichen Bauteile zulassen:

- Filtersand-/ -kieskörnung
- Lage und Schlitzweite des Filters
- Einbauort der U-Pumpe
- Länge der Rückflussleitung
- Anordnung der Ein- und Ausschaltetelektroden

Leider stehen vielfach wie auch bei anderen Brunnenbauwerken viele solcher Angaben später nicht zur Verfügung, so dass insbesondere bei späteren Regeneriermaßnahmen vielfach im Dunkeln getappt wird und eine planvolle Herangehensweise kaum möglich ist. Außerdem ist keine Aussage über den Erfolg der Regeneriermaßnahmen möglich, wenn nicht die Ausgangsdaten der Brunnen bekannt sind. Eine umfassende Dokumentation zahlt sich im späteren Brunnenbetrieb allemal aus!

Hilfreich für den Betreiber sowie nachfolgende Regenerierfirmen ist das Führen eines Betriebstagebuches, in dem regelmäßig die Fördermenge und die Absenkung bzw. Aufstauhöhe erfasst werden. So kann sich der Brunnenbauer ein Bild über die Veränderung der Betriebsparameter machen. Im Zusammenhang mit einem Betriebsstundenzähler und einem Wärmemengenmesser könnte sich auch der Betreiber ein Bild von der Wirtschaftlichkeit seiner Anlage machen!


Quellen

[1] BIESKE, E. „BOHRBRUNNEN“ 7. AUFLAGE

[2] THOLEN, M. „ARBEITSHILFEN FÜR DEN BRUNNENBAUER“ 2006

Erdwärmesonden: Handling von Rohrmaterial und Schweißungen auf der Baustelle

Hubert Graf, GF-Tec GmbH



Vortragsinhalt

- **Komponenten von Geothermieranlagen**
- **Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling**
 - Eigenschaften und Merkmale von HDPE
 - Kriterien zum Umgang mit dem Material HDPE
- **Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)**
 - Schweißverfahren
 - Elektroschweißung
 - Schweißfehler und deren Auswirkungen
- **Zusammenfassung / Fazit**

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Komponenten von Geothermieranlagen

Vertellertechnik:



Hier werden oft gute Sondenbohrungen bzw. Kollektorenfelder zu schlechten Anlagen, da die Gewerke nicht aufeinander abgestimmt sind.

Relevante Größen:

Material/Werkstoff, Sammlerrohrgrößen, Regulierungsarmaturen, Verbindungstechnik und Dichtheit (Verteiler, aber auch der Schachtkörper, um einen Austreten von Sole ins Erdreich sicher zu verhindern.

Vorrichtung zum Befüllen, Spülen und Entlüften



LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Komponenten von Geothermieranlagen

Verpressmaterialien:



Der Baustoff ist nur so gut, wie er aufbereitet und verarbeitet wird.

Relevante Größen:

Frost-Tauwechsel-Beständigkeit
Wärmeleitfähigkeit
Dichtheit und Anbindung an den Untergrund



GWE ThermoSeal®

Thermisch leitfähige Tonpellets mit Graphitzusatz für die Verfüllung von Erdwärmesondenbohrungen



LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Komponenten von Geothermieranlagen

Anbindeleitungen und Formteile :



Hier werden oft gute Sondenbohrungen bzw. Kollektorenfelder zu schlechten Anlagen, da die Gewerke nicht aufeinander abgestimmt sind.

Relevante Größen:
Material/Werkstoff
Rohrleitungsdimensionen
Verbindungstechnik und Dichtheit



LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Komponenten von Geothermieranlagen

Erdwärmesonden :



Eine Erdwärmesonde ist mehr als nur einfaches, schwarzes Rohr.

Relevante Größen:
„Fertigsonde“ mit SKZ Zertifikat (Fremdüberwachte Fertigung)
Wicklung der Sonde -> minimierter Drall -> einfacheres Einbringen
Sondenwerkstoff, Verpackung, Transport, Lagerung

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Komponenten von Geothermieranlagen

Die Qualität der Gesamtanlage wird durch das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten bestimmt.

- passt die Auslegung Wärmepumpe zu der Quelle (z.B. Sondenanlage) und umgekehrt.
- wie lange sind die Zuleitungen und sind sie in der richtigen Dimension ausgeführt
- wurde der Verpressbaustoff richtig aufgearbeitet und eingebracht
- ist die Sonde im Drall des Rohres reduziert -> leichteres einbringen
-> geringere Wahrscheinlichkeit der Rohrbeschädigung.
- ist die Verteileranlage richtig ausgelegt und installiert.
- ist die Anlage richtig gespült und befüllt.
- usw.

-> Hier werden die meisten Fehler gemacht und die Auswirkungen sind dann oft gewerksübergreifend.

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

Eigenschaften und Merkmale von HDPE

Entwicklung der Rohwerkstoffe

Quelle und Grafik: Lyonzellbasel

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg


Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling


Eigenschaften und Merkmale von HDPE

Grundlagen und Begriffe: Molekularer Aufbau




teilkristalline Molekülstruktur
(teilweise geordnete Struktur)

PE
Polyethylen



Vernetzte Molekülstruktur
(Bindung)

PE-X
Vernetztes Polyethylen



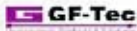
teilkristalline Molekülstruktur
(teilweise geordnete Struktur, kürzere Moleküle, Bildung kurzer Querketten)

PE-RC
Polyethylen

Quelle und Grafik: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

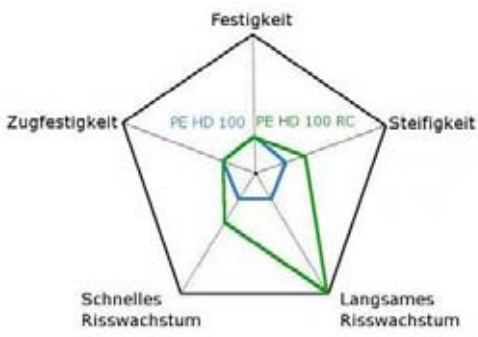


Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

Eigenschaften und Merkmale von HDPE

Verbesserte Eigenschaften von PE RC:


- Hohe Spannungsrisssbeständigkeit (-> PE RC)
- Erhöhte Punktlastbeständig (-> PE RC)
- Stumpf- und Muffenschweißung möglich
- Normativ und wissenschaftlich abgesicherte Lebensdauer von mehr als 100 Jahren
- Korrosions-, Ablagerungs- und Verkrustungsbeständig



Quelle und Grafik: WKT

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung




Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling


Eigenschaften und Merkmale von HDPE

Verbesserte Eigenschaften von PE RC:

RC-Qualitätssicherungs-Prüfungen (gemäß PAS1075- [Rohre aus Polyethylen für alternative Verlegetechniken]):

- Punktlastbeständigkeit (PLT): > 8760 Std
- Spannungsrisssbeständigkeit (FNCT): > 3300 Std.





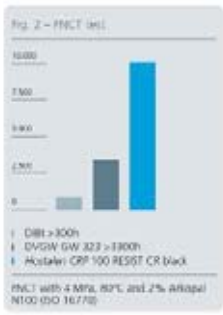


Fig. 2 – FNCT test

Legend: 1. DIBt > 300h, 2. DVGW GW 322 > 1300h, 3. Aktuelle CRP 100 RESIST CR Black

FNCT with 4 MPa, 80°C and 2% Anlagerung N100 (ISO 16778)

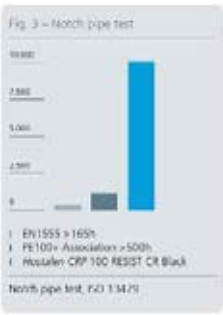



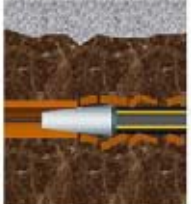
Fig. 3 – Notch pipe test

Legend: 1. EN1555 > 165h, 2. PE100+ Association > 500h, 3. Aktuelle CRP 100 RESIST CR Black

Notch pipe test, ISO 13479



Relining



Burstlining

Quelle und Grafik: hynzel/basel

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

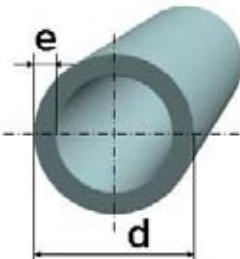
Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

Eigenschaften und Merkmale von HDPE

Grundlagen und Begriffe: SDR-Klassifizierung



d = Rohrdurchmesser
e = Wanddicke

Standard Dimension Ratio
Verhältnis von Rohrdurchmesser zu Wanddicke

SDR = d / e (Dimensionsloser Wert)

Beispiel: SDR von 110 mm / 10 mm = 11

Quelle und Grafik: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

Eigenschaften und Merkmale von HDPE

Grundlagen und Begriffe: SDR-Klassifizierung

Tabelle 12: Gasverteilung – SDR-Reihen – zul. Bauteilbetriebsdrücke

	PE 80	PE-Xa	PE 100
SDR 11	4 bar ¹⁾	8 bar	10 bar
SDR 17	1 bar ¹⁾	–	4 bar ¹⁾
SDR 17,6	1 bar ¹⁾	–	–

1) In DIN EN 12007-1 werden statt den hier angegebenen Druckstufen von 1 bar bzw. 4 bar Druckintervalle mit Obergrenzen bei 2 bar bzw. 5 bar genannt. Im DVGW-Arbeitsblatt G 472 sind entsprechend höhere Druckstufen bislang nicht berücksichtigt worden. Eine nachträgliche Druckerhöhung an bestehenden Netzen ist grundsätzlich nur nach eingehender Risikoabwägung durch den Netzverantwortlichen möglich.

Tabelle 13: Wasserverteilung – SDR-Reihen – zul. Bauteilbetriebsdrücke

	PE 80	PE-Xa	PE 100
SDR 7,4	20 bar	20 bar	–
SDR 11	12,5 bar	12,5 bar	16 bar
SDR 17	–	–	10 bar

Quelle : DVGW Information Nr. 17

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling Eigenschaften und Merkmale von HDPE

Grundlagen und Begriffe: Rohrkennzeichnung

Herstellerzeichen	xyz (Logo, Name etc.)		
DVGW-Prüfzeichen mit Registernummer und/oder GKR-Gütezeichen	z.B. DVGW		
Produktnorm	Gasrohre DIN EN 1555	Trinkwasserrohr DIN EN 12201	Erdwärme HR3.26
Medium	G	TW	EWS / Erdwärme...
Werkstoffbezeichnung	z.B. PE 100		
Durchmesser-Wanddicken-Verhältnis (SDR)	z.B. SDR 11		
Außendurchmesser x Wanddicke	z.B. 32 x 2,9		
Toleranz des Grenzmaßes	Grad B		
Herstelldatum	Tag / Monat / Jahr		
Maschinennummer	z.B. M 3 (interne Bezeichnung Hersteller)		

Quelle: Georg Fischer

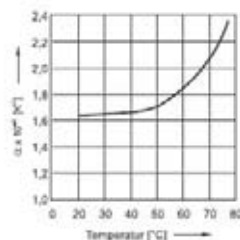
LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling Eigenschaften und Merkmale von HDPE

Wärmeausdehnung von HDPE

Material	Rohrlänge L [m]	Temperaturänderung ΔT [K]	linearer Längenausdehnungskoeffizient α [mm/m • 1/K]	Längenänderung ΔL [mm]
Stahl	10	10	0,012	1,2
PVC-II	10	10	0,08	8
PE 80/100	10	10	0,20	20



Grafik: FRANK GmbH

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Mindestbiegeradien bei HDPE - Rohren

Zulässiger Mindestbiegeradien von PE Rohren nach DIN 8074/8075 bei Rohrwand -
temperaturen von 20°C liegt bei Rohren der **SDR 11** Klasse bei **25 x d**.

Bei einer Rohrwandtemperatur von 0°C sind die Werte mit dem Faktor 2,5 zu
multiplizieren; bei Rohrwandtemperaturen zwischen 0 und 20 °C kann der jeweils zulässige
Biegeradius durch lineare Interpolation ermittelt werden.



Hier wurden Rohre D40 bei unter 0° C verbaut. -> Mindestbiegeradius $40 \text{ mm} \times 25 \times 2,5 = 1000 \text{ mm} \times 2,5 = 2,5 \text{ m}$

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Lagerung und Handling von HDPE - Rohren

Bei der Lagerung von Rohren und Formteilen sind die nachstehend angeführten Vorschriften
einzuhalten, um eine Qualitätsminderung zu vermeiden:

- Die Lagerfläche muss eben und frei von Unrat wie Steinen, Schrauben, Nägeln, etc. sein. Beim Transport ist unbedingt darauf zu achten, dass die Rohre unbeschädigt bleiben und keine Beschädigungen der Oberfläche (Kratzer, Riefen, ...) entstehen (z.B. durch Schleifen von Rohren).
- Schlag- und Biegebeanspruchungen insbesondere bei Temperaturen < 0°C sind zu vermeiden..
- Sämtliche Rohre sind so zu lagern und zu behandeln, dass sie innen nicht verunreinigt werden können. Mitgelieferte Verschlusskappen sind erst kurz vor dem Einbau zu entfernen.
- Die Rohre dürfen nicht mit Treibstoffen, Lösungsmitteln, Ölen, Fetten, Farben oder Wärmequellen in Berührung kommen.

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

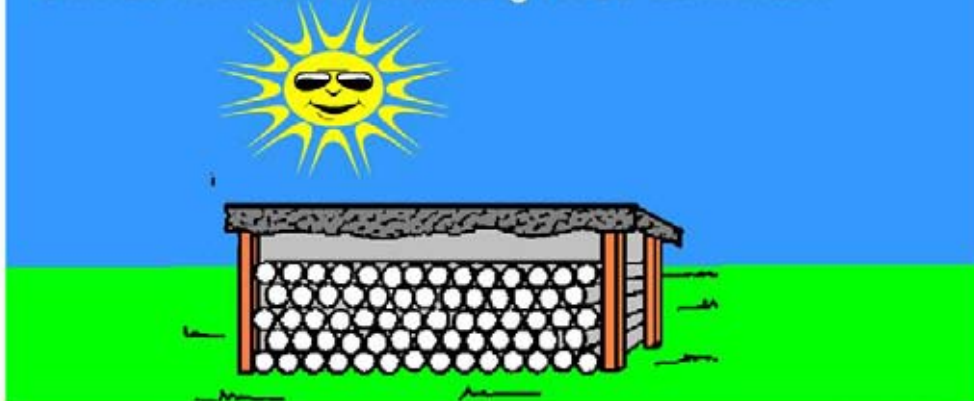
Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Lagerung von HDPE-Rohren

- PE 80 / PE 100: max. Lagerzeit 1 Jahr (DVGW G 472)
- Direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden



Quelle und Grafik: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Vortragsinhalt

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Grundlagen und Begriffe: Schweißverfahren

- **Muffenschweißung**
- **Stumpfschweißung**
- **Elektroschweißung**
- **IR - Schweißung (Infrarot-Schweißung)**
- **WNF - Schweißung (Wulst- und Nutfreie Schweißung)**

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Elektroschweißung: Funktionsprinzip

- Einem Elektroschweißfitting wird über ein Schweißgerät elektrische Energie zugeführt. Die Heizwendel setzt die elektrische Energie in Wärmeenergie um, wobei die benachbarten Oberflächen von Fitting und Rohr erwärmt und plastifiziert werden.
- der notwendige Schweißdruck wird durch die gezielte Anordnung der Kaltzonen im Fitting aufgebaut



Bildquelle: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Elektroschweißung: Funktionsprinzip

- Aufbau eines Elektroschweißfittings

Quelle und Grafik: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Elektroschweißung: Funktionsprinzip

Hauptparameter	Unterparameter
↓ Druck	Fittingtoleranz Rohrtoleranz Auslegung der Fitting-Schweißzone Schrumpfverhalten des Fittings
↓ Temperatur	Ausgangstemperatur Zugeführte Energie
↓ Zeit	Heizzeit Abkühlzeit
↓ <b style="background-color: green; color: white; padding: 5px;">Festigkeit der Verbindung	

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Elektroschweißung: Schweißvorgang

Schweißzeit

Während dieser Zeit muss der Schweißer den Schweißort beaufsichtigen !

Grafik: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg





Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Elektroschweißung: zuschneiden, säubern, schälen, reinigen

- Rohr entsprechend zuschneiden. Hierbei ist einen rechtwinkliger Schnitt zur Rohrachse gefordert. ⇒ Rohrabschneider verwenden 
- Rohr großflächig säubern 
- Rohr mit rotierendem Schälgerät schälen. 
- Mit Tangit KS-Reiniger gezieltes Reinigen der Schweißfläche 

Bilder: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Elektroschweißung: Schweißnahtvorbereitung

- Nach DVS 2207-1 wird für eine ordnungsgemäße Elektroschweißung gefordert:
 Die zu schweißenden Flächen von PE-Rohrenden sind während der Schweißung und während der Abkühlphase gegen Lageänderung zu sichern.



4-fache Fixierhilfe



2-fache Fixierhilfe



Integrierte Fixierhilfe

- **Schweißprozess starten** ⇒ **Schweißzeit abwarten** ⇒ **Abkühlzeit abwarten**
 ⇒ **Haltevorrichtung demontieren**

Bilder: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung


GF-Tec


Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Schweißfehler und deren Auswirkungen

- Baustelle - Schweißbereich
- Schutz des Schweißbereich vor Regen, Schnee oder Wind mittels Schweißschirm oder Zelt
- Gleiche Temperatur der Rohrleitungsteile (Rohr – Fitting)
- Temperaturen im Arbeitsumfeld >5°C bis 45°C
- PE-Reiniger darf nicht verlesen (Vorsicht bei Temperaturen <5°C)





Bilder: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

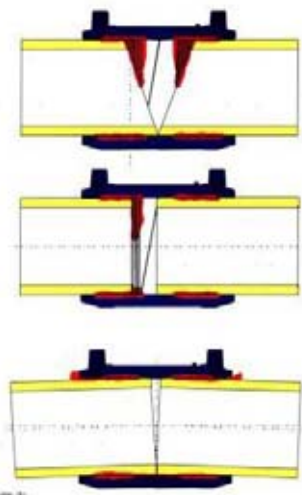
GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Schweißfehler und deren Auswirkungen

- Auswirkungen von Montagefehlern
 - **Schräges Ablängen**
 - **Zu geringe Einstecktiefe**
 - **Einbau unter Spannung**



Quelle und Grafik: Georg Fischer

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Schweißfehler und deren Auswirkungen

- **nicht entfernte Oxidschicht**



Bilder: SKZ Würzburg

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Schweißfehler und deren Auswirkungen

➤ Schräg eingesteckte Rohre



Bilder: SKZ Würzburg

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Schweißfehler und deren Auswirkungen

➤ Einstecktiefe



Bilder: SKZ Würzburg

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Schweißfehler und deren Auswirkungen

- **Schweißenergie**



Bild: SKZ Würzburg

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung



GF-Tec

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Kriterien zum Umgang mit dem Material PE

Schweißfehler und deren Auswirkungen

- **Schmutz und Fremdkörper**



Bilder: SKZ Würzburg

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Zusammenfassung / Fazit

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

- **Beim Umgang mit PE-Rohren immer darauf achten, dass das Rohr keine Kratzer oder Riefen bekommt !**
- **Einflüsse der Temperaturen und Sonneneinstrahlung auf das Rohr (Längenänderung, mechanische Eigenschaften) beachten !**
- **Rohr dürfen nicht mit Treibstoffen, Lösungsmitteln, Ölen, Fetten, Farben oder Wärmequellen in Berührung kommen !**
- **Mindestbiegeradien beachten !**

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Zusammenfassung / Fazit

Erdwärmesondenmaterialien und deren Handling

Was bedeutet dies im Hinblick auf Erdwärmesonden ?

- **Das Rohr sollte vor dem Einbau unbedingt optisch überprüft werden. (Kratzer, Riefen oder andere Schädigungen)**
- **Schützen Sie bei Lagerung, Transport und Einbau das Rohr vor äußeren Einflüssen**
- **So stellen Sie sicher, dass die Sonde und somit die zu erstellende Wärmequelle die Voraussetzung für eine lange Lebensdauer erfüllt.**

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg

Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Zusammenfassung / Fazit

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

- **Richtige Vorbereitung bzgl. der Schweißung !**
(Schweißplatzvorbereitung, Rohrablängung etc.)
- **Rohr säubern, Oxidschicht entfernen, Rohr reinigen !**
- **Rohr fixieren, schweißen**
(dabei unbedingt Schweißzeit und Abkühlzeit beachten) !
- **Beachten, dass die Arbeitsumfelds- und Materialtemperatur > 5°C und < 45° sind, gegebenenfalls muss im beheiztem Zelt geschweißt werden !**
- **Schweißstelle vor direkter Sonneneinstrahlung schützen.**
(Längenausdehnung und Plastifizierung des Rohres durch Wärme)
- **Schweißung nur durch entsprechend ausgebildetes Personal und entsprechend den Normvorgaben durchführen !**

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg
Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

GF-Tec

Zusammenfassung / Fazit

Schweißen von PE-Rohren (Erdwärmesonden)

Gütesiegel Erdwärmesondenbohrfirmen
-> Neuauflage DVGW 120 Teil 2:

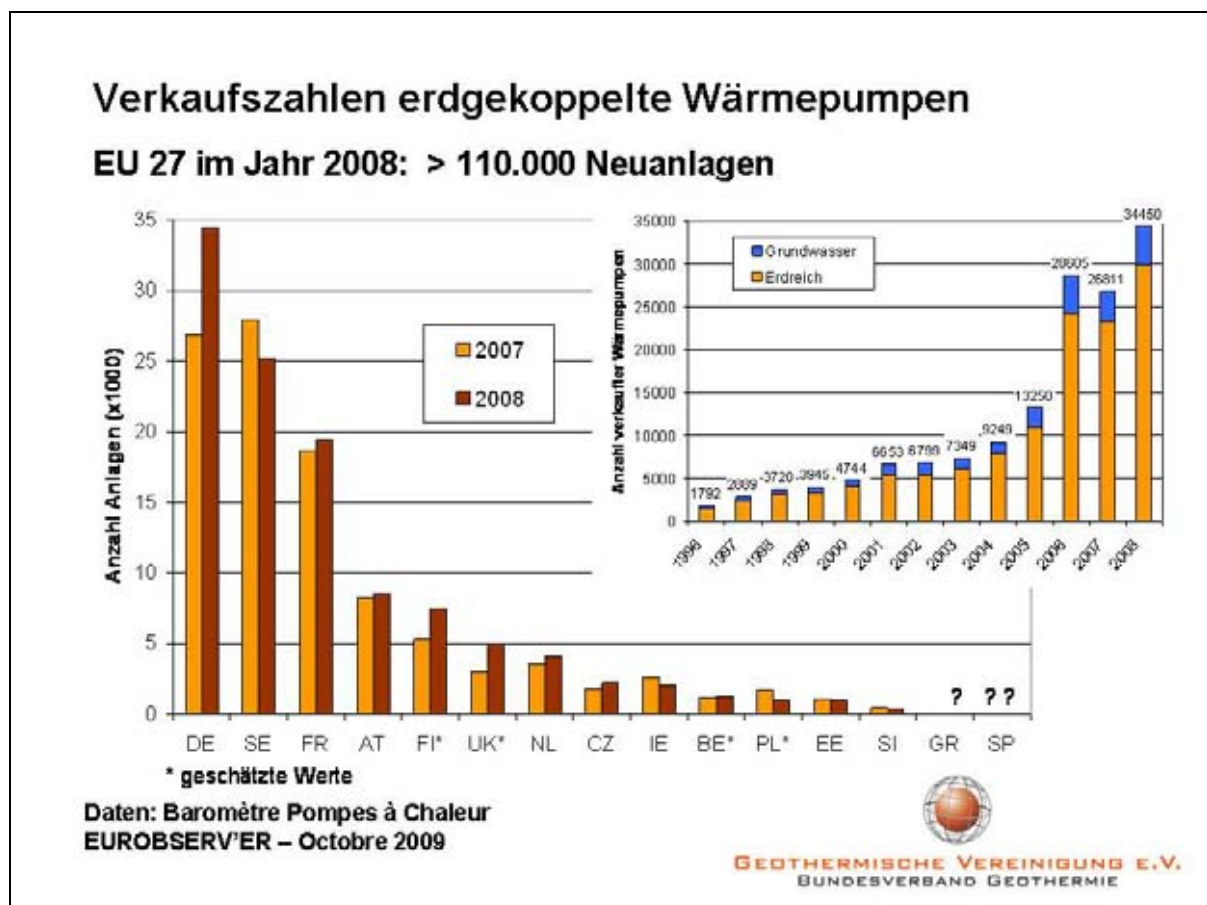
Ziele:

- fortlaufend aktualisierte und einheitliche Qualitätsstandards
- optimale Anpassung der Anlagen an die jeweiligen Standortbedingungen
- Anlagenerstellung und -betrieb im Einklang mit dem Umweltschutz
- langlebige Anlagen

LFU-Fachtagung: Oberflächennahe Geothermie - Umgang mit den wasserwirtschaftlichen Anforderungen in der Praxis, 01.12.09 Augsburg
Materialien von Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren: Handling und Qualitätssicherung

Erdwärmesonden – Planung und Bemessung

Dr. Burkhard Sanner, Geothermische Vereinigung e.V., Bundesverband Geothermie



Kriterien zu Planung und Bau von Erdwärmesonden

Die Planung muss zwei durchaus unterschiedliche Gebiete berücksichtigen:

- **Haustechnik, Wärmepumpentechnik**
 - **Vorgaben, welche Leistungen zu welcher Zeit aus dem Untergrund zu erbringen sind (Wärmeentzug und -eintrag)**
- **Geologische und hydrogeologische Untergrundbedingungen**
 - **Themischen Untergrundeigenschaften für die Berechnung der energetischen Leistungsfähigkeit der Erdwärmesonde**
 - **Feststellung, ob und ggf. unter welchen besonderen Bedingungen Erdwärmesonden installiert werden können**



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Kriterien zu Planung und Bau von Erdwärmesonden

Betrifft:	Kriterium:
Anlageneigner	Wirtschaftlichkeit (langlebig, kostengünstig, niedrige Betriebskosten)
	Investitionssicherheit (für die Heizleistung dauerhaft ausreichend ausgelegt)
Wasserbehörden	Grundwasserschutz während der Bohrarbeiten (z.B. zertifizierte Unternehmen)
	Schutz vor Leckagen (korrosions- und beschädigungsresistentes Material, verträgliches Wärmeträgermedium)
	Schutz von Grundwasserleitern (Abdichtung zur Oberfläche bzw. zwischen GW-Leitern)
	Begrenzter thermischer Einfluss (nicht zu kalt bzw. zu warm)
Gesellschaft allgemein	Klimaschutz, Einsparung fossiler Energiequellen (Geringer Verbrauch fossiler Energie)



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Kriterien zu Planung und Bau von Erdwärmesonden

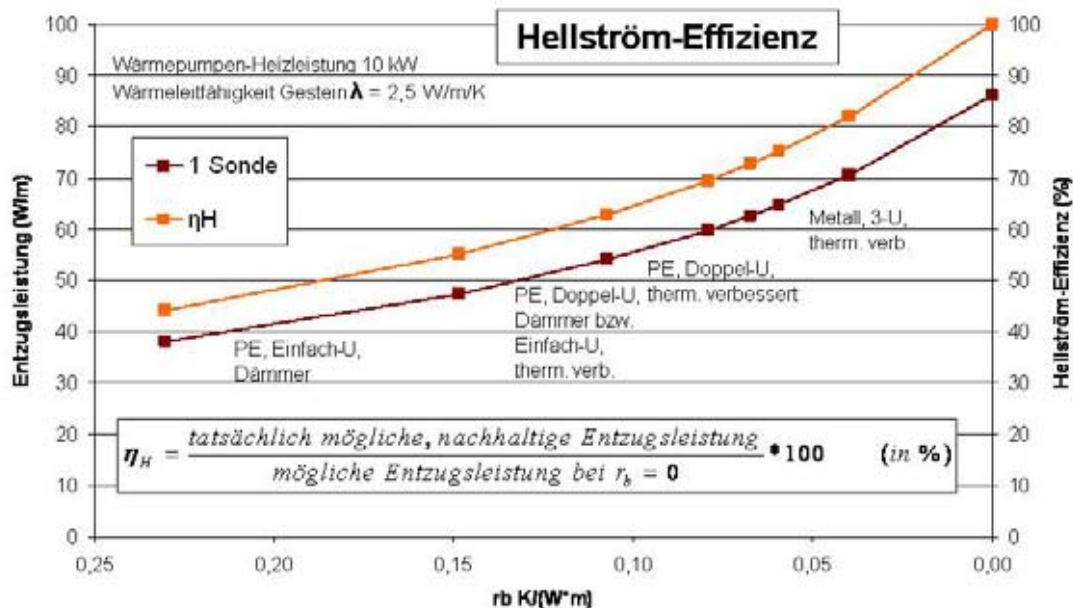
Ziele:

- einfach und kostengünstig
- sicher (Korrosionsresistenz, gute Verpressbarkeit)
- effizient (Hellström-Effizienz etwa 70 %)



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Kriterien zu Planung und Bau von Erdwärmesonden



Maximale nachhaltige Entzugsleistung von Erdwärmesonden in Abhängigkeit vom thermischen Bohrlochwiderstand



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Kriterien zu Planung und Bau von Erdwärmesonden

Ziele:

- einfach und kostengünstig
- sicher (Korrosionsresistenz, gute Verpressbarkeit)
- effizient (Hellström-Effizienz etwa 70 %)

Sondenbauarten:

- Doppel-U-Sonde, einfache Koaxialsonde

Wunschziele (seit >25 Jahren):

- Sondenmaterial Kunststoff mit λ ca. 4 W/m/K
- Wärmeträgermedium niedrige Viskosität, hohe spezifische Wärmekapazität, geringer Preis und keine WGK
- Verpressmaterial gut dichtend, Frost-Tau-Wechsel-beständig, und λ ca. 2-3 W/m/K
(hier wurde schon am meisten erreicht)



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Normen und Richtlinien

Land	Nummer	Titel	Jahr
AT	ÖWAV Regelblatt	Thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds, Heizen und Kühlen	in Vorber.
CH	AWP T1	Heizungsanlagen mit Wärmepumpen	2007
CH	SIA 384/6 (SN 565)	Erdwärmesonden zum Heizen und Kühlen	2009
DE	VDI 4640 Blatt 1-4	Thermische Nutzung des Untergrunds - Blatt 1-4	2000-2004 *
SE	Normbrunn-07	Bohrungen für Grundwasser und Energie	2008

* Blatt 1 neu 2009



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

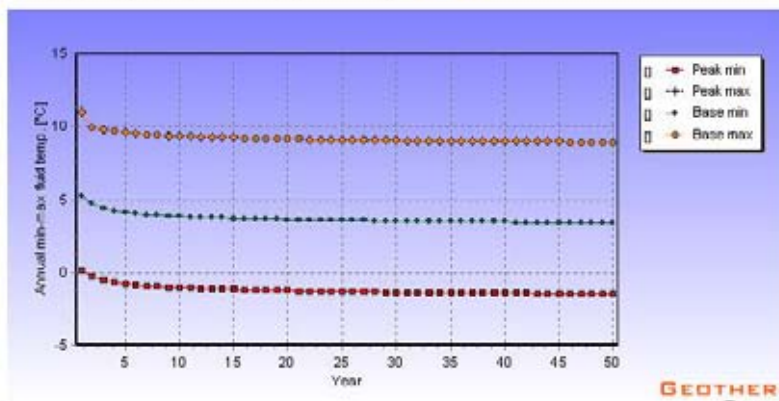
Minimaltemperaturen in Erdwärmesonden

VDI 4640, Bl. 2 (Stand 2001)

maximale Änderung gegenüber der natürlichen Untergrundtemperatur; in der Praxis Temperaturen von bis etwa -5 °C in den Erdwärmesonden bei Spitzenlast

SIA 384/6 (Vernehmlassungsfassung, 2008)

minimale Temperatur von der Wärmepumpe zur Erdwärmesonde (nach 50 Jahren!) -3 °C



EED-Berechnung
in Einklang mit
SIA 384/6



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Minimaltemperaturen in Erdwärmesonden

VDI 4640, Bl. 2 (Stand 2001)

maximale Änderung gegenüber der natürlichen Untergrundtemperatur; in der Praxis Temperaturen von bis etwa -5 °C in den Erdwärmesonden bei Spitzenlast

SIA 384/6 (Vernehmlassungsfassung, 2008)

minimale Temperatur von der Wärmepumpe zur Erdwärmesonde (nach 50 Jahren!) -3 °C

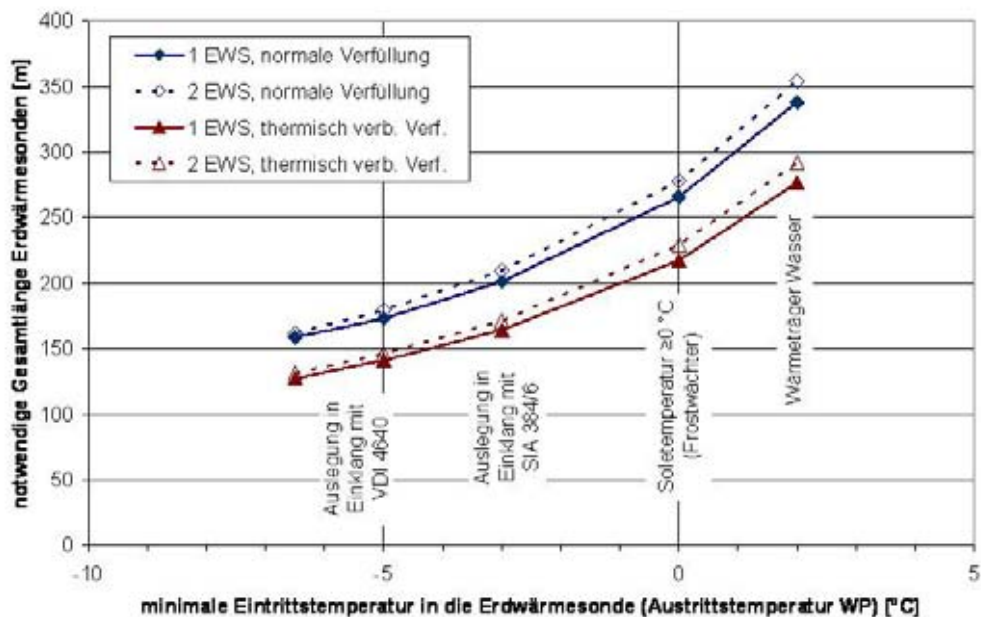
Eintrittstemperatur der Sole in die Erdwärmesonde $\geq 0\text{ °C}$;
keine Temperaturen unter dem Gefrierpunkt in der Sonde, an der Rohraußenwand noch rund 0,5 K höher

Für den Einsatz von reinem Wasser als Wärmeträger muss die minimale Eintrittstemperatur in die Sonden über $+2\text{ °C}$ liegen, um Gefrierprobleme im Wärmepumpen-Verdampfer zu vermeiden



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Minimaltemperaturen in Erdwärmesonden



Berechnet für EFH mit 10 kW Heizleistung
und WW, $\lambda = 2,5 \text{ W/m/K}$



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Mögliche Nebenbestimmungen in Bayern

Mit Beginn der Bohrarbeiten sind geophysikalische Untersuchungen durchzuführen, um die Dimensionierung der Erdwärmesondenanlage zu überprüfen. Insbesondere gilt dies für die angesetzten Wärmeentzugsleistungen am Standort und die Bedarfsdeckung.

Gemeint ist vor allem der sogenannte Thermal Response Test. Wirtschaftlich sinnvoll für Anlagen ab ca. 30 kW Heiz- oder Kühlleistung; für kleiner Anlagen ist es günstiger, die Wärmeleitfähigkeit konservativ zu schätzen. Hier sollten eher geeignete Geoinformationen (Karten, GIS) durch die zuständigen Behörden (Geologische Dienste) zur Verfügung gestellt werden



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Beispiele für Erkundungsmethodik - TRT

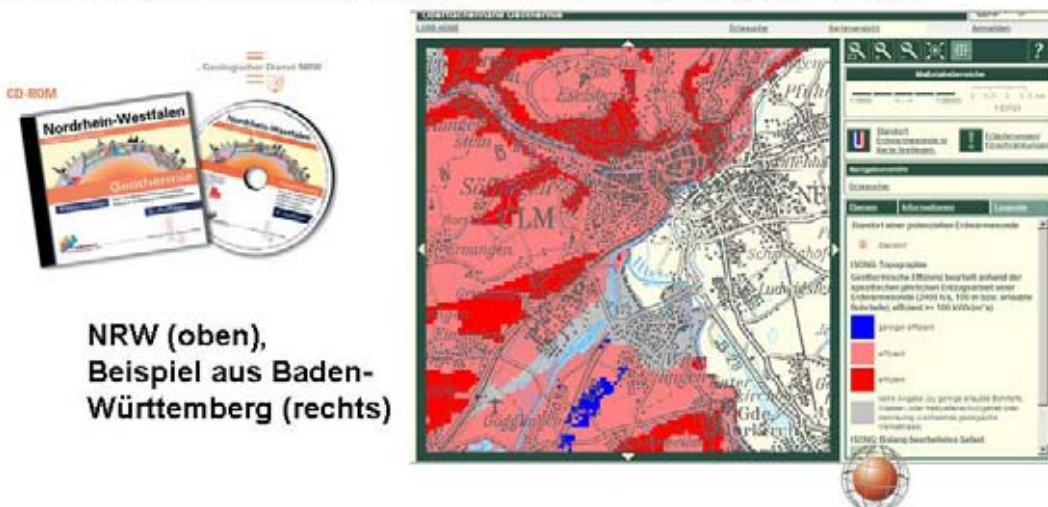
Geräte aus verschiedenen Ländern



Geoinformation für oberflächennahe Geothermie

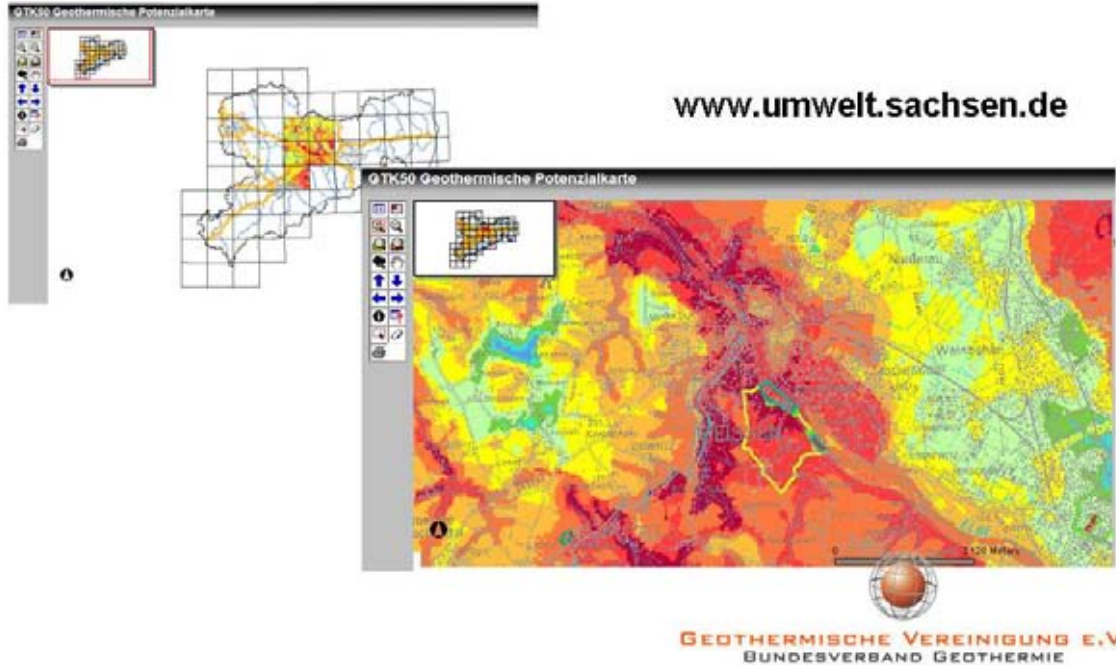
Erster Schritt war die CD-ROM Geothermie des GD NRW
Inzwischen in fast jedem Bundesland Informationen online verfügbar

Portal Geothermie: www.geo-brandenburg.de/geothermie/



Geoinformation für oberflächennahe Geothermie

In Sachsen für Teilgebiet Potential direkt online abrufbar



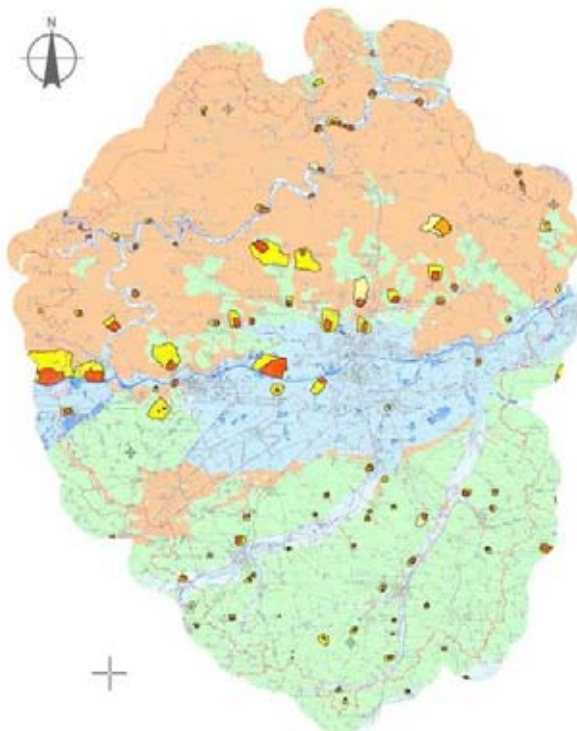
www.umwelt.sachsen.de

GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Geoinformation für oberflächennahe Geothermie

In Bayern Karten zur
Genehmigungsfähigkeit

http://geothermie.geologie.bayern.de/pdf/in_400.pdf



Mögliche Nebenbestimmungen in Bayern

Der Bohrlochenddurchmesser ist so zu wählen, dass um das Sondenbündel im gesamten Bohrloch ein Ringraum von mindestens 30 mm verbleibt (Bohrdurchmesser > Sondenbündeldurchmesser + 60 mm). Beim Durchmesser des Sondenbündels sind ggf. Zuschläge aufgrund des Sondenfußes und/oder verwendeter Innenabstandshalter (Abstandshalter der Sondenrohre und ggf. des Verpressrohres untereinander) zu berücksichtigen. Mindestens ist ein Bohrlochenddurchmesser von 150 mm zu gewährleisten.

Diese Vorgabe soll eine allseitige Umschließung mit dem Verpressmaterial gewährleisten. Notwendigkeit und Größenordnung sind bislang nicht wissenschaftlich begründet.

VDI 4640, SIA 384/6 und auch die Schweizer BAFU-Vollzugshilfe UV-0910-D „Wärmenutzung aus Boden und Untergrund“ geben keine Vorgaben für Bohrlochdurchmesser.



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Mögliche Nebenbestimmungen in Bayern

Die Verpressung der Sonden darf nur mit schadstofffreien, nicht wassergefährdenden Suspensionen erfolgen.

*Es darf nur Verpressmaterial verwendet werden, dass nachweislich Frost-Tau-Wechsel beständig ist. Der Nachweis ist auf der Baustelle vorzuhalten und auf Verlangen vorzuzeigen. Der Nachweis muss die **Beschreibung des Prüfverfahrens** für die Frost-Tau-Wechselbeständigkeit enthalten, sowie die einzuhaltende Dichte und den einzuhaltenden W/F –Wert der Suspension. Die für die Mischung verwendete Menge Wasser und Feststoff ist zu dokumentieren. Die Dichte der Suspension ist vor dem Einbringen in das Bohrloch zu prüfen und zu dokumentieren.*

Problem: Bislang gibt es keine allgemein anerkannten Prüfverfahren für das Verpressmaterial. Verfahren aus der Baustoffkunde sind nicht aussagekräftig; an geeigneten Verfahren wird aber gearbeitet.



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Mögliche Nebenbestimmungen in Bayern

Liegt der Nachweis der Forst-Tau-Wechselbeständigkeit nicht vor, ist Wasser in Trinkwasserqualität als Wärmeträgerflüssigkeit einzusetzen, oder es ist ein Frostwächter an der Wärmepumpe zu installieren, der gewährleistet, dass die Wärmepumpe automatisch abschaltet, sobald die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit beim Austritt aus der Wärmepumpe unter 0°C liegt.

**Problem: Die Vergrößerung der notwendigen Erdwärmesondenlänge um 50-100 % macht die meisten Anlagen wirtschaftlich unmöglich.
Die Erhöhung der Effizienz kann dies nur bei tiefen Bohrungen teilweise ausgleichen.**



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Mögliche Nebenbestimmungen in Bayern

...Folglich ist die max. Bohrtiefe so festzulegen, dass nach den vorliegenden Erkenntnissen mit der Bohrung keine Erschließung mehrerer Grundwasserstockwerke bzw. keine Durchörterung von grundwasserstockwerkstrennenden Schichten verbunden ist. Da keine flächendeckenden Erkenntnisse über die exakte Tiefe einzelner Grundwasserleiter vorliegen, kann es erforderlich sein, die max. Bohrtiefe in Absprache mit dem Wasserwirtschaftsamt neu festzulegen. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn während der Bohrung hydrogeologische Verhältnisse angetroffen werden, die von den im Genehmigungsverfahren beschriebenen Verhältnissen gravierend abweichen.

Wichtig: Ausreichend korrekte Definition von „Grundwasserstockwerk“

- Bei Wechsellagerungen muss nicht jede Tonlinse ein neues Grundwasserstockwerk begründen
- Oberflächennahes Hang- und Sickerwasser muss kein eigenes Grundwasserstockwerk sein

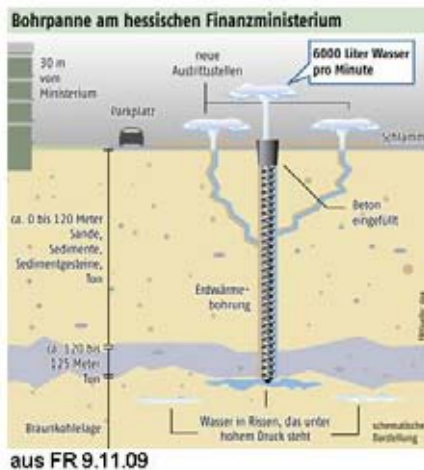


GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

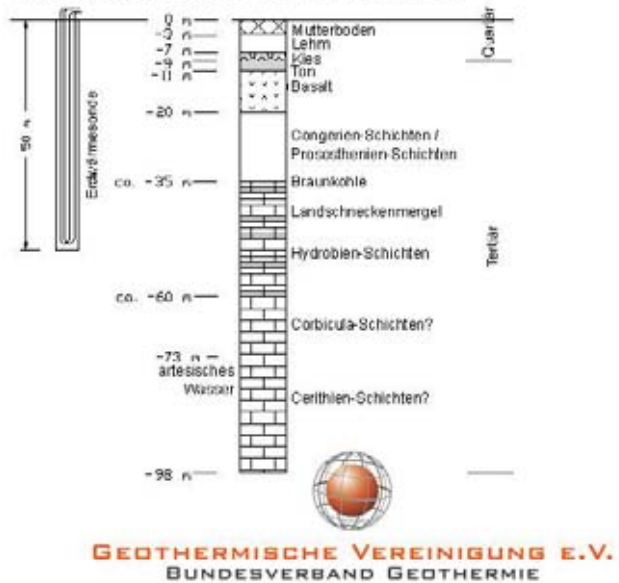
Gespannte und artesische Grundwasserleiter

Hier liegen die größten möglichen Probleme; vor allem auch bei gespannten Grundwasserleitern mit größerem Differenzdruck

Arteser Wiesbaden 2009



Arteser Frankfurt-Hoechst 1993



Gespannte und artesische Grundwasserleiter

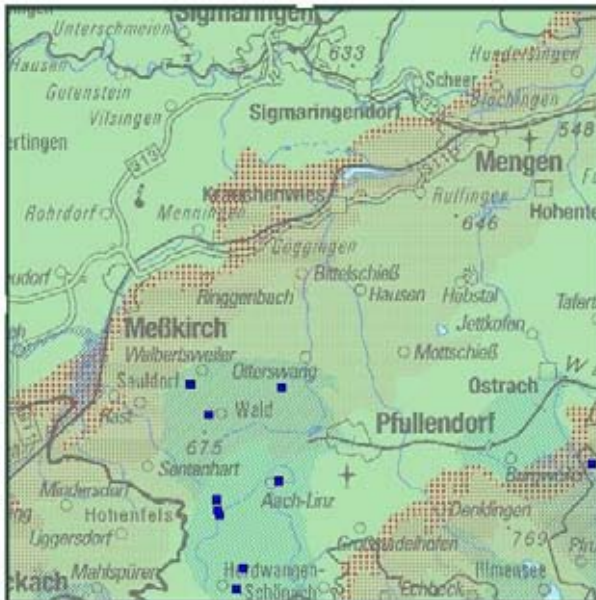
Hier liegen die größten möglichen Probleme; vor allem auch bei gespannten Grundwasserleitern mit größerem Differenzdruck

Arteser Frankfurt-Hoechst 1993 Bohrungen Frankfurt-Hoechst 2009



Geoinformation für oberflächennahe Geothermie

Angaben zu Bohrtiefenbeschränkungen und möglichen artesischen Grundwässern in Baden-Württemberg



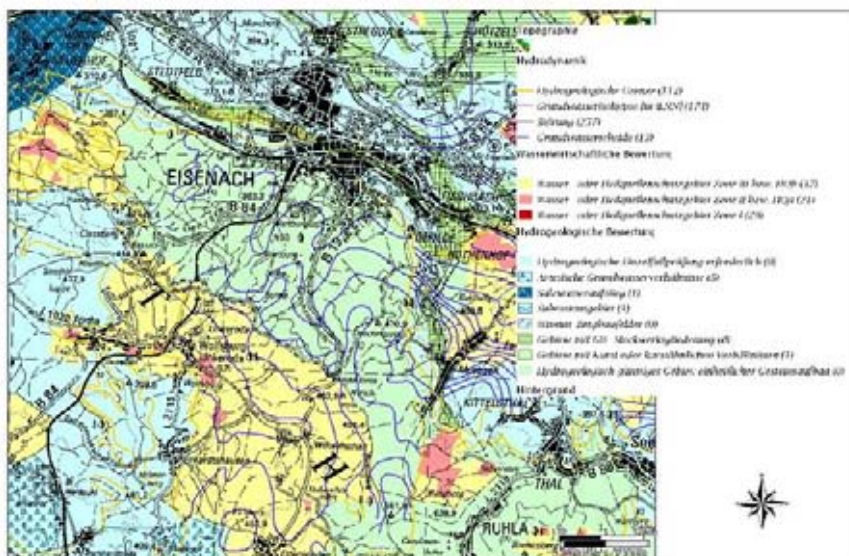
http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/Fachbereiche/geothermie/ls_geothermie



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Geoinformation für oberflächennahe Geothermie

Angaben zu Salzwasseraufstiegen und möglichen artesischen Grundwässern in Thüringen



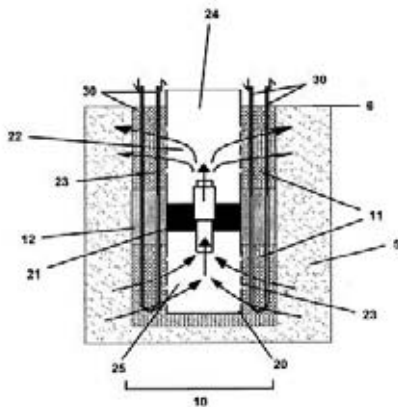
http://www.tlug-jena.de/geothermie/map_thuer.html



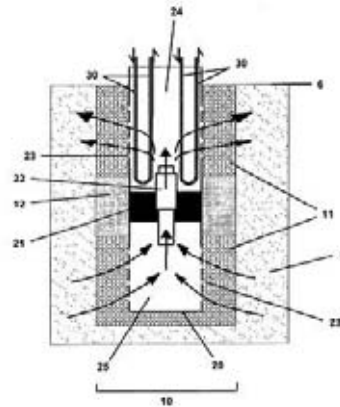
GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Exkurs: Gezielte Grundwasserbewegung

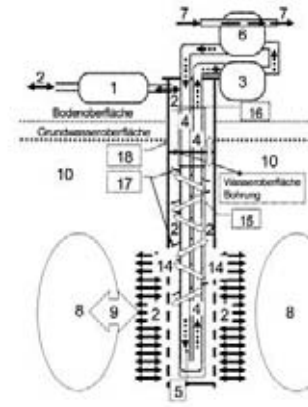
Künstliche Konvektion zur Ergänzung des konduktiven Wärmetransports



WO 2009/039840 A1
Anm.: 22.09.2008



WO 2009/043548 A1
Anm.: 22.09.2008



DE 10 2007 033436 A1
Anm.: 18.07.2007

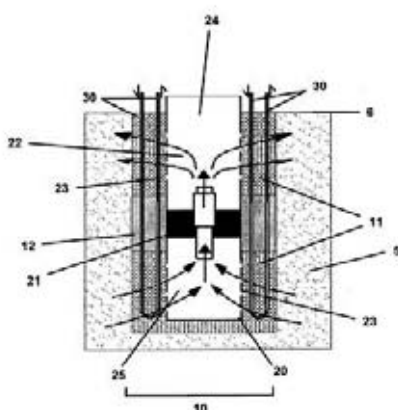
Abdichtung und Grundwasserschutz?



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

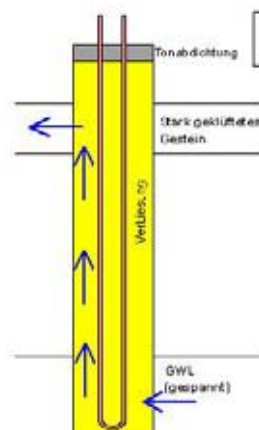
Exkurs: Gezielte Grundwasserbewegung

Künstliche Konvektion zur Ergänzung des konduktiven Wärmetransports

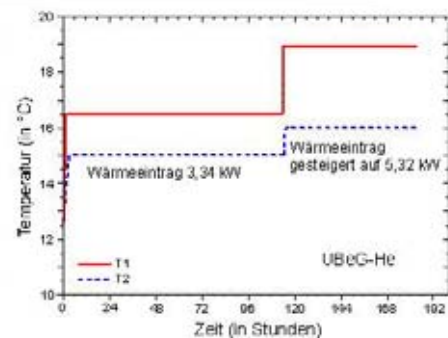


WO 2009/039840 A1
Anm.: 22.09.2008

Abdichtung und Grundwasserschutz?



nicht akzeptabel



Erfahrungen TRT an nicht verpressten EWS bei gespanntem Grundwasser



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Mögliche Nebenbestimmungen in Bayern

Als Wärmeträgerflüssigkeiten sind nicht wassergefährdende Stoffe, z. B. Wasser in Trinkwasserqualität, zugelassen.

Soweit wassergefährdende Stoffe eingesetzt werden sind für die Zusätze als Hauptbestandteile Ethylen- und Propylenglykol sowie Calciumchlorid zugelassen, die der Wassergefährdungsklasse 1 (WGK 1) zugeordnet sind (vgl. Nr. 1.2 Anhang 1 VAWS vom 18.01.2006). Die Einstufung der Wärmeträgerflüssigkeit nach VwVWS darf auch inkl. Zusatz von Korrosionsinhibitoren WGK 1 nicht überschreiten. Um zu gewährleisten, dass der Hauptbestandteil aus den oben genannten Stoffen besteht, muss darüber hinaus die Konzentration der weiteren Zusätze mit WGK 1 kleiner 5% bleiben.

Der Betrieb mit reinem Wasser erfordert sehr große Erdwärmesondenlängen, wie bereits diskutiert. Calciumchlorid (wie auch Kaliumcarbonat) bringt massive Korrosionsprobleme und bedingt entsprechende Inhibitoren. Frostschutzmittel auf Basis Monoethylenglykol existieren in geeigneter Form.



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Mögliche Nebenbestimmungen in Bayern

Schweizer BAFU-Vollzugshilfe UV-0910-D „Wärmenutzung aus Boden und Untergrund“, Anhang 6:

Als Wärmeträger geeignet sind Produkte, welche die folgenden Basisstoffe enthalten:

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| > Propylenglykol | > Kaliumchlorid |
| > Ethylenglykol | > Kaliumcarbonat |
| > Polyethylenglykol | > Kaliumacetat |
| > Ethylalkohol (Ethanol) | > Kaliumformiat |
| > Methylalkohol (Methanol) | > Natriumchlorid |
| > Calciumchlorid | > Natriumcarbonat |
| > Magnesiumchlorid | |

In Wärmeträgerflüssigkeiten dürfen als Zusatzstoffe (z. B. als Korrosionsinhibitor) keine biologisch schwer abbaubaren Stoffe, keine chlorierten Verbindungen und keine Schwermetallsalze verwendet werden.



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Als Zusammenfassung nochmals die Kriterien

Betrifft:	Kriterium:
Anlageneigner	Wirtschaftlichkeit (langlebig, kostengünstig, niedrige Betriebskosten)
	Investitionssicherheit (für die Heizleistung dauerhaft ausreichend ausgelegt)
Wasserbehörden	Grundwasserschutz während der Bohrarbeiten (z.B. zertifizierte Unternehmen)
	Schutz vor Leckagen (korrosions- und beschädigungsresistentes Material, verträgliches Wärmeträgermedium)
	Schutz von Grundwasserleitern (Abdichtung zur Oberfläche bzw. zwischen GW-Leitern)
	Begrenzter thermischer Einfluss (nicht zu kalt bzw. zu warm)
Gesellschaft allgemein	Klimaschutz, Einsparung fossiler Energiequellen (Geringer Verbrauch fossiler Energie)



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Für mehr
Information:
www.geothermie.de**



GEOTHERMISCHE VEREINIGUNG E.V.
BUNDESVERBAND GEOTHERMIE

Erdwärmesonden – Bohrarbeiten

Sven Tewes, NBB NORD Bohr und Brunnenbau GmbH

Die Wahl des Bohrunternehmens stellt für den Auftraggeber und die ihn begleitenden Ämter und Berater eine erhebliche Herausforderung dar. Die einzige Person, die Ihnen Informationen von der Bohrung geben kann ist der Bohrgeräteführer. Daher ist die Vertrauensstellung einer Bohrfirma und die des Geräteführers von entscheidender Bedeutung.

Firmen die sich der Prüfungsprozedur gem. dem DVGW Arbeitsblatt W 120 unterwerfen, zeigen hiermit die Einsicht an, die Mindeststandards für die Ausführung von Bohrarbeiten verstanden zu haben und in ihre tägliche Arbeit einzubinden.

Aus diesem Grunde möchte ich sie bei diesem Vortrag mit den Fragen und Anregungen vertraut machen, die erforderlich sind, um die richtigen Fragen zu stellen bzw. an der entscheidenden Stelle hinzusehen.

Folgende Hauptpunkte sollen hier beleuchtet werden:

1. **Bohrplatz**
2. **Bohrgerät und Bohrvorgang**
3. **Ausrüstungsgegenstände (Pumpen)**
4. **Material zum Ausbau der Bohrung (Sonden und Verpressmittel)**
5. **Dokumentation**

1 Bohrplatz

Bei den meisten Bohraufträgen wird sich der Bohrunternehmer, schon aus Gründen der schnellen Durchführung der Arbeiten, um genügend großen Arbeitsraum bemühen.

Auffällig ist jedoch, gerade bei Großbauvorhaben (große Projektsummen), dass dieses hier nicht mehr gelten soll. Es werden Bohrpunkte am grünen Tisch festgelegt – dicht an tiefen Baugrubenwänden parallel zum Aushub der Baugruben – und oder in Kombination mit den anderen Gewerken des Tiefbaus. Nicht nur die Fragen des Arbeitsschutzes sind hier untergeordnet, auch die sichere Beherrschung der Bohrung (Spülungskreislauf – Probennahme) sind in vielen Fällen nicht mehr möglich. Der Einbau der Sonden wird infolge des Platzmangels zum Glücksspiel – besonders wenn ein mehrmaliger Einbau der Sonde erforderlich wird, weil die erstellte Bohrung einen ungehinderten Einbau nicht zulässt.

Die Wahl des erforderlichen Bohrplatzes ist eine grundlegende Forderung – man kann Prozesse, Lieferungen und Techniken anpassen, ein Bohrplatz in passender Größe ist zwingend in Verbindung mit dem zum Einsatz kommenden Bohrgerät zu planen.

Erfahrene Bohrunternehmen werden hier mit Auslegungsbeispielen und vorgefertigten Skizzen das Mindestmass aufzeigen und den Bauherren darauf aufmerksam machen, dass bei Durchführung von mehreren Gewerken parallel, zum Beispiel in einer Baugrube, nach geltenden Sicherheitsbestimmungen ein SIGE Plan zu erstellen ist. Bei dieser Erstellung müssten die meisten Bauherren erkennen, dass die Durchführung von Bohrarbeiten in unmittelbarer Nähe zu andern Gewerken sehr schwer zu erreichen ist.

Bei Kontrollen von Bohrpunkten wird selbst dem Laien schnell auffallen, dass die Mitarbeiter nicht ohne weiteres schnell vom Bohrgerät im Gefahrenfall fliehen können.

Indikator für eine gute Baustelle ist die Ordnung auf derselben – sind die Materialien und Geräte so aufgestellt, dass sich noch genügend Platz für eine freie Bewegung befindet?

2 Bohrgeräte und Bohrvorgang

Bei der Auslieferung der Bohrgeräte an das Bohrunternehmen werden Dokumentationen überreicht, die den Einsatzumfang der Anlage aufzeigen.

Diese Dokumente sind so ausgelegt, dass die von Gesetzes wegen erforderlichen 20 % Sicherheit bedacht wurden.

Wenn die geplante Endteufe und das eingesetzte Bohrgestänge schon die Lastgrenzen ausnutzen, kann es in einem besonderen Fall dazu führen, dass die erforderlichen Kräfte bei einer Havarie (Festwerden des Bohrstranges) nicht mehr zur Verfügung stehen.

Weiteres Indiz für eine Überlast der Bohranlage ist, dass während des Bohrvorgangs die Motorleistung nicht ausreicht, die Hydraulik der Bohranlage mit Energie zu versorgen, so dass einige Komponenten (Pumpen, Kraftkopf, Hebeeinrichtung) nicht mehr parallel betrieben werden können.

Das führt dann zu schlechten Proben (fehlender Auftrieb), schlechter Bohrlochgeometrie (Kalibrungeauigkeit) und oder stockendem Bohrvorgang im Ganzen.

Die Bohranlagen sollten daher genügend Reserven aufweisen, alle notwendigen Arbeiten ausführen zu können, ohne dabei in den Bereich der Grenzlast zu fahren.

Die Bohrvorgänge, hier im Besonderen die Spül - und Hammerbohrungen, sind durch einen permanenten Austrag des Bohrgutes gekennzeichnet. Dem Baustellenbesucher sollte schnell deutlich werden, wie das Probenmaterial gewonnen wird – oder ob überhaupt Material aus der Bohrung gewonnen werden kann. Der Spülstrom (Spülflüssigkeit / Luft) muss permanent laufen.

Stellen Sie die Fragen nach der Größe der Pumpe oder des Kompressors (Fördermenge und Druck) – mit einfachen Mitteln lassen sich so schnell Eckdaten gewinnen, die eine Einschätzung der Lage ermöglicht. Als Faustformel gilt – die Auftriebsgeschwindigkeit bei flüssigen Medien sollte nie unter 50 cm/sec. betragen, bei Luft ca. 15 m/sec.

Die erbohrte Menge (Bohrgut) sollte mit der Teufenzunahme in Verbindung zu bringen sein. Ansonsten sind Ereignisse, wie in Kamen, großer gespülter Hohlraum unter der Bohranlage, die logische Folge.

Beim Einsatz von Spülungshilfsmitteln ist das Minimierungsgebot einzuhalten aber auch eine notwendige Menge passend zur Bohrlochgeometrie gegeben. Beim Ansetzen der Spülung sollten Hilfseinrichtungen wie Mischrichter und Reservebehälter vor Ort sein. Voraussetzung bei all dem ist jedoch, das Vorhandensein von Messgeräten zum Bestimmen der Spülungsparameter wie:

- Dichte
- Auslaufzeit
- pH-Wert
- Wasserabgabe (besser aber nicht immer zwingend)

Diese Messgeräte sollten von allen Mitarbeitern auf der Baustelle beherrscht werden, denn der Geräteführer hat in der Regel keine Zeit dieses während des Bohrvorganges selber zu prüfen.

Bei der Verwendung von Immlochhämmern sei darauf verwiesen, dass die Kompressoren ölfreie Luft abgeben – ansonsten sind erforderliche Hilfsmittel wie Ölabscheider zwischen zu schalten.

Der erforderliche Bohrlochdurchmesser ist in der Praxis umstritten – als ein Mindestmaß wird von vielen Firmen 150 mm angegeben. Wir halten dieses Maß für zu gering. Ausgehend auch vom Arbeitsblatt W 115 und W 121 des DVGW werden für den Ausbau von Grundwassermessstellen 180 mm Durchmesser für den Ausbau eines 75 mm PVC Stranges als Minimum angesehen. Zwar wurden hierbei die Vorgänge des Kiesschüttens mit berücksichtigt, aber bei Sondendurchmessern von ca. 100 mm sollte dies ebenfalls gelten.

Entscheidend für den Bohrlochdurchmesser wird immer auch die Geologie sein. So wird in einer Bohrung im Festgestein eher mit 150 mm auszukommen sein als in lockeren Formationen.

Die Wahl des Bohrstranges wird auch der notwendigen geologischen Formation folgen, bei Verwendung von Rollenmeißeln wird der Einsatz von Schwerstangen zwingend sein, in lockeren Formationen dann, wenn die Richtungsgenauigkeit mit herkömmlichen Mitteln nicht einzuhalten ist.

3 Ausrüstungsgegenstände

Für die erfolgreiche Niederbringung von Bohrungen ist neben einer guten Mannschaft und einem Bohrgerät eine Vielzahl von Hilfsgegenständen erforderlich.

Auf einen Punkt möchte ich hier besonders eingehen – die Pumpentechnik.

Bei dieser Pumpentechnik sehen wir des Öfteren Ausrüstungen auf den Baustellen, die ihrer Funktion in keiner Weise gerecht werden. Bei der Pumpentechnik für die Ausführung der Bohrung kann es noch strittig sein ob mit Kreisel oder Kolbenpumpe zu arbeiten ist – wobei die Probenqualität beim Einsatz von Kolbenpumpen nachgewiesener Massen besser ist.

Bei der nach dem Ausbau der Bohrung mit der HDPE Sonde erforderlichen Energie muss eine Kolbenpumpe oder Inline Pumpe vorhanden sein. Der Verpressvorgang der Abdichtungssuspension soll von unten nach oben erfolgen, das Verpressen muss ohne Unterbrechung erfolgen um die Mischzonen (zwischen Spülung und Suspension) auszuspülen.

Dieses erst stellt sicher, dass die im Bohrloch befindliche Spülung verdrängt wird, und eine hohlraumfreie Verfüllung ermöglicht.

Putzmeister Systeme können dies, wie auf dem Baumarkt nur im begrenzten Maße – hier ggf. für Bohrungen bis 20 oder 30 Meter Tiefe – erfüllen.

Spätestens beim Anmischen der Suspension zeigt sich, ob das Bohrunternehmen die Zusammenhänge der eingesetzten Stoffe verstanden hat. Die meisten auf dem Markt befindlichen Suspensionen benötigen einen hoch drehenden Mischer zum aktivieren der Tonteilchen. Diese wiederum sind überhaupt erst in der Lage eine Bohrlochabdichtung sicherzustellen.

Ein Mischsystem, wie von Laien auf privaten Baustellen, hilft hier überhaupt nicht. All die in Mietprogrammen von herkömmlichen Baustellen Lieferanten angebotenen Mischeinrichtungen erfüllen diesen Anspruch nicht, da die erforderlichen Drehzahlen nicht erreicht werden.

Mischtanks und Verpressleitungen in ausreichender Menge und Anzahl sollen sicherstellen, dass es zwischen dem Anmischen und dem Verpressen keinen zeitlichen Versatz gibt.

Unterbrechungen im Verpressvorgang erfordern beim immer wieder neuen Anfahren der Suspensionsäule eine erhebliche Pumpenleistung und führen in letzter Konsequenz zu Druckspitzen, die eine Beschädigung des HDPE Stranges (bei sehr großen Tiefen) nach sich ziehen können.

4 Material zum Ausbau der Bohrung

Die am meisten zum Einsatz kommende Lösung ist die 4-fach Sonde mit 32 mm Außendurchmesser und 2,9 mm Wandstärke.

Der Werkstoff HDPE, ob in einfacher Ausführung oder vernetzt (PEX), hat den Vorteil, dass die Sonden in vorgefertigter Weise auf die Baustellen kommen.

Leider hat dieses Material aber auch einen so genannten „Memory“ Effekt. Das bedeutet, dass die Materialien ggf. in die „Lage und Form“ zum Zeitpunkt der Herstellung zurück kehren.

Besonders problematisch wird dies, wenn es nach dem Einbau der Sonde in das Bohrloch erfolgt. Ein Kontakt der Sonden mit der Bohrlochwand ist möglich und somit ist eine voll umschließende Verpressung nicht gewährleistet.

Dem Einsatz von selbst auf der Baustelle oder in eigenen Werkstätten hergestellten Sonden sollte eindeutig widersprochen werden. Die von den Systemlieferanten ausgelieferten Sonden werden nicht nur maßgenau geliefert, sondern auch mit den notwendigen Zertifikaten versehen, dass die Sonden einen Drucktest bestanden haben.

Das Gleiche gilt unserer Meinung nach auch für die Verpresssuspensionen. Eigenmischungen sind nicht die erste Wahl und führen nachweislich zu Dichtedifferenzen und somit zu Undichtigkeit der Ringraumdichtung.

Bei der Anmischung der Suspensionen ist dringend der vom Hersteller angegebene Prozess einzuhalten. Es ist leider immer wieder zu sehen, dass infolge der schlechten oder schwachen Pumpenleistung auf der Baustelle die Suspension verdünnt oder mit dem falschen Wasserzusatz angemischt wird, um die Suspension pumpfähig zu halten. Rückstellproben aus dem laufenden Verpressvorgang sind zwingend geboten. Bei mehreren Chargen ist von jeder Anmischung eine Probe zu ziehen.

Ein Verpressprotokoll mit den Angaben über Soll- und Ist-Vergleich der eingesetzten Trockenmassen ist die Mindestanforderung für den Geräteführer. Die permanente Messung von Dichte und Verpressdruck zeigt allen Beteiligten, dass der Vorgang kontinuierlich erfolgte.

Bei der Absicherung der Sonden Rohre gibt es derzeit zwei Wege, um eine Beschädigung des HDPE Materials auszuschließen – der eine Weg ist Durchführung einer Druckprobe nach dem Einbau der Sonde und vor dem Verpressen - der zweite Weg ist das Druckprotokoll nach dem Verpressvorgang zum Zeitpunkt der verfestigten Abdichtmasse.

Um eine höhere Sicherheit zu erlangen, sind die Druckteste beide erforderlich. Bei dem ersten Drucktest kann sichergestellt werden, dass beim Einbau der Sonde das HDPE nicht beschädigt wurde – wenn doch, ist jetzt noch die Möglichkeit des Ausbaus gegeben. Bei dem zweiten Drucktest wird nachgewiesen, dass der Verpressvorgang nicht zum Kollabieren geführt hat – üblich ist hier, dass das gesamte System abgedrückt wird – bei evtl. Schäden ist die Fehlersuche problematisch – bei Schäden an der Sonde bleibt nur die Möglichkeit des Neubaus.

Die verschiedenen Protokolltypen einzelner Ämter zeigen klar diesen erkannten Schwachpunkt auf.


5 Dokumentation

Die aufgezeigten Felder während einer Bohrung sind durch entsprechende Protokolle und Skizzen zu belegen – für zwingend erforderlich halten wir:

- Skizze über die Baustelle mit der Lage der Bohrpunkte im Bezug auf feste Gebäudekanten
- Schichtenverzeichnis gem. DIN 4021/4022
- Spülungsprotokoll
- Verpressprotokoll
- Lieferscheine oder Zertifikate der Lieferanten für die Sonden und das Verpressmaterial
- optimal sind Fotodokumente für einen besseren Überblick

Anlagen – Protokolle, Skizzen und Bilder

Anlagen 1.

 BG BAU Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft	Absender: Firma: <u>NORD Bohr und Brunnenbau GmbH</u>																	
	Strasse: <u>Randersweide 1</u>																	
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft Prävention Tiefbau Landsberger Str. 309 80687 München	PLZ: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;">2</td><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px;">3</td><td style="width: 20px; height: 20px;">5</td></tr></table>	2	1	0	3	5	Ort: <u>Hamburg</u>											
	2	1	0	3	5													
	Tel.: <u>040/73595630</u>	Fax: <u>040/73595640</u>																
TAB <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>					Kreis <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>													
wird von BG BAU ausgefüllt																		
ANMELDUNG EINER BAUARBEIT																		
Angaben zur Firma	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">4</td><td style="width: 20px; height: 20px;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px;">1</td><td style="width: 20px; height: 20px;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px;">0</td><td style="width: 20px; height: 20px;">7</td></tr></table>		1	4	0	1	0	0	7									
1	4	0	1	0	0	7												
	BG BAU Aktenzeichen 7-stellig																	
Angaben zur Baustelle																		
Postleitzahl:	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>																	
Ort / Gemeinde:	<hr/>																	
	Ort, in dem die Baumaßnahme durchgeführt wird																	
Strasse / sonstige Angaben zum Auffinden der Baustelle:	<hr/> <hr/>																	
Eigene durchzuführende Bauarbeiten: z.B. Erdarbeiten, Kanalbau, Sprengen, Rohrleitungsbau, Straßenbau, Arbeiten in kontaminierten Bereichen, Hochbau, Brückenbau, Bohrarbeiten, ...	<hr/> <hr/>																	
Beginn der Bauarbeiten:	Ende der Bauarbeiten:																	
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> . <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> . <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>									<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> . <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table> . <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"><tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="width: 20px; height: 20px;"></td></tr></table>									
T T M M J J J J	T T M M J J J J																	
Datum: _____	Ansprechpartner: _____																	
<u>Baustellenmeldung</u>																		

Anzeige Bauarbeiten bei der Berufsgenossenschaft

Anzeige eines Bohrvorhabens nach §§ 50, 127 Bundesberggesetz, § 4 Lagerstättengesetz, § 138 Niedersächsisches Wassergesetz



Es besteht die gesetzliche Verpflichtung, Bohrvorhaben und Erdaufschlüsse rechtzeitig den zuständigen Behörden anzuzeigen! Diese Anzeige ersetzt jedoch nicht die nach anderen Vorschriften des Berggesetzes, des Lagerstättengesetzes oder des Nieders. Wassergesetzes einzuholenden Genehmigungen und Erlaubnisse.

Anzuzeigen sind

- alle mit mechanischer Kraft angetriebenen Bohrungen spätestens 2 Wochen vor Beginn der Bohrarbeiten dem **Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung** (§ 4 Lagerstättengesetz);

zusätzlich:

- Bohrungen, die dem Aufsuchen oder Gewinnen von Bodenschätzen dienen, dem zuständigen **Bergamt** spätestens zwei Wochen vor Beginn der Bohrarbeiten (§ 50 Bundesberggesetz);
- Bohrungen, die nicht dem Aufsuchen oder Gewinnen von Bodenschätzen dienen und die tiefer als 100 Meter in den Boden eindringen, dem zuständigen **Bergamt** mindestens zwei Wochen vor Beginn der Bohrarbeiten (§ 127 Bundesberggesetz);
- Bohrungen, die nicht tiefer als 100 Meter in den Boden eindringen, sich aber unmittelbar oder mittelbar auf die Bewegung oder Beschaffenheit des Grundwassers auswirken können, der zuständigen **Unteren Wasserbehörde** (Landkreis/kreisfreie Stadt/große selbständige Stadt) und dem zuständigen Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (NLWK) mindestens eine Woche vor Beginn der Bohrarbeiten (§ 138 Nieders. Wassergesetz).

Die Pflicht zur zusätzlichen Anzeige nach Bundesberggesetz und Nieders. Wassergesetz entfällt, wenn ein Betriebsplan nach § 52 Bundesberggesetz eingereicht wird (§ 50 Abs. 1 Satz 3 Bundesberggesetz und § 138 Abs. 1 Nieders. Wassergesetz).

- Prüfen Sie bitte anhand der o.g. Hinweise, welche Behörden zu unterrichten sind. Jede zu unterrichtende Behörde erhält eine Durchschrift. Die Anschriften der Behörden sind am unteren Ende dieses Hinweisblattes aufgeführt.
- Die letzte Ausfertigung des Vordrucks und das Adressenverzeichnis nehmen Sie bitte zu Ihren Unterlagen. Bohrdaten (d.h. Schichtenverzeichnisse der erbohrten Gesteine und zugehörige Messergebnisse) sollen dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB) zugeleitet werden!

Bitte helfen auch Sie mit, diese Bohrdaten zu sichern!

Mit dem vom NLfB zur Verfügung gestellten Schichten-Erfassungs-Programm GeODin-Shuttle können Sie Bohrdaten zu Ihrer eigenen weiteren Auswertung und zur dauerhaften Archivierung durch das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung rationell auf Ihrem Personal-Computer erfassen. Das Programm steht kostenlos zum Download bereit unter http://www.nlfb.de/geologie/downloads/software_download1.htm

Bohrdaten helfen Wirtschaft und Umwelt!

Kenntnis über den geologischen Untergrund gewinnen wir vor allem aus Bohrungen. Zur Erweiterung des geowissenschaftlichen Kenntnisstandes sowie zum Nutzen von Wirtschaft und Umwelt gilt es, aus Bohrungen erlangtes Wissen über den geologischen Untergrund für die Zukunft zu bewahren. Das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) archiviert deshalb seit Jahrzehnten die Schichtenverzeichnisse aller in Niedersachsen durchgeführten maschinellen Bohrungen - sofern sie ihm bekannt werden - und wertet sie für künftige Nutzung aus.

Sie erhalten weitere Vordrucke bei:

Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
Stilleweg 2
30655 Hannover

Tel: (0511) 643-0
Fax: (0511)643-2304

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft
und Küstenschutz
- Direktion -
Am Sportplatz 23
26506 Norden
Tel: 04931/ 947-0;
Fax:04931/ 947-222;
e-mail: poststelle@nlwk-nor.niedersachsen.de

Verweilfähigkeit, Nachahmung, Veröffentlichung und elektronische Speicherung nur mit Genehmigung!

Form-Solutions E-Mail: info@form-solutions.de www.form-solutions.de
Artikel Nr. N020712 Telefon 07082/9464-0 - Telefax 07082/9464-17



Seite 1 von 2

Formular speichern

Anzeige Bohrarbeiten über 100 Meter Bergamt

Absender/in
 NBB NORD Bohr und Brunnenbau GmbH,
 Randersweide 1, 21035 Hamburg

Ansprechpartner/in
 Herr Pfeiffer
 Telefon (Durchwahl) 040/ 735 956 36
 E-Mail info@nord-bb.de

Landkreis Lüneburg
 Untere Wasserbehörde
 Auf dem Michaeliskloster 4
 21335 Lüneburg

**Anzeige eines Bohrvorhabens
 nach §§ 50, 127 Bundesberggesetz,
 § 4 Lagerstättengesetz, § 138
 Niedersächsisches Wassergesetz**

Lage der Bohrung/en

(Hinweis: bitte die genaue Lage der geplanten Bohrung/en unbedingt in einer beizufügenden Karte (Maßstab 1:25000 oder 1:5000) eingetragen.)

Stadt/Landkreis Stadt Lüneburg	Gemeinde/Ortsteil Lüneburg	
Gemarkung (soweit bekannt) Goseburg	Flur (soweit bekannt)	Flurstück/e (soweit bekannt)

Auftraggeber/in

Name der juristischen Person KG Nord Zentra GmbH	Name Auftraggeber/in-Ansprechpartner/in (bei jur. Personen) Reckermann		Vorname Dieter
Straße Goseburger Str.	Hausnummer 25-39	PLZ 21339	Ort Lüneburg
Telefon (Angabe freiwillig)	Fax (Angabe freiwillig)	E-Mail (Angabe freiwillig)	

Beratende Firma - z.B. Ingenieurbüro

Name der juristischen Person Hydrogeologie GbR	Name Ingenieur/in-Ansprechpartner/in (bei jur. Personen) Bärle		Vorname Frank
Straße Westkampstr.	Hausnummer 11	PLZ 26121	Ort Oldenburg
Telefon (Angabe freiwillig)	Fax (Angabe freiwillig)	E-Mail (Angabe freiwillig)	

Zweck der Bohrung/en

- Lagerstättenerkundung/-erschließung Grundwassererkundung/-erschließung Baugrunderkundung

sonstiges
 Berechnung Absenkrichter des Betriebsbrunnens

Zahl der Bohrung/en 2	geplante Bohrtiefen 200 m	Durchmesser 180 mm	Beginn der Bohrarbeiten 06.07.2000	Bohrverfahren Rotary
--------------------------	------------------------------	-----------------------	---------------------------------------	-------------------------

Bemerkungen

- Ich/Wir gestatte/n die Weitergabe der Bohrergebnisse an Dritte
 Ich/Wir verlange/n die vertrauliche Behandlung der Bohrergebnisse

Mit freundlichen Grüßen

Datum (TT.MM.JJJJ) 14.02.2007	Unterschrift	Anlagen - 1Lageplan
----------------------------------	--------------	------------------------



	Ort / Datum
<p>Antragsteller</p> <p>Kreis Rendsburg-Eckernförde Fachbereich Planen, Bauen und Umwelt Untere Wasserbehörde Kaiserstraße 8</p> <p>24768 Rendsburg</p>	
<p>Bohranzeige zur Errichtung und Nutzung einer Erdwärmesondenanlage nach § 7 des Landeswassergesetzes für Schleswig-Holstein</p>	
1. Antragsteller	
Name, Vorname _____	
Straße _____	Plz., Ort _____
Telefon/Fax _____	E-mail _____
2. Bohr- und Brunnenbaufirma	
Firmenname _____	
Straße _____	Plz., Ort _____
Telefon/Fax _____	E-mail _____
Brunnenbauermeister/in Brunnenbauer/in _____	
Verantwortlicher Bauleiter _____	Telefon _____
<p>Die ausführende Firma ist im Besitz der DVGW-Bescheinigung W 120 oder einer entsprechenden Qualifikation</p> <p><input type="checkbox"/> Ja (die Anzeige kann ohne Gutachter erfolgen) <input type="checkbox"/> Nein (die Anzeige erfolgt mit beliegendem Gutachten)</p>	
3. Anschrift der Baustelle	
Straße _____	Plz., Ort _____
Gemarkung _____	Flur _____ Flurstück _____
4. Angaben zur Bohrung und Wärmepumpenanlage	
4.1 Angaben zu Erdaufschlüssen / Bohrungen	
<p>Die Bohr- bzw. Ausbautiefe der Erdwärmesonde/n wird so gewählt, dass nur ein Grundwasser-Stockwerk mit freiem Grundwasserspiegel erschlossen wird. Wird wider Erwarten das zweite Grundwasser-Stockwerk angebohrt, ist die Untere Wasserbehörde unverzüglich zu informieren und die weitere Verfahrensweise mit der Behörde abzustimmen.</p>	

Beispiel für die Anzeige zum Bau einer Erdwärmeanlage in Schleswig Holstein

Lage der Bohrungen:

Bohrung	Gemeinde	Gemarkung	Flur	Flurstück	Rechtswert	Hochwert

Bohrverfahren _____

Spülmittelzusätze (bei Spülbohrverfahren) _____

Bohranlage (Hersteller, Typ) _____

Geplante Bohrtiefe (m) _____ Geplanter Bohrdurchmesser (mm) _____

Bei Bohrtiefen über 100m Tiefe ist zusätzlich das Bergamt des Landes Schleswig-Holstein (Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie – Schwerpunkt geologischer Dienst –, Stilleweg 2 in 30655 Hannover) zu informieren.

Bohrbeginn / geplantes Bohrende _____

Untergrund: Ruhewasserspiegel bekannt _____ m unter Gelände
 Quelle: _____
(z.B. geolog. Karte Nr., eig. Bohrprofile, WWA- bzw. GLA-Angaben)
 unbekannt

Umliegende Grundwassernutzungen und Wasserschutzgebiete keine Vorhanden

4.2 Angaben zu Sondenauslegung, -ausbau und -betrieb

Wärmeentzugsleistung in Watt pro Meter Sondenlänge (W/m) _____

Sondenart (U-Sonde, Doppel-U-sonde etc.) _____

Rohrmaterial _____ Rohrdurchmesser (mm) _____

Durchmesser des Sondenbündels (mm) _____

Wärmeträgerflüssigkeit/Produktbezeichnung _____

Als Kälte- bzw. Frostschutzmittel ist ein nicht wassergefährdender Stoff oder ein Stoff der WGK 1, zu verwenden.

Konzentration der Wärmeträgerflüssigkeit _____

Gesamtfüllmenge im Sondenkreislauf _____

Vorgesehene Abdichtung Verpressen mit Zement-Bentonit-Sand-Gemisch
 Verfüllen der Bohrung mit Sand oder Feinkies
 Fertigmischung (Produktname) _____
 Besondere Abdichtungsmaßnahmen (z. B. Sperrrohr) _____

von _____ m bis _____ m unter GOK

Beispiel für die Anzeige zum Bau einer Erdwärmeanlage in Schleswig Holstein

4.3 Angaben zur Wärmepumpenanlage

Standort der Wärmepumpe außerhalb des Gebäudes innerhalb des Gebäudes

Fabrikat und Typ _____

Heizleistung in kW _____

Drucküberwachung im Solekreislauf? ja nein

Kältemittel in der Wärmepumpe _____

Anlagen

<input type="checkbox"/>	Übersichtslageplan M 1 : 25.000 oder 1 : 5.000 mit Kennzeichnung des Standortes
<input type="checkbox"/>	Flurkarte M 1 : 500 bzw. 1 : 1.000 mit Flur- und Flurstücksnummern, Gemarkung und Lage der Bohrpunkte, dem skizzierten Rohrleitungsverlauf der Haupt- und Sammelleitungen auf dem Grundstück sowie dem Standort der Wärmepumpenanlage
<input type="checkbox"/>	Zeichnerische Darstellung des zu erwartenden Schichtenprofils mit Angaben über die zu erwartenden Grundwasserverhältnisse (einschließlich Datenquelle)
<input type="checkbox"/>	Zeichnerischer Ausbauvorschlag der Erdwärmesonden mit Maß- und Materialangaben
<input type="checkbox"/>	Bescheinigung nach DVGW W120 oder entsprechende Qualifikation oder Gutachten eines geologischen Fachbüros über die wasserwirtschaftliche Unbedenklichkeit der geplanten Erdwärmesondenanlage
<input type="checkbox"/>	Nachweis über die Unbedenklichkeit der Wärmeträgerflüssigkeit (max. WGK 1)
<input type="checkbox"/>	Bei Verpressen der Sonden mittels Fertigmischungen: Unbedenklichkeitserklärung des Produkts
<input type="checkbox"/>	Beschreibung zu Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen der Gesamtanlage

Die Anzeige ist vollständig mit den oben genannten Unterlagen in **2-facher Ausfertigung** einzureichen.

Die Fertigstellung der Erdwärmesondenanlage ist der Unteren Wasserbehörde unter Angabe der folgenden Informationen und Daten vor Inbetriebnahme mitzuteilen:

- Bestätigung der planmäßigen Ausführung (z.B. Anzahl und Tiefe der Bohrungen, Lage der Bohrpunkte, Wärmeträgerflüssigkeit), etwaige Abweichungen vom Plan sind darzustellen
- Nachweis der Dichtheit der Sonde durch Vorlage der Protokolle der vor und nach Sondereinbau durchgeführten Druckprüfungen
- Ergebnisse der Bohrung:
 - ⇒ Lageplan, Gauß-Krüger-Koordinaten und Höhe des Bohransatzpunktes in m NN mit einer Mindestgenauigkeit von 1m
 - ⇒ Protokoll des Bohrmeisters
 - ⇒ Wasserstandsmessungen
 - ⇒ Spülungsverluste
 - ⇒ Schichtenverzeichnis und geologische Gliederung
 - ⇒ Ausbauplan
 - ⇒ und sonstige Untersuchungsergebnisse
 - ⇒ einschließlich schriftlicher und zeichnerischer Auswertung durch Darstellung nach DIN 4022 und DIN 4023

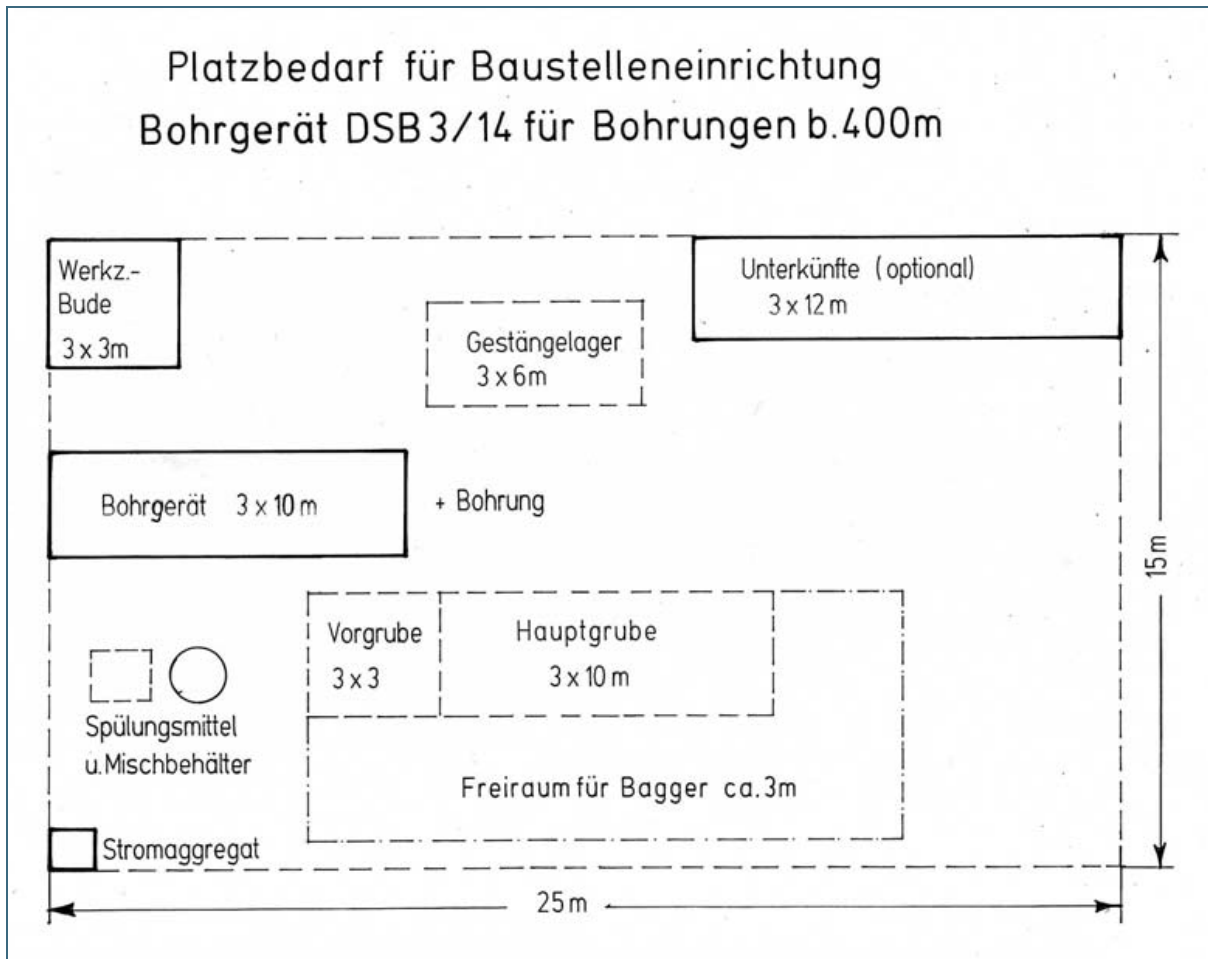
Antragsteller:

Bohrfirma:

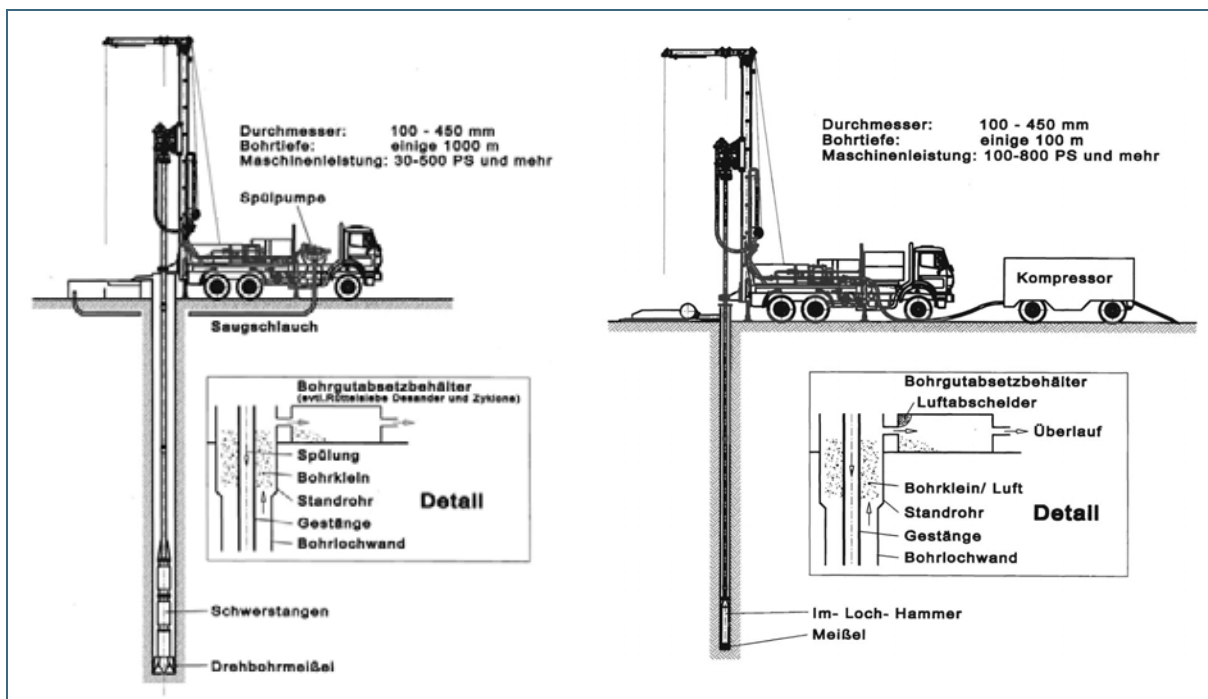
(Ort, Datum, Unterschrift)

(Ort, Datum, Unterschrift, Stempel)

Beispiel für die Anzeige zum Bau einer Erdwärmeanlage in Schleswig Holstein



Vorlage für eine Baustelleneinrichtung



Bohrprinzip Druckspülbohren / Hammerbohrung



Ausgelegte Proben
an einer Spülbohrung





Spülungswertemessgeräte





Spülungsanmischanlage

Projekt:
Bohrung:
WW :
Bohrmeister:
 Spülvolumen übertage m³
 Bohrdurchm.
 von bis mm
 Datum/Uhrzeit Tiefe pH-Wert
 Marsh-Trichter
 Auslaufzeiten
 sec
 Spezifisches
 Gewicht
 kg/l
 Wasserabgabezeit
 sec Formation
Bemerkungen
Datum/Unterschrift
 m³
 Verrohrungsteufen Bohrlochvolumen Bohrverfahren

Spülungsprotokoll

Ausbauprotokoll Brunnen/GWM	
 <p>NBB Nord Bohr und Brunnenbau GmbH Randersweide 1 21035 Hamburg Tel. 040 / 735 956 - 30 Fax 040 / 735 956 - 40</p>	 <p>Projekt: _____ Brunnen: _____ WW: _____ Bearbeiter: _____ Datum: _____</p>
<p>Ausbau</p> <p>Messpunkt: _____ m über/unter GOK / _____ m NN Endteufe: _____ m über/unter GOK / _____ m NN UK - Filter: _____ m über/unter GOK / _____ m NN Bohrverfahren: _____ Ruhewasserspiegel: _____ m u. MP Zusammensetzung der Bohrspülung: _____ <input type="checkbox"/> keine Spülung Schichtenverzeichnis und Ausbauezeichnung liegen vor <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	
<p>Ringraumabdichtung <input type="checkbox"/> Ton <input type="checkbox"/> Ton-Zement-Suspension <input type="checkbox"/> Gegenfilter</p> <p>Einbaudatum: _____ Weitere Daten sind dem Abdichtungsprotokoll zu entnehmen.</p>	
<p>Filterbereich</p> <p>Filterrohrtour von - bis _____ m Dimension DN _____ Filterrohrtour von - bis _____ m Dimension DN _____ Sumpfrohr <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein Länge: _____ m Material <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Edelstahl Sonstiges: _____ Bezeichnung _____ Verbindung <input type="checkbox"/> Gewinde <input type="checkbox"/> ZSM Sonstige: _____</p>	
<p>Filteraufsatzrohrbereich</p> <p>Filteraufsatzrohrtour von - bis _____ m Dimension DN _____ Material <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Edelstahl Sonstiges: _____ Bezeichnung _____ Verbindung <input type="checkbox"/> Gewinde <input type="checkbox"/> ZSM Sonstige: _____</p>	
<p>Aufsatz-/Mantelrohrbereich</p> <p>Aufsatz-/Mantelrohrtour von - bis _____ m Dimension DN _____ Aufsatz-/Mantelrohrtour von - bis _____ m Dimension DN _____ Aufsatz-/Mantelrohrtour von - bis _____ m Dimension DN _____ Material <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> Edelstahl Sonstiges: _____ Bezeichnung _____ Verbindung <input type="checkbox"/> Gewinde <input type="checkbox"/> ZSM Sonstige: _____</p>	
<p>Der fachgerechte Ausbau wird bestätigt:</p> <p style="text-align: right;">_____ Datum, Firma, Unterschrift (AN)</p>	

Abdichtungsprotokoll Brunnen/GWM						
		Projekt: _____				
		Brunnen: _____				
		WW: _____				
		Bearbeiter: _____				
		Datum: _____				
Art der Bohrung Art des Brunnens Bohrloch-Ø [mm] Ausbaumaterial Ruhewasserspiegel Spülungszusammensetzung	<input type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Trockenbohrung <input type="checkbox"/> GWM	<input type="checkbox"/> Rückbau <input type="checkbox"/> Spülbohrung <input type="checkbox"/> Förderbrunnen	<input type="checkbox"/> Sanierung <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	Ausbau-Ø [mm] _____ Filter von _____ bis _____ m u. GOK/OKBK/OKS <input type="checkbox"/> s. Spülungsprotokoll		
Geschüttete Tonprodukte Nachweisbarkeit für Geophysik	Produkt _____ <input type="checkbox"/> Granulat	<input type="checkbox"/> Pellets <input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> Kugeln <input type="checkbox"/> nein			
Suspensionen Zuschlagsstoffe Einbauverfahren Presseeinrichtung Mischerfassungsvermögen (Charge) [L] Menge je Charge [kg] Drehzahl des Mixers [U/min] Dichte am Mischer [kg/L] Rückstellproben	Produkt _____ WF-Wert _____ <input type="checkbox"/> Monazitsand <input type="checkbox"/> Kontraktorverfahren <input type="checkbox"/> Durchlaufmischer	<input type="checkbox"/> lose Ware <input type="checkbox"/> Zirkonsand <input type="checkbox"/> Verpresskolben <input type="checkbox"/> Chargenmischer	<input type="checkbox"/> Sackware <input type="checkbox"/> _____	Dichte [kg/L] _____ Zement _____ Dämmen _____ Tonmehl _____ Verpressdruck [bar] _____ Dichte am Bohrloch [kg/L] _____	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Aufbewahrungsort _____
Abdichtungsabschnitt von...bis m	Abdichtungs- material	Sollstrecke [m]	Iststrecke [m]	Sollmenge [kg bzw. Liter]	Istmenge [kg bzw. Liter]	Differenz Soll-Ist [kg bzw. Liter]
Bemerkungen:						
						Datum, Unterschrift

Kopfblatt nach DIN 4943 für Brunnen / Grundwassermessstelle*)		Archiv Nr.	
		Aktenzeichen	
1 Projekt			
2 Bohrung		Nr.	Zweck
Ort			
Flurstück Nr.	Flur	Gemarkung	
Gemeinde	Landkreis		
TK25 (Name)	TK25 (Nr.)		
Hauptmeridian	Rechtswert	Hochwert	
Höhe Bohransatzpunkt	m GOK		
	m NN		
Höhe Festpunkt	m GOK		Art des Festpunktes
	m NN		
Eingemessen von	am		
3 Lageskizze		Maßstab 1:	/unmaßstäblich
4 Auftraggeber			
Fachaufsicht			
5 Auftragnehmer, Bohrunternehmen			
gebohrt vom	bis		
Geräteführer	Qualifikation		
Geräteführer	Qualifikation		
Baustellenverantwortlicher			
6 Bohrgerät (Typ)		Baujahr	
Bohrgerät (Typ)		Baujahr	
7 Grundwasser angetroffen bei		m Anstieg/Abfall*) bis	
Höchster gemessener Wasserstand		m unter/über*) Ansatzpkt. bei	
		m u. Ansatzpkt. m Bohrtiefe	
8 Gesteinsprobenahmen		von – bis [m u. Ansatzpkt.]	
Bohrproben allgemein			
Proben f. Siebanalysen			
Kernproben			
Sonderproben			
*) Nichtzutreffendes bitte streichen			

9 Bohrtechnik								
9.1 Bohrverfahren								
9.1.1 Kurzzeichen:								
		DSB = Druckspülbohren/Rotarybohren		GSB = Greifer-/Schneckenbohren				
		KB = Kernbohren		TDB = Trockendrehbohren				
		LHB = Lufthebebohren		SSB = Seilschlagbohren				
		SB = Saugbohren		HB = Hammerbohren (DTH)				
		=		=				
Art	von	bis	Bohrungs-∅	Art	von	bis	Bohrungs-∅	
	[m u. Ansatzpkt.]		[mm]		[m u. Ansatzpkt.]		[mm]	
9.1.2 Sonstige Angaben								
9.2 Bohrspülungen								
9.2.1 Spülmittelzusätze		Produktname						
Bentonite								
Polymere								
Beschwerungsmittel								
Schaummittel								
Stopfmittel								
sonstige Mittel								
9.2.2 Spülungsdaten		1	2	3	4	5	6	7
Datum								
Uhrzeit								
Tiefe [m]								
pH-Wert								
Auslaufzeit [s]								
Restauslaufzeit [s]								
Wasserabgabezeit [s]								
spez. Gewicht [kg/l]								
Spülungsverlust [m³/h]								
10 Geophysikalische Bohrlochuntersuchungen und sonstige Tests im Bohrloch								
11 Bemerkungen								
Datum, Stempel, Unterschrift								
*) Nichtzutreffendes bitte streichen								

8 Übergänge/Reduktionen (ggf. Detailzeichnung/Skizze beifügen)					
Lieferant/Hersteller					
Einbautiefe von – bis [m u. GOK]					
Werkstoff					
Beschichtung					
Größter Außen-Ø [mm]					
Kleinster Innen-Ø [mm]					
Verbindungsart (DIN-Norm)					
Dichtelemente					
9 Zentrierungen (ggf. Detailzeichnung/Skizze beifügen)					
Lieferant/Hersteller					
Einbautiefe ab [m u. GOK]					
Abstand [m]					
Werkstoff					
Bauart					
Beschichtung					
Außen-Ø [mm]					
Innen-Ø [mm]					
10 Absetzstücke (ggf. Detailzeichnung/Skizze beifügen)					
Lieferant/Hersteller					
Einbautiefe von – bis [m u. GOK]					
Werkstoff					
Außen-Ø [mm]					
Innen-Ø [mm]					
Verbindungsart					
11 Filterböden/Bodenkappen (ggf. Detailzeichnung/Skizze beifügen)					
Lieferant/Hersteller					
Einbautiefe [m u. GOK]					
Werkstoff					
Außen-Ø [mm]					
Verbindungsart					
12 Zementierstücke/Zementierverfahren (ggf. Detailzeichnung/Skizze beifügen)					
Lieferant/Hersteller					
Einbautiefe Zementierstück [m u. GOK]					
Werkstoff					
Erläuterung zum Zementierstück					
Erläuterung zum Zementierverfahren					
13 Sonstige Angaben					
Datum, Stempel, Unterschrift					
*) Nichtzutreffendes bitte streichen					

Datenblatt B 2 Schüttgüter Brunnen / Grundwassermessstelle*)					Archiv Nr.	
					Aktenzeichen	
1 Projekt						
2 Bohrung					Nr.	
3 Filterkiese, Filtersande					einfache/doppelte/mehrfache Kiesschüttung*)	
Lieferant					Sackware/lose Ware*)	
Einbautiefe von – bis [m u. GOK]						
Korngröße [mm]						
Sollmenge [m ³]						
Istmenge [m ³]						
Desinfektion vor Einbau/ Desinfektionsmittel						
4 Schüttkörbe/Schüttrohre						
Schüttkörbe			Schüttrohre			
Einbautiefe von – bis [m u. GOK]			Einbautiefe von – bis [m u. GOK]			
Material/Gewebe			Material			
Schüttkorb-Ø [mm]			Schüttrohr-Ø [mm]			
Maschenweite [mm]						
Erläuterung (z.B. Schüttkorbbefestigung)						
5 Füllkies, sonstige Schüttgüter						
Lieferant					Sackware/lose Ware*)	
Einbautiefe von – bis [m u. GOK]						
Korngröße [mm]						
Sollmenge [m ³]						
Istmenge [m ³]						
Erläuterung zu Schüttgütern						
6 Tone (Tonformlinge)						
Lieferant					Sackware/lose Ware*)	
Handels-/Produktname					Granulat/Pellets/gebrochener Ton*)	
Einbautiefe von – bis [m u. GOK]						
Korngröße [mm]						
Sollmenge [m ³]						
Istmenge [m ³]						
Sonstige Angaben						
7 Zement/Ton-Zement-Suspension						
Lieferant					Sackware/lose Ware*)	
Handels-/Produktname						
Rezeptur/Mischungsverhältnis						
Einbautiefe von – bis [m u. GOK]						
Verpressdruck [bar]						
Spez. Gewicht [kg/dm ³]						
Zementgüte						
Sollmenge [m ³]						
Istmenge [m ³]						
Datum, Stempel, Unterschrift						
*) Nichtzutreffendes bitte streichen						

Datenblatt B 3 Sanierung und Rückbau Brunnen / Grundwassermessstelle*)		Archiv Nr.	
		Aktenzeichen	
1 Projekt			
2 Bohrung		Nr.	
3 Grund der Sanierung/des Rückbaus (z.B. Ringraumundichtigkeiten, Rohrdefekte, Stilllegung)			
4 Art der Sanierung/des Rückbaus (z.B. Teil-/Totalsanierung, Teil-/Totalrückbau)			
5 Sanierungs-/Rückbauarbeiten (Beschreibung der Arbeitsschritte)**)			
6 Einbauten (Beschreibung)**)			
7 Sanierungsspezifische Arbeitsmittel und -verfahren			
7.1 Perforationen SP = Schussperforation HP = hydraulische Perforation MP = mechanische Perforation			
Art (Kurzzeichen)			
Tiefe von – bis [m u. GOK]			
Lochdurchmesser [mm]			
Schlitzbreite [mm]			
Schlitzlänge [mm]			
Anzahl der Löcher [Stck/m]			
Anzahl der Schlitze [Stck/m]			
Bemerkungen			
7.2 Packer			
Art, Kurzzeichen:	EWP = Einwegpacker	MWP = Mehrwegpacker	
	EP = Einfachpacker	DP = Doppelpacker	
Funktionsweise:	me = mechanisch	pn = pneumatisch	
Einbautiefe von – bis [m u. GOK]			
Art (Kurzzeichen)			
Funktionsweise (Kurzzeichen)			
Packerdurchmesser [mm]			
Bemerkungen (z.B. Anpreßdruck[bar])			
7.3 Rohrschnitte SRS = Schusstechnik HRS = hydraulischer Schnitt MRS = mechanischer Schnitt			
Tiefe [m]			
Rohrschnitt (Kurzzeichen)			
Bemerkungen			
8 Sonstige Angaben (z.B. nach Schnitt entfernte Rohrabschnitte)			
Datum, Stempel, Unterschrift			
*) Nichtzutreffendes bitte streichen			
**) Eintragungen zu Bohrarbeiten, zusätzlichen Einbauteilen und Schüttgütern bitte im Kopfblatt A bzw. den Datenblättern B1 u. B2 vornehmen			

Abnahmeprotokoll

1. Bauvorhaben:

2. Gewerk:

Auftragnehmer:

3. Auftraggeber:

4. Am heutigen Tage wurden folgende vertraglich vereinbarten Leistungen abgenommen:

.....
.....
.....
.....

5. Die Ausführung der abgenommenen Leistungen wurden begonnen am:

beendet am:

6. Bei der Abnahme wurden folgende Mängel festgestellt:

.....
.....
.....
.....

Diese Mängel sind unverzüglich spätestens bis zum zu beseitigen

....., den

GmbH
(für den Auftraggeber)

NBB
NORD Bohr und Brunnenbau
(für den Auftragnehmer)

Der Auftraggeber hat eine Kopie des Abnahmeprotokolls erhalten.

Zertifizierung von Bohrfirmen nach W 120

Udo Peth, DVGW



Zertifizierung von Bohrfirmen nach W 120
Qualifikationsverfahren für Unternehmen im Brunnenbau und
Geothermie
Neue Qualitätsanforderungen nach DVGW-W 120-2

Dipl.-Geol. U. Peth
Referent Wassergewinnung / Technische GIS



DVGW-Arbeitsblatt W 120

präHistorische Entwicklung

W 120 „Verfahren für die Erteilung der DVGW-Bescheinigung für Bohr- und Brunnenbauunternehmen“ 1991

... 4791 Jahre später

Schnurkeramik (spätes Neolithikum) ca. 2800 v. Chr

Erste Echte Brunnen in Mitteleuropa

älteste Brandkeramik 5300 v. Chr

Brunnen Atlit Yam (Israel) 6.000 v. Chr.

Jungsteinzeit (Neolithikum) 11.000 v. Chr.

www.dvgw.de



DVGW-Arbeitsblatt W 120

Historische Entwicklung

W 120 „Verfahren für die Erteilung der DVGW-Bescheinigung für Bohr- und Brunnenbauunternehmen“ 1991



www.dvgw.de



Qualifizierungsverfahren nach W 120

- Qualifizierung (Geräten)

Bei der Qualifizierung von Geräten wird überprüft, ob das Gerät mit der eingesetzten Technik für die vorgesehene Aufgabe geeignet ist, ob z.B. ein Mischer durch Rühren verschiedener Stoffe ein homogenes Mischungsverhältnis erreicht.

- Qualifizierung (Personal)

Unter dem Begriff Qualifizierung versteht man den Vorgang zur Erlangung von Fähigkeiten (Qualifikationen), um eine bestimmte Aufgabe oder Anforderung erfüllen zu können. Ebenso wird die **Überprüfung** dieser Fähigkeiten als Qualifizierung bezeichnet.

Quelle: www.wikipedia.org

Zielsetzung der W 120 Zertifizierung

- Qualitätssicherung im Sinne der DIN 18302

- VOB Teil C- ATV Brunnenbauarbeiten

3.1.2 Bei Bohrbrunnen sind die Bestimmungen der Bauaufsichts-, der Wasser- und Gesundheitsbehörde, außerdem bei Trinkwasserversorgungsanlagen DIN 2000 „Zentrale Trinkwasserversorgung – Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau und Betrieb der Anlagen“ und DIN 2001 „Eigen- und Einzeltrinkwasserversorgung – Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau und Betrieb der Anlagen – Technische Regel des DVGW“ zu beachten.

- Nachweis der technischen und personellen Leistungsfähigkeit von Bohr-, Brunnenbau- und Brunnenregenerierunternehmen
- Beitrag zum ordnungsgemäßen Bau, Betrieb, Rückbau von Brunnen, Grundwassermessstellen insbesondere in der Wassergewinnung
- Hilfestellung im Rahmen der Auswahl von geeigneten Unternehmen im Rahmen von Ausschreibungen
- Darstellung firmenspezifischer Leistungen der jeweiligen Unternehmen

DVGW-Arbeitsblatt W 120 – Juli 2001

Historische Entwicklung

W 120 „Qualifikationskriterien für Bohr-, Brunnenbau und Brunnenregenerierunternehmen“

- Einbeziehung wesentlicher DVGW Regelwerke der Wassergewinnung in den „**normativen Verweisungen**“
- Konkretisierung der fachlichen und personellen Anforderungen
- Differenzierung des Zertifikates nach Bohrverfahren, - teufe, Ausbaudurchmesser, Regenerierung, Sanierung sowie Rückbau



www.dvgw.de



DVGW-Arbeitsblatt W 120 – Juli 2001

Historische Entwicklung

W 120 „Qualifikationskriterien für Bohr-, Brunnenbau und Brunnenregenerierunternehmen“

Tabelle 1 – Differenzierung der Zertifikate nach Bohrverfahren und -teufe (B 1 bis B 5), Ausbaudurchmesser (A 1 bis A 4), Regenerier- (R 1 und R 2) sowie Sanierungs- und Rückbauverfahren (S 1 und S 2)

B 1	Trockenbohrverfahren (Schlagbohrverfahren nach DVGW-Arbeitsblatt W 115) bis 75 m Teufe und darüber
B 2	Trockenbohrverfahren (Schlagbohrverfahren nach DVGW-Arbeitsblatt W 115) bis 75 m Teufe
B 3	Spülbohrverfahren (Drehbohrverfahren) bis 300 m Teufe und darüber (im Zertifikat wird das jeweilige Verfahren nach DVGW-Arbeitsblatt W 115 genannt)
B 4	Spülbohrverfahren (Drehbohrverfahren) bis 300 m Teufe (im Zertifikat wird das jeweilige Verfahren nach DVGW-Arbeitsblatt W 115 genannt)
B 5	Spülbohrverfahren (Drehbohrverfahren) bis 150 m Teufe (im Zertifikat wird das jeweilige Verfahren nach DVGW-Arbeitsblatt W 115 genannt)
A 1	Ausbaudurchmesser bis DN 400 und darüber
A 2	Ausbaudurchmesser bis DN 400
A 3	Ausbaudurchmesser bis DN 300
A 4	Ausbaudurchmesser bis DN 150
R 1	mechanische Verfahren (im Zertifikat wird das jeweilige Verfahren nach DVGW-Merkblatt W 130 genannt)
R 2	chemische Verfahren, nur in Verbindung mit R 1 möglich (im Zertifikat wird das jeweilige Verfahren nach DVGW-Merkblatt W 130 genannt)
S 1	alle Verfahren, nur in Kombination mit den entsprechenden Untergruppen nach B und A (im Zertifikat wird das jeweilige Verfahren nach DVGW-Arbeitsblatt W 135 genannt)
S 2	Einbau von Einschubverrohrungen in Anlehnung an DVGW-Arbeitsblatt W 135



www.dvgw.de





DVGW-Arbeitsblatt W 120 – Dezember 2005

Historische Entwicklung

W 120 „Qualifikationskriterien für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierunternehmen“

- Erweiterung des Anwendungsbereiches um den Bereich „**oberflächennahe Geothermie**“
- Weitere Konkretisierung der fachlichen und personellen Anforderungen
- Anforderungen an die Überprüfung und die Zertifizierer



www.dvgw.de 


DVGW-Arbeitsblatt W 120 – Dezember 2005


Historische Entwicklung

W 120 „Qualifikationskriterien für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierunternehmen“

Tabelle 1 – Differenzierung nach Tätigkeiten

Trockenbohrverfahren (Verfahren gemäß DVGW W 115 (A))	
B 1	über 75 m Teufe
B 2	bis 75 m Teufe
B Spülbohrverfahren (direkte/indirekte Verfahren erfolgen gemäß DVGW W 115 (A))	
B 3	über 300 m Teufe
B 4	bis 300 m Teufe
B 5	bis 100 m Teufe
Ausbauerdurchmesser (Ausbau von Messstellen und Brunnen gemäß DVGW W 121 (A) und DVGW W 123 (A))	
A 1	größer DN 400
A 2	bis DN 400
A 3	bis DN 300
A 4	bis DN 150
Regenerierverfahren (zertifizierte Verfahren gemäß DVGW W 130 (M))	
R 1	mechanische Regenerierung
R 2	chemische Regenerierung mit Mehrkammergeräten
Sanierung und Rückbau (Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Messstellen und Brunnen gemäß DVGW W 135 (A))	
S 1	Ringraumabdichtung, Rückbau, Überbohren/Rohrschnitt, Verfüllung/Teilverfüllung
S 2	Einbau von Einschubverrohrungen
Geothermische Bohrungen gemäß VDI 4640))	
G 1	über 100 m Teufe
G 2	bis 100 m Teufe



www.dvgw.de 

DVGW-Arbeitsblatt W 120 – Dezember 2005

Historische Entwicklung

W 120 „Qualifikationskriterien für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierunternehmen“

8.2 Qualifikation der Experten

Die Experten müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Zeugnis als Brunnenbauer-Meister oder
- Hoch- bzw. Fachhochschulabschluss einschlägiger Fachrichtungen,
- fünfjährige Berufstätigkeit in Bohr-, Brunnenbau- oder Brunnenregenerierunternehmen; der Nachweis der fünfjährigen Berufstätigkeit kann auch über die Tätigkeit in Wasserversorgungsunternehmen, einschlägigen Fachfirmen, Fachbüros oder Fachbehörden erbracht werden,
- mindestens alle zwei Jahre die Teilnahme an einer einschlägigen firmenexternen Fortbildungsmaßnahme,
- umfassende Kenntnisse über die einschlägigen Rechtsvorschriften und technischen Regeln, insbesondere DIN-Normen, DVGW-Regelwerk und Unfallverhütungsvorschriften sowie Erfahrung bei deren praktischer Umsetzung,
- Teilnahme an einem jährlichen Erfahrungsaustauschkreis der Experten.



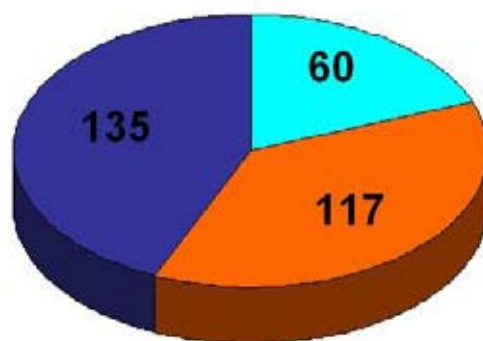
Technische Regel
Arbeitsblatt W 120 | Dezember 2005

Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierung

www.dvgw.de



W 120 zertifizierte Bohrunternehmen Gesamt derzeit 316



www.zert-bau.de

www.dvgw-cert.com

- Nur Brunnenbau
- Brunnenbau und Geothermie
- Nur Geothermie

Fortsetzung 2011

www.dvgw.de



Qualifizierung versus Qualität

- Nach ISO

Qualität ist die Gesamtheit von Eigenschaften und Merkmalen eines Produktes oder einer Dienstleistung, die sich auf deren Eignung zur Erfüllung festgelegter oder vorausgesetzter Erfordernisse bezieht.

- Donabedian, Avedis 1968

Die Qualität ist der Umfang des Erfolges, der unter optimalen Verhältnissen und vertretbaren Kosten tatsächlich zu erreichen ist.

www.dvgw.de



DVGW-Arbeitsblatt W 120-1 – Gelbdruck – November 2008

heute

W 120 „Qualifikationskriterien für die Bereiche Bohrtechnik, Brunnenbau und Brunnenregenerierunternehmen“

- Ausgliederung des Anwendungsbereiches der oberflächennahen Geothermie in Teil 2
- Gilt nur für den Brunnenbau
- Änderung der fachlichen und personellen Anforderungen



www.dvgw.de



DVGW-Arbeitsblatt W 120-2 – Gelbdruck – Frühjahr 2010

morgen

W 120 „Qualifikationskriterien für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie“

- Gilt nur für oberflächennahe Geothermie
- Aufnahme des BWP-Gütesiegels für Erdwärmesonden und Bohrunternehmen
- Unangekündigte Überprüfung von Baustellen während der Laufzeit des Zertifikates



www.dvgw.de



Grundlagen der Zertifizierung

- W 110 Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen – Zusammenstellung von Methoden und Anwendung
- W 115 Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser
- W 116 Verwendung von Spulungszusätzen in Bohrspulungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser
- W 118 Bemessung von Vertikalfilterbrunnen
- W 119 Entwickeln von Brunnen durch Entsandern – Anforderungen, Verfahren, Reststandgehalte
- W 121 Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen
- W 122 Abschlussbauwerke für Brunnen der Wassergewinnung
- W 123 Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen
- W 128 Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen
- W 130 Brunnenregenerierung
- W 135 Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen
- VDI Richtlinie 4640, Blatt 1-4, Thermische Nutzung des Untergrundes

www.dvgw.de



Funktion der W-120 in der Geothermie

als Bestandteil eines Qualitätsmanagements für den Bau von Erdwärmesonden



Betrieb von Geothermieanlagen – Beispiele Vom Einfamilienhaus zur Fußballarena

Arno Pöhlmann, Lechwerke AG, Augsburg

Wärmepumpen im Einfamilienhaus



LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Dasing

Lechwerke AG 22.11.2009 Seite 2

Wärmewechsel
 Einfach sauber heizen.

Ton einschalten speichern & einklappen

Wie groß ist die zu beheizende Wohnfläche Ihres Hauses?

181 m²

≤100 m² >400 m²

zurück weiter

181 m² zu beheizende Wohnfläche
 Kellerraum vorhanden

Home
 Kostenrechner
 Expertenrat
 Erneuerbare Wärme

Heizungswechsel
 Möchten Sie im Rahmen einer Altbauanierung Ihre Heizung modernisieren oder planen Sie einen Neubau mit moderner Heiztechnik? Dann erfahren Sie hier, warum sich die Wärmeversorgung mit Erneuerbaren Energien lohnt.

Informieren Sie sich hier

LEW
 Lechwerke

VORWEG GEHEN

www.waermewechsel.de

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 3

Wärmepumpen-Varianten

Grundwasser

Sole mit Tiefenbohrung

Sole mit Flächenkollektor

Luft

Nicht im Bild: Luft/Luft-Wärmepumpe, Brauchwasser-WP, direktverdampfende WP

LEW
 Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 4

Wärmepumpe-Splitanlage mit Solarthermie und Gas-Brennwertkessel

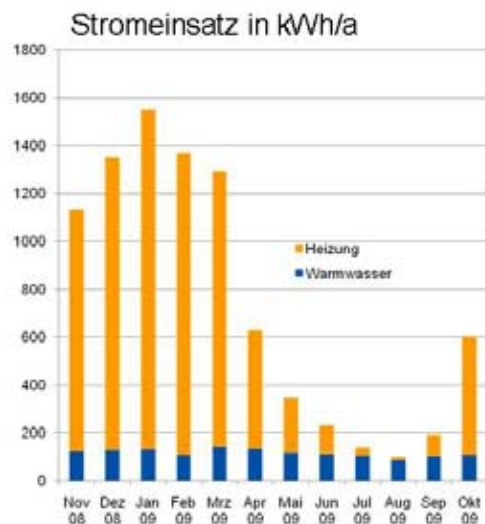
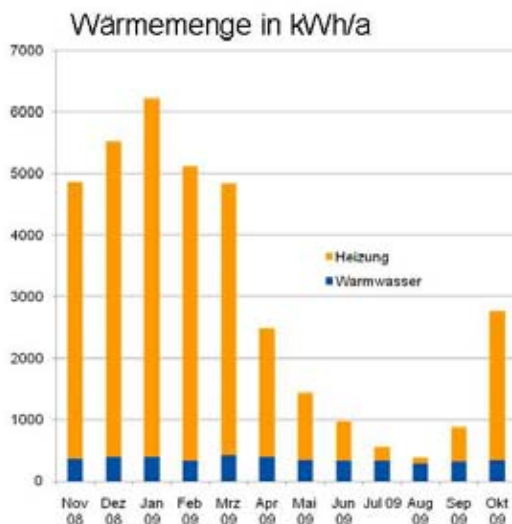
Drei Technologien in einem kompakten Gerät

Bei der Schüco Hybrid-Wärmepumpe handelt es sich um ein besonders kompaktes anschlussfertiges Gerät. Die übergreifende Systemregelung stellt das optimale Zusammenspiel der Komponenten und damit höchste Energieeffizienz sicher. Der Austausch gegen einen bestehenden Kessel ist besonders einfach und unkompliziert. Ein Gasanschluss ist nicht zwingend erforderlich, da das Gas-Brennwertmodul auch mit Flüssiggas betrieben werden kann.



Komplettpaket, bestehend aus Solarthermiekollektoren, Hybrid-Wärmepumpe und Außeninheit

Arbeitszahlen in der Praxis



	Warmwasser	Heizung	Gesamt
Okt-Mrz	53,1%	85,1%	81,4%
Apr-Sept	46,9%	14,9%	18,6%

Arbeitszahlen in der Praxis (Grundwasser mit Warmwasser) Grossaitingen

GW m. WW	Strom Hzg	Strom WW	Strom ges	Waerme Hzg	Waerme WW	Waerme ges	JAZ Hzg	JAZ WW	JAZ ges
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	% je Monat	% je Monat	% je Monat
Nov 08	1010,86	120,34	1131,2	4500	360	4860	4,45	2,99	4,30
Dez 08	1220,14	128,4	1348,54	5122	390	5512	4,20	3,04	4,09
Jan 09	1422,16	130,2	1552,36	5822	395	6217	4,09	3,03	4,00
Feb 09	1263,53	106,89	1370,42	4786	328	5114	3,79	3,07	3,73
Mrz 09	1149,07	142,91	1291,98	4415	422	4837	3,84	2,95	3,74
Apr 09	492,69	133,79	626,48	2097	389	2486	4,26	2,91	3,97
Mai 09	231,96	114,87	346,83	1096	332	1428	4,72	2,89	4,12
Jun 09	122,57	109	231,57	641	327	968	5,23	3,00	4,18
Jul 09	35,19	104,12	139,31	237	323	560	6,73	3,10	4,02
Aug 09	13,39	84,19	97,58	100	286	386	7,47	3,40	3,96
Sep 09	88,43	101,32	189,75	553	315	868	6,25	3,11	4,57
Okt 09	496,49	106,57	603,06	2425	337	2762	4,88	3,16	4,58
Jahr	7546,48	1382,6	8929,08	31794	4204	35998	4,21	3,04	4,03

Arbeitszahlen in der Praxis

Sole-Flächenkollektor-WP in Dasing

Sole o. WW	Strom kWh	Wärme kWh	JAZ
Nov 08	475	2434	5,13
Dez 08	601	3161	5,26
Jan 09	836	4125	4,94
Feb 09	692	3398	4,91
Mrz 09	626	3063	4,9
Apr 09	229	1103	4,81
Mai 09	129	595	4,61
Jun 09	97	467	4,82
Jul 09	35	176	5
Aug 09	0	0	x
Sep 09	71	365	5,14
Okt 09	495	2460	4,97
Jahr	4285	21347	4,98

Arbeitszahlen in der Praxis

Luft-Wasser-WP in Dasing

Luft m. WW	Strom Htzg	Strom WW	Strom ges	Waerme Htzg	Waerme WW	Waerme ges	IAZ Htzg	IAZ WW	IAZ ges
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	% je Monat	% je Monat	% je Monat
Nov 08	1085	264	1349	2962	561	3523	2,73	2,12	2,61
Dez 08	1753	240	1993	4142	500	4642	2,36	2,08	2,33
Jan 09	2454	227	2681	5277	452	5729	2,15	1,99	2,14
Feb 09	1934	185	2119	4313	374	4687	2,23	2,03	2,21
Mrz 09	1266	214	1480	3245	453	3698	2,56	2,12	2,50
Apr 09	425	181	606	1263	435	1698	2,97	2,40	2,80
Mai 09	91	183	274	315	450	765	3,47	2,46	2,80
Jun 09	25	164	189	68	353	513	4,60	2,44	2,72
Jul 09	24	204	227	68	340	421	2,86	1,73	1,85
Aug 09	23	130	161	31	427	406	2,93	2,46	2,52
Sep 09	12	176	188	19	445	458	2,50	2,43	2,43
Okt 09	673	190	870	1927	445	2372	2,86	2,25	2,73
Jahr	9762	2374	12137	23722	5190	28912	2,43	2,19	2,38

Wärmepumpen im Cafe mit Backbetrieb



Wärmepumpen im Cafe mit Backbetrieb



Friedberger Allgemeine

NACHRICHTEN | LOKALES | **SEIENS** | SPORT | VIDEOS | BILDER | ZETTING | ...

Lokalnews | Lokalsport | Kino | Was Wann Wo | Rückblick | Region | Aktionen & Anz

> Startseite > Lokales > Augsburg Stadt > Lokalnews

So gut schmeckt Umweltschutz

27.04.2009 09:10 Uhr

Innovativ präsentiert sich die Technik unter der acht Meter hohen Decke des kubistischen Gebäudes. „Wir haben das Café Hochzoll mit aktuellster Umwelttechnologie ausgestattet, um unserem Selbstverständnis als innovatives Unternehmen gerecht zu werden“, erklärt Geschäftsführer Alexander Ihle. Eine neuartige Dreileiter-Wärmepumpenanlage kann je nach Witterung sowohl zur Heizung als auch zur Kühlung des Gebäudes eingesetzt werden.

Optimales Raumklima

Hierzu nutzt die Anlage die warme Abluft aus dem sonnenbestrahlten Café, aus den Backöfen und aus der Kühlanlage. Zusammen mit dem den geschlossenen Kreislauf integrierten Grundwasserbrunnen wird im Gesamtsystem eine interne Wärmeverschiebung möglich, die für ein optimales Raumklima überall im Gebäude sorgt.

Hohen Anspruch signalisieren auch das moderne Styling und das gastronomische Angebot des Cafés. In edler Möblierung kann man künftig neben dem bekannten Programm aus Backwaren, Kuchen und Snacks frisch zubereitete Pasta, Pizza, Salate und heiße Parini genießen. pm

Drucken | E-Mail | Facebook | Twitter | LinkedIn | RSS | Spenden

Grundwasseranlage

Sommerbetrieb:
Wärmeeinstrahlung und Wärme aus dem Backbetrieb wird an das Grundwasser abgegeben

Winterbetrieb:
Grundwasser dient als Wärmequelle zur Beheizung



VORWEG GEHEN

Bäckerei Ihle, Hochzoll

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 11

Wärmepumpen im Supermarkt



www.tengelman-klimamarkt.de

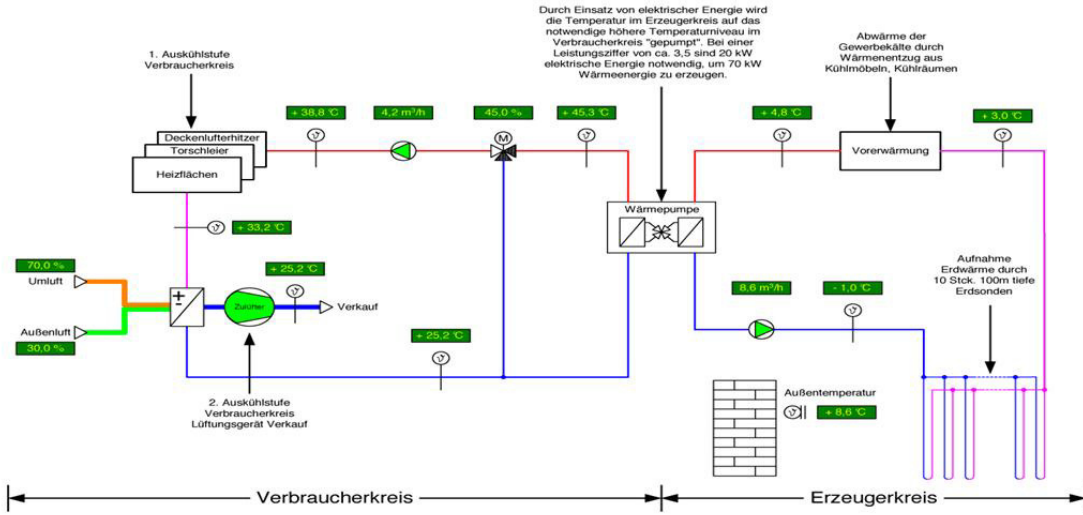


VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 12

Wärmepumpen im Supermarkt

Anlage befindet sich im Heizbetrieb



www.tengelmann-klimamarkt.de

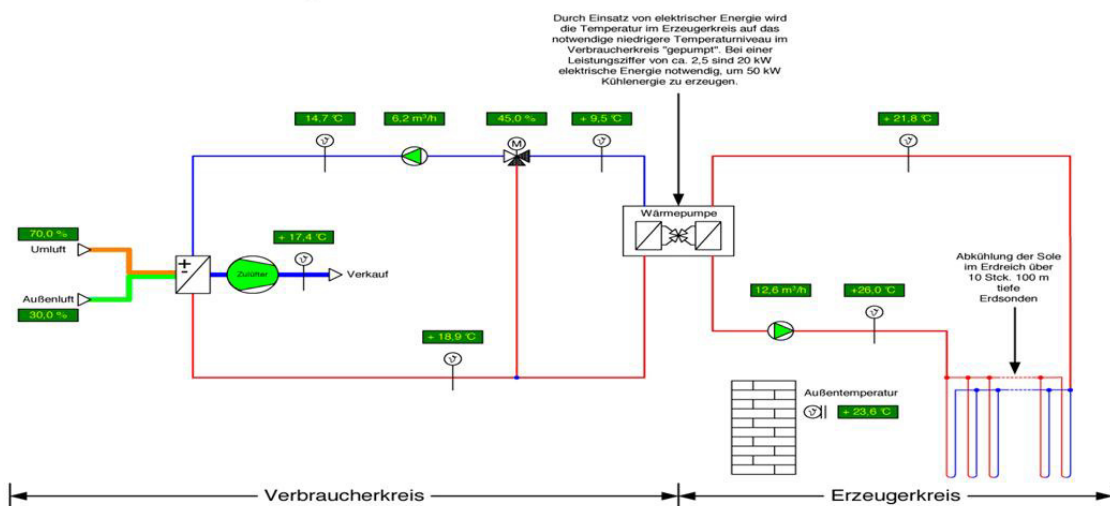
LEW
 Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 13

Wärmepumpen im Supermarkt

Anlage befindet sich im mechanischen Kühlbetrieb



www.tengelmann-klimamarkt.de

LEW
 Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 14

Wärmepumpen in der Gastronomie



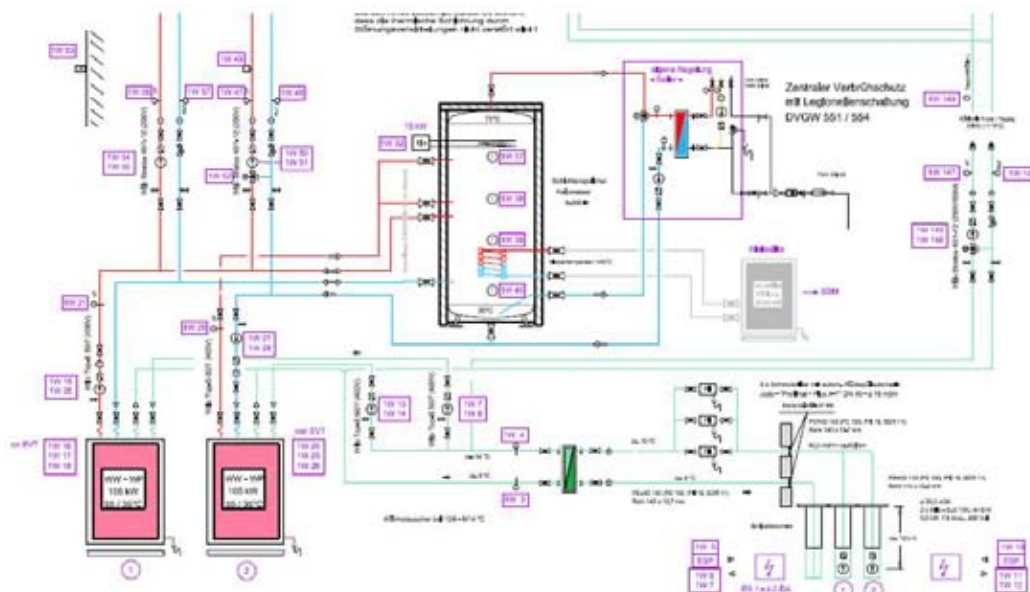
LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Landgasthof St. Afra, Friedberg

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 15

Wärmepumpen in der Gastronomie



LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Landgasthof St. Afra, Friedberg

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 16

Wärmepumpen in der Gastronomie

2 Förderbrunnen, 1 Schluckbrunnen
Entkopplung von Kältekreislauf und Grundwasserkreislauf durch
Wärmetauscher
Aktive oder passive Kühlung
Nutzung von Küchenabwärme
Fußbodenheizung in den
Gastzimmern
Fancoils und Wärmetauscher
mit Rückgewinnung in der
Gastronomie
Redundanz



VORWEG GEHEN

Landgasthof St. Afra, Friedberg

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 17

Wärmepumpen in der Industrie



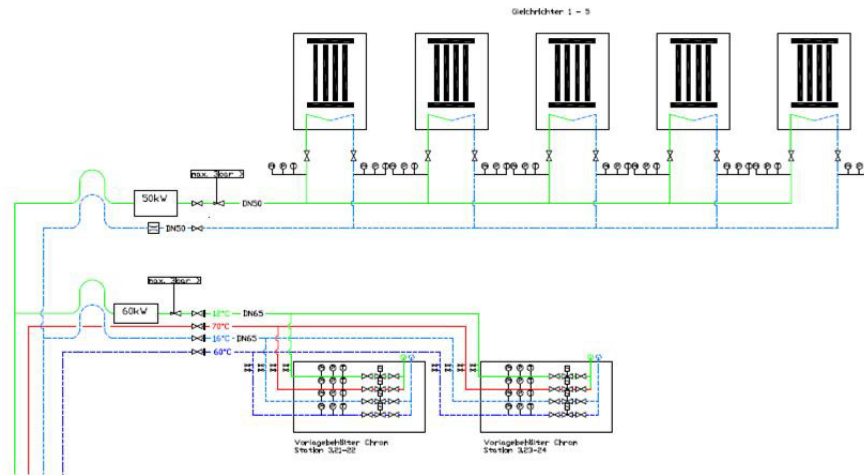
Thoma Heimertingen



VORWEG GEHEN

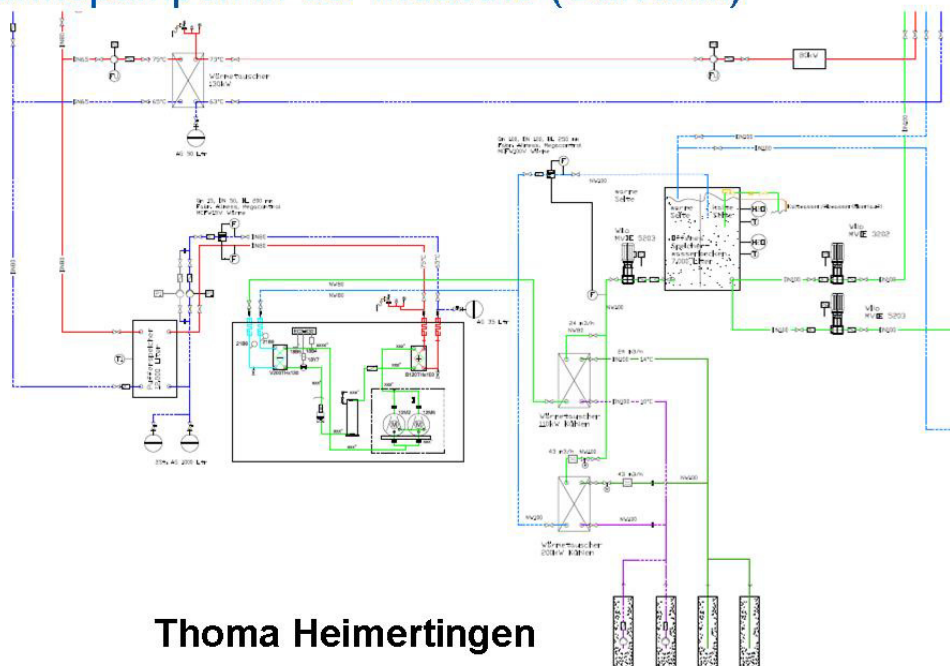
Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 18

Wärmepumpen in der Industrie (Galvanik)



Thoma Heimerdingen

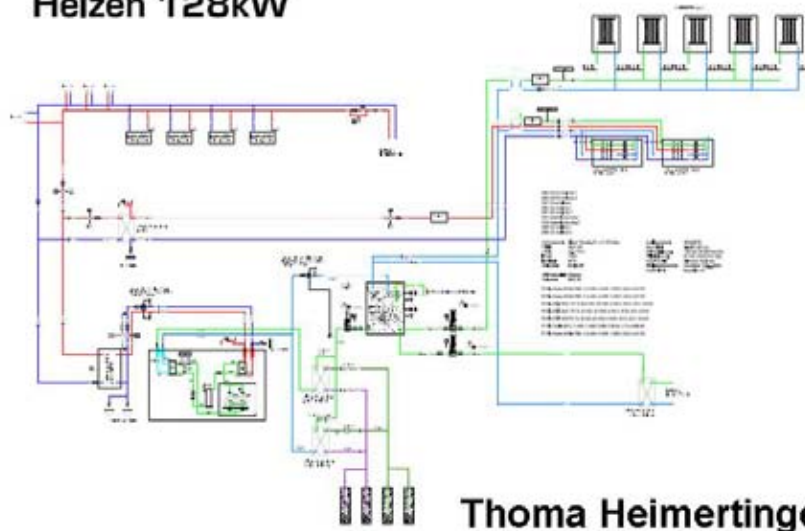
Wärmepumpen in der Industrie (Galvanik)



Thoma Heimerdingen

Wärmepumpen in der Industrie (Galvanik)

Kühlen 110kW (natürlich)
Heizen 128kW



LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 21

Wärmepumpen im Fußballstadion



LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Impuls-Arena

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 22

Wärmepumpen im Fußballstadion



Heizungsverteiler



2 Wärmepumpen á 640 kW

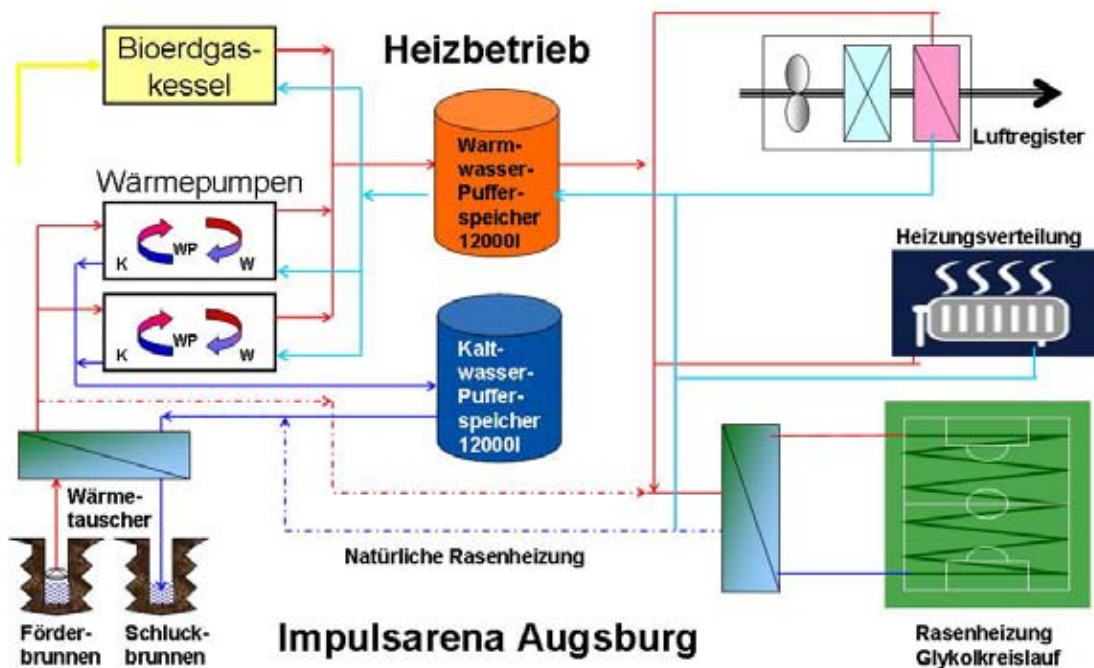


Bio-Erdgas-Brennwertkessel

LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

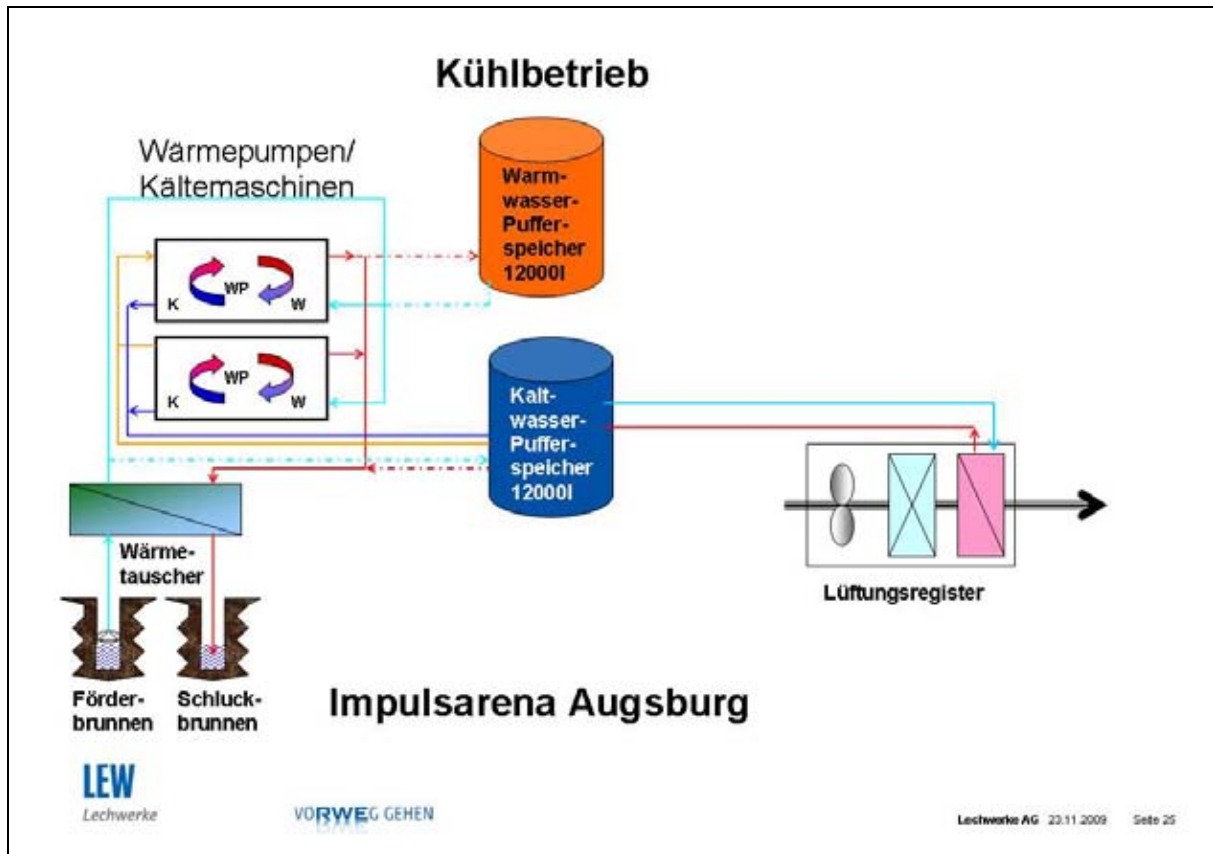
Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 23



LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 24



Impuls-Arena Das erste CO₂-neutrale Stadion der Welt

Strom aus Wasserkraft
Gas aus Bio-Erdgas
Rapsöl für Notstromaggregat
Grundwasser für Rasenheizung
Grundwasser zur Gebäudekühlung
Grundwasser zur Rasenberegnung

Jährlich werden etwa 700 Tonnen CO₂ eingespart !

Erfolgsfaktoren für die Marktverbreitung der Wärmepumpe

LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 27

Erfolgsfaktoren für die Marktverbreitung der Wärmepumpe



LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 29

Erfolgsfaktoren für die Marktverbreitung der Wärmepumpe

EU-Energiegipfel mit Putin
Freitag, 20. Oktober 2006 in Lahti, Finnland



Angst vor
Importabhängigkeit
hilft der
Wärmepumpe

José Manuel Barroso, Jacques Chirac, Angela Merkel, Romano Prodi,
Tony Blair, Lech Kaczynski ... am Energiegipfel mit Putin

Quelle: Jenni Energietechnik AG / Orlando Eisenmann

LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 29

Erfolgsfaktoren für die Marktverbreitung der Wärmepumpe

- **Gute Wärmedämmung**

Weniger Energieverbrauch
Kleinere Heizanlage
Kleinere Wärmequelle
Geringere Investitionskosten

Nicht rentabel für andere
leitungsgebundene Energieträger

Eine verbesserte Wärmedämmung
hilft der Wärmepumpe



LEW
Lechwerke

VORWEG GEHEN

Lechwerke AG 23.11.2009 Seite 30

Erfolgsfaktoren für die Marktverbreitung der Wärmepumpe

- **Gute Handwerker**

Handwerker (Heizungsbauer, Elektro- bzw. Klimabetriebe) verkaufen zunehmend Wärmepumpen
Deren Fachkenntnis hat sich verbessert (Praxis, Schulung)
Die Kesselhersteller haben heute auch Wärmepumpen im Programm

Das Handwerk vermarktet die Wärmepumpe



Grafik: www.installation-schuber.at/

Erfolgsfaktoren für die Marktverbreitung der Wärmepumpe

- **Verlässlichkeit in der Politik**

- Einfache, aber klare Rahmenbedingungen
- Keine zusätzlichen Steuern, Abgaben, Gebühren ...
- Förderung, da wo es Sinn macht



Erfolgsfaktoren für die Marktverbreitung von Effizienztechnologien

Reduzierte Investitionskosten, z. B. durch Steuererleichterungen, würden der Wärmepumpe noch mehr helfen.

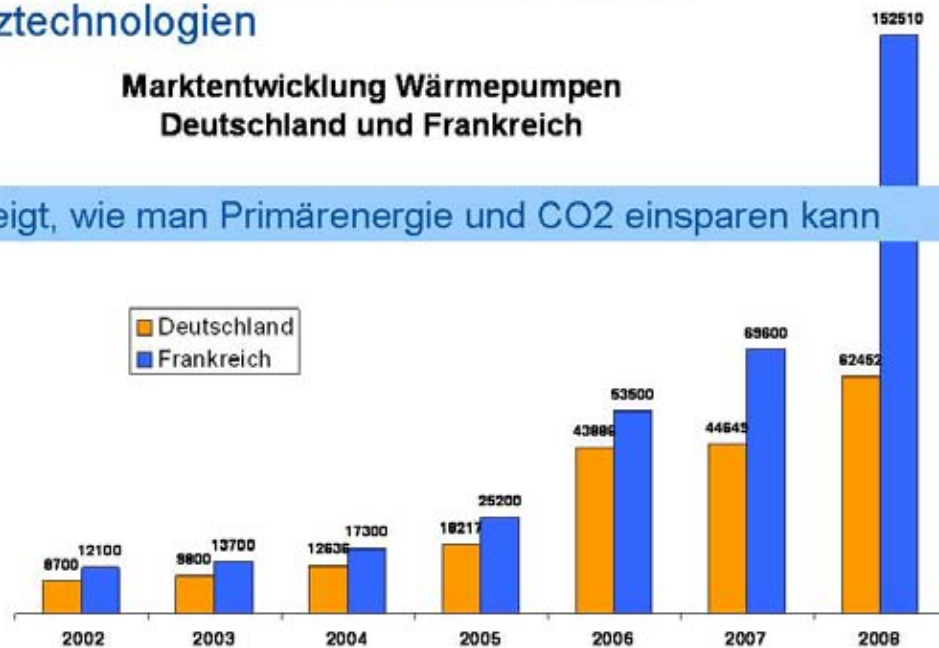
Marktentwicklung Wärmepumpen
 Deutschland und Frankreich



Erfolgsfaktoren für die Marktverbreitung von Effizienztechnologien

Marktentwicklung Wärmepumpen
 Deutschland und Frankreich

Frankreich zeigt, wie man Primärenergie und CO2 einsparen kann



Tagungsleitung / Referenten

Prof. Dr.-Ing. Albert Göttle
Präsident des LfU
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (08 21) 90 71–50 01
E-Mail: Albert.Goettle@lfu.bayern.de

Hannes Berger
Bayer. Landesamt für Umwelt
Dienststelle Hof
Hans-Högn-Str. 12
95030 Hof
Tel.: (0 92 81) 18 00–49 32
E-Mail: Hannes.Berger@lfu.bayern.de

Sven Tewes
NBB NORD Bohr und Brunnenbau GmbH
Randersweide 1
21035 Hamburg
Tel.: (0 40) 73 59 56-35
E-Mail: Tewes.Sven@nord-bb.de

Michael Tholen
Drögen Hasen Weg 5a
26129 Oldenburg
Tel.: (04 41) 74 55 7
E-Mail: Michael.Tholen@brunnen-tholen.de

Hubert Graf
GF-Tec GmbH
Kronbergerstraße 4
63110 Rodgau
Tel.: (0 61 06) 2 66 88–81
E-Mail: Graf@gf-tec.com

Udo Peth
DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und
Wasserfaches e.V. - Technisch-wissen-
schaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1-3
53123 Bonn
Tel.: (02 28) 91 88–8 59
E-Mail: Peth@dvqw.de

Arno Pöhlmann
Lechwerke AG
Schaezlerstraße 3
86150 Augsburg
Tel.: (08 21) 3 28–15 80
E-Mail: Arno.Poehlmann@lew.de

Erich Ramming
Produktmanagement
Glen Dimplex Deutschland GmbH
Am Goldenen Feld 18
95326 Kulmbach
Tel.: (09 92 21) 7 09-1 05
E-Mail: Erich.Ramming@glendimplex.de

Dr. Burkhard Sanner
Institut für Angew. Geowissenschaften
der Justus-Liebig-Universität
Diezstr. 15
35390 Gießen
Tel.: (06 41) 99 36–124/-100
E-Mail: Sanner@sanner-geo.de

