

ERFOLGSFAKTOREN FÜR EIN NACHHALTIGES MANAGEMENT OBERFLÄCHENNAHER ERDWÄRME

Projektbericht: D.T2.5.1

06/2019

D. Rupprecht, M. Heiermann, K. Hofmann, P. Riedel, G. Dilger,
G. Götzl & das GeoPLASMA-CE-Team

aus dem Englischen übersetzt: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und
Geologie

 **Geologische Bundesanstalt**

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

 Freistaat
SACHSEN

 **CZECH
GEOLOGICAL
SURVEY**

 **GeoZS**
Geološki zavod
Slovenije



 **AGH**
AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

 **geoENERGIE**
Konzept

 **Giga**
infosystems

 Bundesverband
Geothermie

 City of
Ljubljana





Kontaktdaten der Autorin: doris.rupprecht@geologie.ac.at

Das involvierte GeoPLASMA-CE-Team

Geologische Bundesanstalt Österreich (LP)	Doris Rupprecht, Gregor Götzl
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (PP04)	Martina Heiermann, Karina Hofmann, Dr. Peter Riedel
Bundesverband Geothermie (PP02)	Gregor Dilger, Jolanda Kaufhold
geoENERGIE Konzept GmbH (PP03)	Rüdiger Grimm
Geologischer Dienst Tschechien (PP05)	Zita Bukovska, Jan Holeček
Satliches geologisches Institut Dionýz Štúr, Slowakei (PP06)	Radovan Černák
Geologischer Dienst Slovenien	Mitja Janža
Polnisches Geologisches Institut - Nationales Forschungsinstitut, Polen (PP08)	Gregorz Rzyżyński, Wiesław Kozdrój
AGH Universität der Wissenschaft und Technik, Polen (PP09)	Marek Hajto, Bartłomiej Ciapata



Inhaltsverzeichnis

Motivation	4
1. Einleitung	5
2. Management von oberflächennahen Erdwärmeanlagen	7
2.1. Managementansatz	8
3. Erfolgsfaktoren für das Management von oberflächennahen Erdwärmeanlagen	10
3.1. Planung/Auslegung	10
3.2. Genehmigung	11
3.3. Errichtung	14
3.3.1. Außerbetriebsetzung und Rückbau	14
3.4. Betrieb	15
3.5. Monitoring	16
3.5.1. Systemüberwachung	17
3.5.2. Umweltüberwachung.....	17
3.6. Informationssystem	19
4. Qualitätsstandards für das Management von oberflächennahen Erdwärmeanlagen	21
4.1. Definitionen.....	22
4.1.1. Oberflächennahe geothermische Energie	22
4.1.2. Anlagengröße	23
4.1.3. Eigentum	24
4.2. Zertifizierung und Training.....	24
4.3. Technische Qualitätsstandards	25
4.4. Geografische und geologische Bedingungen	26
5. Glossar	27
6. Anhänge	27



Motivation

Die oberflächennahe Geothermie ist eine erneuerbare Energie. Ihre Nutzung steht im Einklang mit der Energiepolitik und den Klimazielen der EU. Durch ihre Unabhängigkeit von äußeren Gegebenheiten kann sie jederzeit die Grundlast des Wärmebedarfs decken. Einzelne Gebäude sowie Heiz- und Kühlnetze können emissionsarm versorgt werden. Die oberflächennahe Geothermie hat das Potential, eine Schlüsseltechnologie zu werden. Sie ist ein zukunftsfähiger Bestandteil von innovativen Smart Grids: Als steuerbarer Verbraucher schafft sie sektorübergreifende Synergien und unterstützt Technologien im Elektrizitätssektor. Da es sich um eine relativ neue Technologie handelt, fehlt ein geeigneter rechtlicher und technischer Rahmen für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie bislang in einigen Ländern, oder er ist nicht vollständig entwickelt. Dies ist jedoch notwendig, um die wirtschaftlichen, ökologischen und politischen Vorteile von oberflächennaher Geothermie ausschöpfen zu können.

Ein gesetzlicher Rahmen, der speziell an oberflächennahe Geothermie angepasst ist, bietet

- Rechtssicherheit für alle Beteiligten, die an der Planung, Genehmigung, Finanzierung, Implementierung und dem Betrieb einer Anlage beteiligt sind;
- Grundlagen für ein Melde- und/oder Genehmigungsverfahren;
- die Grundlage für das Erfassen von Bestandsanlagen und ermöglicht die statistische Aufbereitung von Daten über Energieerzeugung und Klima.

Die Veröffentlichung technischer Normen oder Richtlinien wird

- Störfälle verhindern und Umweltauswirkungen minimieren;
- für die nachhaltige Nutzung dieser Energiequelle sorgen;
- Qualitätssicherung und Marktakzeptanz fördern.

Empfehlungen zur Umsetzung EU-weiter Mindeststandards werden in diesem Dokument vorgestellt.



1. Einleitung

Die vorliegenden Empfehlungen fassen die Ergebnisse des Arbeitspaketes 2 „Ausarbeitung methodischer Arbeitsabläufe und transnationaler Standards“ zusammen. Dieses Arbeitspaket beschäftigt sich mit Methoden der Modellierung, Kartierung und Standortbewertung sowie mit Standards für Planung, Bau und Überwachung von Erdwärmeanlagen.

Aktivität A.T2.5: Erstellung eines mehrsprachigen Katalogs von Erfolgsfaktoren für ein nachhaltiges Management der oberflächennahen geothermischen Nutzung

Beschreibung der Arbeitsergebnisse D.T2.5.1: Katalog von Erfolgsfaktoren für ein nachhaltiges Management der oberflächennahen Erdwärme

“Dieses Dokument stellt eine Zusammenfassung aller Ergebnisse von TWP2 dar (auf englisch und in Sprachen der beteiligten Länder), einschließlich der aktuellen Richtlinien. Es wendet sich an alle mitteleuropäischen Regionen und wird für den Wissenstransfer auf der Projekt-Webplattform (O.T1.2) veröffentlicht.”

Das Arbeitsergebnis steht in engem Zusammenhang mit früheren Arbeitsergebnissen dieser Thematik:

- D.T2.4.1 Zusammenfassung der nationalen gesetzlichen Anforderungen, der aktuellen Richtlinien und Vorschriften für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie
- D.T2.4.2 Katalog der geprüften Qualitätsstandards, aktuellen Richtlinien und Vorschriften
- D.T2.4.3 Workshop zum Wissensaustausch über rechtliche Anforderungen, Verfahren und Richtlinien

Für weitere Informationen wird auf diese Arbeitsergebnisse auf die [GeoPLASMA-CE homepage](#) und das [GeoPLASMA-CE web-portal](#) verwiesen.



Nach EU-Richtlinie 2009/28/EG ist Erdwärme eine erneuerbare Energie. Das Thema wird in Maßnahmenpaketen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen und zur Einhaltung des Kyoto-Protokolls berücksichtigt (Österreichische Klimastrategie bzw. Integriertes Energie- und Klimaprogramm der Bundesrepublik Deutschland). Erdwärme fördert eine dezentrale Energieerzeugung und damit die Nutzung lokaler Energiequellen, trägt zur Sicherung der Energieversorgung bei, verkürzt Transportwege und verringert Übertragungsverluste. Die Einbindung von Erdwärmeanlagen in intelligente Netze kann zu einer effektiven Nutzung von Wärmequellen und Wärmesenken führen. Im Heizbetrieb kann die Nutzung von Geothermie einer anthropogenen Erwärmung des urbanen Untergrundes entgegenwirken.

Der Einsatz von Geothermie erfordert Eingriffe in den Untergrund. Erdwärmeanlagen wie Brunnen oder Erdwärmesonden werden somit, ähnlich Kellern oder Rohrleitungen, Teil der unterirdischen Infrastruktur. Die Nutzung von Wärmeenergie führt zu saisonalen oder dauerhaften Temperaturänderungen im Untergrund. Diese Änderungen können wirtschaftliche und soziale Interessen beeinflussen und müssen bei der Planung von geothermischen Anlagen berücksichtigt werden. Die Auswirkungen dicht beieinander gelegener Anlagen auf die Temperaturverteilung im Untergrund können sich aufsummieren oder teilweise aufheben. Letzteres tritt ein, wenn im selben Einflussbereich gleichzeitig geheizt und gekühlt wird, z. B. durch Abführung von Prozesswärme in winterlichen Industriegebieten oder in der Viehzucht. Idealerweise neutralisieren sich alle Temperatureinflüsse auf den Untergrund im Jahresmittel, da dies eine langfristige und nachhaltige Bewirtschaftung erlaubt.



Eine sorgfältige Bewirtschaftung dieser Ressource nach dem **Vorsorgeprinzip** ermöglicht eine **nachhaltige, erneuerbare, klimafreundliche** und **effiziente Nutzung** und stellt sicher, dass ihr Potential voll ausgeschöpft wird. Voraussetzungen dafür sind Informationen zum geothermischen Potential und über Bestandsanlagen, ein gesetzlicher Rahmen, der Qualitätsstandards für die Implementierung von Erdwärmeanlagen bietet, sowie gut geschultes Personal.

Während der gesamten Projektdauer arbeitete das GeoPLASMA-CE-Team an Managementkonzepten, die eine optimale Nutzung der oberflächennahen Geothermie sicherstellen. Ergebnisse wurden als **Erfolgsfaktoren** und **Qualitätsstandards** aufbereitet.

Die hier vorgestellten Empfehlungen und Instrumente sollen bestehende Managementstrategien verbessern und die Entwicklung neuer Strategien mit dem Ziel der **Vereinfachung** und **Harmonisierung** unterstützen. Empfehlungen und Werkzeuge wurden so konzipiert, dass sie an bestehende rechtliche Rahmenbedingungen angepasst und somit weltweit eingesetzt werden können.

- **Vereinfachung** wird durch die Bereitstellung von Hilfsmitteln wie Geothermie-Verzeichnissen, Karten für geothermisches Potential oder Konfliktkarten erreicht. Diese Hilfsmittel erleichtern Verfahren wie die Planung oder Genehmigung.
- **Harmonisierung** zielt darauf ab, Verfahren und Prozesse in verschiedenen Regionen oder Ländern aufeinander abzustimmen und sie dennoch an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen.

Die Expertise innerhalb des Projekts konzentriert sich stark auf bestimmte geowissenschaftliche Bereiche. Politische und wirtschaftliche Aspekte werden daher in diesem Bericht nicht berücksichtigt. Generell präsentieren wir jedoch Ideen und Möglichkeiten, die unabhängig an das heutige Management von oberflächennahen Erdwärmeanlagen angepasst werden können. Jeder Schritt in Richtung Vereinfachung, Harmonisierung und effizienter Nutzung ist ein Schritt zur Förderung der oberflächennahen Erdwärme und damit ein Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz. In Bezug auf Qualitätsstandards liegt die Expertise ebenfalls im geowissenschaftlichen Bereich. Konstruktive und technische Parameter für Wärmepumpen, Werkstoffe oder Arbeitsflüssigkeiten werden erwähnt, jedoch nicht bewertet. Für weitere Informationen verweisen wir auf bestehende Standards (siehe Anhang 2).

GeoPLASMA-CE zielt auf eine nachhaltige, erneuerbare, klimafreundliche und effiziente Nutzung der oberflächennahen Erdwärme.

Durch Festlegung von Erfolgsfaktoren kann geprüft werden, ob die Managementziele für die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme erreicht wurden.

Qualitätsstandards sorgen für eine effiziente und nachhaltige Nutzung der oberflächennahen Erdwärme.



2. Management von oberflächennahen Erdwärmeanlagen

Derzeit ist der Einsatz der meisten Erdwärmeanlagen unausgewogen. Dies bedeutet, dass die Temperaturänderungen im Untergrund dauerhaft sind. Zusammen mit der in Mitteleuropa üblichen Genehmigungspraxis (siehe GeoPLASMA-CE, Arbeitsergebnis D.T2.4.2) führt dies zur Anwendung des Prinzips "wer zuerst kommt, malt zuerst", welche das Potential der Erdwärmenutzung nicht voll ausschöpfen kann. Erdwärmenutzung benötigt Regulierung, die eine Ausbeutung dieser Ressource verhindert und statt dessen Maßnahmen fördert, die eine räumlich und zeitlich effiziente Anwendung gewährleisten.

Die folgende Liste fasst die wichtigsten Ziele eines ausgereiften Managementsystems zusammen:

- Vermeidung von unerwünschten Summationseffekten, um den Einfluss der Nutzung der oberflächennahen Geothermie auf den Untergrund zu minimieren;
- Vermeidung von technischen Risiken und Umweltgefahren bei der Errichtung und dem Betrieb von Erdwärmeanlagen;
- Gewährleistung der Gesundheit und Sicherheit der Bevölkerung sowie der Integrität der vorhandenen Infrastruktur während der Errichtung;
- Verbesserung und Aufrechterhaltung der Effizienz von oberflächennahen Erdwärmenutzungen;
- gesicherter Zugang zu Informationen über Ressourcen und Nutzungsbeschränkungen (mögliche Konflikte) bezüglich Erdwärmenutzung;
- Beschleunigung und Vereinfachung der Genehmigungsverfahren und der Kommunikationswege zwischen Aufsichtsbehörden und Betreibern / Antragstellern;
- Minimierung der Kosten für die Umsetzung des Managementkonzepts sowohl für die Regulierungsbehörden als auch für die Betreiber.

Integratives Management oberflächennaher Erdwärmeanlagen kann als regulierendes Instrument wirken, welches die Umsetzung zukünftiger Anlagen vereinfacht und zusätzlich deren Effizienz und Nachhaltigkeit verbessert.

Anhang 1 - „GeoPLASMA-CE-Selbstbewertungs-Bögen“ - helfen bei der Bewertung des aktuellen Status der oberflächennahen Erdwärme und geben Hinweise für ein nachhaltiges und effizientes Management von Erdwärmeanlagen.

2.1. Managementansatz

Der GeoPLASMA-CE-Managementansatz umfasst:

- kontinuierliches Management;
- Vollständigkeit der Angaben;
- digitale Datenverwaltung;
- integratives Management;
- klare Verantwortlichkeiten.

Diese Punkte sind von entscheidender Bedeutung für die Umsetzung eines nachhaltigen, erneuerbaren, klimafreundlichen und effizienten Managementkonzepts für Erdwärmeanlagen. GeoPLASMA-CE empfiehlt in diesem Zusammenhang nachdrücklich eine Genehmigungspflicht für alle Erdwärmeanlagen unabhängig von Größe und Anlagentyp sowie ihre Überwachung.

Der GeoPLASMA-CE-Managementansatz soll die Implementierung sowohl für die Nutzer als auch für die Verwaltungsbehörden erleichtern. Der Managementansatz basiert auf den obengenannten fünf Prinzipien:

1. kontinuierliches Management

Kontinuität ist das wichtigste Managementprinzip für Erdwärmeanlagen. Der GeoPLASMA-CE-Managementkreislauf (Abbildung 1) symbolisiert dieses Prinzip. Sein wesentlicher Vorteil liegt in dem kontinuierlichen Informationsfluss zwischen Behörden und Nutzern, der den Zugang zu Informationen optimiert und diese Informationen auf aktuellem Stand hält.

Der Kreislauf deckt alle Stadien des Lebenszyklus einer Erdwärmeanlage ab. Er verlangt die verbindliche Einbindung von System- und Umweltüberwachungsmaßnahmen und die Bereitstellung von Informationssystemen. Gegenwärtig bildet der in Mitteleuropa übliche Managementansatz eine Prozesskette aus Planung, Genehmigung, Errichtung und Betrieb. Das Einbinden von Überwachungs- und Informationssystemen schließt diese Kette zu einem Kreis.

System- und Umweltüberwachung liefert lokale Daten, die in öffentlichen Informationssystemen verwaltet werden sollten. Diese Daten stehen Planern zur Verfügung und gehen in die Auslegung zukünftiger Anlagen ein. Überwachung und Feedback ermöglichen die Optimierung der Systemeffizienz, die Planung zukünftiger Anlagen und die Überwachung der Umweltauswirkungen. Sie sind für einen integrierten Management-Ansatz unverzichtbar. Durch Informationssysteme, die auch als Kataster für bestehende Erdwärmeanlagen dienen, profitieren geplante Erdwärmenutzungen von früheren Erfahrungen.

Die Struktur des GeoPLASMA-CE-Managementzyklus dient in erster Linie dazu, integrative Managementpläne zu vereinfachen. Sie sollte jedoch auf einzelne Anlagen angepasst werden, wenn keine Managementpläne vorhanden sind.

Der Managementzyklus behandelt verschiedene technische Themen. Die meisten von ihnen können zwei oder mehr Arbeitsschritten zugeordnet werden. Das GeoPLASMA-CE-Team behandelt diese Themen in Kapitel 3 dieses Berichtes.

2. Vollständigkeit

Gegenwärtig gültige Vorschriften bewerten Anlagen einzeln oder schließen höchstens Anlagen in der näheren Umgebung ein, anstatt sie als Teil der unterirdischen Infrastruktur zu betrachten. Dies führt dazu, dass kleinere Anlagen in einigen Ländern den Behörden nicht einmal gemeldet werden müssen. Die Kenntnis aller bestehenden Erdwärmeanlagen ist aber nicht nur eine Voraussetzung für integratives Management, sondern generell eine Notwendigkeit, um Konflikte zwischen einzelnen Anlagen zu vermeiden.



Abbildung 1: Der GeoPLASMA-CE-Prozesskreislauf beschreibt einen integrierten Managementansatz für oberflächennahe Erdwärmeanlagen.

3. Digitale Datenverwaltung

GeoPLASMA-CE unterstützt webbasierte Informationen und E-Government-Systeme zur Erleichterung des Zugangs zu Informationen und zur Kommunikation zwischen Nutzern und Aufsichtsbehörden. GeoPLASMA-CE unterstützt freien Zugang zu Daten.

4. Integratives Management

Integrative Konzepte beziehen Summationseffekte und Nutzungskonflikte in einem Management auf regionaler Ebene mit ein und unterstützen lokale Energiepläne. Integratives Management hängt von der Verfügbarkeit von Informationen ab. Punkt 1: „kontinuierliches Management“ und Punkt 2: „Vollständigkeit“ sind unabdingbare Voraussetzungen für ein integratives Management.

5. Klare Verantwortlichkeiten

Verfahrensabläufe (wie z.B. die Antragstellung) sollten die Aufgaben von Nutzern und Verwaltungsbehörden klar definieren. Die Verantwortlichkeiten der verschiedenen Behörden müssen in Bezug auf ihre Rechte und Pflichten eindeutig sein, z.B. welche Behörde Empfehlungen abgibt und welche Behörde verbindliche Auflagen erteilen kann.



3. Erfolgsfaktoren für das Management von oberflächennahen Erdwärmeanlagen

3.1. Planung/Auslegung

Oberflächennahe Erdwärmeanlagen müssen innerhalb des gesetzlichen Rahmens und unter Berücksichtigung aller geltenden Qualitätsstandards nach dem Stand der Technik ausgelegt werden (Anhang 2). Wie in Projektbericht [D.T2.4.2](#) dargelegt, unterscheiden sich die rechtlichen Anforderungen und technischen Standards zwischen den GeoPLASMA-CE-Partnerländern erheblich. Darüber hinaus wird die Durchführung der Planung in den GeoPLASMA-CE-Ländern individuell geregelt. In vielen Ländern ist der Beruf des Anlagenplaners nicht gesetzlich geschützt und kann ohne formale Zertifizierung ausgeübt werden. Planung und Auslegung kann auch Teil der Verkaufsstrategie von Installateuren oder Wärmepumpen-Herstellern sein.

Eine oberflächennahe Erdwärmeanlage stützt sich auf Informationen über Geologie, Hydrogeologie, geothermisches Potential und Landnutzungskonflikte. Das geeignete Erdwärmesystem wird auf Basis der gesetzlichen Rahmenbedingungen, technischen Standards und örtlichen Gegebenheiten ausgewählt und dimensioniert. Die folgende Liste zeigt grundlegende Aspekte, die bei einer Anlagenplanung beachtet werden müssen. Nationale Anforderungen sollten zusammen mit dieser Liste betrachtet werden.

- **Allgemeine Informationen** zum Vorhaben;
- **Geologische und hydrogeologische Informationen** zum Standort;
- **Potentielle Konflikte** am Standort (z.B. benachbarte Rechte und Nutzungen);
- **Informationen zur Auslegung** (Planung im Kontext der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten sowie der Konfliktsituation, z. B. numerische Simulation oder analytische Berechnungen);
- **Technische Informationen** (über Wärmepumpe, verwendete Materialien und Flüssigkeiten sowie Informationen zu den geplanten Bohrungen).

Die Planung / Auslegung muss eine genaue und klare Methode für die Installation und den Betrieb einer Erdwärmeanlage liefern. Verwendete und erzeugte Daten sowie Berechnungen oder Simulationen müssen nachvollziehbar sein. Fehlende Daten oder Daten von unzureichender Qualität müssen durch Untersuchungen des Planers der Anlage kompensiert werden. Planung / Auslegung von Erdwärmeanlagen sollte ein gesetzlich geprüfter Beruf sein.

Anhang 3 - „GeoPLASMA-CE - technische Qualitätsstandards: Empfehlungen für Planung und Genehmigung“ hilft bei der Festlegung der Mindestanforderungen an technische Qualitätsstandards.



3.2. Genehmigung

2009 hat die Europäische Union die europäische Richtlinie über erneuerbare Energien „2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen“ erlassen (ABl. L 140 vom 5.6.2009).

Um administrative Hindernisse abzubauen und Genehmigungsverfahren zu verbessern, schreibt die Richtlinie sechs allgemeine Maßnahmen vor, die von den EU-Mitgliedstaaten in der Verwaltung von erneuerbaren Energiesystemen umgesetzt werden sollen.

1 Zentrale Anlaufstelle

Eine zentrale Anlaufstelle bedeutet, dass es genau eine für die Durchführung des Genehmigungsverfahrens zuständige Behörde gibt. Für den Antragsteller bedeutet dies, dass die Benachrichtigung oder der Genehmigungsantrag nur an eine einzige Behörde gerichtet werden muss. Die Antragsteller sollten in der Lage sein, die zuständige Behörde leicht zu identifizieren. Die Einführung einer zentralen Anlaufstelle erleichtert die Errichtung von Anlagen aller Arten und Größen.

2 Online-Antrag

Der Genehmigungsantrag kann online durch ein E-Government-System gestellt werden. Dies vereinfacht die Kommunikation zwischen Benutzer und Genehmigungsbehörde.

3 Maximale Frist für Verfahren und

4 Automatische Erlaubnis nach Ablauf der Frist

Die Erfahrung zeigt, dass sich die Dauer des Genehmigungsverfahrens je nach Größe der Anlage und den äußeren Bedingungen unterscheiden kann. Die Bewertung einer Großanlage nimmt in der Regel mehr Zeit in Anspruch als die Bewertung einer Kleinanlage. Maximale Vorgaben für die Verfahrensdauer erleichtern die Terminierung des gesamten Vorhabens. Wird die offizielle Genehmigung nicht innerhalb dieser Frist erteilt, schlagen die Maßnahmen der EU-Direktive 2009/28/EG eine automatische Genehmigungserteilung vor. Dennoch darf das Genehmigungsverfahren nicht vernachlässigt werden, da die Begutachtung und die Festlegung von Überwachungsmaßnahmen aufgrund der Umweltauswirkungen von Erdwärmeanlagen von wesentlicher Bedeutung sind.

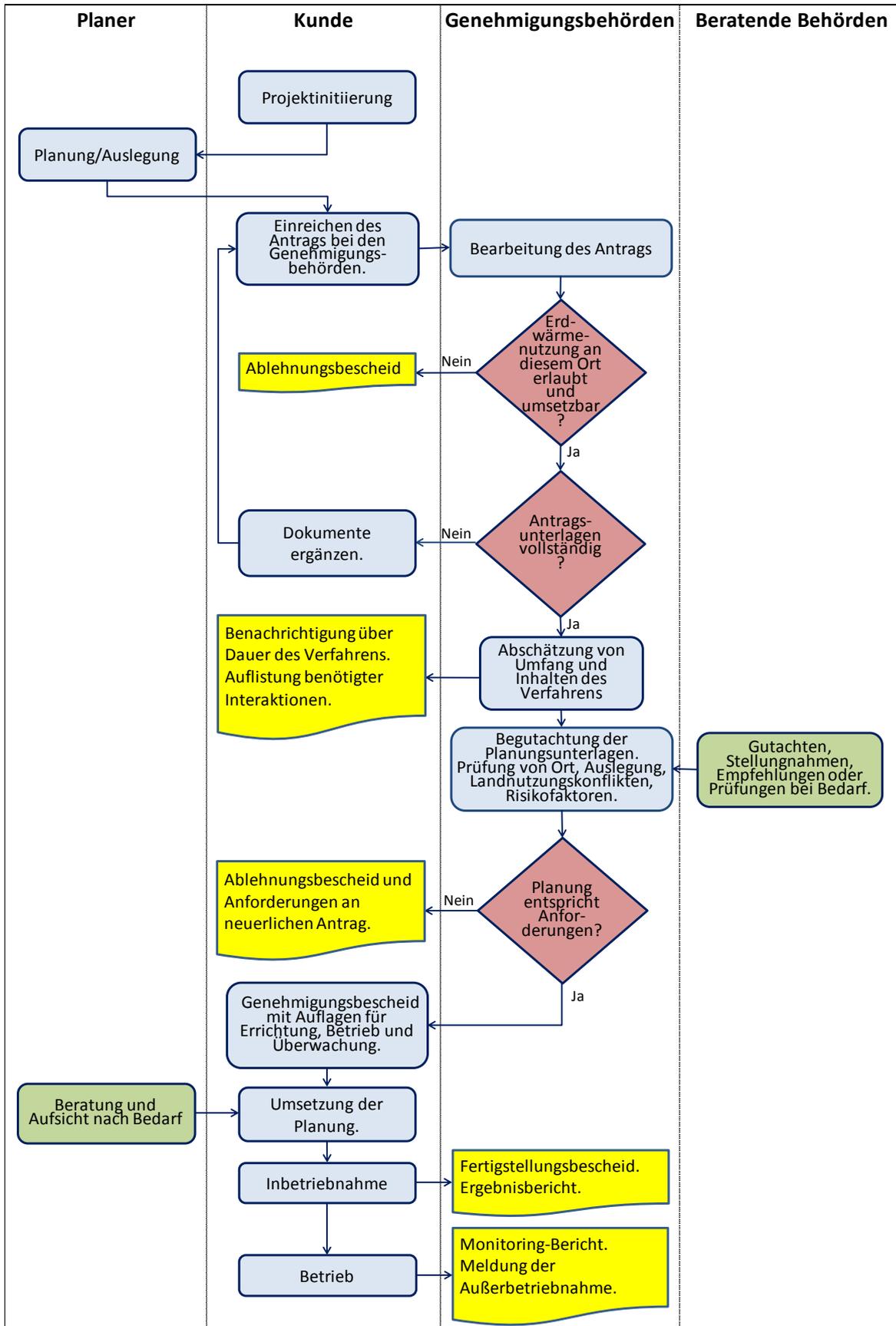


Abbildung 2: GeoPLASMA-CE-Empfehlung Genehmigungsverfahren



5 Erleichterte Verfahren für kleine Projekte

Eine Unterscheidung nach Anlagengröße ist für die Antragstellung nicht erforderlich. Die behördlichen Anforderungen müssen während des Genehmigungsverfahrens aber an die Anlagengröße angepasst werden. Tabelle 3 fasst die größen- bzw. leistungsabhängigen Anforderungen an Erdwärmeanlagen zusammen.

6 Ermittlung von Standorten, welche für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen geeignet sind

Die Identifizierung von geeigneten Gebieten hilft bei der Planung von Anlagen, welche erneuerbarer Energien nutzen. GeoPLASMA-CE unterstützt diese Idee mit der Einbindung von Informationssystemen in das Managementkonzept. Kapitel 3.6 befasst sich mit einem für Erdwärmennutzungen angepassten Informationssystem.

GeoPLASMA-CE hat ein Genehmigungsverfahren (Abbildung 2) entworfen, das diese sechs EU-Maßnahmen berücksichtigt und direkt an die Bedürfnisse der Erdwärme anpasst. Der Entwurf konzentriert sich auf verbesserte Nutzerfreundlichkeit und ermöglicht es den Behörden, innerhalb des bestehenden nationalen Rechts zu handeln.

Die Antragstellung sollte für den Nutzer unabhängig von Anlagenart und -größe sein. Behördeninterne Verwaltungsvorgänge sollten zwischen kleinen, mittleren und großen Anlagen unterscheiden, aber nicht zwischen Erdwärmesonden und thermischen Grundwassernutzungen.

Eine Unterscheidung zwischen Meldeverfahren und Genehmigungsverfahren ist nicht sinnvoll und birgt das Risiko von Fehlern und Ausnahmen. Ein Genehmigungsverfahren muss daher unabhängig von Größe und Anlagentyp für alle Erdwärmennutzungen verpflichtend sein. Eine Vereinfachung des Verfahrens sollte gegebenenfalls nach Antragstellung im Zuge des administrativen (behördeninternen) Teils des Genehmigungsverfahrens beschlossen werden.

Die Genehmigung muss die offiziellen Auflagen für die Errichtung, den Betrieb und die Überwachung der Anlage sowie die Genehmigungsdauer enthalten. Es ist ratsam, feste jahreszeitliche Bilanzen und den Betriebsmodus (einschließlich Entzugsleistung, wasserrechtliche Erlaubnis und Nutzungsart, d. h. Heizen / Kühlen / Speichern) in der Genehmigung anzugeben. Diese Parameter sind für ein integratives Management unverzichtbar.

3.3. Errichtung

Die Errichtung umfasst den Bau und die Inbetriebnahme einer Erdwärmeanlage von der Bohrung über Pumpversuch, Thermal Response Test (TRT), Bohrlochausbau, Druckprüfung, Anschluss an die Wärmepumpe, Einstellen der Betriebsparameter usw. bis hin zur Endprüfung. Die korrekte Bauausführung wird bei der Planung festgelegt und im Genehmigungsverfahren bestätigt.

Voraussetzung für sichere Bohraktivitäten ist der Zugang zu Informationen über die geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten und insbesondere über die am Standort möglicherweise anzutreffenden Bohrrisiken (siehe auch Kapitel 3.4 und Anhang 4).

Jeder Arbeitsschritt muss mit hoher Qualität ausgeführt werden, da Probleme im Zusammenhang mit der Errichtung in der Regel sehr schwer zu beheben und daher teuer und zeitaufwändig sind. Durch Zertifizierung des Personals sowie durch behördliche Inspektionen vor Ort sollte sichergestellt werden, dass die eingereichte Planung, die technischen Standards und die gesetzlichen Bestimmungen eingehalten werden. Weitere Informationen finden Sie in den einzelnen Kapiteln.

Aus rechtlichen Gründen und zur Qualitätssicherung sollte vorgeschrieben werden, den gesamten Bauvorgang samt Inbetriebnahme zu dokumentieren. Die erforderlichen Parameter sollten festgelegt und ein Formular zur Verfügung gestellt werden, das den Behörden die erforderlichen Informationen zur Verfügung stellt.

Wenn eine genehmigte Anlage aus irgendeinem Grund nicht errichtet wird, sollten die Behörden benachrichtigt werden.

3.3.1. Außerbetriebsetzung und Rückbau

Wenn eine Erdwärmeanlage dauerhaft außer Betrieb gesetzt wird, hat dies Auswirkungen auf die Verhältnisse im Untergrund. Dies gilt für die Temperaturverteilung und im Falle einer thermischen Grundwassernutzung auch für den Grundwasserspiegel im näheren Umkreis. Die Stilllegung oberflächennaher Erdwärmeanlagen sollte rechtsverbindlichen Vorgaben folgen und der zuständigen Behörde gemeldet werden. Diese Informationen sollten für die Planung zukünftiger Anlagen sowie für die Koordination der Umweltüberwachung verwendet werden.

Außerbetriebsetzungen müssen vereinheitlicht werden. Für thermische Grundwassernutzungen sollte ein Umbau in eine Grundwassermessstelle in Betracht gezogen werden; andernfalls sollte die Anlage so verfüllt werden, dass eine Kontamination des Grundwasserkörpers verhindert wird. Es wird empfohlen, Normen zu erarbeiten, welche sich mit der Entfernung von Ausrüstung wie Bohrlochkopf, Verrohrung usw. sowie der Sicherung des Standortes befassen. Die Wärmeträgerflüssigkeit von Erdwärmesonden sollte ausgetauscht und die Rohre z.B. mit Zement verfüllt werden, um nachteilige Auswirkungen auf das Grundwasser und die Bildung von Hohlräumen unter der Oberfläche durch leere Rohre zu vermeiden.

Die Außerbetriebsetzung einer Anlage muss den Behörden gemeldet werden.



3.4. Betrieb

Die beste Betriebsart unter den jeweils gegebenen Bedingungen wird während der Planung erarbeitet und in der Genehmigung angegeben. Der Abschnitt „Betrieb“ des Management-Prozesskreislaufs berührt Vorgaben für technische Parameter wie zulässige Spitzen- und Grundlast, genehmigte Förderrate oder vorgeschriebene Temperaturbereiche (siehe auch Kapitel 3.3). Es liegt in der Verantwortung des Installateurs und auch des Nutzers, die gesetzlichen Bestimmungen und die in der Genehmigung angegebenen Auflagen einzuhalten sowie regelmäßige Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen.

Die Behörden sollten die Einhaltung der Vorschriften überprüfen und durch geeignete Maßnahmen durchsetzen (z. B. durch Umweltüberwachung, siehe Kapitel 4.6). Die Effizienz der Anlage kann durch Überwachung der Systemeffizienz optimiert werden (siehe Kapitel 4.6).

Im Betrieb sind Wärmepumpen im Vergleich zu Verbrennungsanlagen wie Öl- oder Gaskesseln relativ wartungsarm. Dennoch profitieren sie ebenfalls von einer regelmäßigen Wartung, da dies einen sicheren Betrieb und eine lange Lebensdauer der Anlage gewährleistet.

Planung und Betrieb einer Erdwärmeanlage müssen auf eine effiziente und nachhaltige Nutzung ausgerichtet sein. Die Überwachung der Systemeffizienz ist ein gutes Mittel zur Effizienz-Optimierung.

Regelmäßige Wartungsintervalle und Instandhaltungsaufgaben sollten, ähnlich wie bei Gaskesseln, festgelegt werden und den Eigentümern von Erdwärmeanlagen empfohlen werden. Die Wartung sollte mindestens Folgendes umfassen:

- Sichtprüfung auf Verschleiß mechanischer Teile;
- Messung des Betriebsdrucks in allen mit Flüssigkeit gefüllten Leitungen;
- Prüfung auf Lufteinschlüsse oder Verunreinigungen in den Betriebsflüssigkeiten;
- Überprüfung der korrekten Frostschutzmittelkonzentration (falls zutreffend);
- Messung und Einstellung des Volumenstroms.

Das Austreten von Wärmeträgerflüssigkeiten aus Erdwärmesonden sollte unbedingt den Behörden gemeldet werden. Diese Verpflichtung und die korrekten örtlichen Kontaktdaten sollten in der Genehmigung angegeben werden.



3.5. Monitoring

Im Arbeitsfeld der oberflächennahen Geothermie wird unter „Monitoring“ die Beobachtung einer Erdwärmeanlage und/oder des Untergrunds in ihrer Nähe verstanden. Monitoring von oberflächennahen Erdwärmeanlagen unterstützt das Erreichen der folgenden Ziele:

- Systemoptimierung, d. h. die Aufzeichnung von Betriebsparametern einzelner Anlagen oder Anordnungen (Sondenfelder, Brunnensysteme)
- Umweltüberwachung, d.h. Beobachtung von Untergrundparametern im Nahbereich der Anlage, um Veränderungen identifizieren und quantifizieren zu können, insbesondere in Bezug auf Grundwasserqualität

Monitoring bietet daher Vorteile für Anlagenbetreiber, Behörden und die Öffentlichkeit.

Gegenwärtig gibt es in keinem der GeoPLASMA-CE Partnerländer bindende Vorschriften hinsichtlich der Überwachung von oberflächennahen Erdwärmeanlagen. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens kann sie durch die Genehmigungsbehörden vorgeschrieben werden. Die genauen Umstände, welche Auflagen bzgl. Monitoring auslösen, sowie die Auflagen selbst werden in Einzelfallentscheidungen bestimmt. Sie können daher von Entscheidungen einzelner am Genehmigungsverfahren beteiligter Personen abhängen. Sofern keine Richtlinien vorhanden sind, können diese Einzelfallentscheidungen den Kenntnisstand und persönliche Einstellung einzelner Personen widerspiegeln.

Es gibt große Unterschiede zwischen dem Betrieb einer Kleinanlage für ein Einfamilienhaus und dem einer großen Anlage, welche ein Nahwärmenetz oder Gewerbeobjekt versorgt. Dementsprechend werden sich ihre Anforderungen an Systemüberwachung und Umweltüberwachung unterscheiden. Unterschiede bezüglich des Monitorings gibt es auch zwischen Erdwärmesonden und thermischen Grundwassernutzungen, da diese auf unterschiedlichen Funktionsprinzipien beruhen.

Zielstellung und Umfang von Monitoring-Programmen sollten entsprechend festgelegt werden.

GeoPLASMA-CE empfiehlt die Ausarbeitung fester Richtlinien für Stadt- und Kreisverwaltungen mit folgenden Inhalten:

- Umstände, unter denen Monitoring im Genehmigungsverfahren vorgeschrieben werden muss;
- Umfang des vorzuschreibenden Monitorings (Parameter, Messintervalle, Zeitdauer) unter Berücksichtigung von installierter Leistung, Anlagenart, Umweltbedingungen und potentiellen (Umwelt-)Auswirkungen;
- Kriterien für die Verlängerung von bestehenden Genehmigungen für Erdwärmenutzung.

GeoPLASMA-CE empfiehlt die Einteilung von Erdwärmeanlagen in sechs Kategorien, welche sich durch installierte Leistung und Anlagenart voneinander unterscheiden (siehe Tabellen 1 und 2).

GeoPLASMA-CE empfiehlt, dass Monitoring von Erdwärmesonden unter normalen Umständen (d.h. sofern keine vorher festgelegten, konkreten Belange oder negativen Umstände vorliegen) unabhängig von der installierten Leistung auf freiwilliger Basis erfolgt.



3.5.1. Systemüberwachung

Während der Systemüberwachung werden die Betriebsparameter einer Erdwärmeanlage verfolgt. Diese Daten können dazu verwendet werden, die Effizienz des Systems zu optimieren. Die Messintervalle einer Systemüberwachung hängen von den jeweiligen Parametern ab und sollten sorgsam gewählt werden. Wird ein zu kleines Messintervall gewählt, werden sehr große Datenmengen aufgezeichnet (Speicherplatz, Bearbeitungszeit). Ein zu großes Intervall erzeugt Daten, die nicht repräsentativ sind.

Systemüberwachung sollte nach Inbetriebnahme mindestens drei Jahre lang durchgeführt werden.

Tabelle 1: Systemüberwachung. Fett: Sollte vorgeschrieben werden; normal: sollte empfohlen werden (freiwillig). Siehe Anhang 5 oder Glossar für Erklärungen von technischen Ausdrücken.

Systemüberwachung - an der Anlage - durch den Betreiber			
	S (klein)	M (mittel)	L (groß)
Erdwärme- sonden	analoges Strommessgerät Betriebsstunden Betriebsdruck	elektronisches Strommessgerät Volumenstrommesser Betriebsdruck	komplettes Monitoring-System Betriebsdruck
geotherm. Grundwasser- nutzung	Vorangehende Wasseranalyse Zweijährliche Wasseranalyse Analoges Strommessgerät Betriebsstunden	Vorangehende Wasseranalyse Zweijährliche Wasseranalyse Massenstrommesser Elektronisches Strommessgerät	Vorangehende Wasseranalyse Zweijährliche Wasseranalyse Massenstrommesser Komplettes Monitoring-System

3.5.2. Umweltüberwachung

Während der Umweltüberwachung werden Parameter des Untergrundes aufgezeichnet. Diese Daten können dazu verwendet werden,

- Veränderungen der Umwelt, insbesondere der Grundwasserqualität, sowie
- Einfluss auf benachbarte Erdwärmeanlagen

zu identifizieren und zu quantifizieren.

Eine Umweltüberwachung kann nur dann durchgeführt werden, wenn ein Kataster von Bestandsanlagen existiert, d.h. ein Meldesystem oder Genehmigungsverfahren besteht, das jede einzelne Anlage erfasst und auch Außerbetriebnahmen beinhaltet (siehe Kapitel 2). Umweltüberwachung benötigt Zugang zu geeigneten Messstellen. Wichtige Aspekte bezüglich der Eignung von Messstellen sind: Lage im Verhältnis zur Erdwärmeanlage, Tiefe, Ausbau und Zugangsrechte.



Es sollte eine verbindliche Definition des Begriffes „geeignete Messstelle“ erstellt werden. Diese Definition sollte die Unterschiede zwischen Erdwärmesonden und geothermischen Grundwassernutzungen sowie die installierte Leistung berücksichtigen.

Umweltüberwachungen sollten bevorzugt das bestehende (staatliche) Grundwassermessnetz einbeziehen. Richtlinien sollten festlegen, welche Maßnahmen bei Mangel an geeigneten Messstellen ergriffen werden müssen (z.B. Verteilung der Kosten für neue Messstellen, Verantwortlichkeiten und Zeitrahmen für die Erstellung neuer Messstellen).

Als Mindestanforderung für Umweltüberwachungen an Erdwärmesonden und thermischen Grundwassernutzungen empfiehlt GeoPLASMA-CE eine abstromige Messstelle, welche mindestens den oberen Grundwasserleiter abdeckt. Für thermische Grundwassernutzungen mit einer hohen installierten Leistung wird eine zweite, anstromige Messstelle empfohlen.

Die Datenaufnahme und Interpretation der Messwerte sollte durch unabhängige Dritte oder die Stadt- bzw. Kreisverwaltung durchgeführt werden. Der Datenfluss an die verantwortlichen Behörden muss sichergestellt sein.

Die Umweltüberwachung sollte regelmäßig ausgeführt werden, bis die Anlage außer Betrieb genommen wird.

Tabelle 2: Umweltüberwachung. Fett: Sollte vorgeschrieben werden; normal: sollte empfohlen werden (freiwillig). Siehe Anhang 5 oder Glossar für Erklärungen von technischen Ausdrücken.

Umweltüberwachung - an geeigneten Messstellen - durch Behörden			
	S (klein)	M (mittel)	L (large)
Erdwärme- sonden	2-4 Temperaturprofile pro Jahr	2-4 Temperaturprofile pro Jahr	2-4 Temperaturprofile pro Jahr
geotherm. Grundwasser -nutzung	Entnahmeevolumen pro Jahr Vorlauftemperatur Rücklauftemperatur Grundwasserstand 2x jährlich 2-4 Temperaturprofile pro Jahr	Entnahmeevolumen pro Jahr Vorlauftemperatur Rücklauftemperatur Grundwasserstand 4x jährlich 2-4 Temperaturprofile pro Jahr	Entnahmeevolumen pro Jahr Vorlauftemperatur Rücklauftemperatur Grundwasserstand 4x jährlich 2-4 Temperaturprofile pro Jahr (anstromig & abstromig)

3.6. Informationssystem

Sichere Planung, Auslegung und Genehmigung einer effizienten Erdwärmeanlage benötigt umfassende Informationen über

- Wissenschaftliche Beschreibung des Untergrundes, z. B. Gesteinsparameter oder Grundwassertemperaturen,
- rechtliche und raumplanerische Aspekte, z. B. Fernwärmewang oder Wasserschutzgebiete.

Gegenwärtig gibt es keine Standards oder Richtlinien, welche die Bereitstellung solcher Daten in einem einzigen, öffentlich zugänglichen Informationssystem abdecken. Dementsprechend gibt es signifikante Unterschiede in Verfügbarkeit, Dateninhalten und deren Darstellung zwischen Ländern, Regionen oder sogar Landkreisen.

In Bezug auf Akquise, Bearbeitung und Aufnahme in ein Informationssystem können Dateninhalte auch nach Zugangsrechten kategorisiert werden:

- Öffentliche Informationen, wie z. B. geowissenschaftliche und raumplanerische Kartenwerke,
- normalerweise zugangsbeschränkte Daten wie z. B. Lokation und Betriebsparameter von Bestandsanlagen.

Ein einfach strukturiertes Informationssystem mit unbeschränktem öffentlichem Zugang ist nur dann möglich, wenn alle Datenquellen öffentlich verfügbar sind. Die Aufnahme von zugangsbeschränkten Daten führt unweigerlich zu einer komplizierteren Struktur mit mehreren Zugangsstufen (z.B. durch Beschränken solcher Daten für behördeninterne Verwendungszwecke).

Außer von den Dateninhalten selbst hängt die Akzeptanz und Nutzung solcher Informationssysteme von vielen Punkten der Nutzerfreundlichkeit und Servicequalität ab. Die meisten dieser Aspekte liegen im Einflussbereich der Institution, welche die Daten verwaltet.

Der weitaus größte Teil der öffentlich zugänglichen Daten besteht aus den Karten und Daten der Umweltüberwachung (Zeitreihen) der Behörden. Andere unbeschränkte Datenquellen können jedoch in das System aufgenommen oder verlinkt werden, wie z. B. Erläuterungen zum Genehmigungsverfahren, nützliche Kontaktinformationen („Gelbe Seiten“), technische Richtlinien, „Best Practice“-Beispiele, Links zu einschlägigen Standards und Rechtsvorschriften sowie andere Informationen, die sich auf oberflächennahe Geothermie beziehen.

Verwaltung und Bereitstellung von zugangsbeschränkten Daten ist aufwändig. Die Aufnahme von Daten aus Privatbesitz birgt viele Probleme im Zusammenhang mit z.B. Zugangsrechten, Nutzungsrechten, Genauigkeit der erhaltenen Informationen, Datenübertragung und Verantwortlichkeiten.



Diese Herausforderungen werden im Projektbericht [D.T2.4.2](#) „*Catalogue of Reviewed Quality Standards, Current Policies and Regulations*“ behandelt. Da die Umsetzung wesentlich von der gegebenen rechtlichen Lage im betreffenden Land abhängt, wird jede Lösung zu diesen Problemen individuell sein und sich nicht ohne Weiteres auf andere Regionen übertragen lassen.



GeoPLASMA-CE unterstützt freien Zugang zu Informationen, sofern Rechte des Datenschutzes nicht verletzt werden.

Für Erdwärmennutzungen relevante Daten aus Geowissenschaft und Raumplanung sollten in einem einzigen, kostenlosen und nutzerfreundlichen Webportal zusammengeführt und öffentlich zur Verfügung gestellt werden.

Die Themenstruktur sollte intuitiv sein und nicht zu viele Hierarchiestufen enthalten. Es sollte deutlich sein, welche Informationsebenen (Layer) für Erdwärmesonden, für thermische Grundwassernutzungen oder für beide Systeme von Bedeutung sind.

Daten müssen sachlich korrekt und aktuell sein. Inhalte sollten in regelmäßigen Abständen revidiert werden. Diese Abstände sollten für jeden Datensatz in Abhängigkeit von dessen zeitlicher Sensitivität einzeln festgelegt werden.

Das Informationssystem sollte die Ausführung von Ortsabfragen erlauben.

Die Bedienoberfläche sollte regelmäßig auf den neuesten Stand gebracht werden, übliche Praktiken widerspiegeln und neue Browser-Versionen unterstützen, um Benutzerfreundlichkeit, Zugang und Schutz vor Missbrauch sicherzustellen.

Es wird empfohlen, anlagenbezogene Daten in das Informationssystem unter Berücksichtigung des bestehenden rechtlichen Rahmens, insbesondere des Datenschutzes, einzuschließen.

Zugangsebenen sollten in Übereinstimmung mit nationalen Vorschriften definiert werden, insbesondere unter Berücksichtigung des Datenschutzes. Nutzer sollten registriert und identifiziert werden. Zugangsbeschränkte Daten sollten nur auf Anfrage und nur an Personen mit berechtigtem Interesse verfügbar gemacht werden.

Unbefugter Zugriff auf zugangsbeschränkte Daten muss durch geeignete Speicherstrukturen und andere Sicherheitsmaßnahmen verhindert werden.

Das Informationssystem sollte mit einem internetbasierten Antragsverfahren verknüpft werden.

GeoPLASMA-CE empfiehlt die Einbindung von thematischen Karten, die alle relevanten Aspekte von geothermischen Ressourcen, Bohrrisiken und potentiellen Landnutzungskonflikten abdecken.

Es wird empfohlen, Tiefenprofile oder Zeitserien von Messstellen in angemessener Form grafisch darzustellen, insbesondere Grundwasserspiegel, Grundwasser-Temperaturprofile und Grundwasseranalysen.

Angemessene Methoden zur Erhebung von Informationen über unregistrierte oder ungenehmigte Bestandsanlagen sollten erarbeitet werden.

Die benötigte Technik zur Erfassung digitaler Daten sollte bereitgestellt werden. Die Verwendung von Datenloggern mit automatischer Datenübertragung sollte ermöglicht werden.

In Ländern, in denen jährliche Emissionsmessungen durch Schornsteinfeger o.ä. fest etabliert sind und von der Bevölkerung akzeptiert werden, sollte eine Datenaufnahme durch geschultes Personal in Betracht gezogen werden.



4. Qualitätsstandards für das Management von oberflächennahen Erdwärmeanlagen

Erfolgsfaktoren bestimmen, ob die Managementziele für die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme (siehe Liste in Kapitel 2) erreicht wurden oder nicht. Der Erfolg eines Erdwärmeprojektes hängt von internen und externen Einflussfaktoren ab. Interne Einflussfaktoren können durch die an Planung und Umsetzung beteiligten Akteure gesteuert oder zumindest beeinflusst werden, z. B. durch Auslegung der Anlage, durch Auswahl von Materialien und Techniken sowie durch das Streben, alle Vorschriften zu befolgen und einen hohen Qualitätsstandard zu erreichen. Die letzten Punkte sind dort von besonderer Bedeutung, wo Qualitätsstandards für oberflächennahe Erdwärmeanlagen nicht existieren oder niedrig angesetzt sind.

Qualitätsstandards müssen folgende Aspekte abdecken:

- die Anwendung der anerkannten Regeln der Technik auf Planung, Installation, Betrieb und Überwachung von Erdwärmennutzungen;
- technische Standards sollten u.a. die Anwendung bzw. Bereitstellung von Hilfsmitteln und Wissen beinhalten, die sich auf die anerkannten Regeln der Technik beziehen;
- das Erfüllen der Vorgaben, um einen sicheren Betrieb von Erdwärmeanlagen bei möglichst geringer Umweltbeeinflussung sicherzustellen;
- die Festlegung von Maßnahmen der Qualitätskontrolle;
- die Definition von Schlüsselbegriffen.

Ein rechtlich verbindlicher Status dieser Dokumente muss verpflichtend sein, da nur so ihre Einhaltung gesichert werden kann. Darüber hinaus sind solchermaßen festgelegte Standards für das gesamte Land gültig und stellen einen großen Schritt Richtung Harmonisierung dar.

In Planung und Umsetzung involvierte Akteure können externe Faktoren nicht beeinflussen. Beispiele für externe Einflussfaktoren sind z. B. der politische Wille von Entscheidungsträgern, verbindliche Management-Prozeduren einzuführen, das geothermische Potential an der gewählten Lokation, und bestehende technische Standards. Externe Einflussfaktoren werden in diesem Dokument nicht berücksichtigt. Die Resultate des GeoPLASMA-CE Arbeitspakets 4, insbesondere die Projektberichte [D.T4.1.2](#) „Draft Strategies for the Use of Shallow Geothermal Energy in the Investigated Target Regions and Cities“ und [D.T4.4.1](#) “Strategy Report for Future Energy Planning and Management concepts to foster the use of Shallow Geothermal Methods”, sprechen einige externe Einflussfaktoren an.



Die Gesetzgebung sollte Vorschriften zu Prozessen, Qualitätsstandards und Grenzwerten erlassen. Rechtliche Vorschriften sollten technische Standards nicht direkt enthalten, sondern die Dokumente festlegen, welche die anerkannten Regeln der Technik darstellen. Diese Dokumente werden somit rechtsverbindlich, haben jedoch den Vorteil, dass sie einfacher und schneller angepasst werden können als Gesetzestexte. Sie können regelmäßig auf den neuesten Stand gebracht werden, um Fortschritte in Technik und Wissen widerspiegeln zu können.

Die von GeoPLASMA-CE vorgestellten Qualitätsstandards beziehen sich im Allgemeinen auf mehr als eine der Projektphasen des GeoPLASMA-CE Management-Zyklus, betreffen dann jedoch unterschiedliche Akteure (siehe Kapitel 2.2). In den folgenden Unterkapiteln werden Qualitätsstandards allgemein behandelt.

4.1. Definitionen

Für ein einheitliches Grundverständnis von Erdwärmenutzung sind Definitionen von ausschlaggebender Bedeutung. Dies trifft insbesondere auf die Mitgliedsstaaten der EU zu, die über gemeinsame rechtliche Rahmen und Ziele verfügen. EU-weit gültige Definitionen wären von Vorteil. Wo sie fehlen, sollten die einzelnen landesweiten Festlegungen von Schlüsselbegriffen zumindest klar formuliert und verbindlich festgelegt werden. Im Rahmen des Projektes GeoPLASMA-CE wurden drei Schlüsselbegriffe identifiziert, für die nationale Definitionen in Partnerländern fehlen.

4.1.1. Oberflächennahe geothermische Energie

Der Begriff „geothermische Energie“ sollte in Regelwerken zur Erdwärme festgelegt werden. EU-Richtlinie 2009/28/EG gibt folgende Definition: „*Geothermische Energie bezeichnet die Energie, die in Form von Wärme unter der festen Erdoberfläche gespeichert ist*“.

Diese Definition umfasst geothermische Energie unabhängig von Erschließungsmethode, Tiefe oder Temperaturniveau. Da es wesentliche Unterschiede zwischen der Nutzung von oberflächennaher und tiefer Erdwärme gibt, insbesondere hinsichtlich Aufwand und Bohrtechniken, ist ein Kriterium zur verfahrensrechtlichen Unterscheidung dieser beiden Nutzungsarten notwendig.

	Tiefe Geothermie		Oberflächennahe Geothermie		
Temperatur	20 - 200 °C		8 - 25 °C		
System	Hot Dry Rock	Hydrogeothermie	Erdwärmesonde	Flachkollektor, Energiepfähle	thermische Grundwassernutzung
Tiefe	> 5000 m	> 100 m	10 - 400 m	< 50 m	
Prinzip	offenes System	offenes System	geschlossenes System	geschlossenes System	offenes System
Nutzung geothermischer Energie	direkte Nutzung heißen Wassers				
	↔		Nutzung direkt oder mit Wärmetauscher		
	Stromerzeugung und Prozesswärme		Nutzung mit Wärmepumpe		
	↔		Stromerzeugung (ORC, Kalina), Nutzung von Wärme oder Thermalwasser		
		↔			Erzeugung von Wärme und Kühlung

Abbildung 3: Nutzung geothermischer Energie.

Häufig wird eine Tiefenbegrenzung für die Unterscheidung zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie verwendet. Diese wird von den einzelnen Ländern nicht einheitlich gehandhabt. In GeoPLASMA-CE Partnerländern variiert sie im Bereich von 100 m bis 400 m (mehr Informationen sind erhältlich in Projektbericht [D.T2.4.2 „Catalogue of Reviewed Quality Standards, Current Policies and Regulations“](#)) und stammt aus technischen Standards oder anderen unverbindlichen Leitfäden. Die Festlegung der Tiefenbegrenzung erfolgt aufgrund einer Anzahl verschiedener und z.T. historischer Gründe, z.B. aufgrund von im Bergbaurecht niedergelegten Bohrtiefen. Eine geeignete Definition könnte



Untergrundtemperaturen oder Energieentzug in Kombination mit einer Tiefenbegrenzung als Kriterium festlegen. Vom technischen und wissenschaftlichen Standpunkt aus ist jedwedes Kriterium zur Unterscheidung zwischen oberflächennaher und tiefer geothermischer Energie ein willkürlich gewählter Wert. Aus wirtschaftlichen, rechtlichen und sozialen Überlegungen hinaus ist eine solche Unterscheidung jedoch notwendig.

Für die Harmonisierung, das grenzüberschreitende Management, die Rechtssicherheit, die Konfliktvermeidung und die Erstellung von Statistiken wird eine Definition des Begriffes "oberflächennahe geothermische Energie" benötigt.

Eine Definition über die Tiefe erscheint angemessen, da die Tiefe gegenwärtig bereits das gebräuchlichste Kriterium zur Unterscheidung von oberflächennaher und tiefer geothermischer Energie ist.

4.1.2. Anlagengröße

Eine Unterscheidung zwischen „großen“ und „kleinen“ Erdwärmeanlagen ist ratsam. Umweltrisiken und Konflikte hängen nicht von der Größe der Anlage ab; das Ausmaß der möglichen Folgen jedoch schon. Aus diesem Grund benötigen einige Qualitätsstandards unterschiedliche Vorgaben für kleine und große Anlagen. Eine auf der installierten Leistung basierende, einheitliche Definition für Anlagengrößen ist aufgrund ihrer Einfachheit ratsam.

Tabelle 3: Kategorien für Erdwärmeanlagen nach installierter Leistung. Diese Tabelle beinhaltet auch Empfehlungen hinsichtlich Qualitätsstandards. Erläuterungen sind in den einzelnen Kapiteln dieses Dokumentes enthalten. Quelle: GeoPLASMA-CE workshop, 2018.

Kategorie	S (klein)	M (mittel)	L (groß)
Power [kW]	<12	12-50	>50
Beispiel	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	gewerblich genutztes Gebäude
Antragstellung	vereinfachtes Antragsverfahren für Nutzer		
Nutzung	Heizen / (Kühlen)	Heizen / Kühlen	Heizen / Kühlen / Speichern
Thermal Response Test	Nein	Empfohlen	Vorgeschrieben
Thermischer Einflussbereich	berechnet	Numerische Modellierung	
Monitoring (Systemüberwachung)	freiwillig		
Monitoring (Umweltüberwachung)	grundlegend	erweitert	vollständig

Eine Unterscheidung nach Anlagengröße erlaubt es auch, rechtliche oder finanzielle Verpflichtungen, wie z. B. Monitoring oder andere genehmigungsrechtliche Auflagen, für kleine Anlagen gezielt zu erleichtern. In einigen Ländern wurde eine Kategorisierung nach Leistung bereits vorgenommen, um vereinfachte Genehmigungsverfahren oder Anzeigeverfahren für kleine Anlagen umsetzen zu können. Tabelle 3 enthält einen Vorschlag für eine Einteilung in drei Kategorien nach installierter Leistung. Sie zeigt auch mehrere Management-Aspekte, die von der Anlagengröße abhängen könnten.

Eine Einteilung von Erdwärmeanlagen nach Größe sollte anhand der installierten Leistung vorgenommen werden.



4.1.3. Eigentum

Aufgrund der steigenden Dichte von Erdwärmeanlagen bei unzulänglichen Informationen über den Anlagenbestand wächst das Risiko einer gegenseitigen Beeinflussung und daraus folgend das Risiko einer verminderten Effizienz von Anlagen. Gegenwärtig gibt es noch keine klaren Empfehlungen für die Lösung von Konflikten, die aus solchen gegenseitigen Beeinflussungen entstehen.

Das Eigentum an oberflächennaher geothermischer Energie ist in keinem der GeoPLASMA-CE Partnerländer geregelt. Eigentum an geothermischer Energie hängt eng mit Eigentum an Untergrund und Grundwasser zusammen. Diese können dem Staat gehören, der Kommune, der Öffentlichkeit oder dem Grundstückseigentümer.

Tatsächlich ist nicht das Eigentum an oberflächennaher geothermischer Energie ausschlaggebend, sondern die Vergabe von Zugangsrechten. Zugang zu Erdwärme wird oft nach dem Prinzip „wer zuerst kommt, malt zuerst“ vergeben. Die Genehmigung kann Auflagen enthalten, die Änderungen der Untergrundtemperatur über Grundstücksgrenzen hinweg verbieten oder beschränken.

Anders als andere unterirdische Rohstoffe wie Mineralien oder Grundwasser werden Nutzungsrechte an Erdwärme in den GeoPLASMA-CE Partnerländern nicht durch umfassende Bewirtschaftungspläne des Untergrundes abgedeckt.

Eigentum an und Zugangsrechte zu geothermischer Energie sollten geklärt werden und einem räumlich umfassenden Bewirtschaftungsplan unterliegen. Dieser sollte im staatlichen Rechtssystem verankert werden. GeoPLASMA-CE schlägt vor, jedem Grundstück bzw. jedem Gebiet ein gewisses Energiekontingent zuzuordnen, und zwar auch in Ländern, in denen das Eigentum an geothermischer Energie beim Staat liegt. Diese Methode fördert integratives Management und unterstützt eine effiziente Nutzung der geothermischen Energie durch Überwindung des Prinzips „wer zuerst kommt, malt zuerst“.

4.2. Zertifizierung und Training

Von GeoPLASMA-CE durchgeführte, vornehmlich an Bohrfirmen, Energieberater und Behörden gerichtete Umfragen ergaben, dass Zertifizierung als leistungsfähigstes Werkzeug beim Erreichen von hohen Qualitätsstandards während der Errichtung von oberflächennahen Erdwärmeanlagen angesehen wurde. Die EU-Richtlinie zu Erneuerbaren Energien verlangt ebenfalls Zertifizierungssysteme für Erdwärmeanlagen. Obwohl die Umfrageergebnisse ähnlich waren, gab es Hinweise darauf, dass eine Zertifizierung für Bohrpersonal als wichtiger eingestuft wurde als eine Zertifizierung für Planer, und dass der Stellenwert einer Zertifizierung mit wachsender Anlagengröße steigt. Die Umfrage zeigte außerdem, dass Stadt- und Kreisverwaltungen Training benötigen, um konsistente Entscheidungen treffen zu können.

Die Einführung einer grundlegenden Zertifizierung, welche die gesamte Bandbreite an Arbeitsschritten während der Errichtung einer Erdwärmeanlage abdeckt, wird für folgende Gewerke stark empfohlen:

- Planung;
- Bohrung und Bau;
- Installation;
- Wartung;
- Genehmigungsbehörden.



Zertifizierung sollte nur für Personal mit technischem Wissen erhältlich sein. Auf diese Weise wird gesichert, dass die Mindestanforderungen an Fachwissen während der gesamten Umsetzungsphase erfüllt sind. Zusätzliches Training für bestimmte Arbeitsschritte wird stark befürwortet.

Verschiedene Zertifizierungen bestehen bereits, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung. Eine gesamteuropäische Zertifizierung gewährleistet Angleichung und damit auch Vereinfachung. Sie ermöglicht einen Marktzugang von ausländischen Firmen in dem Fall, dass eine nationale Zertifizierung nicht existiert. [GeoTRAINET](#) bietet Training für Bohrfirmen und Planer an, allerdings nicht für Installateure.

Eine verpflichtende Zertifizierung von Bohrfirmen, Installateuren, Planern, Wartungsfirmen und prüfenden Behörden wird empfohlen. Organisationen wie [GeoTRAINET](#) können als Beispiel dienen und weitere Einzelheiten liefern. Es wird auch empfohlen, die Zertifizierung während der Errichtung zu überprüfen und durchzusetzen. Bußbescheide können ebenfalls ein geeignetes Instrument sein, um den Einsatz von qualifiziertem Personal zu erzielen; ebenso der Einsatz von zertifiziertem Personal als Vorbedingung für die Zuweisung von Fördergeldern.

4.3. Technische Qualitätsstandards

Im Rahmen dieses Projektes durchgeführte Analysen zeigen, dass der anerkannte Stand der Technik in den GeoPLASMA-CE Partnerländern sich bezüglich technischer und ökologischer Standards unterscheidet. Qualitätsstandards können einerseits technische Standards betreffend Errichtung und Betrieb sein, andererseits aber auch die Einhaltung von Qualitätssicherungsmaßnahmen wie Systemüberwachung oder Bohrberichte zum Inhalt haben. Eine tiefere Betrachtung dieser Standards liegt jenseits des Schwerpunktes und der Expertise von GeoPLASMA-CE. Bestehende Standards, Richtlinien und Normen sind in Anhang 2 aufgeführt.

Einhaltung der Qualitätsstandards während aller Phasen des Management-Prozesskreislaufes ist notwendig, um einen effizienten, umweltfreundlichen und nachhaltigen Betrieb zu sichern.

Qualitätsstandards sollten sich auf den anerkannten Stand der Technik beziehen, wie er in Richtlinien, Vorschriften oder Normen niedergelegt ist.

Anhang 3: „GeoPLASMA-CE - Technische Qualitätsstandards: Ein Leitfaden für Planung und Genehmigung“, hilft bei der Festlegung der Mindestanforderungen für technische Qualitätsstandards.



4.4. Geografische und geologische Bedingungen

Oberflächennahe Erdwärme ist überall verfügbar, und Erdwärmeeinrichtungen können fast überall errichtet werden. Die Planung einer effizienten und nachhaltigen Anlage benötigt die folgenden örtlichen Informationen:

1. Erwartete Energiemenge

Aufgrund örtlich begrenzter Gesteinseigenschaften oder Eigenschaften des Grundwasserleiters kann in manchen Regionen ein höherer spezifischer Wärmeentzug erzielt werden als in anderen. Das Fehlen zuverlässiger Daten fördert die Verwendung von Literaturwerten, Schätzwerten oder anderen Näherungen und kann daher zu unbefriedigenden Ergebnissen führen.

2. Auflagen

In bestimmten Gebieten, z.B. Wasserschutzgebieten, können Bohrungen Auflagen unterliegen. Schutzgebiete und andere durch Auflagen beschränkte Gebiete sind in Dokumenten wie Erlässen oder Verordnungen aufgeführt, die öffentlich eingesehen werden können.

3. Bohrrisiken

Bestimmte geologische oder hydrogeologische Gegebenheiten verlangen zusätzliche technische Maßnahmen oder Sicherheitsmaßnahmen. Anhang 4 zeigt Beispiele für widrige Umstände, die während der Planungsphase berücksichtigt werden sollten. Auftreten dieser Umstände bedeutet nicht, dass oberflächennahe geothermische Energie in diesem Gebiet nicht genutzt werden kann. Es bedeutet lediglich, dass ihr potentieller Einfluss in der Planung berücksichtigt werden muss und dass geeignete Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden müssen. Vorschläge für solche Maßnahmen sind ebenfalls in Anhang 4 enthalten. Die Tabelle ist nicht vollständig und enthält nur Problemstellungen, die in GeoPLASMA-CE Partnerländern angetroffen wurden.

Informationen über örtliche geografische und geologische Gegebenheiten sind nicht überall erhältlich. Wo sie erhältlich sind, unterscheiden sich ihre Standards deutlich zwischen verschiedenen Ländern und Regionen: Physikalische Größen und Symbolik der Potentialkarten sind nicht einheitlich, ebenso Einteilung und Darstellung von Risiken und Landnutzungskonflikten. Aus diesem Grund wurden durch GeoPLASMA-CE standardisierte und angegliche Arbeitsabläufe für die Erstellung von Potentialkarten, Konfliktkarten und Standorteignungskarten erarbeitet. Diese Arbeitsabläufe sind im Projektbericht [D.T2.3.4 Evaluated Guidelines on Harmonized Workflows and Methods for Urban and Non-urban Areas](#) erhältlich. Der Projektbericht enthält auch Vorschläge für eine angegliche Datenhaltung und Symbolik.

Für jede Region sollten die relevanten geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten und Risikofaktoren festgestellt werden. Nutzungskonfliktkarten sollten erstellt und zum Zwecke der Planung von oberflächennahen Erdwärmeeinrichtungen zur Verfügung gestellt werden.

Es sollte eine Definition für Grundwasserleiter, welche für eine thermische Grundwassernutzung geeignet sind, erarbeitet werden. Diese Definition könnte auf Kriterien wie Mächtigkeit des Grundwasserleiters, Schüttung, Durchlässigkeitsbeiwert oder einer Kombination dieser Parameter beruhen.



GeoPLASMA-CE empfiehlt die Bereitstellung folgender Karten als Mindestanforderung:

Für Erdwärmesonden

- Durchschnittliche Wärmeleitfähigkeit in geeigneten Tiefenintervallen,
- Geologische Informationen,
- Bergbau und unterirdische Hohlräume,
- Artesische und gespannte Grundwasserleiter,
- Relevante geologische und hydrogeologische Risikofaktoren,
- Wasserschutzgebiete,
- Altlasten,
- Standorteignung für Erdwärmesonden (“Ampelkarte”),
- Bestandsanlagen (falls vereinbar mit bestehenden nationalen Datenschutz-Richtlinien)

Für thermische Grundwassernutzungen

- Konturen geeigneter Grundwasserleiter,
- Ergiebigkeit,
- Artesische und gespannte Grundwasserleiter,
- Grundwasserchemismus,
- Altlasten,
- Wasserschutzgebiete,
- Standorteignung für thermische Grundwassernutzung („Ampelkarte”)
- Bestandsanlagen (falls vereinbar mit bestehenden nationalen Datenschutz-Richtlinien).

5. Glossar

Ein vollständiges Glossar der Begriffe ist verfügbar unter www.geoplasma-ce.eu

6. Anhänge

ANNEX 1	Beurteilungsbögen
ANNEX 2	Liste bestehender Standards
ANNEX 3	technische Qualitätsstandards: Empfehlungen für Planung und Genehmigung
ANNEX 4	Bohrrisiken
ANNEX 5	Erläuterungen zum Kapitel Monitoring

ANNEX 1

MANAGEMENT VON OBERFLÄCHENNAHER GEOTHERMIE - BEURTEILUNGSBOGEN

Deliverable: D.T2.5.1

Projekt Partner: LP-GBA

03/2019

 **Geologische Bundesanstalt**

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

 Freistaat
SACHSEN

 **CZECH
GEOLOGICAL
SURVEY**

 **GeoZS**
Geološki zavod
Slovenije



 **AGH**
AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

 **geoENERGIE**
Konzept

 **Giga**
infosystems

 Bundesverband
Geothermie

 City of
Ljubljana



Beurteilungsbogen: Voraussetzungen für ein integratives Management der Oberflächennahen Geothermie

Bewirtschaftung von oberflächennahen Erdwärmeanlagen		JA	NEIN
<input type="checkbox"/>	Werden integrative Managementsysteme verwendet?		
<input type="checkbox"/>	Sind die Ziele einer Erdwärme-Bewirtschaftung klar definiert?		
<input type="checkbox"/>	Werden Informationen über bestehende Anlagen zur Planung und Genehmigung neuer Anlagen genutzt?		

Rechtlicher Rahmen		JA	NEIN
<input type="checkbox"/>	Wird Oberflächennahe Geothermie im rechtlichen Rahmenwerk berücksichtigt?		
<input type="checkbox"/>	Ist der Begriff "Oberflächennahe Geothermie" definiert?		
<input type="checkbox"/>	Sind Zugangsrechte bzw. Nutzungsrechte reguliert?		
<input type="checkbox"/>	Sind die Eigentumsrechte an Oberflächennaher Geothermie reguliert?		

Qualitätsstandards		JA	NEIN
<input type="checkbox"/>	Existieren Standards die sich ausdrücklich auf Oberflächennahe Geothermie beziehen?		
<input type="checkbox"/>	Ist in Verordnungen festgelegt, welche Dokumente den anerkannten Stand der Technik darstellen?		
<input type="checkbox"/>	Werden Erdwärmeanlagen nach installierter Spitzenleistung gruppiert?		
<input type="checkbox"/>	Sind die technischen Parameter klar definiert und reguliert?		
<input type="checkbox"/>	Ist der vertretbare negative Einfluß auf benachbarte Installationen klar definiert?		
<input type="checkbox"/>	Sind Pumpversuche für geothermische Grundwassernutzungen vorgeschrieben?		
<input type="checkbox"/>	Ist die Rückgabe in denselben Grundwasserkörper als die bevorzugte Methode für geothermische Grundwassernutzungen festgelegt?		
<input type="checkbox"/>	Sind Temperaturgrenzen für reinjiziertes Grundwasser festgelegt?		
<input type="checkbox"/>	Sind Pilotanlagen für große Installationen vorgeschrieben?		
<input type="checkbox"/>	Sind Thermal Response Tests für Erdwärmesonden vorgeschrieben?		
<input type="checkbox"/>	Gibt es bindende Vorgaben für die Qualitätskontrolle der Anlage (z.B. Drucktests)?		

Zertifizierung		JA	NEIN
<input type="checkbox"/>	Ist die Planung von Oberflächennahen Erdwärmeanlage ein zertifizierter oder geschützter Beruf?		
<input type="checkbox"/>	Gibt es im Bereich Oberflächennahe Geothermie eine spezielle Zertifizierung für Bohreräteführer und/oder Installateure, welche die bestehenden Zulassungen zum Bohreräteführer / Brunnenbauer bzw. Installateur übersteigen?		
<input type="checkbox"/>	Benötigen Mitarbeiter der Genehmigungsbehörden eine Zertifizierung für die Begutachtung von Erdwärmennutzungen?		

Planung / Auslegung		JA	NEIN
<input type="checkbox"/>	Wird der anerkannte Stand der Technik von den Behörden in Vorschriften, Leitfäden oder Handbüchern vorgegeben?		
<input type="checkbox"/>	Findet eine Beratung seitens der Behörden statt?		
<input type="checkbox"/>	Werden Prozessabläufe und Berechnungsmethodiken für die Auslegung von Anlagen (z.B. Dimensionierung von Erdwärmesonden) seitens der Behörden festgelegt?		
<input type="checkbox"/>	Stellen die Behörden grundlegende Informationen über problematischen Untergrund oder Bohrrisiken bereit?		
<input type="checkbox"/>	Stellen die Behörden grundlegende Informationen über eine eingeschränkte Nutzungsmöglichkeit von Oberflächennaher Geothermie bereit (z.B. Wasserschutzgebiete)?		
<input type="checkbox"/>	Werden grundlegende Karten und Daten, welche die (hydro-)geologischen Gegebenheiten beschreiben, von öffentlichen Stellen bereitgestellt?		
<input type="checkbox"/>	Ist die Verwendung von durch die Behörden bereitgestellten Daten für die Planung einer Erdwärmeanlage vorgeschrieben?		



Genehmigungsverfahren		JA	NEIN
	Wird für die Nutzung von Erdwärme ausnahmslos eine Genehmigung benötigt?		
	Wurde ein "One-Stop-Shop"-Verfahren implementiert, so dass ein Antragsteller im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nur eine einzige Behörde kontaktieren muss?		
	Stellt die Genehmigungsbehörde im Internet Hilfen wie z.B. Antragsformulare, Erläuterungen und Leitfäden zum Antragsverfahren zur Verfügung?		
	Sind Kontaktinformationen der zuständigen Behörden leicht erhältlich aus Quellen im Internet und gedruckten Leitfäden?		
	Verfügt die Genehmigungsbehörde über ein elektronisches System zur Antragstellung und Kommunikation?		
	Ist eine Maximaldauer für das Genehmigungsverfahren festgelegt?		
	Werden Genehmigungen nur für eine bestimmte Dauer erteilt (Ablauf des Freigabezeitraumes)?		
	Wird bei Ablauf des Freigabezeitraumes automatisch ein Vorgang eingeleitet, z.B. Benachrichtigung des Eigentümers, Wiederbegutachtung, Überprüfung des Rückbaus etc.?		
	Werden genehmigte Anlagen in einem Kataster registriert?		

Anmerkungen:



Beurteilungsbogen: Erfolgskriterien für die Installation und den Betrieb von Oberflächennaher Geothermie

Örtliche geografische und geologische Gegebenheiten	JA	NEIN
Sind relevante geologischen und hydrogeologischen Risikofaktoren identifiziert?		
Ist eine Kartendarstellung der Risikofaktoren erhältlich?		
Ist eine Kartendarstellung möglicher Konfliktzonen erhältlich?		
Sind Karten über Eignung oder über das Potential einzelner Grundwasserleiter in Bezug auf thermische Grundwassernutzungen erhältlich?		
Sind jene Karten wie sie von GeoPLASMA-CE empfohlen und als wichtig eingestuft werden erhältlich (D.T2.5.1 Kap. 4.4)?		

Installation	JA	NEIN
Ist die Dokumentation von Bohrung, Installation und Inbetriebnahme einer Erdwärmeanlage vorgeschrieben?		
Ist die Benachrichtigung der Behörden bei Fertigstellung/Inbetriebnahme vorgeschrieben?		
Sind die Behörden berechtigt, Qualitätsprüfungen vor Ort während oder nach der Installation vorzunehmen?		
Beinhaltet die Dokumentation der Ergebnisse Messungen der Genehmigungsbehörden und sind diese Informationen öffentlich zugänglich?		

Betrieb	JA	NEIN
Werden von den Behörden in Verordnungen, Leitfäden oder Handbüchern Vorgaben über den Betrieb erteilt?		
Gibt es technische Standards, welche den effizienten Betrieb von Erdwärmeanlagen beinhalten (z.B. den Einsatz von Erdwärmeanlagen sowohl für Heizung als auch Kühlung)?		
Ist die regelmäßige Weitergabe von Betriebsparametern an die Behörden vorgeschrieben?		
Sind regelmäßige Wartungsintervalle und Wartungsschritte in Leitfäden festgelegt?		
Ist es vorgeschrieben, Leckagen von Wärmeträgerflüssigkeit an die Behörden zu melden?		
Ist die Vorschrift, Leckagen von Wärmeträgerflüssigkeit an die Behörden zu melden, zusammen mit den örtlichen Kontaktinformationen der zuständigen Behörden, leicht der Genehmigung oder dem Internet zu entnehmen?		
Wird die Einhaltung der Vorschriften und Vorgaben durch die Behörden überwacht und durchgesetzt?		
Wird die Einhaltung der Vorschriften und Vorgaben gefördert?		

Rückbau	JA	NEIN
Sind der Rückbau und Gründe für einen Rückbau in rechtlich bindenden Dokumenten vorgeschrieben?		
Müssen Stilllegung und Rückbau an die verantwortlichen Behörden gemeldet werden?		
Gibt es rechtsverbindliche technische Leitfäden, welche den Rückbau ausführen?		
Wird die Meldung über Stilllegung bzw. Rückbau einer Anlage in das Informationssystem eingepflegt, und fließt diese Information in die Festlegung der Umweltüberwachungsmaßnahmen ein?		

Anmerkungen:



Beurteilungsbogen: Erfolgskriterien für das Monitoring von Oberflächennahen Geothermianlagen

Monitoring		JA	NEIN
	Sind technische Standards betreffend Monitoring von Erdwärmeanlagen (Parameter, Geräte, Intervalle, Einbau) in Leitfäden oder Handbüchern niedergelegt?		
	Werden von öffentlicher Hand Programme zur Umweltüberwachung durchgeführt, welche den Schwerpunkt auf die Nutzung von Oberflächennaher Geothermie legen?		
	Wird Betreibern von Erdwärmeanlagen in Leitfäden ein Effizienz-Monitoring empfohlen?		
	Gibt es ausführliche Richtlinien für die Genehmigungsbehörden, in denen die Bedingungen festgelegt sind, unter welchen ein Monitoring vorgeschrieben werden sollte, und welche Parameter, Intervalle und Beobachtungszeiträume festgelegt werden sollten?		
	Gibt es ausführliche Richtlinien für die Genehmigungsbehörden, in denen die Bedingungen festgelegt sind, unter welchen bestehende Genehmigungen verlängert werden können und unter welchen eine Verlängerung der derzeitigen Nutzungsparameter abgelehnt werden sollte?		
	Hängen Umfang und Art des Monitorings vom Anlagentyp ab?		
	Hängen Umfang und Art des Monitorings von der Anlagengröße (installierte Spitzenleistung) ab?		
	Ist eine Grundwasseranalyse vor Inbetriebnahme für alle thermischen Grundwassernutzungen vorgeschrieben?		
	Ist die Aufzeichnung und Meldung von jährlicher Grundwasserförderung (Volumen), Einlaßtemperatur und Auslaßtemperatur für alle thermischen Grundwassernutzungen vorgeschrieben?		
	Werden Umfang und Aufzeichnungsintervalle der Umweltüberwachung von den Behörden vorgegeben?		
	Wird eine Umweltüberwachung durchgeführt, solange die Anlage in Betrieb ist?		
	Gibt es eine bindende Definition, welche Messstellen für eine Umweltüberwachung geeignet sind?		
	Gibt es Leitfäden, welche die Aufnahme und Interpretation von Umweltdaten ausführen?		
	Wird die Aufnahme und Interpretation von Umweltdaten von den Behörden oder von unabhängigen Dritten ausgeführt?		
	Wird die Behörde oder der unabhängige Dritte über die Gültigkeitsdauer von einzelnen Genehmigungen informiert?		

Anmerkungen:



Beurteilungsbogen: Erfolgskriterien für Informationssysteme über Oberflächennahe Geothermie

Informationssysteme	JA	NEIN
Gibt es ein webbasiertes Informationssystem?		
Läßt das Informationssystem Ortsabfragen zu?		
Ist das Informationssystem mit einem elektronischen, webbasierten Antragsystem verbunden?		
Sind die Daten auf Korrektheit überprüft?		
Sind Zeitabstände für eine regelmäßige Revision für jeden Datensatz festgelegt?		
Ist das Informationssystem mit anderen öffentlichen Informationssystemen verbunden?		
Ist der Zugang zu Daten kostenlos?		
Ist der Zugang zu Daten intuitiv und nutzerfreundlich?		
Enthält das Informationssystem anlagenspezifische Informationen wie z.B. Ort, Tiefe und installierte Leistung?		
Werden Monitoring-Daten dazu benutzt, das webbasierte Informationssystem oder öffentliche erhältliche Datensätze zu ergänzen?		
Wurde eine angemessene Methode entwickelt, mit der private Monitoring-Daten erfaßt werden können?		
Wird die Bedienoberfläche regelmäßig aktualisiert, um aktuelle Gepflogenheiten und Software-Versionen zu berücksichtigen (z.B. Browser-Kompatibilität)?		
Ist das Informationssystem gegen unbefugten Zugriff und Datenmanipulation geschützt?		
Sind mehrere Zugangslevel implementiert?		
Erfolgt ein Zugang in Übereinstimmung mit nationalen und EU-Vorschriften des Datenschutzes?		
Wird Zugang zu Daten aus Privatbesitz auf Personen mit berechtigtem Interesse beschränkt?		
Enthält das Informationssystem hydrogeologische Informationen wie z.B. hydraulische Durchlässigkeit, Mächtigkeit des Grundwasserleiters oder Grundwasserchemie?		
Enthält das Informationssystem geologische Informationen?		
Enthält das Informationssystem Daten über Landnutzungskonflikte wie z.B. Wasserschutzgebiete oder unterirdische Hohlräume?		
Enthält das Informationssystem Informationen bezüglich Erdwärmennutzung, z.B. Wärmeleitfähigkeiten, geothermische Gradienten, Untergrundtemperaturen oder Wärmeentzugsleistungen?		
Enthält das Informationssystem Informationen über geologische Risikofaktoren oder Bohrrisiken, z.B. Verbreitung von Anhydrit, Karst, quellenden Tonen, Aufschüttungen oder Artesern?		
Enthält das Informationssystem Standorteignungskarten für Erdwärmesonden und thermische Grundwassernutzungen?		
Enthält das Informationssystem Zeitserien oder tiefenabhängige Daten von Messstellen, z.B. Grundwasserstände, Temperaturprofile oder Grundwasseranalysen?		

Anmerkungen:

ANNEX 2

LISTE AKTUELLER NORMEN

Deliverable: D.T2.5.1

Projekt Partner: LP-GBA

03/2019

 **Geologische Bundesanstalt**

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

 Freistaat
SACHSEN

 **CZECH
GEOLOGICAL
SURVEY**

 **GeoZS**
Geološki zavod
Slovenije




AGH
AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

 **geoENERGIE**
Konzept

 **Giga**
infosystems

 Bundesverband
Geothermie

 City of
Ljubljana





EUROPÄISCHE NORMEN verändert und aktualisiert nach ReGeoCities (D.3.4, 2015)

Wärmepumpen

EN 378 - 1:2008+A2:2012 Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Basic requirements, definitions, classification and selection criteria

BS EN 378 - 2:2008+A2:2012 Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Design, construction, testing, marking and documentation

EN 378 - 3:2008+A1:2012 Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Installation site and personal protection

BS EN 378 - 4:2008+A1:2012 Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Operation, maintenance, repair and recovery

EN 14511 - 1:2013 Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling. Terms, definitions and classification

EN 14825:2013 Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps, with electrically driven compressors, for space heating and cooling. Testing and rating at part load conditions and calculation of seasonal performance

EN 12171:2002 Heating systems in buildings. Procedure for the preparation of documents for operation, maintenance and use. Heating systems not requiring a trained operator

Materialien

EN 12201 - 1:2011 Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure. Polyethylene (PE). General

ISO 4427 - 1:2007 Plastics piping systems -- Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply -- Part 1: General

ISO 4427 - 2:2007 Plastics piping systems -- Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply - Part 2: Pipes

ISO 4427 - 3:2007 Plastics piping systems -- Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply - Part 3: Fittings

ISO 4427 - 5:2007 Plastics piping systems -- Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply - Part 5: Fitness for purpose of the system



Plannung/Design

EN 12828: 2012 + A1:2014: BS EN 12828: 2012 + A1: 2014. Heating systems in buildings. Design for water-based heating systems

EN 12828: 2003: BS EN 12828:2003. Heating systems in buildings. Design for water-based heating systems

EN 15316 -1: 2007: BS EN 15316 - 1:2007. Heating systems in buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. General

EN 15316-2-1: 2007: BS EN 15316 -2-1:2007. Heating systems in buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. Space heating emission systems

EN 15316-2-3: 2007: BS EN 15316-2-3:2007. Heating systems in buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. Space heating distribution systems

EN 15316-3-1: 2007: BS EN 15316-3-1:2007. Heating systems in buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. Domestic hot water systems, characterisation of needs (tapping requirements)

EN 15316-3-2: 2007: BS EN 15316-3-2:2007. Heating systems in buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. Domestic hot water systems, distribution

EN 15316-3-3: 2007: BS EN 15316-3-3:2007. Heating systems in buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. Domestic hot water systems, generation

EN 15316-4-2:2008: BS EN 15316-4-2:2008. Heating systems in buildings. Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. Space heating generation systems, heat pump systems

EN 15450: 2007: BS EN 15450:2007. Heating systems in buildings. Design of heat pump heating systems

ISO 7519: 1991 Technical drawings --Construction drawings --General principles of presentation for general arrangement and assembly drawings

Installation und Inbetriebnahme

EN 14336: 2004: BS EN 14336:2004. Heating systems in buildings. Installation and commissioning of water based heating systems

ISO 22475-1: 2006 Geotechnical investigation and testing --Sampling methods and groundwater measurements --Part 1: Technical principles for execution

ISO 21307: 2011 Plastics pipes and fittings --Butt fusion jointing procedures for polyethylene (PE) pipes and fittings used in the construction of gas and water distribution systems

EN 805: 2000: BS EN 805:2000. Water supply. Requirements for systems and components outside buildings



Wartung und Instandhaltung

ISO 14686: 2003 Hydrometric determinations --Pumping tests for waterwells --Considerations and guidelines for design, performance and use

ISO 13256 -1:1998 ISO 13256-1:1998. Water-source heat pumps. Testing and rating for performance. Part 1: Water-to-air and brine-to-air heat pumps

ISO 13256-2:1998 ISO 13256-2:1998. Water-source heat pumps. Testing and rating for performance. Part 2: Water-to-water and brine-to-water heat pumps



Dokumente mit verschiedenen legalen Statusen über den Umsetzung von oberflächennaher Geothermie verändert und ergänzt nach Sanner (bei EnerSTOCK 2018)

Tabelle 1: Leitfäden Deutsche Bundesländer

Bundesland	Titel	Jahr
Baden-Württemberg	Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden	2005
	Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmekollektoren	2008
	Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Grundwasserwärmepumpen	2009
Bayern	Leitfaden Erdwärmesonden in Bayern	2012
Berlin	Erdwärmenutzung in Berlin, Merkblatt für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren...	2017
Brandenburg	Nutzung von Erdwärme in Brandenburg	2009
Hamburg	Leitfaden zur Erdwärmenutzung in Hamburg	2016
Hessen	Erdwärmenutzung in Hessen, Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen	2017
Mecklenburg-Vorpommern	Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren in Mecklenburg-Vorpommern	2015
Niedersachsen	Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen, rechtliche und technische Grundlagen	2012
Nordrhein-Westfalen	Merkblatt 48, Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme	2004
Rheinland-Pfalz	Leitfaden zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden	2012
Saarland	Leitfaden Erdwärmenutzung	2008
Sachsen	Erdwärmesonden, Informationsbroschüre zur Nutzung oberflächennaher Geothermie	2014
	Grundwasserwärmepumpen, Merkblatt zum Bau und Betrieb	2015
Sachsen-Anhalt	Erdwärmenutzung in Sachsen-Anhalt	2012
Schleswig-Holstein	Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes	2011
Thüringen	Nutzung oberflächennaher Geothermie, Arbeitshilfe zur wasserrechtlichen Beurteilung	2013



Tabelle 2: Leitfäden aus Österreich

Bundesland	Titel	Jahr
Burgenland	Wärmepumpen ¹	2016
Kärnten	Merkblatt Grundwasserwärmepumpe	2014
Niederösterreich	Wärmepumpen und Grundwasserschutz, Planung, Bau und Betrieb	2012
Oberösterreich	Merkblatt Erdwärmesonden (Tiefsonden)	2011
	Merkblatt Flachkollektor	2006
	Merkblatt Grundwasser-Wärmepumpen ² bis 5 l/s	2006
Salzburg	Leitfaden Erdwärmesonden (Tiefsonden)	2017
Steiermark	Die Gewinnung von Erdwärme in Form von Vertikalkollektoren (Tiefensonden) - Strategiepapier	2011
Tirol	Leitfaden zum Bau und Betrieb von Erdwärmesonden in Tirol	2016
Vorarlberg	Nimm 4, zahl 1! Richtig heizen mit Erdwärme	2014
Wien	Erdwärme voraus! Die Erde als Energiequelle	2016



Tabelle 3: Standards europäischer Länder für Oberflächennahe Geothermie

Name/Nummer	Original Titel	Englischer Titel	Jahr
Europe - CEN ¹			
EN 15450	Heating systems in buildings - Design of heat pump heating systems	Heating systems in buildings - Design of heat pump heating systems	2007
EN ISO 17628	Geotechnical investigation and testing - Geothermal testing - Determination of thermal conductivity of soil and rock using a borehole heat exchanger	Geotechnical investigation and testing - Geothermal testing - Determination of thermal conductivity of soil and rock using a borehole heat exchanger	2015
Austria			
ÖWAV RB 207	Thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrundes - Heizen und Kühlen	Thermal use of groundwater and underground - Heating and cooling	2009
France			
NF X10-960-1	Forage d'eau et de géothermie - Sonde géothermique verticale - Généralités	Boreholes for water and geothermal - Vertical borehole heat exchangers - General issues	2013
NF X10-960-2	(Forage... verticale) - Boucle de sonde en polyéthylène 100 (PE 100)	(Boreholes... exchangers) - Pipe loops of polyethylene 100 (PE 100)	2013
NF X10-960-3	(Forage... verticale) - Boucle de sonde en polyéthylène réticulé (PE-X)	(Boreholes... exchangers) - Pipe loops of cross-linked polyethylene (PE X)	2013
NF X10-960-4	(Forage... verticale) - Boucle de sonde en polyéthylène de meilleure résistance à la température	(Boreholes... exchangers) - Pipe loops of polyethylene with higher temperature resistance (PE-RT)	2013
NF X10-970	(Forage... verticale) - Réalisation, mise en oeuvre, entretien, abandon d'ouvrages de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages	(Boreholes... exchangers) - Installations, commissioning, maintenance, abandonment	2011
NF X10-999	Forage d'eau et de géothermie - Réalisation, suivi et abandon	Boreholes for water and geothermal - Operation, supervision and abandonment of groundwater wells for extraction or monitoring	2014



Name/Nummer	Original Titel	Englischer Titel	Jahr
Germany			
DIN 8901	Kälteanlagen und Wärmepumpen - Schutz von Erdreich, Grund- u. Oberflächenwasser	Refrigerating systems and heat pumps - Protection of soil, ground and surface water	2002
DVGW W 120-2	Qualifikationsanforderungen für die Bereiche Bohrtechnik und oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden)	Qualification requirements for the sector of drilling technology and shallow geothermal (borehole heat exchangers)	2010
VDI 4640-1	Thermische Nutzung des Untergrunds - Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte	Thermal use for the underground - Fundamentals, approvals, environmental aspects	2001
VDI 4640-2	(Thermische... Untergrunds) - Erdgekoppelte Wärmepumpen	(Thermal... underground) - Ground source heat pump systems	2001
VDI 4640-3	(Thermische... Untergrunds) - Unterirdische Thermische Energiespeicherung	(Thermal... underground) - Underground thermal energy storage	2001
VDI 4640-4	(Thermische... Untergrunds) - Direkte Nutzungen	(Thermal... underground) - Direct uses	2004
VDI 4640-5	(Thermische... Untergrunds) - Thermal response test	(Thermal... underground) - Thermal response test	2016
Italy			
UNI 11466	Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per il dimensionamento e la progettazione	Geothermal systems with heat pump - requirements for the dimensioning and design	2012
UNI 11467	Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per l'installazione	Geothermal systems with heat pump - requirements for installation	2012
UNI 11468	Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti ambientali	Geothermal systems with heat pump - environmental requirements	2012
UNI/TS 11487	Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per l'installazione di impianti ad espansione diretta	Geothermal systems with heat pump - requirements for the installation of direct expansion systems	2013



Name/Nummer	Original Titel	Englischer Titel	Jahr
UNI 11517	Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per la qualificazione delle imprese che realizzano scabiatori geotermici	Geothermal systems with heat pump - requirements for the qualification of companies installing geothermal heat exchangers	2013
Spain			
UNE 100715-1	Diseño, ejecución y seguimiento de una instalación geotermica somera, parte 1: Sistemas de circuito cerrade vertical	Design, installation and maintenance of shallow geothermal installations - closed-loop vertical systems	2014
Sweden			
SGU Normbrunn-16	Vägledning för att borra brunn	Guideline for drilling of wells	2016
Switzerland			
SN 546 384/6	Erdwärmesonden	Borehole heat exchangers	2010
SN 546 384/7	Grundwasserwärmenutzung	Use of the heat of the groundwater	2015
United Kingdom			
DECC MIS 3005 (version 5.0)	Requirements for contractors undertaking the supply, design, installation, set to work commissioning and handover of microgeneration heat pump systems	Requirements for contractors undertaking the supply, design, installation, set to work commissioning and handover of microgeneration heat pump systems	2017
GSHPA (version 2)	Good practice guide for ground source heating and cooling	Good practice guide for ground source heating and cooling	2017
GSHPA (version 2)	Vertical Borehole Standard	Vertical Borehole Standard	2017
GSHPA (version 2)	Shallow Ground Source Standard	Shallow Ground Source Standard	2018
GSHPA	Thermal Pile - Design, Installation & Materials Standards	Thermal Pile - Design, Installation & Materials Standards	2012

ANNEX 3

technische Qualitätsstandards - Empfehlungen für Planung und Genehmigung

Projektbericht: D.T2.5.1

06/2019



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



City of
Ljubljana





Einleitung

Mit diesem „Anhang 3 Technische Qualitätsstandards - ein Leitfaden für Planung und Genehmigung“ stellt das GeoPLASMA-CE Team ein Dokument vor, das eine Grundlage für europaweit einheitliche Mindestanforderungen an technische Standards für oberflächennahe Erdwärme zeigt. Für eine internationale Angleichung werden Mindestanforderungen an technische Standards benötigt.

Die hier behandelten Parameter sind in einigen mitteleuropäischen Ländern bereits reguliert, allerdings nicht auf einheitliche Weise. Einzelne Parameter können in einigen Ländern sehr detaillierten Vorschriften unterworfen, in anderen dagegen nicht reguliert sein. Anhang 2 des Projektberichts D.T2.5.1 zeigt einen Überblick über in Europa bestehende Regeln und Normen bezüglich Qualitätsstandards und technischen Parametern.

Dieses Dokument ist zweigeteilt:

- A. **Qualitätsstandards für Erdwärmesonden**
- B. **Qualitätsstandards für Grundwasserwärmepumpen**

Jeder Teil präsentiert Empfehlungen für Mindestanforderungen an Qualitätsstandards für das betreffende Anlagensystem und enthält eine detaillierte Checkliste, mit welcher deren Umsetzung leicht überprüft werden kann. Qualitätsstandards betreffen Themen, die während Planung und Auslegung berücksichtigt und im Genehmigungsverfahren überprüft werden müssen. Es wurden technische Parameter festgelegt, anhand derer die Einhaltung der Qualitätsstandards bemessen wird. Diese Parameter werden im zweiten Teil jedes Kapitels erläutert.



A. Qualitätsstandards für Erdwärmesonden

1. Checkliste für Qualitätsstandards für Planung und Genehmigung von Erdwärmesonden

 CHECKLISTE	
<i>Qualitätsstandards für die Planung und Genehmigung von Erdwärmesonden</i>	
Geologischer und hydrogeologischer Bericht	<input type="checkbox"/>
Daten zu physikalischen Untergrundeigenschaften	<input type="checkbox"/>
Durchführung TRT bei Großanlagen	<input type="checkbox"/>
Grundwasseranalyse	<input type="checkbox"/>
Berücksichtigung benachbarter Nutzungen	<input type="checkbox"/>
Abstand zwischen einzelnen Erdwärmesonden	<input type="checkbox"/>
Berechnung der Bohrlochtiefe	<input type="checkbox"/>
Numerische Simulation bei Großanlagen	<input type="checkbox"/>
Verfüllung der Erdwärmesonden	<input type="checkbox"/>
Dichtheitsprüfung der Erdwärmesonden	<input type="checkbox"/>
Angaben zu verwendeten Materialien	<input type="checkbox"/>
mittlere Solefluidtemperatur in Jahresintervallen	<input type="checkbox"/>



2. Erläuterung der technischen Parameter für die Einhaltung der Qualitätsstandards bei Planung und Genehmigung von Erdwärmesonden

2.1. Berechnungsgrundlage

a) Standards für die Auslegung von Erdwärmesondenanlagen

Die korrekte Auslegung einer Erdwärmesondenanlage stellt sicher, dass die Wärme in ihrer Umgebung nachhaltig genutzt wird. Die Berechnungsmethode muss an Anlagengröße bzw. an die installierte Heizleistung angepasst werden. Die Berechnungsgrundlagen für die Dimensionierung von Erdwärmesonden sollten festgelegt werden, indem die entsprechend zu verwendende Daten in Richtlinien vorgegeben werden, bzw. indem die Verwendung eines bestimmten Standards (wie z. B. der neuesten Ausgabe der VDI 4640-2, siehe Anhang 2) vorgeschrieben wird. Kleine bis mittelgroße Anlagen können auf Grundlage von Archivdaten, aktuellen Richtlinien sowie der geplanten installierten Leistung (kW) ausgelegt werden. Mittelgroße bis große Anlagen sollten auf Grundlage von TRT-Messungen (s. u.) und analytischen und numerischen Simulationen (s. Abschnitt A.2.5) ausgelegt werden.

b) Thermal Response Tests

Thermal Response Tests (TRT) bestimmen die mittlere Gesteinswärmeleitfähigkeit des Untergrundes und können so die Auslegung von Erdwärmesonden verbessern und/oder Modelle validieren. Weitere Informationen sind in den Resultaten von GeoPLASMA-CE-Aktivität A.T3.5 enthalten, welche sich mit TRT-Messungen beschäftigt. TRT-Messungen werden für mittlere und große Anlagen empfohlen. Minimale Standzeit und minimale Messdauer sollten in Richtlinien festgelegt werden (siehe Anhang 2 für bestehende Dokumente).

2.2. Grundwasseranalyse

Die Zusammensetzung des Grundwassers kann negative Auswirkungen auf Erdwärmesonden haben. Im schlimmsten Fall kann z.B. eine Zementkorrosion am Bohrlochverfüllmaterial auftreten. Grundwasseranalysen werden für alle Anlagen empfohlen, bei denen die Grundwasserzusammensetzung unbekannt ist. Die Probe kann z.B. einer nahegelegenen Messstelle entnommen werden. Grenzwerte für zementkorrosive Grundwasserbestandteile sowie adäquate Abhilfemaßnahmen sollten in technischen Richtlinien niedergelegt werden, um zu verhindern, dass Weggamkeiten zwischen verschiedenen Grundwasserkörpern geschaffen werden. In den zuständigen geologischen Diensten sollten z.B. digitale Datenlayer erstellt und veröffentlicht werden, die Grundwasserkörper mit problematischer chemischer Zusammensetzung zeigen. Diese Datenlayer sollten regelmäßig aktualisiert werden.

2.3. Mindestabstände innerhalb eines Sondenfeldes

Mindestabstände für die Nutzung oberflächennaher geothermischer Energie in Erdwärmesondenfeldern werden durch die Entfernung zwischen einzelnen Erdwärmesonden bestimmt. Erdwärmesonden beeinflussen den näheren Untergrund. Einzelne Sonden einer Anlage können sich somit potenziell gegenseitig beeinflussen oder auch andere nahegelegene Erdwärmeanlagen beeinträchtigen. Je näher zwei Erdwärmesonden sich befinden, desto größer ist das Risiko einer gegenseitigen Temperaturbeeinflussung, welche eine Effizienzverminderung der gesamten Anordnung zur Folge haben kann. Dies muss während Planung und Auslegung berücksichtigt werden.



Beeinträchtigungen müssen durch die Vorgabe eines geeigneten Mindestabstands (z.B. 10% der Sondentiefe) ausgeschlossen werden. Für mittelgroße und große Anlage sollte eine numerische Simulation verpflichtend sein, sobald eine gegenseitige Beeinflussung nicht ausgeschlossen werden kann.

2.4. Numerische Simulationen

Numerische Simulationen zeigen auf, wie die geplante Anlage mit dem umgebenden Untergrund und benachbarten Anlagen interagiert. Sie illustrieren auch den gegenseitigen Einfluß einzelner Komponenten aufeinander (d. h. mehrere Sonden in einer Anordnung).

Numerische Simulationen sollten für mittelgroße und große Anlagen verpflichtend sein, wenn grundwasserführende Schichten vorhanden sind.

Eine vereinfachte analytische Näherung der Ausbreitung von Temperaturfahnen in Grundwasserkörpern sollte vor der numerischen Simulation ausgeführt werden. Die angenäherte Ausdehnung der Temperaturfahne gibt an, ob eine gegenseitige Beeinflussung zu erwarten ist. Sie legt auch die notwendige Ausdehnung des Modellgebietes fest. Das Modellgebiet sollte groß genug gewählt werden, um Randeffekte der simulierten Temperaturfahne zu vermeiden.

Die numerische Simulation sollte auf einem stationären thermo-hydraulisch gekoppelten Modell basieren, welches die gesamte Lebensdauer der Anlage umspannt. Kurzzeitige Spitzenlasten haben keinen wesentlichen langfristigen Einfluss auf den Untergrund der Umgebung. Um den Einfluss der Anlage korrekt zu modellieren, muss die Simulation daher den geplanten jährlichen Energieentzug bzw. Energieeintrag berücksichtigen. Es ist zu beachten, dass eine hohe Genauigkeit von Energieverbrauch und thermischer Last nur durch Anwendung ausreichend kleiner Zeitschritte erreicht werden kann, was sehr ressourcenintensiv ist.

Die Validierung des numerischen Modells durch Betriebsparameter sollte für große Anlagen vorgeschrieben sein. Der Beobachtungszeitraum sollte mindestens die ersten drei Betriebsjahre umfassen und Messungen an abstromig gelegenen Grundwassermessstellen einschließen. Für mittelgroßen Anlagen sollte die obengenannte Validierung anhand von Monitoringdaten empfohlen werden.

Für Gegenden mit einer hohen Anlagendichte wird empfohlen, dass die Stadt- und Kreisverwaltungen bzw. die geologischen Dienste ein numerisches Modell in lokalem bis regionalem Maßstab zur Verfügung stellen und regelmäßig aktualisieren. Dieses Modell beruht auf einer stationären Näherung der in der Genehmigung genannten Betriebsparameter (jährliche thermische Last, jährliche Fördermenge). Es sollte öffentlich zugänglich sein und für die Auslegung neuer Anlagen sowie der Simulation ihrer Auswirkungen verwendet werden, damit unrealistische Modellannahmen vermieden werden.

Tabelle 1: Zusammenfassung geeigneter Auslegungsmethoden für Erdwärmesonden.

Anlagengröße	S	M	L
Erdwärmesonden	Empirische oder analytische Näherung basierend auf Nomogrammen (z. B. SIA Richtlinie, Anhang 2)	Numerische Simulation <u>empfohlen</u> , wenn Anlagengröße die Berechnungsgrundlagen für analytische Näherungen überschreitet; Numerische Simulation <u>vorgeschrieben</u> , wenn signifikanter Einfluss der Anlage auf Grundwasser- verhältnisse erwartet wird.	Numerische Simulation verpflichtend



2.5. Fluidtemperatur des Wärmeträgermittels

Die Temperatur des Wärmeträgerfluids ist so zu wählen, dass eine nachhaltige und dennoch effiziente Nutzung erreicht wird. Übermäßig hohe Wärmeentzugsraten führen zu niedrigen Bodentemperaturen, was die Gefahr des Einfrierens der Erdsonden zur Folge hat. Dies kann wiederum zu Undichtigkeiten des Verfüllmaterials und zu Bodenabsenkungen sowie einer geringen Systemeffizienz führen. Eine Reihe von Normen, Richtlinien und Standards, die Temperaturgrenzwerte definieren, finden Sie in ANHANG 2.

Kritische Temperaturwerte und Betriebsgrenzen für Wärmepumpen für a) Spitzenlast und b) Grundlast während der Heizperiode sollten in technischen Richtlinien oder rechtsverbindlichen Dokumenten angegeben werden.

Die voraussichtliche mittlere Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in der Sonde am Ende der Lebensdauer der Anlage sollte berechnet werden. Diese Temperatur sollte $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ überschreiten, um ein Einfrieren und Auftauen zu verhindern.

3. Erläuterung wichtiger Standards für die Errichtung von Erdwärmesonden

3.1. Dokumentation von Bohrungen und Probenahmen

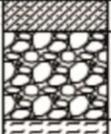
Minimum Anforderungen an einen BOHRBERICHT BEI GEOTHERMIEBOHRUNGEN								
<ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten • Bohrlochkenn- nummer, -name 		<ul style="list-style-type: none"> • Bohrzweck • Bohrfad • Bohrl Lochdurchmesser 		<ul style="list-style-type: none"> • Durchgeführte Tests • Proben 				
GEOLOGISCHE DOKUMENTATION				TECHNISCHE DOKUMENTATION				
Maßstab	Wasser- spiegel*	Boden- signatur	Tiefe	Schichtbeschreibung	Maßstab	Bohrlochausbau	Verfüllung	Sonstiges
10m	8,0m		4,0m 12,0m	*Wasserspiegel Informationen über: - Wasserspiegel erbohrt und im Gleichgewicht - Gespanntes oder artesisch gespanntes Grundwasser	10m		Informationen über: - verwendetes Material - Dichte der Suspension - Probleme	
20m					20m			
30m					30m			
40m					40m			
50m					50m			
60m					60m			
70m					70m			
80m					80m			
90m					90m			
100m					100m			
Durchgeführt von, Datum, Unterschrift								

Abbildung 1: Beispiel für eine Bohrungsdokumentation

Lithologische Informationen, Grundwasserspiegel, Bohrmethode, Bohrl Lochdurchmesser, Bohrspülmittel und andere Informationen werden von Behörden wie den geologischen Diensten erhoben und gespeichert werden und sind wichtig für die Qualitätskontrolle (Systemdesign und -effizienz) und den Umweltschutz. Bohrproben sind ebenfalls ein Instrument zur Qualitätskontrolle. Sie dienen auch als Nachweis dafür, dass die Dimensionierung anhand der vorab angenommenen



Gesteinswärmeleitfähigkeiten angemessen ist. In einigen Ländern können geologische Dienste oder die örtlichen Behörden Gesteinsproben aus der Bohrung anfordern, z.B. in Regionen mit komplizierter Geologie oder wenn die Bohrtiefe aus geologischen Gründen begrenzt ist (z. B. Anhydrit, Grundwasserstauer). Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für eine Dokumentation einer Bohrung und des Einbaus einer Erdwärmesonde. Das Erstellen eines geologischen Berichts im Sinne einer Bohrungsdokumentation sollte für alle Erdwärmesonden unabhängig von der Art oder Größe der Installation obligatorisch sein. Der geologische Bericht sollte ein lithologisches Profil, Grundwasseranschnitte und den Ausbauplan enthalten sowie den nationalen Normen entsprechen. Die Bohrdokumentation und die Bohrproben sollten aufbewahrt werden und als Nachweis für die ordnungsgemäße Ausführung dienen können.

Ein geeignetes System für die Bohrergebnismitteilung sollte implementiert werden. Es wird empfohlen, dass Behörden oder geologische Dienste Bohrberichte zur Bewertung und Aufnahme in Datenbanken zusammenstellen.

3.2. Anforderungen an die Vefüllung von Erdwärmesonden

Das Verfüllen der Erdwärmesonden im Bohrloch muss so konzipiert sein, dass die Grundwasserqualität, die natürlichen hydraulischen Bedingungen und das Grundwasserregime erhalten bleiben. Gegebenenfalls ist der hydraulischen Trennung der Grundwasserleiter mit unterschiedlichen Wasserqualitäten, Grundwasserregimen und Druckniveaus besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Bei zementkorrosiven Wässern ist ein entsprechend widerstandsfähiges Verfüllmaterial erforderlich. Das Verfüllmaterial dient auch dazu, den Wärmeübergang zwischen Erdwärmesonde und Gestein herzustellen und bietet auch mechanische Unterstützung und Schutz für die Sonden.

Bestehende Standards in Bezug auf das Verfüllen sind in Europa recht heterogen, so sehr, dass eine Verfüllung z.B. in Festgesteinsformationen in Skandinavien überhaupt nicht erforderlich ist.

Die Verfüllung der gesamten Länge des Bohrloches sollte in allen geologischen Formationen mit Grundwasservorkommen obligatorisch sein. Darüber hinaus sollten Maßnahmen zur Qualitätskontrolle durchgeführt werden.

3.3. Dichtheitsprüfung der Erdwärmesonden

Eine Dichtheitsprüfung dient dem Nachweis der korrekten Installation und Funktionsweise der Erdwärmesonden und kann so nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt minimieren. Als Qualitätskontrollmaßnahme kann dies hohe Folgekosten und / oder eine verringerte Effizienz des Systems verhindern.

Dichtheitsprüfungen während der Einbauphase sollten für alle Erdwärmesondensysteme obligatorisch sein. Leckagetests sollten mit einer unbedenklichen Flüssigkeit (normalerweise Trinkwasser) und vor dem Befüllen der Sonden mit der Wärmeträgerflüssigkeit durchgeführt werden. Der Prüfdruck muss höher als der Betriebsdruck sein und für einen geeigneten Zeitraum aufrechterhalten werden. Die Prüfbedingungen sind in verbindlichen Richtlinien festzulegen (vorhandene Unterlagen siehe ANHANG 2).

Handelt es sich bei der Wärmeträgerflüssigkeit um ein grundwassergefährdendes Material, müssen geeignete Kontrollmaßnahmen getroffen und das Personal entsprechend geschult werden (ANHANG 2). Entgasungskontrollen des Wärmeträgersystems werden empfohlen.

Neben der Dichtheitsprüfung ist auch die Prüfung des Druckabfalls während der Flüssigkeitszirkulation wichtig, um eventuelle Verengungen oder Hindernisse in den Rohren aufzudecken. Visuelle Prüfungen können zusätzlich unmittelbar vor, während und schließlich nach der Installation durchgeführt werden.



B. Qualitätsstandards für Grundwasserwärmepumpen

1. Checkliste für Qualitätsstandards für die Planung und Genehmigung von Grundwasserwärmepumpen

 **CHECKLISTE**

Qualitätsstandards für die Planung und Genehmigung geothermischer Grundwassernutzungen

Geologischer und hydrogeologischer Bericht	<input type="checkbox"/>
Grundwasseranalyse	<input type="checkbox"/>
Pumpversuch	<input type="checkbox"/>
Berücksichtigung benachbarter Wassernutzungen	<input type="checkbox"/>
Berechnung der Wasserentnahme (Fördermenge)	<input type="checkbox"/>
Information über Wiedereinleitung des genutzten Wassers	<input type="checkbox"/>
Temperaturdifferenz zwischen entnommenem und wieder eingeleitetem Wasser	<input type="checkbox"/>
Temperatur des wieder eingeleiteten Wassers	<input type="checkbox"/>
Berücksichtigung Temperaturänderungen und Wasserabsenkung benachbarter Anlagen	<input type="checkbox"/>
Berechnung von Brunnenabständen	<input type="checkbox"/>
Numerische Simulation bei Großanlagen	<input type="checkbox"/>
Angabe verwendeter Materialien	<input type="checkbox"/>



2. Erläuterung der technischen Parameter für die Einhaltung der Qualitätsstandards bei Planung und Genehmigung von Grundwasserwärmepumpen

2.1. Grundwasseranalyse

Die Grundwasserzusammensetzung kann nachteilige Auswirkungen auf Erdwärmeanlagen haben, z.B. durch Ablagerungen oder Metallkorrosion. Dies ist besonders wichtig für Grundwasserwärmepumpen, bei denen das Grundwasser Teil des Systems ist und durch den Wärmetauscher fließt. Eine Grundwasseranalyse hilft bei der Auswahl des richtigen Ausbaumaterials und beugt genannten Auswirkungen vor. Grundwasseranalysen werden für alle Erdwärmeanlagen empfohlen, bei denen die Grundwasserzusammensetzung unbekannt ist. Die Probe kann aus dem betreffenden Brunnen oder, falls verfügbar, aus einem nahe gelegenen Beobachtungsbrunnen entnommen werden. Es wird empfohlen Grundwasserkörper mit problematischer Grundwasserchemie digital zu visualisieren. Diese Informationen sollten regelmäßig aktualisiert werden.

2.2. Pumpversuch

Ein Pumpversuch stellt sicher, dass die Auslegung des Grundwasserwärmepumpensystems und des verfügbaren Grundwassers übereinstimmen. Pumpversuche ermöglichen auch die Berechnung der hydraulischen Leitfähigkeitswerte. Die benötigte Förderrate muss bestätigt werden und es muss nachgewiesen werden, dass das entnommene Wasser ohne nachteilige Auswirkungen wieder in den Grundwasserleiter zurück geführt wird. Pump- und Reinjektionstests sollten für mittlere und große Grundwasserwärmepumpensysteme obligatorisch sein. Dies gilt auch für kleine Installationen, wenn keine Kenntnisse über den Grundwasserleiter vorliegen.

Die Ergebnisse von Pumpversuchen sollten von den zuständigen Behörden gesammelt und öffentlich zugänglich gemacht werden. Dies trägt dazu bei, Wissen über den Grundwasserleiter zu gewinnen und zukünftige Installationen zu verbessern.

2.3. Temperaturdifferenz zwischen entnommenem und wieder eingeleitetem Wasser

Je höher die Temperaturdifferenz zwischen entnommenem und wieder eingeleitetem Grundwasser bei einer bestimmten Durchflussmenge ist, desto höher ist die Energieerzeugung. Höhere Temperaturunterschiede können jedoch größere Änderungen der geochemischen Bedingungen und des Ökosystems verursachen und die Aktivität von Bakterien und der Mikrofauna erhöhen, was die Grundwasserqualität beeinträchtigen kann. Ein maximal zulässiger Temperaturunterschied zwischen entnommenem und wieder eingeleitetem Grundwasser sollte angegeben werden. In der Genehmigung sollte die maximale thermische Arbeit pro Jahr für jede Installation für Heizen und Kühlen angegeben werden. Diese Grenze sollte nicht überschritten werden. Wenn in einem bestimmten Gebiet bereits eine erhebliche Dichte an Erdwärmeanlagen vorhanden ist (z.B. städtische Siedlung), wird empfohlen, ein umfassendes unterirdisches Wärmemanagement zu implementieren und die maximal zulässige Temperaturverschiebung mit Grundwassertemperaturkarten zu verknüpfen.

Die Temperaturänderung bei Spitzenlast sollte innerhalb des angegebenen Bereichs der absoluten Temperaturen für wieder eingeleitetes Wasser bleiben und nicht länger als eine angegebene Anzahl von Stunden pro Jahr überschritten werden.

2.4. Zulässiger Temperaturbereich des wieder eingeleiteten Wassers

Eine Temperaturänderung des Grundwassers beeinflusst dessen Sauerstoffsättigung und chemisches Lösungsverhalten. Temperaturänderungen können sich auch auf die Mikrofauna des Grundwassers auswirken. Diese Umwelteinflüsse sind mit zunehmenden Temperaturunterschieden größer.

Es wird empfohlen, feste Temperaturgrenzwerte für wiedereingeleitetes Grundwasser festzulegen und dass dessen Mindesttemperatur über 4 ° C liegt sowie die Höchsttemperatur die nationalen Anforderungen für Trinkwasser berücksichtigt. In stark beanspruchten Grundwasserkörpern wird empfohlen, die maximal zulässigen Temperaturniveaus auf der Grundlage der Bewertung der mikrobiologischen Bedingungen festzulegen.

2.5. Wiedereinleitung des genutzten Grundwassers

Die Wiedereinleitung des Grundwassers verhindert die übermäßige Ausbeutung des Grundwasserleiters, birgt jedoch das Risiko einer Kontamination. Durch die Wiedereinleitung werden Grundwasserstände und -drücke aufrechterhalten. Dadurch werden mögliche negative Auswirkungen auf die Förderraten von nahegelegenen Brunnen minimiert. Temperaturänderungen im Grundwasser finden dennoch statt. Wird dies nicht berücksichtigt, kann es die Effizienz von Erdwärmeanlagen verringern, die sich stromabwärts befinden. Unter den richtigen hydrogeologischen Bedingungen kann der Grundwasserleiter jedoch auch als saisonaler Temperaturspeicher (Heizen / Kühlen) verwendet werden.

Thermisch genutztes Wasser sollte wieder in den Grundwasserkörper eingeleitet werden. Der rechtliche Rahmen sollte die Wiedereinleitung fördern, z.B. durch den Wegfall von Wasserentnahmegebühren.

Die Wiedereinleitung sollte so erfolgen, dass sich der Grundwasserspiegel in einer angemessenen Tiefe unter der Oberfläche befindet. Geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung der hydraulischen Trennung von Grundwasser müssen erfolgen.

Oberflächennahe Versickerungsanlagen sind kostengünstiger zu realisieren, erfordern jedoch eine große geeignete Oberfläche mit geeigneten Bedingungen unter der Oberfläche (Permeabilität). Im Vergleich zu Reinjektionsbrunnen wird bei einem Versickern das verbrauchte Wasser nicht direkt in den Grundwasserleiter zurückgeführt. So sorgen Versickerungen für mehr Sicherheit bei Verschmutzung, führen aber auch zu einer Erschöpfung des Grundwasserleiters, da nicht das gesamte entnommene Grundwasser in den Grundwasserleiter gelangt.

Die Wiedereinleitung sollte in denselben Grundwasserleiter wie die Entnahme erfolgen. Es wird empfohlen, oberflächennahe Versickerungen auf kleine Anlagen zu beschränken, die aus einem nicht tief gelegenen Grundwasserleiter gespeist werden. Bei geringen hydraulischen Leitfähigkeiten oder geringen Mächtigkeiten über dem Grundwasserspiegel sollten horizontale Wiedereinleitbrunnen errichtet werden.

2.6. Minimaler Abstand zwischen Brunnensystemen und benachbarten Anlagen

Eine Wiedereinleitung zu dicht am oder vor dem Förderbrunnen senkt die Temperatur des geförderten Grundwassers und verringert somit die Systemeffizienz (hydraulischer Kurzschluss). Benachbarte Erdwärmeanlagen, egal ob Brunnensysteme oder SONDENSYSTEME, können ebenfalls von Temperatur- oder Grundwasserspiegeländerungen betroffen sein. Die Festlegung fester Mindestabstände ist nicht ratsam, da die Abstände an die natürlichen hydraulischen Bedingungen des Grundwasserleiters angepasst werden müssen. Weiterhin sollte bei der Auslegung des Mindestabstandes bei der Planung auch den Energiebedarf und Informationen benachbarter Erdwärmeanlagen berücksichtigen.



Negative Auswirkungen auf benachbarte Anlagen sind durch Temperaturänderungen, Absenkung und in kleineren Fällen durch Grundwasseranstieg gekennzeichnet. Temperaturänderungen hängen von den individuellen Bedingungen ab und können durch Simulationen in Kombination mit Langzeitüberwachung quantifiziert werden. Die Absenkung wirkt sich auf alle Arten von Brunnen in der Nähe aus und verringert deren maximale Förderraten. Übermäßiges Absenken kann auch zu chemischen Schäden (Ablagerungen) im betreffenden Bohrloch führen oder Stabilitätsprobleme verursachen. Ein Grundwasseranstieg kann zu Staunässe und möglichen Schäden an Gebäuden und Installationen in der Umgebung führen. GeoPLASMA-CE empfiehlt, die akzeptablen Auswirkungen auf benachbarte Installationen in rechtsverbindlichen Dokumenten anzugeben. Die Spezifikationen können auf der Grundwassertemperatur, der Absenkung / Erhöhung und der Verringerung der Anlagenleistung oder einer Kombination davon basieren.

2.7. Numerische Simulationen

Numerische Simulationen dienen dazu, die Wechselwirkungen der geplanten Anlage mit dem umgebenden Untergrund und mit benachbarten Erdwärmesystemen zu bestimmen. Sie veranschaulichen auch die gegenseitige Beeinflussung der Komponenten eines Systems (d.h. mehrerer Brunnen in einem Feld).

Numerische Simulationen sollten für mittlere und große SGE-Installationen obligatorisch sein. Vor der numerischen Simulation sollte eine vereinfachte analytische Berechnung der Ausbreitung von Temperaturfahnen in Grundwasserleitern durchgeführt werden. Die ungefähre Ausdehnung der Temperaturfahne gibt Aufschluss darüber, ob eine gegenseitige Beeinflussung durch vorhandene Anlagen zu erwarten ist und bestimmt die erforderliche Größe der Modellierungsfläche. Bestehende Installationen müssen berücksichtigt werden, wenn eine gegenseitige Beeinflussung zu erwarten ist. Die Größe des Modellierungsbereichs sollte ausreichend groß sein, um Randeffekte für die simulierten Federn zu vermeiden. Die numerische Simulation sollte auf einem stationär gekoppelten thermohydraulischen Modell basieren, das die geplante Betriebsdauer der Anlage abdeckt.

Kurzfristige Spitzenlasten haben auf lange Sicht keinen signifikanten Einfluss auf den umgebenden Untergrund. Um die Auswirkungen der Anlage korrekt zu modellieren, sollte die Simulation daher die geplante jährliche Energieentnahme / -einspeisung und nicht die einzelnen Heizlasten widerspiegeln. Die Validierung des numerischen Modells auf der Grundlage von Monitoringdaten sollte für Großanlagen obligatorisch sein. Der Beobachtungszeitraum sollte mindestens die ersten drei Betriebsjahre umfassen und die passive Überwachung von Beobachtungsmessstellen umfassen, die sich stromabwärts der überwachten Anlage befinden.

Für mittelgroße Anlagen sollte die oben genannte Validierung und Anpassung des numerischen Modells auf der Grundlage von Überwachungsdaten empfohlen werden.

Für Gebiete mit einer hohen Anlagendichte wird empfohlen, dass die lokalen Behörden auf lokaler bis regionaler Ebene ein numerisches Modell erstellen und regelmäßig aktualisieren, sodass vorhandene Anlagen auf der Grundlage einer stationären Annäherung der angegebenen Betriebsparameter (jährliche thermische Arbeit, jährlicher Ertrag) in den Genehmigungen berücksichtigt werden. Dieses Modell sollte öffentlich zugänglich gemacht und zum Planen neuer Anlagen und zur Simulation ihrer Auswirkungen verwendet werden, um voreingennommene Modellannahmen zu vermeiden.

Tabelle 2: Zusammenfassung geeigneter Auslegungsmethoden für Grundwasserwärmepumpensysteme

	S	M	L
Grundwasserwärmepumpen	Vereinfachte analytische Berechnungen	Numerische Simulation empfohlen	Numerische Simulation verpflichtend

ANNEX 4

EMPFEHLUNGEN BEI BORHRISIKEN

Deliverable: D.T2.5.1

Projekt Partner: LP-GBA

03/2019

 **Geologische Bundesanstalt**

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

 Freistaat
SACHSEN

 **CZECH
GEOLOGICAL
SURVEY**

 **GeoZS**
Geološki zavod
Slovenije




AGH
AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

 **geoENERGIE**
Konzept

 **Giga**
infosystems

 Bundesverband
Geothermie



City of
Ljubljana





Geologische und geographische Gefährdungspotentiale bei der Umsetzung oder dem Betrieb von Oberflächennaher Geothermie. Zusammenfassung bekannter Auswirkungen, möglicher Konsequenzen und Empfehlungen.

Geographische und Geologische Gefährdungspotentiale	Bekannte und mögliche Auswirkungen auf:				Empfehlungen
	Grundwasser (GW)	Untergrund/Boden	Umwelt	Die Geothermieanlage	
Artesisch gespannter Aquifer	Abfall oder Aufspiegelung des Grundwassers, Mischung verschiedener Grundwasserkörper	Vernässungen	Überflutungen, Verschmutzungen von Oberflächengewässern und Grundstücken		Limitierung von Bohrtiefen; Bereithaltung von geeigneter Bohrausrüstung
Sehr seichter Grundwasserspiegel		Permanente Vernässungen im Bereich der Versickerung bei Grundwassernutzungen	Einfluss auf umliegende Flora		Angepasste Planung (direkte Rückgabe in einem Injektionsbrunnen, Ausbau des Sickerschachts)
Mehrere Grundwasserstockwerke	Abfall oder Aufspiegelung des Grundwassers, Mischung verschiedener Grundwasserkörper	Bodenhebung oder Setzungen, Änderung der Wasserverhältnisse im Boden			Limitierung von Bohrtiefen;
Mineralwasservorkommen	Beeinflussung vorhandener Nutzungen (Entnahmeraten, Änderung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Vorkommens)		Verunreinigung vorhandener Mineralwasservorkommen	Materialschäden (Ablagerungen bei Grundwasserwärmeeinlagen, Korrosion im Allgemeinen)	Angepasste Auswahl von Materialien, Einsatz von Vorwärmetauschern
Thermalwasservorkommen	Beeinflussung vorhandener Nutzungen (Entnahmeraten, Änderung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Vorkommens)	Ausfällungen oder Lösungen	Thermische und stoffliche Verunreinigung vorhandener Thermalwasservorkommen	Materialschäden (v.a. Korrosion)	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem und geschultem Personal
Gasvorkommen	Änderung der chemischen und physikalischen Eigenschaften durch Entgasung	Gasaustritt	Gesundheitsrisiken bei Gasaustritten	Materialschäden Blow-out	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem und geschultem Personal
Bergbaugebiete	Abfall des Grundwasserspiegels, Mischung verschiedener	Setzungen, Einstürze	Verschmutzungen von Oberflächengewässern	Verlust der Bohrspülung Instabilitäten während des	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem



	Grundwasserkörper, Stoffeintrag der abgebauten Materialien			Bohrvorgangs, Verlust von Bohrequipment	und geschultem Personal
Altlasten oder andere Bodenverunreinigungen	Stoffeintrag ins Grundwasser		Freisetzung von Schadstoffen	Materialschäden	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem und geschultem Personal
Evaporite	Änderung der chemischen Eigenschaften	Lösung der Evaporite einhergehend mit Setzungen oder Einstürzen; bei Anhydritbildung Bodenhebung		Höhere Bohrkosten möglich	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem und geschultem Personal
Quellfähige Gesteine		Bodenhebung		Höhere Bohrkosten möglich	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem und geschultem Personal
Karstgebiete	Abfall des Grundwasserspiegels, Mischung von verschiedenen Grundwässern, Schadstoffeintrag	Setzungen oder Einstürze		Herabsetzung von Wärmeentzugsraten in Hohlräumen, Instabilitäten während des Bohrvorgangs, Verlust von Bohrequipment und Bohrspülung	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem und geschultem Personal
Wasserschutz- und Wasserschongebiete	Thermische und stoffliche Verunreinigung		Auswirkungen auf ökologisches Gleichgewicht im Schutzgebiet	Bohrverbotszonen oder spezielle Bohraufgaben möglich	Vorschreibungen bezüglich Materialien, Bohrtiefen, Festlegung von Bohrverbotszonen
Naturschutzgebiete		Lokale Bodenverunreinigungen	Auswirkungen auf ökologisches Gleichgewicht im Schutzgebiet	Bohrverbotszonen oder spezielle Bohraufgaben möglich	Vorschreibungen bezüglich Materialien, Bohrtiefen, Bohrzeiten, Festlegung von Bohrverbotszonen
Hangrutschungen	Verunreinigung mit Betriebsflüssigkeiten von Erdwärmesonden	Instabilität, Rutschungen		Instabilitäten während des Bohrvorgangs, Verlust von Bohrequipment	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem und geschultem Personal
Störungen und stark geklüftete Bereiche	Abfall oder Aufspiegelung des Grundwassers, Mischung verschiedener Grundwasserkörper	Setzungen oder Einstürze		Instabilitäten während des Bohrvorgangs, Verlust von Bohrequipment	Beauftragung von Bohrunternehmen mit qualifiziertem und geschultem Personal

ANNEX 5

MONITORING PARAMTER

Deliverable: D.T2.5.1

Projekt Partner: LP-GBA

03/2019



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE





Parametererklärung für D.T2.5.1 - Kapitel 3.5 Monitoring

Betriebsstunden - sollten zur Genauigkeit aufgezeichnet werden. Die Betriebsstunden bilden die Grundlage für eine einfache Schätzung der Wärmeproduktion.

Wasseranalyse - Die chemische Analyse sollte die folgenden Parameter abdecken: Temperatur, pH-Wert, Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Mn^{2+} , gelöstes Eisen;

Betriebsdruck - dient als Indikator für das Austreten von Wärmeträgerflüssigkeit.

Volumenstrom - Das gepumpte Volumen berücksichtigt zwar nicht die Temperaturabhängigkeit der Fluidichte, es kann jedoch verwendet werden, um den Massenstrom zu approximieren und eine Abschätzung für den Wärmestrom abzuleiten.

Massedurchfluss - Ist erforderlich um einen exakten Wert für den Wärmestrom zu berechnen.

Stromverbrauch – hierbei ist die korrekte Platzierung des Stromzählers wichtig. Alle Pumpen, Kompressoren usw. sollten bei der Zählung enthalten sein.

Temp. out - die Temperatur des Wärmeträgerfluids / Grundwassers vor dem Eintritt in die Wärmepumpe (d. h. nicht die Temperatur des Fluids beim Austritt aus dem Bohrloch).

Temp. in - die Temperatur des Wärmeträgerfluids / Grundwassers, wenn es die Wärmepumpe verlässt (d. h. nicht die Temperatur des Fluids, wenn es am Bohrlochkopf zurückkehrt).

Vertikales Temperaturprofil – Temperaturprofile sollten zu Beginn und am Ende der Heizperiode aufgezeichnet werden, also idealerweise 4 x pro Jahr in regelmäßigen Abständen.

Ein Beobachtungspegel sollte abstromig von Geothermieanlagen errichtet werden. Bei großen Anlagen wird ein zweiter Beobachtungspegel stromaufwärts der Anlage angeraten.

Jahresvolumen gepumpt - das Jahresvolumen sollte zu Dokumentationszwecken aufgezeichnet werden. Zusammen mit dem Temp. in / out kann so die Wärmeproduktion geschätzt werden.