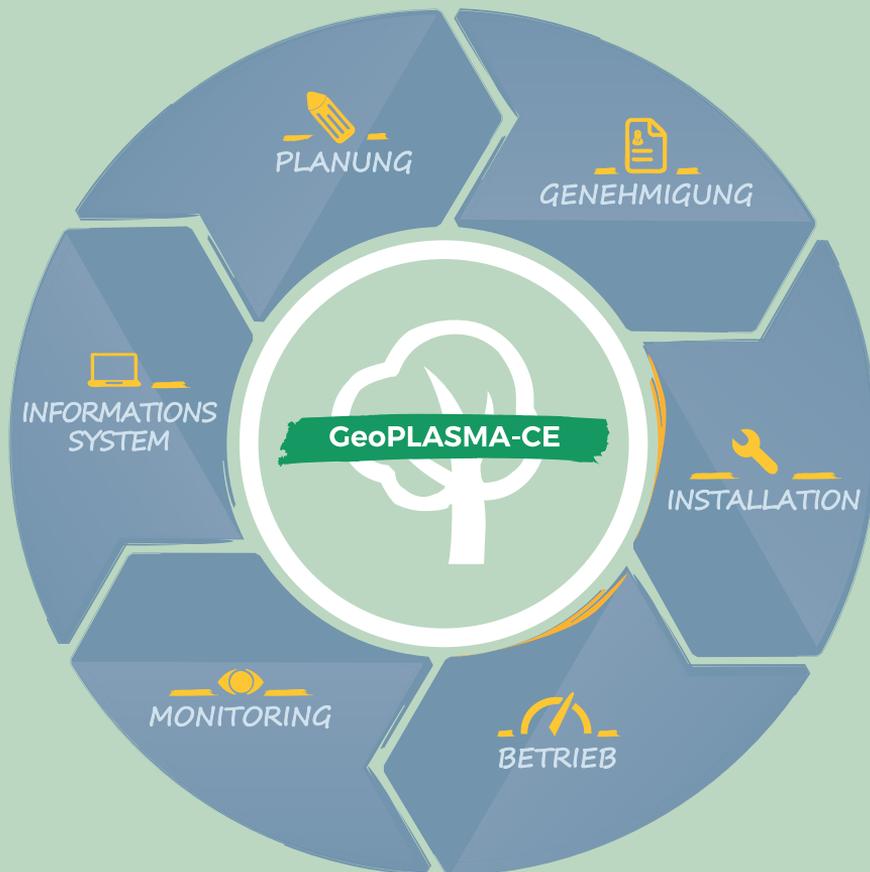


HANDBUCH

für eine erfolgreiche Implementierung
oberflächennaher Erdwärme



FÖRDERUNG OBERFLÄCHENNAHER ERDWÄRME

Oberflächennahe Erdwärme bietet eine nachhaltige und klimafreundliche Unterstützung zum Heizen und Kühlen.

Obwohl die Technologie nicht neu ist, muss sie noch in die rechtlichen Rahmenbedingungen und Energiemanagementkonzepte vieler Regionen integriert werden.

Dieses Dokument richtet sich an Entscheidungsträger, Behörden und Experten in diesen Regionen. Es bietet eine sehr prägnante Zusammenstellung von Aspekten, die für eine erfolgreiche Regulierung und Verwaltung dieser Energiequelle zu berücksichtigen sind. Der Anwendungsbereich ist auf zwei häufige Nutzungsmethoden gerichtet, Erdwärmesondensysteme und Grundwasserwärmepumpensysteme. Erdwärmekollektoren, Energiepfähle und andere Methoden werden nicht berücksichtigt.

Kurze Kapitel beschreiben einzelne Phasen des Lebenszyklus einer oberflächennahen Erdwärmeanlage. Die Zusammenhänge dieser einzelnen Phasen verdeutlichen die Notwendigkeit eines integrierten Managements.

Das Dokument enthält Richtlinien, die einen Überblick über die wichtigsten technischen Anforderungen für Erdwärmesondensysteme und Grundwasserwärmepumpen zur Verfügung stellen.

INHALT

Einleitung	4
Voraussetzungen	6
Integriertes Management	8
Planung und Auslegung	11
Genehmigung	13
Errichtung	16
Betrieb	17
Stilllegung	18
Monitoring	19
Informationssysteme	20
Leitfaden für Qualitätsstandards	21

Checkliste

Jedes Kapitel verfügt über die Möglichkeit, eine Selbsteinschätzung in Form einer Checkliste durchzuführen. Diese Selbstbewertung mit Fragen zu einer effizienten, nachhaltigen und erneuerbaren Nutzung von oberflächennaher Erdwärme basiert auf Empfehlungen aus dem GeoPLASMA-CE Projekt.

Die „GeoPLASMA-CE-Checkliste“ kann auf jeder Verwaltungsebene (lokal, regional oder national) angewandt werden und hilft den aktuellen Status der Erdwärme in der jeweiligen Region zu evaluieren. Darüber hinaus dienen die Fragen auch als Anhaltspunkte für eine nachhaltige und effiziente Nutzung und Verwaltung oberflächennaher Erdwärmesysteme.



Oberflächennahe Erdwärme

Wärme aus dem Untergrund ist überall verfügbar. Sie ermöglicht nachhaltiges Heizen und Kühlen ohne Emissionen von Gasen, Aerosolen oder Lärm. Die Nutzung dieser erneuerbaren Energiequelle erfordert außer Strom keine weitere Infrastruktur.

Oberflächennahe Erdwärmeanlagen sind nicht von fossilen Energieträgern abhängig, was die Betriebskosten stabil und vorhersehbar macht.

In diesem Dokument werden die wichtigsten Aspekte erörtert, die eine erfolgreiche Einführung für oberflächennahe Erdwärme in aufstrebenden Märkten fördern.

Der Anwendungsbereich beschränkt sich auf die beiden Hauptanwendungen Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen. Andere Techniken wie Energiepfähle oder Erdwärmekollektoren werden nicht behandelt.

Erdwärmesonden

Erdwärmesonden nutzen senkrechte Rohre mit einer Tiefe von üblicherweise 80 m bis 150 m. Das in den Rohren zirkulierende Wärmeträgerfluid transportiert Wärmeenergie über einen Wärmetauscher zum Heizsystem des Gebäudes. Erdwärmesonden hängen nicht von der Verfügbarkeit von Grundwasser ab.

Grundwasserwärmepumpen

Grundwasserwärmepumpen entziehen über Brunnen Grundwasser und leiten dieses über einen Wärmetauscher. Danach wird das thermisch genutzte Wasser wieder in den Grundwasserleiter zurück geführt. Grundwasserwärmepumpen sind von der Verfügbarkeit einer ausreichenden Menge und Qualität von Grundwasser abhängig.

GeoPLASMA-CE Handbuch

Die Errichtung und der Betrieb von oberflächennahen Erdwärmeanlagen unterliegen den geltenden (nationalen) gesetzlichen Bestimmungen. Aus diesem Grund werden am Anfang dieses Dokuments Aspekte vorgestellt, die im Rechtssystem fest verankert sind. Daran schließt sich die Einführung eines integrierten Managementkonzepts an, das alle Phasen des Lebenszyklus einer Anlage verdeutlicht. Die einzelnen Phasen werden in den folgenden Kapiteln behandelt. Jedes Kapitel wird von einer Checkliste begleitet, die die wichtigsten Aspekte zusammenfasst und als Leitfaden für die Selbsteinschätzung dient.

EINLEITUNG



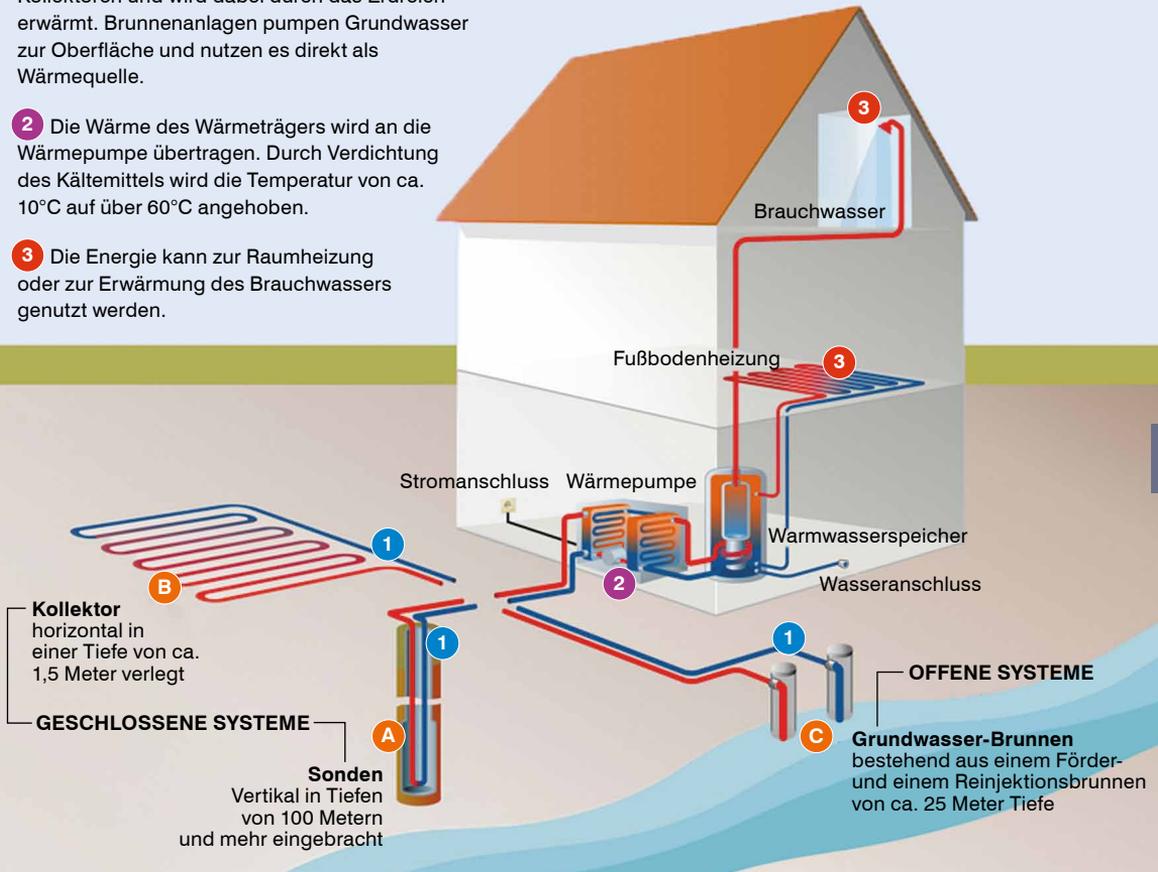
Erdwärme kann in geschlossenen Systemen mit Sonden **A** oder horizontalen Kollektoren **B** genutzt werden. Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz von zwei Brunnen **C** als offenes System.



1 Das Wasser fließt durch die Sonden oder Kollektoren und wird dabei durch das Erdreich erwärmt. Brunnenanlagen pumpen Grundwasser zur Oberfläche und nutzen es direkt als Wärmequelle.

2 Die Wärme des Wärmeträgers wird an die Wärmepumpe übertragen. Durch Verdichtung des Kältemittels wird die Temperatur von ca. 10°C auf über 60°C angehoben.

3 Die Energie kann zur Raumheizung oder zur Erwärmung des Brauchwassers genutzt werden.



Das Handbuch gibt letztendlich einen Überblick über die wichtigsten technischen Aspekte für geothermische Systeme mittels Erdwärmesonden bzw. Grundwasserwärmepumpen. Nähere Informationen zu GeoPLASMA-CE finden Sie unter:



<https://portal.geoplasma-ce.eu>

VORAUSSETZUNGEN

Rechtliche Rahmenbedingungen

Der rechtliche Rahmen muss für alle Beteiligten Rechtssicherheit schaffen und den Grundstein für das Genehmigungsverfahren legen. Eine verbindliche Definition des Begriffs „oberflächennahe Erdwärme“ ist erforderlich. Eigentums- und Zugangsrechte müssen geregelt werden.

Geltende technische Normen müssen zugänglich gemacht und angegeben werden. Dies stellt sicher, dass Dokumente, die den Stand der Technik genau beschreiben, rechtsverbindlich sind und leicht aktualisiert werden können.

Qualitätsstandards

Qualitätsstandards müssen die Sicherheit, Nachhaltigkeit und Effizienz einer Anlage während ihrer gesamten Lebensphase gewährleisten. Daher müssen moderne Verfahren und Spezifikationen alle Aspekte wie Planung, Materialauswahl und zugelassene Techniken oder Methoden abdecken.

Obligatorische Qualitätskontrollmaßnahmen wie Berichterstattung und Überwachung von Anlagen müssen definiert und deren Einhaltung durchgesetzt werden.

Detailliertere technische Qualitätsstandards werden im zweiten Teil dieses Dokuments „**Leitfaden für Qualitätsstandards**“ vorgestellt.

Zertifizierung

Um sachkundiges und geschultes Personal für die Installation und Inbetriebnahme eines Erdwärmesystems bereitzustellen, wird ein verbindliches Zertifizierungsschema für Bohrer, Installateure, Planer, Wartungsunternehmen und Prüfbehörden empfohlen. Die Einhaltung sollte überprüft und durchgesetzt werden.

Ein europaweites Zertifizierungssystem würde für Harmonisierung sorgen und den Markteintritt ausländischer Unternehmen erleichtern.

CHECKLISTE



	Ja	Nein
Wird oberflächennahe Erdwärme in einem rechtlichen Rahmen berücksichtigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist der Begriff „oberflächennahe Erdwärme“ definiert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind Zugangsrechte bzw. Nutzungsrechte reguliert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die Eigentumsrechte an oberflächennaher Erdwärme reguliert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist in Verordnungen festgelegt, welche Dokumente den anerkannten Stand der Technik darstellen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7

Existieren Standards die sich ausdrücklich auf oberflächennahe Erdwärme beziehen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sind die technischen Parameter klar definiert und reguliert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gibt es bindende Vorgaben für die Qualitätskontrolle der Anlage (z.B. Drucktests)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ist die Planung von oberflächennahen Erdwärmeanlagen ein zertifizierter oder geschützter Beruf?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gibt es im Bereich oberflächennahe Erdwärme eine spezielle Zertifizierung für Bohreräteführer und/oder Installateure, welche die bestehenden Zulassungen zum Bohreräteführer / Brunnenbauer bzw. Heizungsinstallateur übersteigen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Benötigen Genehmigungsbehörden eine Zertifizierung für die Begutachtung von Erdwärmenutzungen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Änderungsbedarf

Die Mehrzahl der derzeit vorhandenen Systeme ist langfristig energetisch unausgeglichen - dies bedeutet, dass die Änderungen der Untergrundtemperatur dauerhaft sind. Gleichzeitig unterstützen die in Mitteleuropa üblichen Zulassungsverfahren eine „first come - first serve“ Praxis.

Ein verantwortungsbewusstes Ressourcenmanagement ermöglicht dagegen eine nachhaltige und effiziente Nutzung. Ein ideales integriertes Managementkonzept berücksichtigt alle Installationen und deren kollektiven Einfluss auf den Untergrund. Es verwendet Informationen aus vorhandenen Erdwärmeanlagen in der Planungsphase zukünftiger Installationen.

Voraussetzungen für ein integriertes Managementkonzept sind: Kenntnis des geothermischen Potenzials, ein unterstützender rechtlicher Rahmen, angemessene Qualitätsstandards, Informationen zu bestehenden Anlagen und gut ausgebildetes Personal.

Hauptziele des integrierten Managements sind:

- Minimierung der Auswirkungen von oberflächennaher Erdwärme auf den Untergrund, um negative kumulative Wechselwirkungseffekte zu vermeiden;
- Vermeidung von Sicherheitsrisiken, technischen Problemen und Umweltrisiken während der Installations- und Betriebsphase;
- Steigerung der Effizienz der Nutzung von oberflächennaher Erdwärme;
- Sicherstellung eines kontinuierlichen Zugangs zu Informationen über Ressourcen und Nutzungsbeschränkungen (mögliche Konflikte) im Zusammenhang mit der Nutzung von oberflächennaher Erdwärme;
- Beschleunigung und Vereinfachung der Genehmigungs- und Kommunikationsroutinen zwischen Behörden und Betreibern / Antragstellern;
- Minimierung der Kosten für Betreiber.

GeoPLASMA-CE hat einen integrierten Managementansatz entwickelt, der Informationen aus vorhandenen Installationen verwendet, um diese Hauptziele zu erreichen. Dieser kontinuierliche Managementansatz basiert auf den oben genannten Anforderungen.

INTEGRIERTES MANAGEMENT



CHECKLISTE

Ja Nein

- | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Werden integrative Managementmethoden angewendet? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sind die Ziele des Erdwärmemanagements klar definiert? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sind Routinen und Berechnungsschemata für Anlagendimensionierungen vorgesehen? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fließen Informationen aus vorhandenen Installationen in die Planung und Genehmigung neuer Erdwärmeanlagen ein? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |



Der integrierte Managementansatz von GeoPLASMA-CE basiert auf den folgenden fünf Prinzipien:

Das **kontinuierliche Management** ist das wichtigste Prinzip für das Management von oberflächennahen Erdwärmesystemen. Der Prozess kann als eine Reihe von Schritten betrachtet werden - Planung, Genehmigung, Implementierung und Betrieb-, die für jedes System einzeln ausgeführt werden. Die GeoPLASMA-CE-Management-Schleife implementiert jedoch auch Überwachungs- und Rückmeldungsschemata. Die Bereitstellung von Betriebsinformationen für Planer neuer Anlagen schließt die Prozesskette und bildet eine Rückkopplung.

Die **Vollständigkeit der Informationen** bezieht sich auf die Einbeziehung bestehender Erdwärmeanlagen während der Planungs- und Genehmigungsphase. Die vorliegenden Vorschriften bewerten Installationen einzeln oder beziehen nur Installationen in der Nähe ein. Dies führt in einigen Ländern dazu, dass kleinere Anlagen bei den Behörden nicht angemeldet werden müssen. Umfassende Kenntnisse der bestehenden Anlagen sind daher nicht nur eine Voraussetzung für integrative Managementansätze. Konflikte zwischen einzelnen Installationen müssen vermieden werden.

Digitale Datenverwaltung erleichtert den Zugriff auf Informationen und die Kommunikation zwischen Benutzern und Aufsichtsbehörden. Beispiele sind webbasierte Informationssysteme und Online-Antragsformulare. „Open Data Access Policies“ sollten unterstützt werden.

Integriertes Management schließt Summierungseffekte und Nutzungskonflikte in lokale / regionale Energiemanagementpläne ein. Es hängt von der Bereitstellung von Informationen ab. Punkt 1 „kontinuierliches Management“ und Punkt 2 „Vollständigkeit der Informationen“ sind unabdingbare Voraussetzungen für ein integratives Managementsystem.

Klare Verantwortlichkeiten: Verfahrensabläufe (z. B. Antragsprozesse) 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.

PLANUNG & AUSLEGUNG



Geschützter Beruf

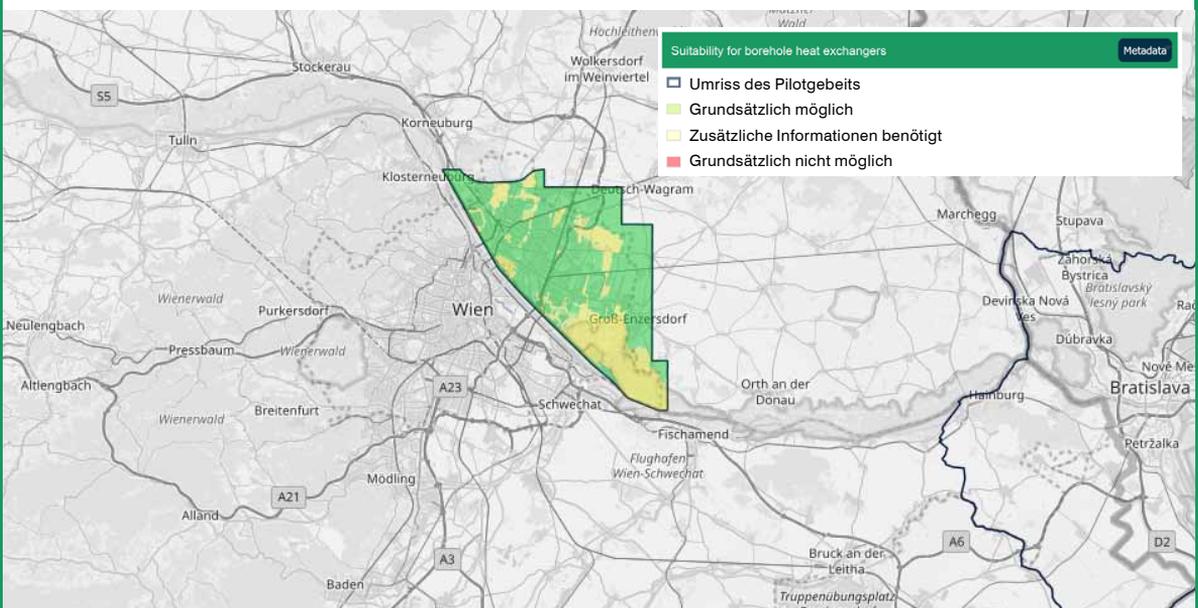
Oberflächennahe Erdwärmeanlagen müssen im gesetzlichen Rahmen und unter Berücksichtigung aller geltenden Qualitätsstandards ausgelegt werden. Es wird empfohlen das Personal, welches Erdwärmeanlagen plant entweder durch ein Zertifizierungsschema oder als gesetzlich geschützten Beruf anzuerkennen sowie zu regulieren und zu beaufsichtigen.

Lokale Gegebenheiten

Die Auslegung von Erdwärmeanlagen basiert auf Angaben zu örtlichen und geologischen Gegebenheiten. Diese Informationen müssen in einem geeigneten Format kostenlos zugänglich sein. Durch die Bereitstellung zuverlässiger Daten entfällt die Verwendung allgemeiner Literaturwerte und anderer Näherungswerte. Ergänzt werden sollte dies durch Feldmessungen aus der jeweiligen Anlage. Beispiele sind für Erdwärmesonden Thermal-Response-Tests und für Grundwasserwärmepumpen Pumpversuche.

Für jede Region müssen geologische oder hydrogeologische Gegebenheiten ermittelt werden, die einen Konflikt bei der Errichtung der Erdwärmeanlage darstellen können, z. B. Störungen oder artesische Bedingungen.

Konflikt- und Eignungskarten sollten erstellt und veröffentlicht werden. Die möglichen Auswirkungen von z.B. Bohrgefahren müssen in der Planungsphase herangezogen und mit geeigneten Vorsichtsmaßnahmen berücksichtigt werden.



PLANUNG & AUSLEGUNG



Notwendige Informationen

Die folgenden Karten und Informationen stellen die Mindestanforderungen dar, die während der Planungsphase verfügbar sein sollten:

- geologische Informationen,
- kontaminierte Gebiete (Altlasten),
- hydraulische Ergiebigkeit,
- Grundwasserchemie,
- Bereich nutzbarer Grundwasserleiter,
- artesische und gespannte Grundwasserleiter,
- Wasserschutzgebiete und Naturschutzgebiete,
- Bergbaugebiete und andere unterirdische Hohlräume,
- mittlere Gesteinswärmeleitfähigkeit in verschiedenen Tiefenbereichen,
- relevante geologische und hydrogeologische Risikofaktoren,
- Eignungskarten („Ampelkarten“) für Erdwärmesonden und Grundwasserwärmepumpen,
- vorhandene Erdwärmeanlagen (wenn mit national geltendem Datenschutzrechten vereinbar).

CHECKLISTE

Ja

Nein

Wird der anerkannte Stand der Technik von den Behörden in Vorschriften, Leitfäden oder Handbüchern vorgegeben?

Findet eine Beratung seitens der Behörden statt?

Werden Prozessabläufe und Berechnungsmethoden für die Auslegung von Anlagen (z.B. Dimensionierung von Erdwärmesonden) seitens der Behörden festgelegt?

Sind die empfohlenen Karten vorhanden?

Ist die Verwendung von durch die Behörden bereitgestellten Daten für die Planung einer Erdwärmeanlage vorgeschrieben?

GENEHMIGUNG



Antragsverfahren

Oberflächennahe Erdwärme sollte über ein gebündeltes Antrags- und Genehmigungsverfahren realisiert werden können. Der Antragsteller wendet sich damit nur an eine einzige Behörde, welche gegebenenfalls andere Behörden beteiligt. Ein System für die elektronische Einreichung von Anträgen sollte eingeführt werden.

Ein Antragsverfahren sollte unabhängig von der Art und Größe der Anlage erfolgen, d. h. der Antragsteller füllt für jedes Projekt dasselbe Formular aus. Administrative Genehmigungsverfahren sollten jedoch zwischen kleinen, mittleren und großen Erdwärmeanlagen unterscheiden. Ein Beispiel für ein Genehmigungsverfahren finden Sie auf den folgenden Seiten.

Genehmigung

Eine Genehmigung muss die offiziellen Anforderungen für die Errichtung, den Betrieb und die Überwachung der Erdwärmeanlage sowie die entsprechenden Zeitspannen für die Ausführung enthalten. Es wird empfohlen, genehmigte Energiemengen und jährliche Bilanzen sowie die Art der Betriebsweise in den Dokumenten sowie ggf. ein Ablaufdatum für die Genehmigung anzugeben.

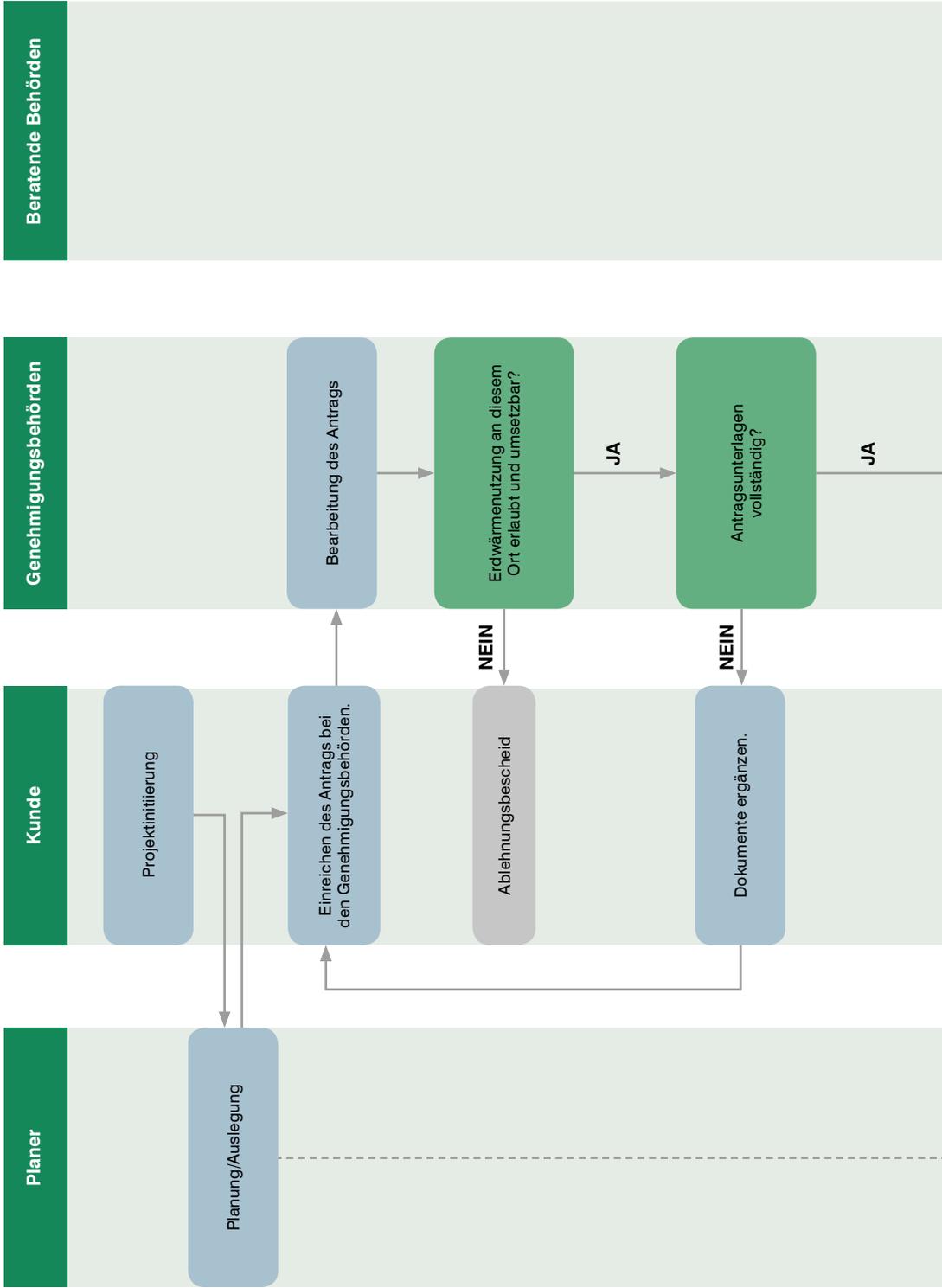
13

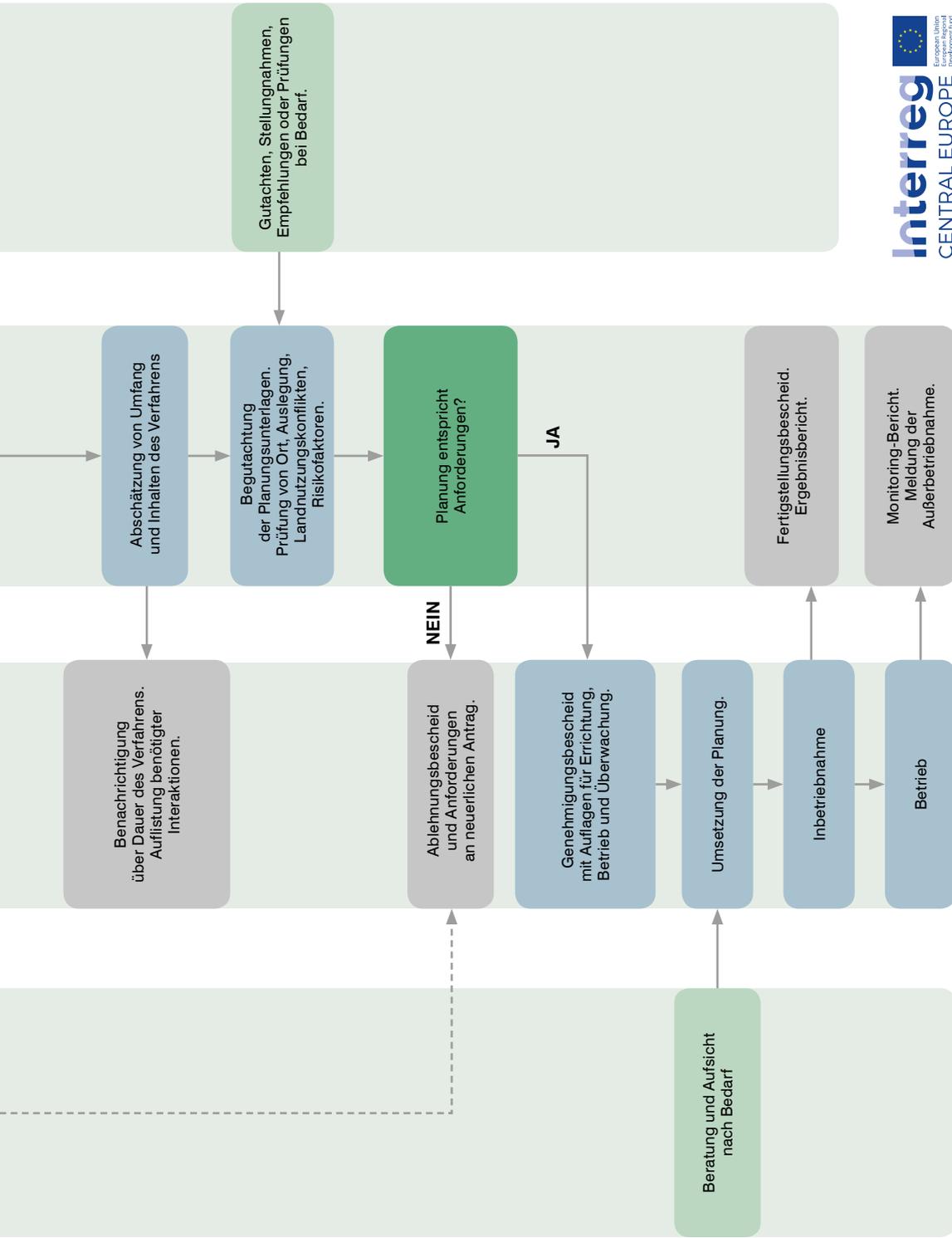
CHECKLISTE

	Ja	Nein
Wird für die Nutzung von Erdwärme ausnahmslos eine Genehmigung benötigt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das Genehmigungsverfahren so strukturiert, dass ein Antragsteller nur eine einzige Behörde kontaktieren muss?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verfügt die Genehmigungsbehörde über ein elektronisches System zur Antragstellung und Kommunikation?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist eine Maximaldauer für das Genehmigungsverfahren festgelegt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werden Genehmigungen nur für eine bestimmte Dauer erteilt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werden genehmigte Anlagen in einem Kataster registriert?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

GENEHMIGUNG

14





ERRICHTUNG



Die Errichtungsphase umfasst die **Ausführung und Inbetriebnahme** eines Erdwärmesystems, wie z.B. das Bohren, den Ausbau der Bohrung (Sonden, Brunnen), ggf. das Durchführen von geothermischen Tests (z.B. TRT oder Pumptests), die Verfüllung des Bohrlochs, die Druckprüfung, den Anschluss an die Wärmepumpe und die Einstellung der Betriebsparameter bis zur Endkontrolle.

Jeder Schritt muss zu mit hohen **Qualitätsstandards** ausgeführt werden, da Probleme während der Errichtung in der Regel schwer zu beheben und daher teuer und zeitaufwendig sind. Alle erforderlichen Parameter und Schritte während der Errichtungsphase sollten in einem online verfügbaren Formular dokumentiert und den Behörden zur Verfügung gestellt werden. Wenn eine genehmigte Anlage aus irgendeinem Grund nicht errichtet wird, sollte die Behörde benachrichtigt werden.



16

CHECKLISTE

Ist die Dokumentation von Bohrung, Errichtung und Inbetriebnahme einer Erdwärmanlage vorgeschrieben?

Ist die Benachrichtigung der Behörden bei Fertigstellung/ Inbetriebnahme vorgeschrieben?

Sind die Behörden berechtigt, Qualitätsprüfungen vor Ort während oder nach der Errichtung vorzunehmen?



Regelmäßige **Wartungsintervalle** und **Instandhaltungsaufgaben** sollten festgelegt 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,
- Messung und Einstellung des Volumenstroms.

Das Austreten von Wärmeträgerflüssigkeiten aus **Erdwärmesondenanlagen** sollte unbedingt den zuständigen Behörden gemeldet werden. Diese Verpflichtung und die zuständigen behördlichen Kontakte sollten in der Genehmigung angegeben werden. Betriebsparameter wie Spitzen- und Grundlast, Mindesttemperatur usw. sind in der Genehmigung anzugeben.

Für **Grundwasserwärmepumpenanlagen** sollten in der Genehmigung Betriebsparameter wie Grundwasserentnahmeraten, minimale und maximale Einleittemperaturen usw. angegeben werden. Die Behörden sollten die Einhaltung der Anforderungen aus der Genehmigung kontrollieren und mit geeigneten Maßnahmen durchsetzen.

Durch ein Monitoring kann die Effizienz der Erdwärmeanlage optimiert werden.

CHECKLISTE

Ja

Nein

Gibt es technische Standards, welche den effizienten Betrieb von Erdwärmeanlagen beinhalten (z.B. für Heizen und Kühlen)?

Sind regelmäßige Wartungsintervalle und Wartungsschritte in Leitfäden festgelegt?

Ist die Verpflichtung, Leckagen von Wärmeträgerflüssigkeit an die zuständigen Behörden inklusive deren Kontaktdaten zu melden, leicht der Genehmigung zu entnehmen oder online verfügbar?

Wird die Einhaltung der Anforderungen aus der Genehmigung von den Behörden überprüft und durchgesetzt?

Sollen regelmäßig Betriebsdaten an die Genehmigungsbehörden gemeldet werden?

STILLEGUNG



Ende der Betriebsphase

Die dauerhafte Außerbetriebnahme einer Erdwärmeanlage wirkt sich auf die Verteilung der Untergrundtemperatur aus. Die Stilllegung einer Anlage ist den zuständigen Behörden anzuzeigen.

Verfahren zur Stilllegung und zum Rückbau sollten standardisiert werden. Es wird empfohlen, dass vor allem das Entfernen von Bauteilen wie Bohrkopf, Rohren usw. und der Sicherung des Bohrlochs standardisiert werden. Das Wärmeträgerfluid muss aus geschlossenen Kreisläufen entfernt werden. Der Umbau von Grundwasserwärmepumpenanlagen in Beobachtungsbrunnen sollte berücksichtigt werden. Alle verbleibenden Rohre müssen mit Zement gefüllt werden, um eine nachteilige Auswirkung auf das Grundwasser zu vermeiden und die Bildung von Hohlräumen unter der Oberfläche aufgrund von zusammenfallenden Rohren zu vermeiden.

CHECKLISTE

Ja

Nein

Besteht eine Pflicht zum Rückbau einer Erdwärmeanlage nach Beendigung des Anlagenbetriebes?

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 die Stilllegung von Erdwärmeanlagen beschreiben?

Existieren technische Standards in Richtlinien und Leitfäden über den Rückbau von Erdwärmeanlagen?

Wird die Stilllegung bzw. der Rückbau in ein Informationssystem gepflegt und fließt diese Information in die Festlegung von Monitoringmaßnahmen ein?

MONITORING



Grundwasserwärmepumpen und Erdwärmesonden sollten je nach installierter Leistung jeweils in drei Kategorien unterteilt werden. Anforderungen an die Systemüberwachung und zum Monitoring der Umweltauswirkungen müssen für jede Kategorie spezifiziert werden.

Empfehlungen dazu finden Sie im „Leitfaden für Qualitätsstandards“.

Feste Richtlinien für lokale Behörden über folgende Aspekte werden empfohlen:

- Umstände, unter denen Monitoring vorgeschrieben werden muss,
- Überwachungsparameter, -intervalle und -zeiträume unter Berücksichtigung der Umweltbedingungen, möglichen Auswirkungen und Art der Installation,
- Kriterien für die Verlängerung von bestehenden Genehmigungen,
- Spezifikation geeigneter Beobachtungsbrunnen.

Die Überwachung der Systemeffizienz sollte nach Inbetriebnahme mindestens drei Jahre, die Umweltüberwachung sollte regelmäßig ausgeführt werden, bis die Anlage außer Betrieb genommen wird.

CHECKLISTE

Ja

Nein

Beziehen sich technische Standards auf Monitoring?

Gibt es Empfehlungen in Leitfäden, eine Systemüberwachung für mind. drei Jahre durchzuführen?

Gibt es Richtlinien, die festlegen unter welchen Bedingungen und mit welchen Parametern und Intervallen ein Monitoring durchgeführt werden sollte?

Hängen Umfang und Art des Monitorings vom Anlagentyp und der Anlagengröße (Spitzenlast) ab?

Gibt es eine bindende Definition, welche Messstellen für eine Umweltüberwachung geeignet sind?

Gibt es Leitfäden, welche die Aufnahme und Interpretation von Umweltdaten ausführen?

Erfolgt die Aufnahme und Interpretation von Umweltdaten von Behörden oder von unabhängigen Dritten?

INFORMATIONSSYSTEM



Umfassende Informationen zur geowissenschaftlichen Beschreibung des Untergrundes sowie zu rechtlichen und raumplanerischen Randbedingungen sollten in einem öffentlichen Webportal kostenlos bereitgestellt werden. Das Informationssystem sollte mit einem Online-Antragssystem verknüpft sein.

Der Inhalt und die Daten müssen sachlich korrekt und aktuell sein und in regelmäßigen Abständen überprüft werden.

Das Informationssystem sollte die Ausführung von standortspezifischen Abfragen ermöglichen. Die Zugriffsebenen sollten im Einklang mit den nationalen Vorschriften, insbesondere zum Datenschutz, festgelegt werden. Ein System zur Benutzerregistrierung und -identifizierung sollte implementiert werden. Eingeschränkte Daten sollten auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden und im Umfang auf diejenigen Personen beschränkt werden, die ein berechtigtes Interesse nachweisen (Planer, Eigentümer).

CHECKLISTE

Ja

Nein

Ist ein kostenloses web-basiertes geothermisches Informationssystem verfügbar?

Lässt das Informationssystem standortspezifische Abfragen zu?

Ist es mit einem elektronischen Online-Antragssystem verknüpft?

Beinhaltet das Informationssystem anlagenspezifische Daten wie Standort, Bohrtiefe und installierte Leistung?

Werden Monitoring-Daten dazu benutzt, das Informationssystem oder öffentliche erhältliche Datensätze zu ergänzen?

Wurde eine angemessene Methode entwickelt, mit der private Monitoring-Daten erfasst werden können?

Sind mehrere Zugangslevel implementiert?

Ist das Informationssystem gegen unbefugten Zugriff und Datenmanipulation geschützt?

LEITFADEN FÜR QUALITÄTSSTANDARDS



Interreg 
CENTRAL EUROPE European Union
European Regional
Development Fund

GeoPLASMA-CE

QUALITÄTSSTANDARDS FÜR ERDWÄRMESONDEN

Berechnungsgrundlage

Die korrekte Auslegung einer Erdwärmesondenanlage stellt sicher, dass die Wärme in ihrer Umgebung nachhaltig genutzt wird. Kleine bis mittelgroße Anlagen können auf Grundlage von Archivdaten, aktuellen Richtlinien sowie der geplanten installierten Leistung ausgelegt werden. Mittelgroße bis große Anlagen sollten auf Grundlage von Thermal-Response-Tests (TRT) sowie anschließenden analytischen und numerischen Simulationen ausgelegt werden. TRTs bestimmen die mittlere Gesteinswärmeleitfähigkeit des Untergrundes und können die Auslegung von Erdwärmesonden verbessern und / oder Modelle validieren. Minimale Standzeit und minimale Messdauer des TRT sollten in Richtlinien festgelegt werden.

Numerische Simulationen

Numerische Simulationen zeigen auf, wie die geplante Anlage mit dem umgebenden Untergrund und benachbarten Anlagen interagiert. Sie sollten für mittelgroße und große Anlagen verpflichtend sein, wenn grundwasserführende Schichten vorhanden sind. Vereinfachte analytische Näherungen der Ausbreitung von Temperaturfahnen in Grundwasserkörpern sollten vor der numerischen Simulation ausgeführt werden, um die notwendige Modellgebietsgröße festzulegen. Das Gebiet sollte ausreichend groß sein, um Randeffekte zu vermeiden. Bestehende Erdwärmeeinrichtungen müssen berücksichtigt werden, wenn eine gegenseitige Beeinflussung zu erwarten ist. Die numerische Simulation sollte auf einem stationären thermo-hydraulisch gekoppelten Modell basieren, welches die gesamte Betriebsdauer der Anlage umspannt und den geplanten jährlichen Energieentzug / Energieeintrag berücksichtigt. Die Validierung durch Monitoringdaten sollte für große Anlagen vorgeschrieben und für mittelgroße Anlagen empfohlen werden. Der Beobachtungszeitraum sollte mindestens die ersten drei Betriebsjahre umfassen.

Mindestabstände zwischen Erdwärmesonden

Erdwärmesonden beeinflussen den umgebenden Untergrund. Einzelne Sonden einer Anlage können sich somit potenziell gegenseitig beeinflussen oder auch andere nahegelegene Anlagen beeinträchtigen. Eine vorsorgliche Planung berücksichtigt benachbarte Anlagen, die Untergrundbedingungen und den Energiebedarf.

Beeinflussungen müssen durch die Vorgabe eines geeigneten Mindestabstands (z.B. 10% der Sondentiefe) ausgeschlossen werden. Für mittelgroße und große Anlagen sollte eine numerische Simulation verpflichtend sein, sobald eine gegenseitige Beeinflussung nicht ausgeschlossen werden kann. GeoPLASMA-CE empfiehlt, die zulässigen Auswirkungen auf die Untergrundtemperaturen benachbarter Anlagen in rechtsverbindlichen Dokumenten festzulegen.

Fluidtemperatur des Wärmeträgermittels

Die Fluidtemperatur ist so zu wählen, dass eine nachhaltige und effiziente Nutzung erreicht wird. Übermäßig hohe Wärmeentzugsraten führen zu niedrigen Bodentemperaturen, was die Gefahr des Einfrierens der Erdsonden zur Folge hat und zu Bodenabsenkungen sowie einer geringen Systemeffizienz führen kann.

Kritische Temperaturen und Betriebsgrenzen für Wärmepumpen bei Spitzen- und Grundlast während des Betriebes sollten in technischen Richtlinien angegeben werden.

Die voraussichtliche mittlere Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in der Sonde am Ende der Betriebsdauer der Anlage sollte berechnet werden und höher als 4°C liegen, um ein Einfrieren und Auftauen zu verhindern.

Dokumentation von Bohrungen und Probenahmen

Lithologische und andere Informationen werden von den zuständigen Behörden erhoben und gespeichert und sind wichtig für die Qualitätskontrolle (Systemdesign und -effizienz) sowie den Umweltschutz. Bohrproben dienen als Nachweis dafür, dass die Dimensionierung anhand der Wärmeleitfähigkeiten angemessen ist.

Das Ausfüllen eines geologischen Berichts im Sinne einer Bohrungsdokumentation sollte für alle Erdwärmeanlagen unabhängig von Art oder Größe obligatorisch sein. Der geologische Bericht sollte ein lithologisches Profil, Grundwasseranschnitte und den Ausbauplan enthalten sowie den nationalen Normen entsprechen.

Anforderungen an die Verfüllung von Erdwärmesonden

Das Verfüllen muss so konzipiert sein, dass die Grundwasserqualität, die natürlichen hydraulischen Verhältnisse (Trennung der Grundwasserleiter), das Grundwasserregime und die Zirkulation erhalten bleiben und dabei die Wärmeübertragung auf die Erdwärmesonde optimal ist. Bei zementkorrosiven Wässern ist ein widerstandsfähiges Verfüllmaterial erforderlich.

Die Verfüllung der gesamten Erdwärmesonde sollte obligatorisch sein. Darüber hinaus sollten Maßnahmen zur Qualitätskontrolle durchgeführt werden.

Dichtheitsprüfung der Erdwärmesonden

Eine Dichtheitsprüfung dient dem Nachweis der korrekten Installation und Funktionsweise der Erdwärmesonden und kann so nachteilige Auswirkungen auf die Umwelt minimieren und hohe Folgekosten und / oder eine verringerte Systemeffizienz verhindern.

Dichtheitsprüfungen während der Einbauphase sollten für alle Erdwärmesonden obligatorisch sein. Sie sollten mit einer unbedenklichen Flüssigkeit und vor dem Befüllen der Sonden mit der Wärmeträgerflüssigkeit durchgeführt werden.

Die Prüfbedingungen sind in verbindlichen Richtlinien festzulegen. Handelt es sich bei der Wärmeträgerflüssigkeit um ein wassergefährdendes Material, müssen geeignete Kontrollmaßnahmen getroffen und das Personal entsprechend geschult werden.

Monitoring

Maßnahmen im Sinne von Überwachungen der Umweltauswirkungen oder der Systemeffizienz sollten auf freiwilliger Basis durchgeführt werden, wenn keine konkreten negativen Auswirkungen vorab erkennbar sind.

QUALITÄTSSTANDARDS FÜR GRUNDWASSERWÄRMEPUMPEN

24

Grundwasseranalyse

Eine Grundwasseranalyse dient der Auswahl des richtigen Ausbaumaterials und beugt negativen Auswirkungen wie Ablagerungen oder Metallkorrosion vor. Sie wird für alle Anlagen empfohlen bei denen die chemische Grundwasserzusammensetzung unbekannt ist. Es wird ebenso empfohlen, Grundwasserkörper mit problematischer Grundwasserchemie digital im geothermischen Informationssystem zu visualisieren.

Pumpversuch

Ein Pumpversuch stellt sicher, dass die Auslegung des Systems und des verfügbaren Grundwassers übereinstimmen und ermöglicht die Berechnung der hydraulischen Leitfähigkeitswerte. Die benötigte Förderrate muss bestätigt werden und es muss nachgewiesen werden, dass das entnommene Wasser wieder in den Grundwasserleiter zurück geführt wird. Pump- und Reinjektionstests sollten für mittlere und große Anlagen obligatorisch sein. Dies gilt auch für kleine Anlagen, wenn keine Kenntnisse über den Grundwasserleiter vorliegen. Die Ergebnisse sollten von den zuständigen Behörden erhoben und öffentlich zugänglich gemacht werden.

Negative Beeinflussung von benachbarten Anlagen

Negative Auswirkungen auf benachbarte Anlagen sind durch Temperaturänderungen, Grundwasserabsenkung und in seltenen Fällen durch Grundwasseranstieg gekennzeichnet. Temperaturänderungen hängen von den individuellen Standortgegebenheiten ab und können durch Simulationen in Kombination mit Langzeitüberwachung quantifiziert werden. Es wird empfohlen, die akzeptablen Auswirkungen auf benachbarte Installationen in rechtsverbindlichen Dokumenten zu benennen.

Mindestabstände zu bestehenden Anlagen oder zwischen Förder- und Schluckbrunnen müssen während der Planung unter Berücksichtigung des Untergrundes, des Energiebedarfs und benachbarter Erdwärmearbeiten (Sonden/Brunnen) festgelegt werden.

Temperatur des wieder eingeleiteten Wassers

Temperaturänderungen des Grundwassers können die geochemischen Bedingungen sowie die Aktivität von Bakterien und Mikrofauna erhöhen, was die Grundwasserqualität beeinträchtigen kann. Ein maximal zulässiger Temperaturunterschied zwischen entnommenem und wieder eingeleitetem Grundwasser sollte vorgegeben werden. In der Genehmigung sollte die maximale thermische Arbeit pro Jahr für Heizen und Kühlen angegeben werden.

In Gebieten mit hoher Anlagendichte wird empfohlen, ein umfassendes unterirdisches Wärmemanagement zu konzipieren und maximal zulässige Temperaturänderungen mit Grundwassertemperaturkarten zu verknüpfen. In stark beanspruchten Grundwasserkörpern wird empfohlen, die maximal zulässigen Temperaturniveaus auf der Grundlage der Bewertung der mikrobiologischen Bedingungen festzulegen. Es wird empfohlen, feste Temperaturgrenzwerte für wieder eingeleitetes Grundwasser festzulegen. Die Mindesttemperatur sollte höher als über 4°C liegen und die Höchsttemperatur die nationalen Anforderungen für Trinkwasser berücksichtigen.

Numerische Simulationen

Numerische Simulationen dienen dazu, die Wechselwirkungen der geplanten Anlage mit dem umgebenden Untergrund und mit benachbarten Erdwärmesystemen zu bestimmen. Sie sollten für mittlere und große Anlagen obligatorisch sein. Vor der numerischen Simulation sollte eine vereinfachte analytische Berechnung der Ausbreitung von Temperaturfahnen in Grundwasserleitern durchgeführt werden, um die Modellgebietsgröße festzulegen. Die Größe des Modellgebietes sollte ausreichend groß sein, um Randeffekte für die simulierten Temperaturfahnen zu vermeiden. Bestehende Anlagen müssen berücksichtigt werden, wenn eine gegenseitige Beeinflussung zu erwarten ist. Die numerische Simulation sollte

auf einem stationär gekoppelten thermohydraulischen Modell basieren, das die geplante Betriebsdauer der Anlage beachtet. Eine Berechnung der erforderlichen Wassermenge (hydraulische Produktivität) muss auf der Grundlage des Heiz- und Kühlbedarfs erfolgen. Die Simulation sollte die jährliche Energieentnahme / -einspeisung und nicht nur die einzelnen Spitzenlasten widerspiegeln.

Wiedereinleitung des genutzten Grundwassers

Die Wiedereinleitung des Grundwassers verhindert die übermäßige Ausbeutung des Grundwasserleiters, birgt jedoch das Risiko einer Kontamination.

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.

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.

Monitoring

Nachfolgende Mindestanforderungen für die Überwachung der Umweltauswirkungen und der der Systemeffizienz sollten verbindlich sein.

GeoPLASMA-CE-Empfehlung für ein Monitoring von Grundwasserwärmepumpen
 fett/kursiver Text = verpflichtend, Standard-Text = Empfehlungen auf freiwilliger Basis

	Kleinanlagen	Mittlere Anlagen	Großanlagen
	< 12 kW (Einfamilienhaus)	12-50 kW (Mehrfamilienhaus)	> 50 kW (gewerbliche Nutzung)
Umweltüberwachung	<i>vorangehende Wasseranalyse</i> zweijährige Wasseranalyse Analoges Strommessgerät Betriebsstunden	<i>vorangehende Wasseranalyse</i> zweijährige Wasseranalyse Massenstrommesser Elektronisches Strommessgerät	<i>vorangehende Wasseranalyse</i> zweijährige Wasseranalyse Massenstrommesser Komplettes Monitoring-System
Systemeffizienz	<i>Entnahmevermögen/a Vorlauf-temperatur Rücklauf-temperatur</i> 2-4 Temperaturprofile/a (abstromig)	<i>Entnahmevermögen/a Vorlauf-temperatur Rücklauf-temperatur</i> 2-4 Temperaturprofile/a (abstromig)	<i>Entnahmevermögen/a Vorlauf-temperatur Rücklauf-temperatur</i> 2-4 Temperaturprofile/a (an- und abstromig)

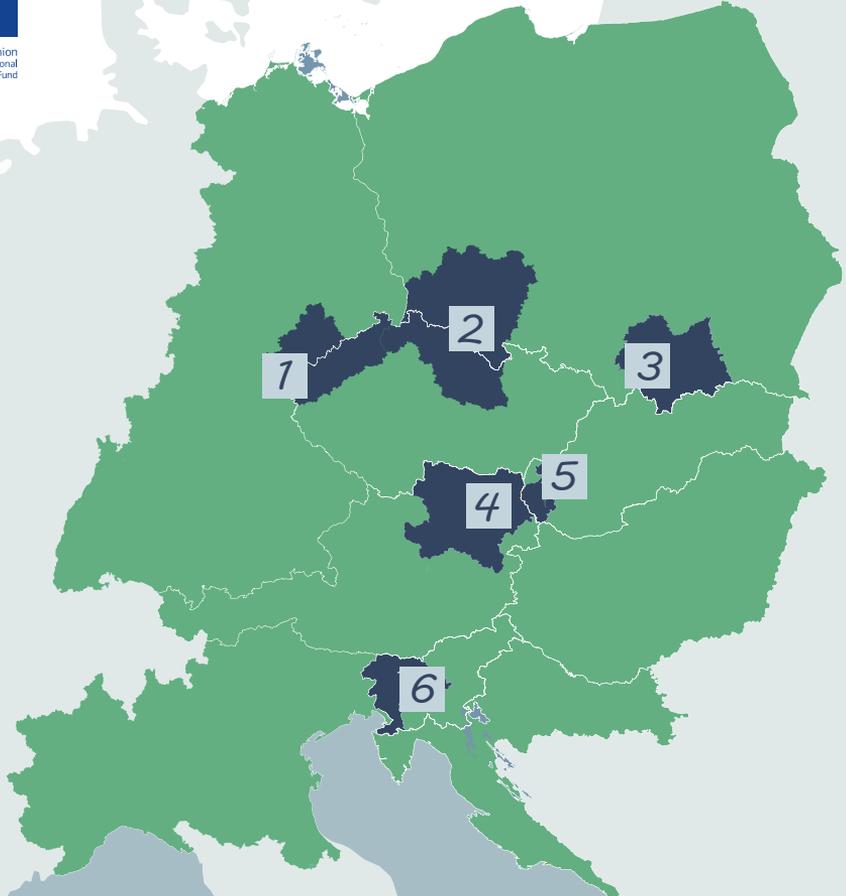
Interreg



CENTRAL EUROPE

European Union
European Regional
Development Fund

GeoPLASMA-CE



77

PROJEKT
PARTNER

6

REGIONEN

6

LÄNDER

2.9

MILLIONEN EURO
PROJEKT
BUDGET

2.4

MILLIONEN EURO
ERDF

TAKING
COOPERATION
FORWARD

Autoren:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Martina Heiermann, Karina Hofmann, Dr. Peter Riedel; Geologische Bundesanstalt Österreich: Doris Rupprecht, Gregor Götzl

Involviertes GeoPLASMA-CE-Team:

Bundesverband Geothermie: Gregor Dilger, Jolanda Kaufhold; geoENERGIE Konzept GmbH: Rüdiger Grimm; Geologischer Dienst Tschechien: Zita Bukovska, Jan Holeček; Staatliches Geologisches Institut Dionýz Štúr, Slowakei: Radovan Černák; Geologischer Dienst Slowenien: Mitja Janža; Polnisches Geologisches Institut - Nationales Forschungsinstitut, Polen: Gregorz Rzyżyński, Wiesław Kozdrój; AGH Universität der Wissenschaft und Technik, Polen: Marek Hajto, Bartłomiej Ciapała

Redaktionsschluss: 12.08.2019

Kontakt:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Halsbrücker Str. 31a, 09599 Freiberg, Deutschland
Tel.: +49 3731 294-1409
E-mail: Karina.Hofmann@smul.sachsen.de

Internetverfügbarkeit: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/GeoPLASMA-CE.html>

Photo: p.16 – Installation of borehole heat exchanger © Brugeo project

Abbildungen: alle Abbildungen und Tabellen © GeoPLASMA-CE Projekt

Layout und Druck: Polnisches Geologisches Institut - Nationales Forschungsinstitut

Haftungsausschluss:

Dieses Dokument wurde im Rahmen des Interreg Central Europe Projekts „GeoPLASMA-CE: Shallow Geothermal Energy Planning, Assessment and Mapping Strategies in Central Europe“ erstellt. Es gibt einen Überblick über Managementaspekte für die Anwendung oberflächennaher Geothermie. Es wird damit keine Genehmigung durch rechtlich repräsentative Behörden impliziert. Die Redaktion und die Projektpartner übernehmen keine Haftung für Schäden, die durch unsachgemäße Verwendung der dargestellten Inhalte entstehen.



**CZECH
GEOLOGICAL
SURVEY**



City of
Ljubljana



LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Bundesverband
Geothermie

