



➤ **GÉOTHERMIE**

➤ **ERGEBNISBERICHT 17:
DIE VORTEILE GEOTHERMISCHER
ENERGIENUTZUNG IN DER INDUSTRIE**

Mit Unterstützung von:

Intelligent Energy  **Europe**

April 2008

Inhalt

<i>Inhalt</i>	1
<i>Inhalt</i>	2
1. Projektbeschreibung	3
2. Geothermische Technologien	4
2.1. Niedertemperaturspeicherung in Aquiferen (ATES)	4
2.2. Niedertemperaturspeicherung in Erdwärmesonden (BTES)	5
2.3. Hochtemperaturspeicherung mit Erdwärmesonden (HT BTES)	6
3. Geothermische Anwendungen	7
3.1. Allgemeine Regeln zu den Temperaturniveaus	7
3.2. Abdeckung der Heiz- und Kühlanforderung in Gebäuden	9
3.3. Integration geothermischer Energie in einen Industrieprozess	9
3.3.1 Speicherung von Abwärme.....	9
3.3.2 Wärmeversorgung in einem Industrieprozess.....	9
3.3.3 Kälteversorgung	9
4. Vorteile geothermischer Energie für die Industrie	10
4.1. Situation in Estland	10
4.1.1 Resource Wasser.....	10
4.1.2 Förderung	10
4.1.3 Einige Ideen für potentielle Industriesektoren für Geothermienutzung.....	11
4.1.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung	11
4.2. Situation in Frankreich	12
4.2.1 Resource Wasser.....	12
4.2.2 Förderung	12
4.2.3 Einige Ideen möglicher Industriesektoren	13
4.2.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung	13
4.3. Situation in Deutschland	14
4.3.1 Geologischer Rahmen.....	14
4.3.2 Förderung	14
4.3.3 Einige Ideen für mögliche Industriesektoren.....	15
4.3.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung	15
4.4. Portuguese situation	16
4.4.1 Water resource.....	16
4.4.2 Incentives.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.4.3 Some ideas of potential industrial sectors.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.4.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung	17
4.5. Swedish situation	18
4.5.1 Geological resources.....	18
4.5.2 Incentives.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.5.3 Some ideas of potential industrial sectors.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.5.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung	19

1. PROJEKTBESCHREIBUNG

Industrielle Verbraucher stellen nur einen kleinen Bereich der direkten Nutzung geothermischer Energie dar, obwohl der Industriesektor ein sehr attraktives Anwendungsfeld für Geothermie darstellt. Das Projekt IGEIA hat zur Aufgabe, über die Möglichkeiten zur Integration geothermischer Wärme- und Kälteversorgung in Industrieanlagen zu informieren, und die Industrie davon zu überzeugen, dass Geothermie Lösungen für ihre Energiebelange bieten kann.

Die Projektziele sind:

- Geeigneten Energiebedarf im industriellen Sektor zu identifizieren. Industrieanlagen zur untersuchen, in denen geothermische Nutzungen möglich sein könnten, und ihre Energienachfrage zu bewerten.
- Örtliche Rahmenbedingungen aufzuzeigen, die geothermische Heizung ermöglichen, und die möglichen Energieeinsparungen beim Heizen und Kühlen zu beziffern.
- Die Machbarkeit geothermischer Anwendungen zu studieren.
- Europäische Lösungen zu entwickeln, die dann auf die einzelnen Länder zugeschnitten werden können.
- Den Industriesektor über das geothermische Potential und die Vorteile (Geothermie ist überall und zu jeder Zeit verfügbar) zu informieren

Einige der behandelten Themen:

- Untersuchung und Auflistung der lokalen Rahmenbedingungen für geothermische Energie in jedem der am Projekt beteiligten Länder
- Untersuchung spezifischer Industrieanlagen um den status quo des Energieverbrauchs festzustellen und mögliche Einsparungen zu quantifizieren
- Studie zu den finanziellen Aspekten, zu Fördermaßnahmen und Finanzhilfen in jedem der Länder für Industrien, die geothermische Energie nutzen wollen
- Bewertung der technischen Rahmenbedingungen für die Vorschläge zu alternativen Lösungen mit geothermischer Energie, einer Versorgung aus Erneuerbaren Energiequelle
- Identifikation der Energieeinsparungen und optimaler Randbedingungen dazu durch den Vergleich der Energienutzung aus verschiedenen anderen Quellen mit der geothermischen Energie, für spezifische Industriestandorte in 3 Ländern.
- Ein Vergleich von Studien verschiedener industrieller Partner zum Energieverbrauch, Darstellung der optimalen Bedingungen für Energieeinsparungen, und Vorschläge für geothermische Anwendungen als alternative Energieversorgungslösungen für die untersuchten Standorte, mit Extrapolation auf alle 5 beteiligten Länder.

Projektpartner:

- Saunier & Associés (Frankreich)
- UBeG (Deutschland)
- Sweco (Schweden)
- ESTSetúbal (Portugal)
- EnPro (Estland)

Alle erstellten Materialien sind verfügbar auf www.saunier-associés.com/igeia

2. GEOTHERMISCHE TECHNOLOGIEN

Geothermische Energie hilft, den Verbrauch von fossilen Energieträgern und Strom zu reduzieren, was zu einer Verringerung der Emissionen von CO₂ wie auch von anderen umweltschädlichen Gasen wie SO_x und NO_x führt.

Es gibt verschiedene Szenarien, in denen der Untergrund als thermischer Energiespeicher verwendet wird (UTES, Unterirdische Thermische Energie-Speicherung), je nach den geologischen und hydrogeologischen Standortgegebenheiten. Zwei vielversprechende Varianten sind einmal die Energiespeicherung in Aquiferen (ATES) und zum anderen in Boden oder Fels unter Verwendung von Erdwärmesonden (BTES). Diese beiden Konzepte sind bereits als kommerzielle Anlagen auf dem Energiemarkt in einigen Ländern eingeführt.

2.1. NIEDERTEMPERATURSPEICHERUNG IN AQUIFEREN (ATES)

In thermischen Aquiferspeichern (ATES) dient das Grundwasser als Energieträger in den und aus dem Aquifer (eine natürliche, grundwasserführende Schicht im Untergrund). Grundwasserbrunnen werden als Verbindung zum Aquifer verwendet. Häufig ist jeder dieser Brunnen für eine doppelte Funktion ausgestattet, sowohl als Förder- wie auch als Schluckbrunnen.

Die Energie wird zum Teil im Grundwasser selbst gespeichert, zu einem großen Teil aber auch in den Gesteinskörnern, die den Aquifer bilden (bzw. in der durchlässigen Gesteinsmatrix). Wärme wird beim Durchfließen aus dem Grundwasser in die Körner übertragen. Diese resultiert schließlich in der Ausbildung einer thermischen Front zwischen den verschiedenen Teilen des Aquifers mit unterschiedlicher Temperatur. Die Front bewegt sich während der Wärmeladephase radial vom Brunnen weg und in der Entladephase wieder zum Brunnen zurück, s. untenstehende Abbildung.

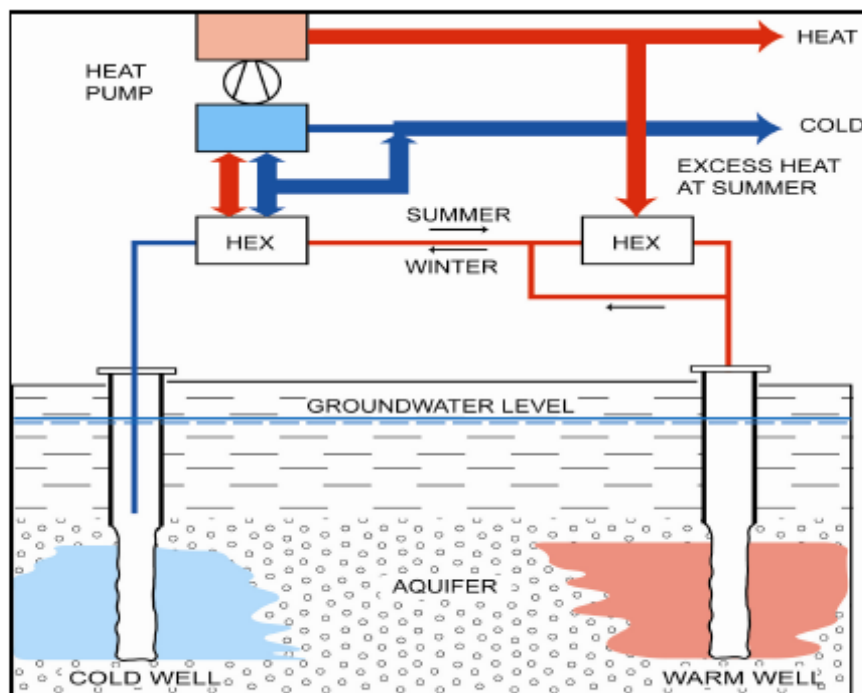


Abb. 1 – Die am meisten verbreitete ATES-Anordnung

Hunderte dieser Anlagen sind weltweit in Betrieb, wobei die Niederlande (mehr als 200 Anlagen) und Schweden (etwa 60 Anlagen) führend sind. Fast alle Anlagen sind für Niedertemperaturanwendungen geplant, wo sowohl Wärme wie auch Kälte jahreszeitlich gespeichert werden. Üblicherweise kann die kalte Seite eines Aquiferspeichers für direkte Kühlung genutzt werden, während die warme Seite eine hervorragende Wärmequelle für Wärmepumpen abgibt. Die kalte Seite solcher Anlagen läuft normalerweise auf einem Niveau von 4-8 °C, während die warme Seite meist auf dem aus der Kühlanlage zurückkehrenden Temperaturniveau von 12-14 °C liegt.

2.2. NIEDERTEMPERSPEICHERUNG IN ERDWÄRMESONDEN (BTES)

Erdwärmesondenspeicher (BTES) bestehen aus einer großen Zahl eng zueinander platzierter Bohrungen, üblicherweise 50 - 200 m tief. Diese Bohrungen sind mit Erdwärmesonden ausgestattet (meist Einfach-U-Sonden) und dienen der Wärmeübertragung ins und aus dem Erdreich. Verschiedene Anordnungen finden sich auf dem Markt, Abb. 2 zeigt den in Europa häufigsten Typ.

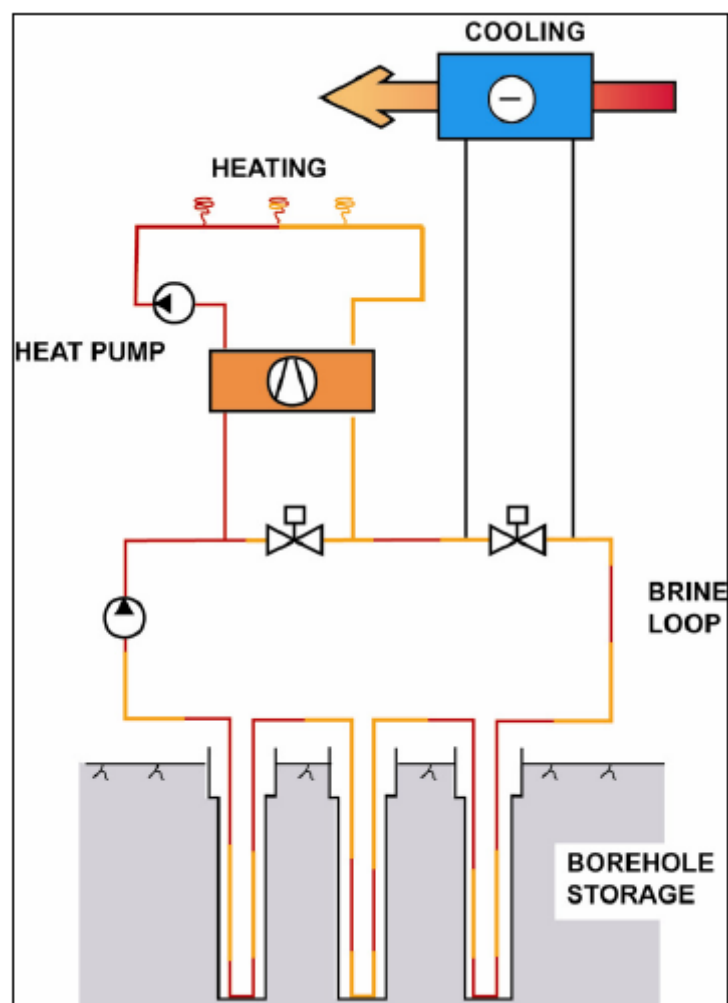


Abb. 2 – Die häufigste BTES-Anordnung in Europa

In einigen Ländern müssen die Bohrlöcher nach dem Einbau der Erdwärmesonden wieder mit einem abdichtenden Material verfüllt werden. In Schweden ist es üblich, die Bohrungen nicht zu verfüllen, sondern sie auf natürliche Weise mit Wasser volllaufen zu lassen. Die Verfüllung mit einem Verpressmaterial verringert die Wärmeübertrager-Effizienz der Erdwärmesonden, hilft aber, das Grundwasser vor Kontamination zu schützen.

2.3. HOCHTEMPERATURSPEICHERUNG MIT ERDWÄRMESONDEN (HT BTES)

Dieses Konzept ist ähnlich dem Erdwärmesondenspeicher mit Wärmepumpen, aber die Wärmepumpe als Wärmequelle wird durch Solarkollektoren oder Abwärme ersetzt, s. Abb. 3.

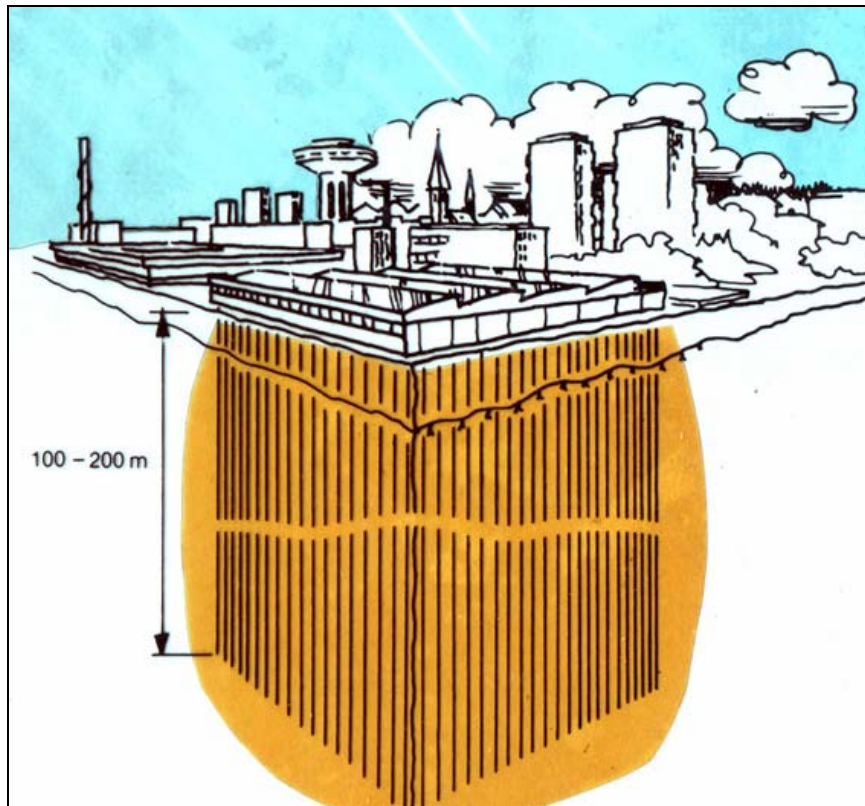


Abb. 3 – Prinzipschema für ein HT BTES System, hier mit Speicherung von Sonnenenergie

Typischerweise wird Wärme saisonal auf einem Temperaturniveau bis rund 70 °C gespeichert. Da es Speicherverluste gibt, sinkt die Temperatur ab, und die Wärme wird auf deutlich niedrigerem Temperaturniveau zurück gewonnen. Die Wärmeverluste nehmen jedoch mit der Größe des Speichers ab. Daher haben die effizientesten Anwendungen mit Verlusten von weniger als 30 % eine beachtliche Größe.

In Europa gibt es immer noch nur etwa 10 solche Anlagen. Die Technik ist noch in einer frühen Phase der kommerziellen Anwendung, hat aber ein großes Marktpotential.

3. GEOTHERMISCHE ANWENDUNGEN

3.1. ALLGEMEINE REGELN ZU DEN TEMPERATURNIVEAUS

Grundsätzlich sind die Temperaturniveaus bei der Nutzung geothermischer Energie entweder durch die Temperatur des benutzten Aquifers oder durch die Verflüssiger-Ausgangstemperatur im Fall von Wärmepumpen begrenzt.

Diese Beschränkung hat einen direkten Einfluss auf alle Arten geothermischer Nutzung: Bei Gebäuden müssen die Wärmeabgabesysteme mit relativ geringen Vorlauftemperaturen arbeiten, während für Industrieprozesse ebenfalls der Energieverbrauch bei relativ niedrigen Temperaturen stattfinden sollte.

Der erste Schritt besteht also darin, Anwendungsfälle herauszusuchen, die mit relativ niedrigen Temperaturen (unter 70 °C) arbeiten können.

Auch für Heizungssysteme in Gebäuden zur Nutzung von geothermischer Energie oder von Wärmepumpen ist es vorteilhaft, das Verteilsystem auf niedrige Vorlauftemperaturen (30-40°C) auszulegen, da dadurch die Energieeffizienz erhöht wird. Derartige Systeme sind Fußbodenheizungen, Niedertemperaturkonvektoren und andere.

Das Gegenteil trifft für die Kälteverteilsysteme zu, wo so hohe Temperaturen wie nur möglich zur Kühlung benutzt werden sollten. So ist es z.B. viel effizienter, den Kühlkreislauf für 12/17 °C statt für 7/10 °C auszulegen. Kühlsysteme mit höherer Nutztemperatur sind in der Lage, viel mehr der im Erdboden vorhandenen direkten Kühlenergie zu verwenden.

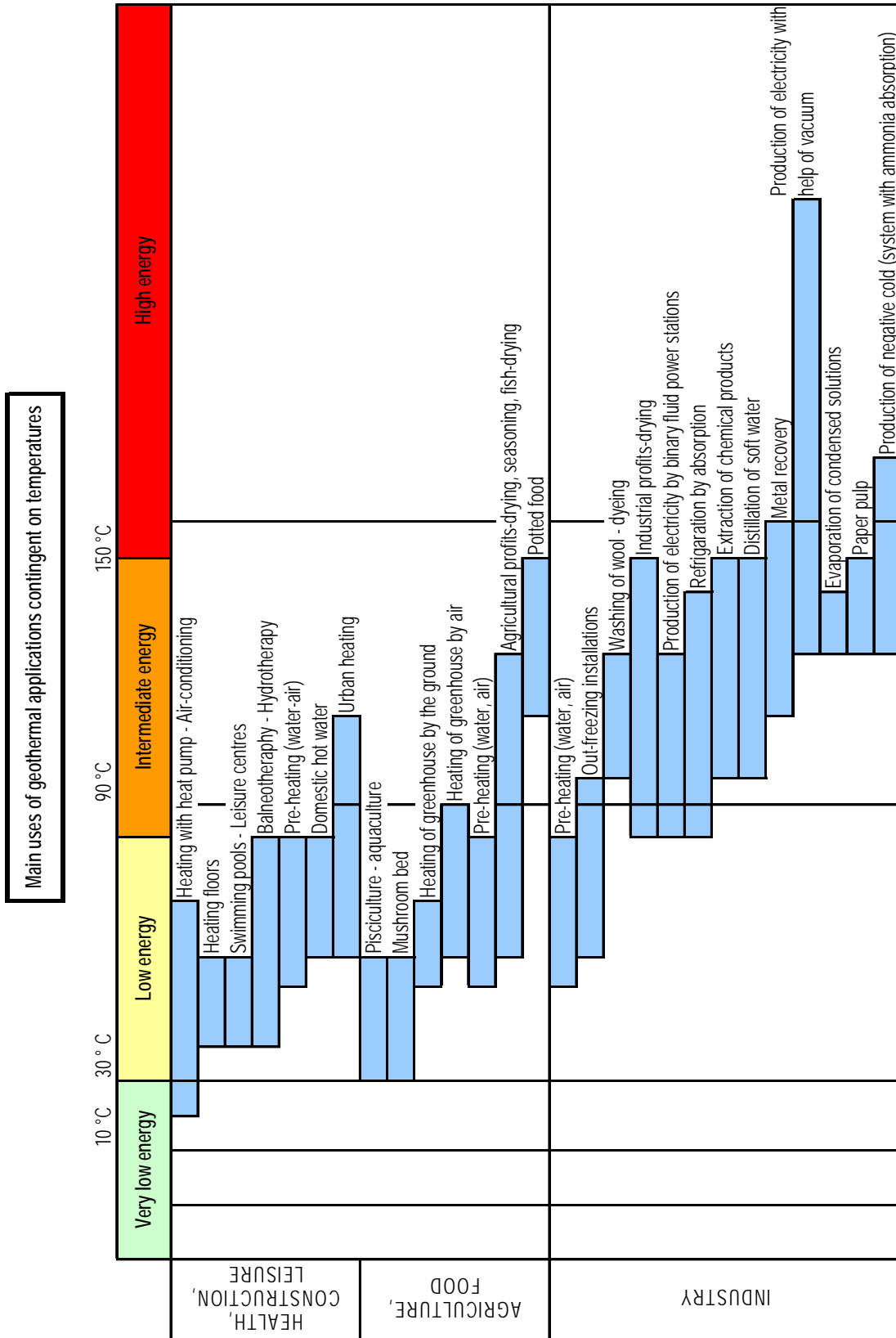


Abb. 3 – Nötige Temperaturniveaus für verschiedene industrielle Prozesse (Quelle: BRGM)

3.2. ABDECKUNG DER HEIZ- UND KÜHLANFORDERUNG IN GEBÄUDEN

Die wesentlichen Vorteile der Nutzung geothermischer Systeme für Heizen und Kühlen von Gebäuden sind:

- Die gleiche geothermische Installation kann sowohl Heizung als auch Kühlung liefern.
- Zumindest ein Teil der Kühlenergie kann ohne Einsatz einer Kältemaschine bereitgestellt werden
- Energie kann effizient gespeichert werden, für Tage oder für Jahreszeiten

3.3. INTEGRATION GEOTHERMISCHER ENERGIE IN EINEN INDUSTRIEPROZESS

Geothermische Energie kann in einen Industrieprozess auf zweierlei Weise eingebunden werden: Entweder als Speicher für Energie, die andernfalls an die Umgebungsluft abgegeben worden wäre, oder als Energiequelle um den Prozess direkt mit Wärme oder Kälte zu versorgen.

Industrieprozesse stellen ein interessantes Ziel für geothermische Energieanwendungen dar, da der Energiebedarf üblicherweise hoch ist und die Betriebsperioden lang sind.

3.3.1 Speicherung von Abwärme

Die meiste Wärme die bei Industrieprozessen entsteht wird üblicherweise über Luftregister an die Umgebungsluft abgegeben. Energie-Rückgewinnung wird wegen zwei Hauptfaktoren nicht betrieben:

- Fehlen eines Wärmerückgewinnungssystems
- Keine Gleichzeitigkeit von Wärmeerzeugung und möglicher Nutzung der erzeugten Wärme.

Geothermische Anwendungen sind von Interesse, da sie die Möglichkeit bieten, erzeugte Wärme für eine spätere Verwendung zu speichern. Die rückgewonnene Wärme kann weiter gespeichert werden indem eine Wärmepumpe eingesetzt wird, die das Erreichen höherer Temperaturniveaus erlaubt.

Abwärmennutzung ist nur interessant, wenn ein Nutzer für diese Energie erreichbar ist. Dies ist in den meisten Fällen über ein Fernwärmemetz möglich.

3.3.2 Wärmeversorgung in einem Industrieprozess

Geothermische Energie kann dazu verwendet werden, Wärme für einen Industrieprozess zur Verfügung zu stellen, entweder durch Wärmeentzug aus dem Untergrund, oder durch Rückgewinnung vorher gespeicherter Wärme.

Das für diesen Prozess nötige Temperaturniveau ist ein entscheidender Auslegungsparameter (vgl. Abb. 1) und meist der begrenzende Faktor. Wegen der begrenzten Temperaturniveaus deckt Geothermie nicht den gesamten Energiebedarf für den Prozess ab. Sie erlaubt aber auf jeden Fall die Vorheizung in einer Prozesskette.

3.3.3 Kälteversorgung

Geothermische Energie bietet noch andere Möglichkeiten, wie z.B. die Kälteversorgung für eine industrielle Prozesskette. Die interessanten Teile dieser Lösung sind vor allem:

- Entwicklung einer Menge an gespeicherter Kälte, die zusätzlich während der geothermischen Wärmeerzeugung geschaffen wurde
- Vermeidung der Verwendung von Kühltürmen, die eine mögliche Quelle für Legionellen-Entwicklung sind und daneben auch Wasser und Energie verbrauchen.

4. VORTEILE GEOTHERMISCHER ENERGIE FÜR DIE INDUSTRIE

Die Hauptvorteile geothermischer Energie für die Industrie sind:

- Sie erlaubt drastische Kostensenkungen für Energie
- Sie macht die Industrie weniger anfällig für die zukünftige Entwicklung der Preise für fossile Energie
- Sie erlaubt einen bedeutenden Rückgang der CO₂ Emissionen
- Sie reduziert das Risiko einer Ansteckung mit Legionellen durch offene Luft-Kühlsysteme.

4.1. SITUATION IN ESTLAND

4.1.1 Resource Wasser

Das estnische Staatsgebiet ist mit sedimentären Gesteinsschichten bedeckt, die eine maximale Mächtigkeit von 700 m erreichen können (Abb. 3). Daher wird kein kristallines Grundgebirge angetroffen. Der geothermische Gradient ist gering und üblicherweise im Bereich von 12-16 K/km.

Das Grundwasser hat eine Temperatur von rund 5-8 °C. Die Wärmeleitfähigkeit der meisten, mit Wasser gesättigten Gesteine bewegt sich zwischen 2 und 3 W/m °K, und für Tonstein zwischen 1 und 1,5 W/m °K.

Die mittlere Lufttemperatur variiert von -2 and -7 °C im Januar, und von +16 and +17,4 ° im Juli, abhängig von der Region. Diese niedrigen Temperaturen bewirken einen bedeutenden Wärmebedarf für die Gebäude. Die Heizperiode dauert vom September bis Ende Mai.

Das größte Wasservorkommen, das leicht als geothermische Wärmequelle genutzt werden kann, ist das aus dem Untertage-Abbau von Ölschiefer gepumpte Wasser im Nordosten Estlands. Leider ist die Zahl möglicher Nutzer in dieser Region unbedeutend.

Was ATES-Anlagen betrifft, so sind die bestehenden Prozeduren zur Erlangung einer Genehmigung sehr kompliziert.

4.1.2 Förderung

In Estland gibt es zur Zeit keine Staatliche Unterstützung für Firmen, die geothermische Energie in ihre Anwendungen and Anlagen integrieren möchten.

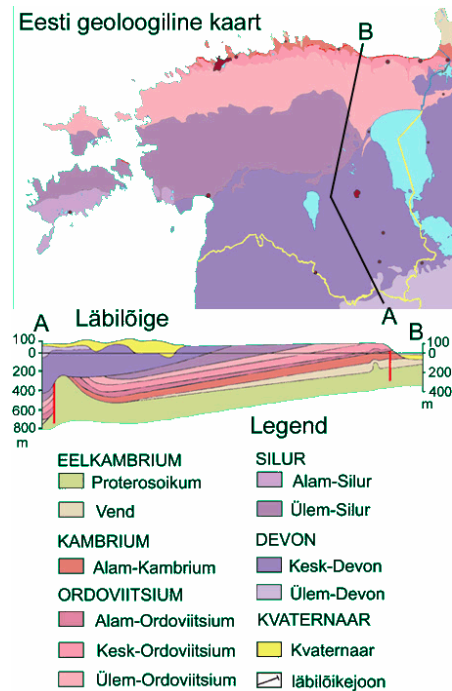


Abb. 4 – Geologische Karte von Estland

4.1.3 Einige Ideen für potentielle Industriesektoren für Geothermienutzung

Alle Industrien mit Heiz-/Kühlbedarf sind schon fast potentielle Nutzer für Geothermische Energie. Industrien mit einem besonders hohen Potential betreffen:

- Bürogebäude
- Einkaufszentren
- Supermärkte
- Hotels
- Badeanlagen
- Fernwärmanlagen
- Nahrungsmittelindustrie
- Chemische Industrie und ähnliche, mit hohem Anfall an Abwärme

4.1.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung

Geographische Lage:	Einkaufszentrum, Paide, Estland
Industriesektor:	Shopping Mall
Rolle des Geothermiesystems:	Gebäudeheizung
Art der Anwendung:	BTES
Tiefe der Erdwärmesonden:	90 m
Anzahl Erdwärmesonden:	10 (Teilnutzung)
Geothermische Leistung	
Heizen:	80 kW
Kühlen:	100 kW
Investitionskosten:	50 000 €
Jährl. Einsparung:	10 000 € (Stromverbrauch)
Einfache Amortisationszeit:	5 Jahre

4.2. SITUATION IN FRANKREICH

4.2.1 Resource Wasser

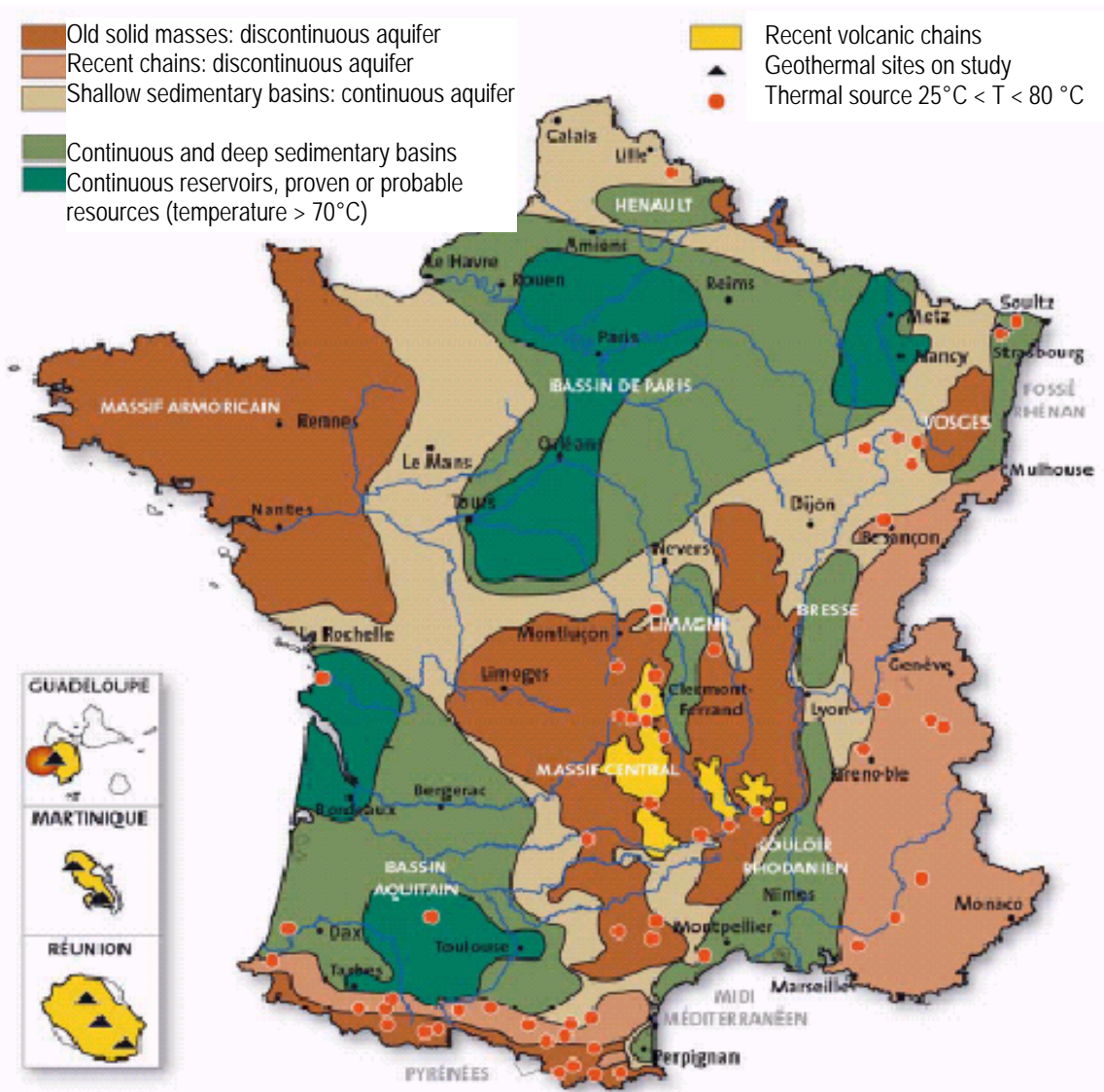


Abb 5 – Sedimentäre Becken in Frankreich (Quelle: BRGM)

Alle grün gezeichneten Gebiete sind grundsätzlich günstig für die Entwicklung von ATEs-Anlagen. BTES-Anlagen können fast überall sonst gebaut werden.

4.2.2 Förderung

Industrielle Anwendungen sind für eine Vielzahl von Förderprogrammen antragsberechtigt. Neue, günstige Fördermöglichkeiten sollen im Jahr 2009 eingerichtet werden (mehr Information unter www.saunier-associes.com/igeia).

4.2.3 Einige Ideen möglicher Industriesektoren

Was die Abdeckung von Heiz- und Kühlbedarf betrifft, könne alle Industriesektoren mit geothermischen Anlagen ausgestattet werden.

In diesem Projekt wurden einige Industriesektoren mit besonders großem Potential für geothermische Energie identifiziert. Diese Sektoren sind in Frankreich gut entwickelt, und Teile ihres Bedarfs an Prozesswärme und –kälte könnte durch geothermische Anlagen gedeckt werden:

- Nahrungsmittelindustrie und Landwirtschaft
- Fernwärme
- Chemische Industrie
- Einkaufszentren (Groß- und Einzelhandel)

4.2.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung

Geographische Lage:	Ile-de-France
Industriesektor:	Arzneimittel
Rolle des Geothermiesystems:	Vorheizen der chemischen Produkte vor der Destillation und Kühlen des Destillats
Art der Anwendung:	ATES (Aquiferspeicher)
Tiefe der Brunnen:	40 m
Anzahl Brunnen:	2
Geothermische Leistung	30 m ³ /h
	Heizen:
	Kühlen:
Investitionskosten:	220 kW
	980 kW
Jährl. Einsparung:	245 000 €
Einfache Amortisationszeit:	80 800 € (Wasser- und Stromverbrauch)
	3 Jahre (mit konstanten Energiepreisen und ohne Zuschüsse)

4.3. SITUATION IN DEUTSCHLAND

4.3.1 Geologischer Rahmen

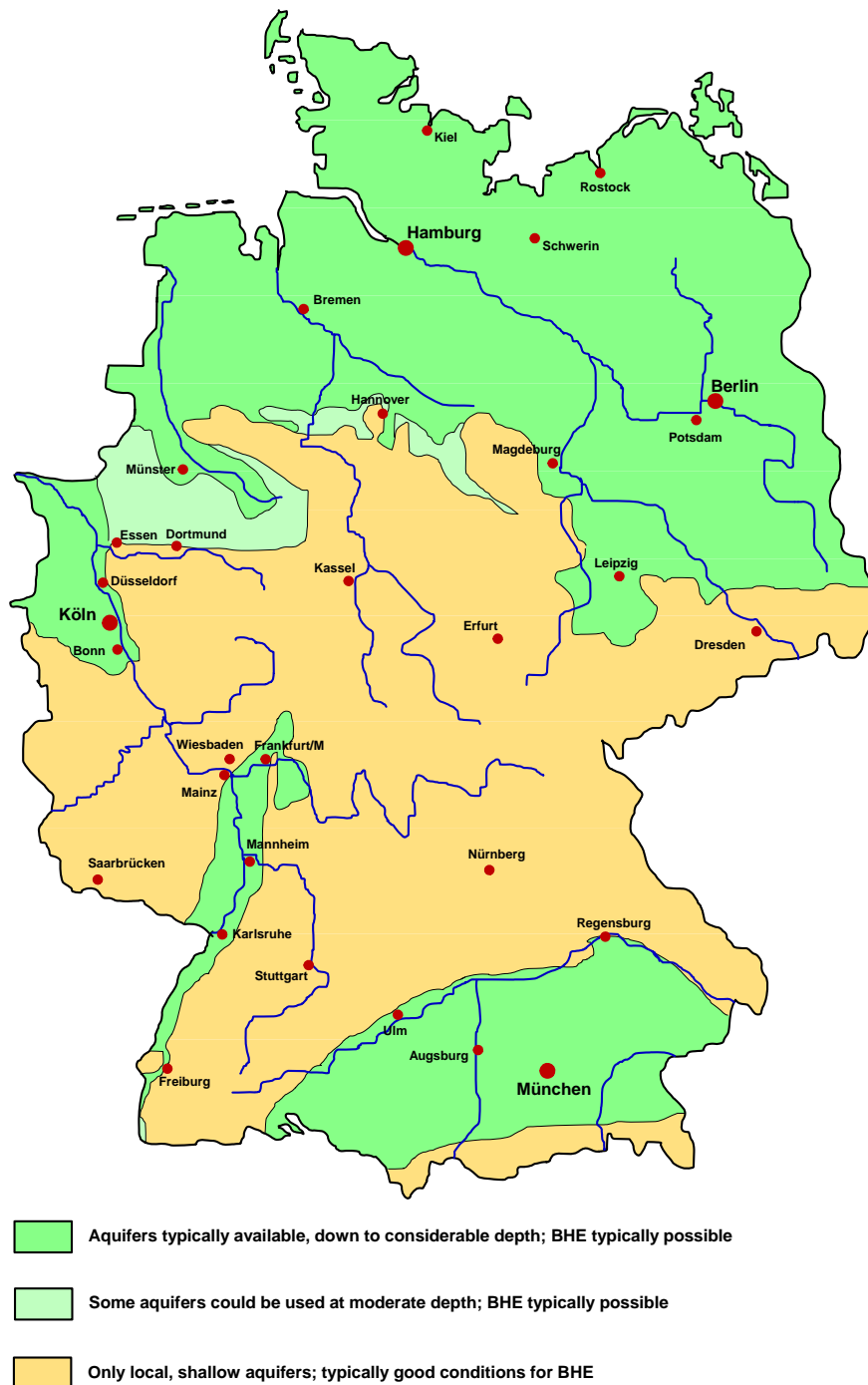


Abb 6 – Die wichtigsten Gebiete in Deutschland, die für Aquiferspeicher oder Erdwärmesonden geeignet sind; tiefengeothermisches (hydrogeotherm.) Potential nur in den grünen Regionen

4.3.2 Förderung

Industrielle Anwendungen können im Rahmen des "Marktenreizprogramms" des Bundesministers für Umwelt (BMU) gefördert werden. Es gibt sowohl ein Programm für Tiefengeothermie (>400 m Tiefe) wie auch für oberflächennahe geothermische Wärmepumpen. Letzteres ist jedoch auf kleine Projekte

begrenzt, wie sie in der Industrie eher nicht vorkommen, mehr im Gewerbesektor. Von den Bundesländern bietet z.Zt. nur Baden-Württemberg ein spezielles Förderprogramm für geothermische Nutzungen an. Mehr Information im entsprechenden Bericht unter: www.saunier-associes.com/igeia .

4.3.3 Einige Ideen für mögliche Industriesektoren

Was die Abdeckung von Heiz- und Kühlbedarf betrifft (Büros, Läden usw.), könne alle Industriesektoren mit geothermischen Anlagen ausgestattet werden. Die Machbarkeit an einem bestimmten Standort hängt von der am besten geeigneten Technik (Grundwasser, Erdwärmesonden, Tiefengeothermie) in Bezug auf die geologischen Randbedingungen und die Projektgröße ab, weiterhin von Wärmebedarf oder Wärme/Kälte-Bedarf, Genehmigungsfähigkeit, usw.

Im Rahmen dieses Projekts sind einige Industriesektoren mit einem besonders hohen Potential für geothermische Energieanwendung in Deutschland identifiziert worden. In den meisten davon sind schon einige Projekte demonstriert worden. Für Bürogebäude zählt geothermische Heizung und Kühlung schon zu den üblichen Alternativen:

- Bürogebäude aller Art
- Supermärkte, Einkaufszentren
- Nahrungsmittelindustrie (Landwirtschaft und Verarbeitung)
- Logistik (Lager- und Ladeeinrichtungen usw.)

4.3.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung

Geographische Lage:	Rhein-Main-Gebiet
Industriesektor:	Verkehr
Rolle	des Grundlast Heizen und Kühlen, Kühlung der IT-Serveranlage
Geothermiesystems:	
Art der Anwendung:	Erdwärmesonden
Tiefe der Brunnen:	100 m
Anzahl Brunnen:	80
Geothermische Leistung	
Heizen:	330 kW
Kühlen:	300 kW
Investitionskosten:	680 000 €
Jährl. Einsparung:	62 000 € (Stromverbrauch)
Einfache Amortisationszeit:	11 Jahre (mit konstanten Energiepreisen und ohne Zuschüsse)

4.4. SITUATION IN PORTUGAL

4.4.1 Resource Wasser

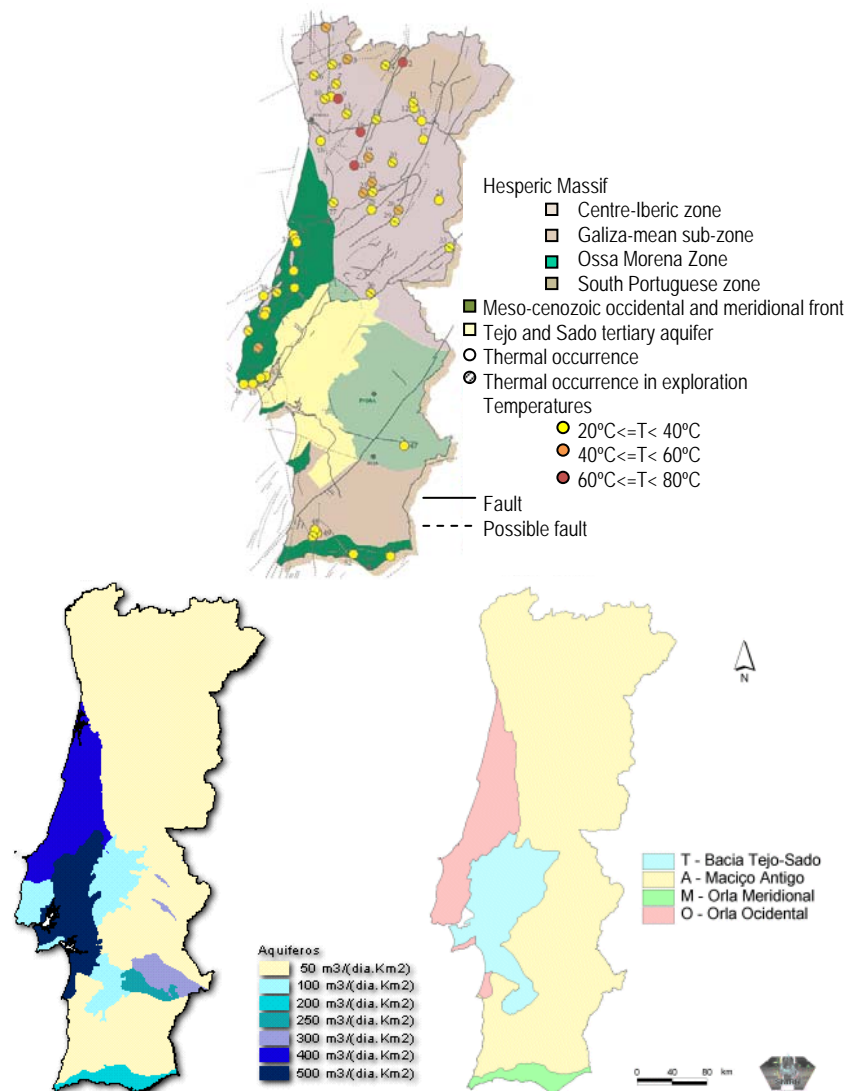


Abb. 7 – Geologische Karte mit Thermalvorkommen und Karte der Aquifere in Portugal (Quelle: INETI, Portugal und Instituto do Ambiente)

4.4.2 Förderung

In Portugal sind Förderprogramme zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Industrie sehr rar. Momentan ist der einzige Weg, um finanzielle Hilfen zu erhalten, ein Projektvorschlag für das National Strategic Reference Board (QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional).

Dieses Komitee hat 3 Rahmenprogramme für Investitionen der Industrie definiert: Förderprogramm für Forschung und Technische Entwicklung (SI I&DT), Förderprogramm für Qualifikation und Internationalisierung von KMUs (SI Qualificação PME), und Förderprogramm Innovation (SI Inovação). (mehr Information unter: www.incentivos.qren.pt)

4.4.3 Einige Ideen für mögliche Industriesektoren

Niedrigenthalpie-Geothermie (Heizen und Kühlen) kann in vielen Industrieanwendungen und Systemen genutzt werden.

Nach Studium des Energiebedarfs und der Art der benötigten Energie wurden einige Industriesektoren identifiziert. Noch gibt es kein Anwendungsbeispiel in Portugal, potentielle Industrien sind aber u.a.:

- Nahrungsmittelindustrie
- Fernwärme
- Chemische Industrie
- Einkaufszentren und Supermärkte
- Gewächshäuser und Fischzucht

4.4.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung

In Portugal gibt es, wie oben gesagt, noch kein Anwendungsbeispiel, nur einige theoretische Studien. Diese wurden mit Software durchgeführt, die speziell dazu entwickelt worden war, die Amortisationszeiten für Gebäudeklimatisierung zu berechnen.

Geographische Lage:	Lissabon
Rolle des Geothermiesystems::	Klimatisierung
Art der Anwendung:	Erdgekoppelte Wärmepumpe
Gesamtlänge Bohrungen:	1285 m
Geothermische Leistung	
heating:	82.8 kW
cooling:	89.7 kW
Investitionskosten:	52 900 € (Bohrungen und Geräte)
Jährl. Einsparung:	9 824 €
Einfache Amortisationszeit:	5 Jahre (mit konstanten Energiepreisen und ohne Zuschüsse)

4.5. SITUATION IN SCHWEDE

4.5.1 Geologische Ressourcen

Der Untergrund Schwedens eignet sich hervorragend für Lieferung und Speicherung von Energie zum Heizen und Kühlen. Anlagen können außerdem sehr vorteilhaft mit Nutzung von Oberflächenwasser und/oder Umgebungsluft kombiniert werden.

Mit seiner hohen Wärmeleitfähigkeit ist das schwedische Grundgebirge generell gut geeignet für Erdwärmesonden-Speicher. Aquifere werden in Eskern (Osern) und Sedimentgesteinen gefunden. Sie stehen für rund 30 % der Bevölkerung zur Verfügung, obwohl sie nur in etwa 15 % des Landes vorkommen.

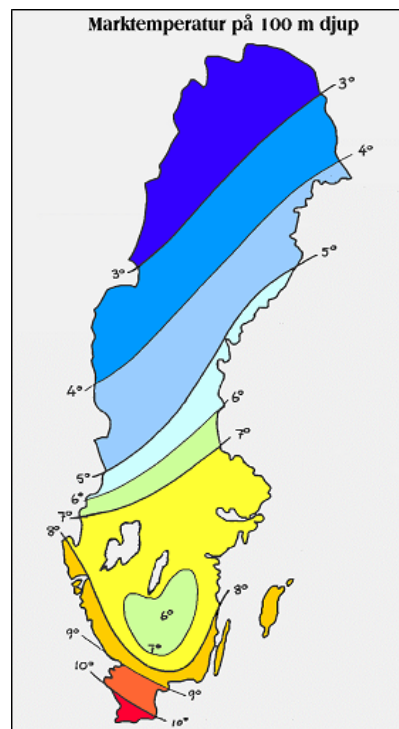


Abb. 8 – Erdreichtemperaturen in 100 m Tiefe in Schweden (°C)

4.5.2 Förderung

Es gibt momentan keine möglichen Förderprogramme für schwedische Unternehmen, die geothermische Energie anwenden möchten.

4.5.3 Einige Ideen für mögliche Industriesektoren

Die meisten Industrien mit Wärme-/Kältebedarf sind potentielle Nutzer geothermischer Energie. Beispiele für Industrien mit besonders großem Potential sind:

- Einkaufszentren
- Supermärkte
- Hotels
- Flughäfen
- Fernwärme-/Kälte-Unternehmen
- Produzierende Industrie mit Kühlbedarf und großem Anfall an Abwärme

4.5.4 Beispielhafte Amortisationsberechnung

Geographische Lage:	Kalmar, Småland
Unternehmen	Atlas Copco
Industriesektor:	Produzierende Industrie
Rolle des Geothermiesystems:	Kühlung von Industrieprozessen (Schmelzöfen)
Art der Anwendung:	ATES (Aquiferspeicher)
Tiefe der Brunnen:	50 m
Anzahl Brunnen:	5
Wasserförderrate	36 m ³ /h
Geothermische Leistung	
Heizen:	1 000 kW (800 für Öfen; 200 für Klima)
Kühlen:	300 kW (Vorheizen der Zuluft)
Annual Energy savings	520 MWh Strom (Kühlen) 200 MWh Fernwärme
Investitionskosten:	- 60 000 € (zusätzliche Investition im Vergleich zur konventionellen)
Jährl. Einsparung:	rund 45 000 €
Einfache Amortisationszeit:	-1,3 Jahre (mit konstanten Energiepreisen und ohne Zuschüsse)