



Bundesverband  
**Geothermie**



# Geothermie

Erneuerbare Energie aus der Tiefe der Erde

Ein Lernheft für die Klassenstufen 11 bis 13

## Förderhinweis (Stand 14.12.2021)

Dieses Projekt wurde gefördert durch das Umweltbundesamt und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Die Mittelbereitstellung erfolgt auf Beschluss des Deutschen Bundestages.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit  
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Förderkennzeichen (FKZ) 372123V252

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt der Herausgeber Bundesverband Geothermie e.V.



## Tipps zur Arbeit mit diesem Arbeitsheft

Auf den Arbeitsblättern erklären dir diese Symbole schnell, um welche Art Aufgabe es sich handelt :



### Rätselaufgabe

Hier sind schriftliche Antworten gefragt.



### Webquest

Suche am Computer oder Handy nach Antworten.



### Schau dir ein Video an.

Pass dabei gut auf, denn zu den Videos gehören oft Aufgaben.

Die Aufgaben sind in verschiedene Schwierigkeitsstufen unterteilt:



### Stufe 1

Gelerntes wiedergeben



### Stufe 2

Zusammenhänge herstellen



### Stufe 3

Reflektieren und Beurteilen



**Die Lösungen zu den Aufgaben findest du auf Seite 24-25.**



### Lexikon

Eine Erklärung zu den Fachwörtern findest du auf:

[Geothermie Lexikon des Bundesverbandes Geothermie](#)

# Inhalt

Tipps zur Arbeit mit diesem Arbeitsheft	2
<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>1. Technische Risikominimierung</b>	<b>5</b>
1.1 Grundwasserschutz	5
1.2 Vermeidung von Wärmeinseln	5
1.3 Sicherheit und Dichtigkeit von Bohrungen	6
1.4 Induzierte Seismizität	6
1.5 Ausfällungen von Thermalwasser	7
<b>2. Oberflächennahe Geothermie</b>	<b>9</b>
2.1 Die Wärmepumpe - eine klimafreundliche Heiztechnologie	9
2.2 Der Klassiker: Eine Erdwärmeheizung für ein Einfamilienhaus	11
<b>3. Industrielle Wärme – mit Geothermie zu einer klimaneutralen Wirtschaft</b>	<b>12</b>
3.1 Geothermie – Senf aus Bayern	15
<b>4. Sondernutzungsformen der Geothermie</b>	<b>15</b>
4.1 Wärme- und Kälteversorgung mit Grubenwasser	16
4.2 Lithiumgewinnung	17
4.3 Wärmespeicher	18
<b>5. Geothermie – eine bisher unterschätzte Säule einer klimaneutralen Wärmeversorgung</b>	<b>20</b>
<b>Anhang</b>	<b>24</b>
Weiterführende Informationen	24
Lösungen der Aufgaben	24
Lexikon	25
Impressum	26
Notizen	27

# Einleitung



▲ Abbildung 1:

Wärmewende bedeutet Abkehr von massiver Nutzung fossiler Brennstoffe und Wandlung der Wärmebereitstellung und -speicherung

Die Wärmewende ist eine zentrale Voraussetzung zur Erreichung der klimapolitischen Ziele und zur Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Energieimporten. Mehr als die Hälfte des gesamten Energiebedarfs in Deutschland wird zur Deckung unseres Wärmebedarfs und Warmwasserbedarfs benötigt. Über 80 Prozent davon wird noch durch die Verbrennung von fossilen Energieträgern erzeugt, die in der Regel importiert werden müssen. In etwa der Hälfte aller Gebäude kommt derzeit Erdgas zum Einsatz, das bisher größtenteils aus Russland importiert wurde.

Die Transformation der Wärmeversorgung zu beschleunigen ist wichtiger als je zuvor, um Versorgungssicherheit, die Erreichung der Klimaziele, aber auch die Bezahlbarkeit von Wärme weiter gewährleisten zu können. Entscheidend hierfür ist eine Wärmeversorgung auf Basis von erneuerbaren Energien und Energieeinsparungen sowie Steigerung der Energieeffizienz. Geothermie kann dabei einen wertvollen und vielfältigen Beitrag leisten und wird von vielen als unverzichtbares Element der zukünftigen Wärmeversorgung angesehen.

Mit Oberflächennaher Geothermie könnte bis zu 75 Prozent des Wärmebedarfs für Gebäudehei-

zung, Warmwasser und passive Gebäudekühlung gedeckt werden (siehe Lernheft 1, Kapitel 2.2 und „Roadmap Oberflächennahe Geothermie“). Die Tiefe Geothermie hat laut Studien in Deutschland („Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland“ und „Metastudie zur nationalen Wärmestrategie“) das Potenzial mehr als die Hälfte des jährlichen deutschen Wärmebedarfes zu decken. Da mit Tiefer Geothermie wesentlich höhere Temperaturen erzielt werden können als mit Oberflächennaher Geothermie, kann Tiefe Geothermie zusätzlich einen wichtigen Beitrag zur Deckung des Wärmebedarfes der Industrie beitragen (siehe Kapitel 2).

Die Grundlagen zur Geothermie sind in Lernheft 1 bis 3 zu finden. In diesem Lernheft geht es um weiterführende Themen der Geothermie, wie Umweltschutz, Sondernutzungsformen und industrielle Wärme und die Umsetzung der Wärmewende in Deutschland. Am Ende des Lernheftes sind Hinweise zu weiterführender Literatur und vertiefenden Studiengängen zu finden.

# 1. Technische Risikominimierung

## 1.1 Grundwasserschutz

Für die Oberflächennahe - und Tiefe Geothermie spielt der Grund- und Trinkwasserschutz eine große Rolle. Die Erfahrung aus 440.000 Geothermie-Bohrungen, basierend auf den Techniken des Brunnenbaus, hat zu einem ausgereiften Stand der Technik geführt. Die Tiefbohrtechnik der Tiefen Geothermie greift auf die Erfahrungen der Öl- und Gasindustrie zurück. Der Untergrund wird vor einer Bohrung genau untersucht und Bohrunternehmen halten entsprechende Ausrüstung bereit und führen Sicherheitsmaßnahmen durch. Die Einführung von Qualitätsstandards und die Zertifizierung von Bohrunternehmen hat zur Sicherheit von Bohrverfahren maßgeblich beigetragen. Im Planungsprozess wird der Standort möglicher Bohrung in geologischen Informationssystemen der staatlichen Geologischen Dienste vorab charakterisiert. Dabei fließen Informationen zur Geologie und Lage und Mächtigkeit der wasserführenden Schichten, Einschätzungen zu bohrtechnischen Risiken (wie Altlasten) wie auch Informationen zum geothermischen Potenzial ein.

Vorgaben des Bergrechts und des Wasserrechts werden ebenfalls berücksichtigt.

## 1.2 Vermeidung von Wärmeinseln

Besonders in urbanen Räumen kann es durch den umfangreichen Einsatz der Oberflächennahen Geothermie zu Veränderungen des durchschnittlichen Temperaturniveaus des ohnehin vorbelasteten Grundwassers kommen. Geothermieanlagen werden daher so konzipiert, dass es über das Jahr verteilt zu einer neutralen Wärmebilanz kommt. Das bedeutet, dass sich die Temperatur des Grundwassers durch die geothermische Nutzung über das ganze Jahr gesehen nicht verändert. Im Winter wird dem Untergrund Wärme zum Heizen entzogen und im Sommer durch die Kühlnutzung wieder hinzugefügt. Um die Bildung lokaler Wärmeinseln durch weitere Einflüsse im Grundwasser zu vermeiden, arbeiten einige Städte bereits mit umfangreichen Netzwerken aus Messstellen („Monitoring“). Tiefe Geothermie führt nicht zu einer Erwärmung des Grundwassers, weil sie auf der Nutzung tiefliegender Thermalwasserschichten basiert.



◀Abbildung 2:

Die Rohre eines Erdsondenfeldes laufen neben einem Neubau in der Anbindungsstelle (grün, Mitte) zusammen. Um das Trinkwasser zu schützen werden unbedenkliche Materialien verwendet.

### 1.3 Sicherheit und Dichtigkeit von Bohrungen

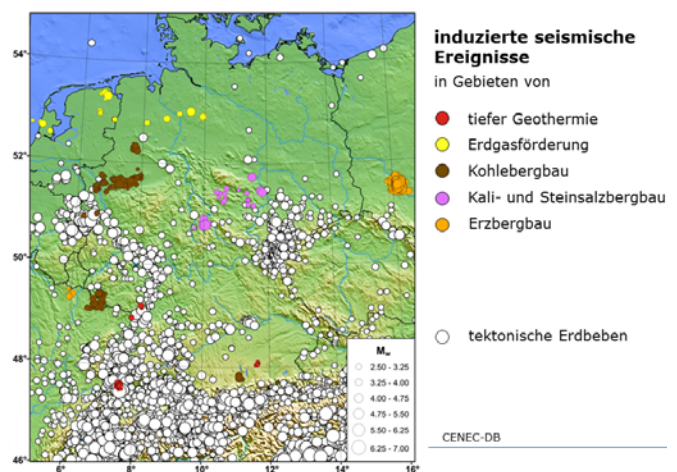
Die Dichtigkeit der Bohrungen ist eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige Oberflächennahe und Tiefe Geothermie. Bohrungen werden ohne wassergefährdende Substanzen durchgeführt und abgedichtet, sowie der Bohrplatz versiegelt. Tiefliegende Trinkwasserreservoirs, die durch eine wasserundurchlässige Sperrschicht von darüber liegenden belasteten Grundwasserschichten getrennt sind, werden geschützt. Durch Bohrungen könnte es zu einem hydraulischen Kurzschluss kommen, wenn durch eine Bohrung die vorher getrennten wasserführenden Schichten verbunden werden. Es kann zu einer unerwünschten Vermischung mehrerer Grundwasserstockwerke kommen. Eine gründliche Abdichtung des Bohrlochs wird durch „Multibarrieren-Systeme“ aus mehreren Schichten Stahl und Zement erreicht.

### 1.4 Induzierte Seismizität

Allgemein ist Seismizität in Deutschland nichts Ungewöhnliches. Teile von Deutschland sind tektonisch aktiv, d.h. dort treten regelmäßig natürliche Erdbeben auf. Eine Häufung natürlicher Erdbeben finden sich am Oberrheingraben und in der Albstadt-Scherzone. Im Untergrund von Baden-Württemberg sind seit 1994 mehr als 3200 natürliche Erdbeben mit Magnituden zwischen 0 und 5,4 aufgetreten. Induzierte Seismizität ist eine besondere Art von Seismizität, wobei ‚induziert‘ (oder ‚getriggert‘) bedeutet, dass die Ereignisse vom Menschen ausgelöst oder getriggert wurden. Das Risiko des ‚Induzierens‘ besteht im Wesentlichen darin, einen bereits

kurz vor dem Bruch stehenden Bereich im Untergrund so zu stören, dass er bricht und eine seismische Aktivität auslöst. Beispiele sind unterschiedliche Eingriffe in den Untergrund wie; Bau von Talsperren, Füllen und Entleeren von Talsperren (auch Pumpspeicherwerke), Tiefbau, Tunnelbau und Bergbau (Tiefbau, Tagebau).

In seltenen Fällen kann es auch bei hydrothermalen Geothermieprojekten zu geringen seismischen Aktivitäten („Mikrobeben“) kommen, wenn sich der Porendruck im Untergrund rasch ändert. Dies kann passieren, wenn Wasser mit zu hohem Druck in den Untergrund gepumpt wird, eine Pumpe ausfällt oder es zu einer zu großen Abkühlung des umliegenden Gesteins der Injektionsbohrung kommt. In Deutschland wird daher im internationalen Vergleich aus Sicherheitsgründen mit geringerem Injektionsdruck gearbeitet. Das Thermalwasser wird in die gleiche geologische Schicht gepumpt („injiziert“) aus der es entnommen wurde, wodurch sich ein



▲ **Abbildung 3:** Übersicht der seismischen Ereignisse in Deutschland und den angrenzenden Regionen. M<sub>w</sub> steht für die Magnitude. Ab einer Magnitude von 5 wird ein seismisches Ereignis in der Regel von vielen Menschen als leichtes Erdbeben wahrgenommen.



## Video ab!



Bevor eine Geothermieranlage gebaut wird, muss das Untergrund genau untersucht werden. Hierzu wird moderne 3D-Seismik eingesetzt. Lass dir vom Fraunhofer Institut erklären, was es damit auf sich hat.

[Link zum Video über Seismik des Fraunhofer Institutes](#)

geschlossener Kreislauf bildet und damit einen Druckausgleich stattfindet. Die Endpunkte der Bohrungen in der Tiefe liegen in der Regel meist mehrere Kilometer auseinander. Seismische Aktivität mit Ereignissen unterhalb der Fühlbarkeitsgrenze sind dabei ein normales Phänomen in der Geothermie und eine natürliche Reaktion des unterirdischen Thermalwasserreservoirs auf die Pumpaktivitäten. Inzwischen gehören umfangreiche Überwachungen der Untergrundbewegungen (seismische Überwachungsnetzwerke) in Deutschland zum Standard und die Anlagen werden im Fall eines natürlichen oder induzierten Ereignisses reguliert oder heruntergefahren.

### 1.5 Ausfällungen von Thermalwasser

Die sehr hohen Drücke und Temperaturen des tief liegenden Thermalwassers und die Bildung von Ablagerungen in technischen Komponenten und Rohren ist eine bekannte technische Herausforderung der Tiefen Geothermie, ebenso wie der Öl- und Erdgasindustrie. Regional können sehr hohe Konzentrationen an gelösten Mineralen enthalten von bis zu 300 Gramm pro Liter auftreten. Das ist fast 10-mal so viel wie im üblichen Meerwasser, weshalb Thermalwasser auch als Sole (Engl. „Brine“) bezeichnet wird. Aufgrund

der hohen Konzentration an gelösten Stoffen sollte es nicht in größeren Mengen in das normale Grundwasser gelangen, welches als Trinkwasserquelle dienen kann.

Regional können unterschiedliche Ablagerungen und Mineralschlämme („Scales“) entstehen, wenn sich durch Temperaturänderungen die Löslichkeit mancher Stoffe im Wasser verändert, wodurch diese ausfallen. Ein bekanntes Beispiel dafür ist Kochsalz. Es löst sich deutlich besser in heißem Wasser. Neben normalem Salz (Natriumchlorid) können die Wässer auch metallische Verbindungen enthalten, in welche natürliche Radionuklide eingebaut, deren Kerne radioaktiv zerfallen. Um die Bildung von Scales zu verhindern, steht das gesamte System dauerhaft unter Druck und es können ggf. chemische Inhibitoren eingesetzt werden. Betroffene technische Komponenten oder Rohrleitungen werden regelmäßig gewartet und Rückstände werden entsprechend des Strahlenschutz- und Abfallrechts entsorgt. Das Ausbaumaterial der Tiefbohrung (spezielle Stähle, Spezialkunststoffe) wird auf die korrosiven Eigenschaften des lokalen Thermalwassers abgestimmt.

Ob und in welchem Umfang Scales entstehen, ist standortspezifisch. Aus Deutschland sind bei der Tiefen Geothermie keine



Gefährdungen aufgrund des Freiwerdens von radioaktiven Stoffen bekannt. Auch besteht keinerlei Gefahr für die Umwelt einer Geothermieranlage. Die potenzielle Strahlung von Ablagerungen wird durch die Rohrwände von der Umwelt abgeschirmt. Das Thermalwasser gelangt weder an die Erdoberfläche noch in Kontakt mit der Umwelt oder dem Grundwasser, sondern wird in einem geschlossenen Rohrsystem geführt, das permanent überwacht wird.

▲ **Abbildung 4:**

Scales in einer von Thermalwasser durchströmten Rohrleitung einer natürlichen Thermalquelle



## Webquest 1: Bürgerbeteiligung

Die Betreiber Deutsche ErdWärme und badenova bieten eine Bürgerbeteiligung, um Gemeinden über ein Vorhaben zu informieren und die Sicherheitsmaßnahmen zu erläutern:



[Link zur Bürgerbeteiligung des Betreibers Deutsche Erdwärme](#)



[Link zur Bürgerbeteiligung des Betreibers badenova Wärmeplus](#)

Informiere dich über den aktuellen Stand der Beteiligungsprozesse und deren Ergebnisse und vergleiche die unterschiedlichen Ansätze der Beteiligungsverfahren. Beurteile, wo der Dialog aus deiner Sicht gelungen ist bzw. wo du Verbesserungspotenzial siehst.



▲ **Abbildung 5:**

Eine frühzeitige Bürgerbeteiligung ist ein entscheidender Erfolgsfaktor der Wärmewende



## 2. Oberflächennahe Geothermie

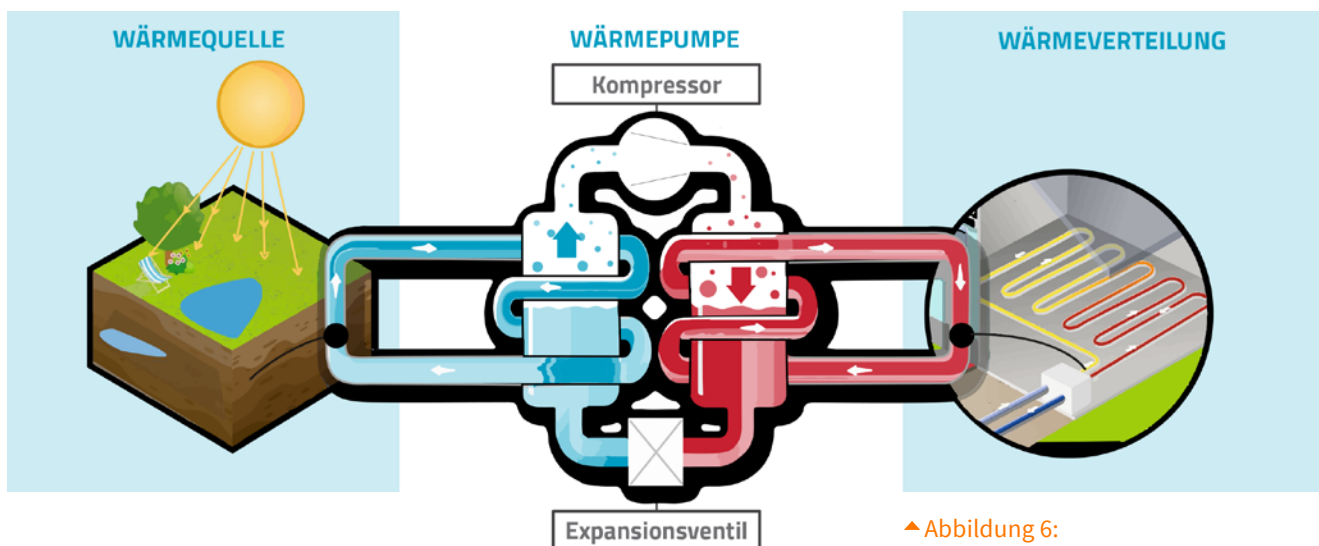
Die Oberflächennahe Geothermie nutzt den Untergrund bis zu einer Tiefe von circa 400 Metern für das Beheizen und Kühlen von Gebäuden, technischen Anlagen oder ganzen Neubaugebieten. Hierzu wird die Wärme oder Kühlenergie aus den oberen Erd- und Gesteinsschichten oder aus dem Grundwasser gewonnen (siehe Lernheft 1, Kapitel 2.1). Man kann mit ihrer Hilfe auch Gewächshäuser beheizen oder einen saisonalen geothermischen Wärmespeicher bauen.

In über 440 000 Ein- oder Mehrfamilienhäusern, öffentlichen Einrichtungen, Krankenhäusern, Schulen oder Gewerbebetrieben wird die Oberflächennahe Geothermie in Deutschland eingesetzt. Die nötigen Investitionen für den Einbau einer Erdwärmeheizung werden über staatliche Förderprogramme gefördert. Wärmepumpen, die mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben werden, gelten als entscheidendes Klimainstrument in Gebäuden. 2021 kamen 27 000 Oberflächennahe Geothermieanlagen hinzu.

### 2.1 Die Wärmepumpe - eine klimafreundliche Heiztechnologie

Die Bevölkerung Deutschlands verbraucht jedes Jahr etwa 800 Terawattstunden (TWh/a) für Raumwärme (Heizung) und warmes Wasser. Mit Oberflächennaher Geothermie könnte bis zu 75 Prozent dieses Wärmebedarfs gedeckt werden, was einer Wärmeleistung von 600TWh/a entspricht. Außerdem könnte im Sommer über dieselben Systeme eine klimaneutrale, passive Kühlung von Gebäuden erreicht werden (siehe Lernheft 1, Kapitel 2.2).

Zu jeder Oberflächennahen Geothermieanlage gehört eine Wärmepumpe, die die geothermische Wärme auf das gewünschte Temperaturniveau hebt. Sie funktioniert ähnlich wie ein Kühlschrank. Nur wird dort nicht Wärme von innen nach außen transportiert, sondern von außen nach innen.



▲ Abbildung 6:  
Wärmefluss einer Erdwärmeheizung



## Webquest 2: Heizen ohne Gas? Faktencheck Wärmepumpe

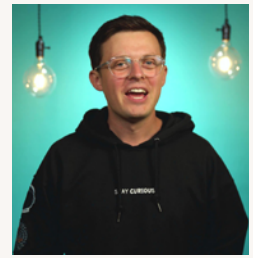
Lass dir in Breaking Lab von Jacob Beutemps erklären, was es mit der Wärmepumpe auf sich hat. Er zeigt, wie Wärmepumpen funktionieren, wo sie überall eingesetzt werden können und ob sie unser Wärme-Problem lösen können.



Breaking Lab:

Heizen ohne Gas? Faktencheck Wärmepumpe

[Link zum Video von Breaking Lab zum Thema Wärmepumpe](#)



▲ Abbildung 7:  
Jacob Beutemps  
Breaking Lab



## Video ab!



In Breaking Lab wird ab Minute 3:20 bis Minute 4:15 das Funktionsprinzip einer Wärmepumpe erklärt. Eine noch ausführlichere Erklärung findest du in diesem Video:

WOLF Heizung und Lüftung: | WOLF erklärt die Wärmepumpe (100SekundenPhysik)

[Link zum Video von WOLF Heizung und Lüftung zum Thema Wärmepumpe](#)

## Platz für dein Wissen



### Aufgabe 1: Funktionsprinzip Wärmepumpe

1. In welcher Reihenfolge werden die Prozessschritte einer Wärmepumpe in dem Video „WOLF erklärt die Wärmepumpe“ erklärt? Trage dazu die Nummerierung 1 bis 4 in die roten Kreise ein.
2. Ordne jedem Prozessschritt das richtige Bild zu, indem du den Texte und den Bildausschnitten mit einer Linie verbindest (siehe Abbildung 6):

<input type="radio"/>	Das Kühlmittel verdampft durch die Umgebungswärme. Die Siedetemperatur des Kältemittels ist niedriger als die Temperatur der Umgebung.		
<input type="radio"/>	Im Verflüssiger kondensiert (= verflüssigt) das Kältemittel und gibt dabei seine Wärmeenergie an das Heizsystem ab. Diese entspricht der Umgebungswärme zuzüglich der Antriebsenergie des Verdichters.		
<input type="radio"/>	Das unter Druck stehende Kältemittel gelangt über das Expansionsventil in den Verdampfer. Es ist nun wieder auf dem gleichen Temperatur- und Druckniveau wie zu Beginn.		
<input type="radio"/>	Das gasförmige Kühlmittel wird in einem Verdichter (= „Kompressor“) komprimiert. Dadurch steigt der Druck und damit auch die Temperatur des Gases.		

## 2.2 Der Klassiker: Eine Erdwärmeheizung für ein Einfamilienhaus

Eine Familie besitzt noch eine alte Erdgasheizung in ihrem Heizungskeller, die endlich ersetzt werden soll. Den Heizungswechsel lässt sich die Familie durch Förderprogramme ihres Bundeslandes und des Bundes fördern. Obwohl der Einbau einer Luftwärmepumpe zunächst günstiger geworden wäre, hat die Familie sich für eine Erdwärmebohrung entschieden. Eine Erdwärmepumpe ist langfristig oft günstiger, als eine Luftwärmepumpe. Auf dem Grundstück gab es im Vorgarten genug Platz und die geologischen Verhältnisse waren gut (siehe Lernheft 2, Kapitel 6).



▲ **Abbildung 8:**  
Auch im Altbau kann Geothermie sinnvoll eingesetzt werden



### Video ab!

Lass dir zeigen, wie ein Team von Heizungstechnikern und Bohreräteführern eine Gasheizung durch eine Erdwärmeheizung ersetzt. Achte darauf, welche Komponenten die Erdwärmeheizung besitzt und beantworte die untenstehenden Fragen.



Henrich Schröder GmbH

Erdwärme in der Praxis: Umstellung einer Heizung mit Tiefenbohrung

[Link zum Video von Henrich Schröder GmbH zum Thema Erdwärme in der Praxis](#)

### Platz für dein Wissen



#### **Aufgabe 2: Umstellung einer Heizung mit Oberflächennahe Geothermie**

Kreuze die richtige Antwort an:

1. Wie viele Meter schafft das Bohrgerät für Oberflächennahe Geothermie im Videobeispiel am Tag?

50 Meter pro Tag

10 Meter pro Tag

500 Meter pro Tag

100 Meter pro Tag

2. Wie lange hält eine Erdwärmesonde durchschnittlich?

Mehrere Monate

Mehrere Jahre

Mehrere Jahrzehnte

3. Wie viel Prozent CO<sub>2</sub> spart die Familie in dem Beispiel mit ihrer neuen Erdwärmeheizung im Vergleich zu der alten Gasheizung?

30 Prozent

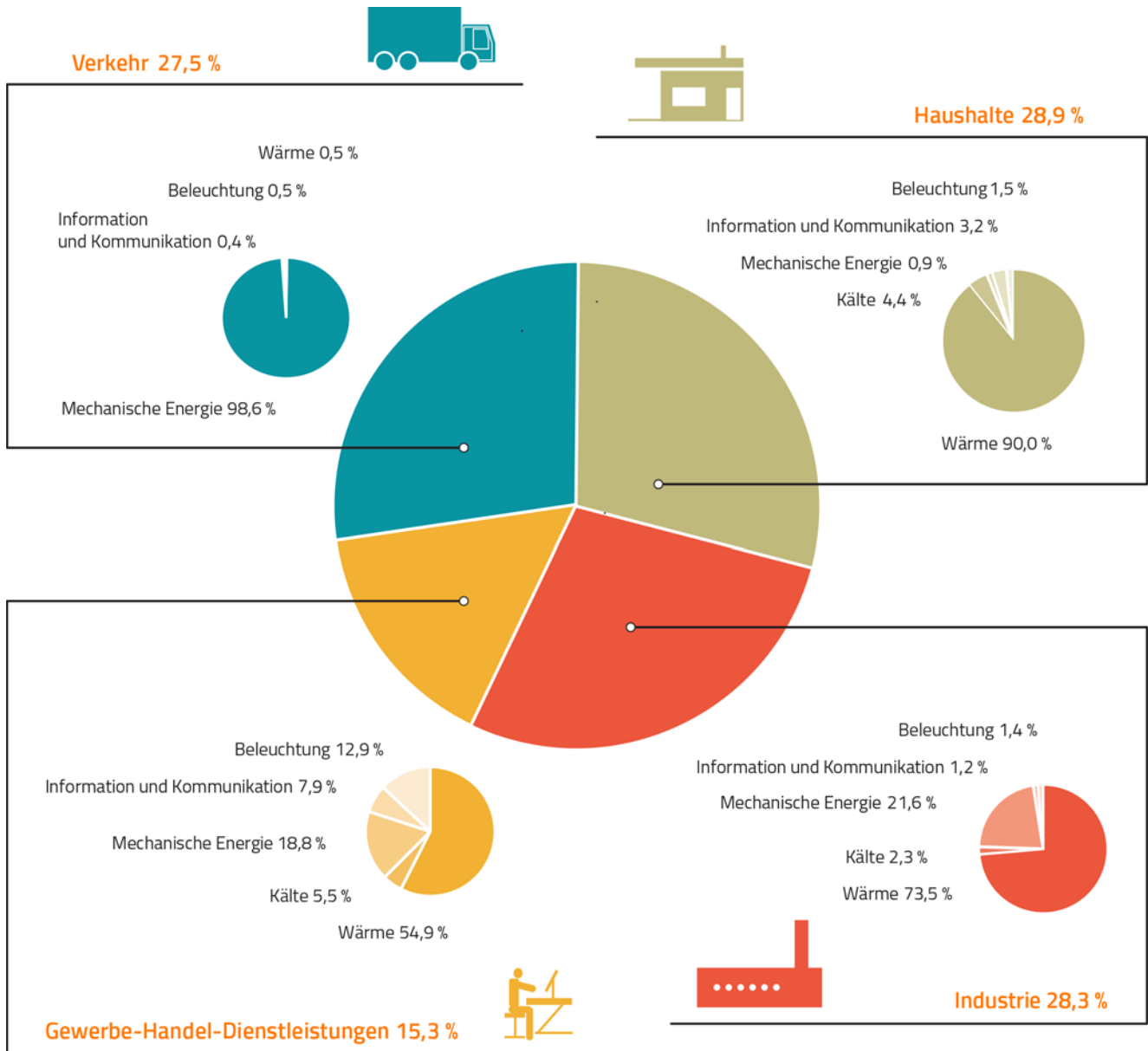
90 Prozent

50 Prozent

70 Prozent

20 Prozent

# 3. Industrielle Wärme – mit Geothermie zu einer klimaneutralen Wirtschaft



▲ Abbildung 9: Endenergieverbrauch in Deutschland nach Sektoren – Anteile in Prozent 2020 – gesamt 8341 Petajoule (PJ).



Der gesamte Wert der in Deutschland produzierten, industriellen Güter und der Produktion im Bausektor lag im Jahr 2021 bei 1 114 135 Millionen Euro. Deutschland gehört zusammen mit Japan, den Vereinigten Staaten und China zu den vier weltweit größten Industriestaaten und umfasst dabei nur 1,1 Prozent der

Weltbevölkerung. Etwa 753 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen werden in Deutschland jährlich verursacht, was 2 Prozent der globalen Klimabelastung entspricht. Deutschland lag damit 2018 auf der Weltrangliste auf Platz 6. Eine klimaneutrale Umgestaltung der deutschen Industrie ist daher dringend notwendig.



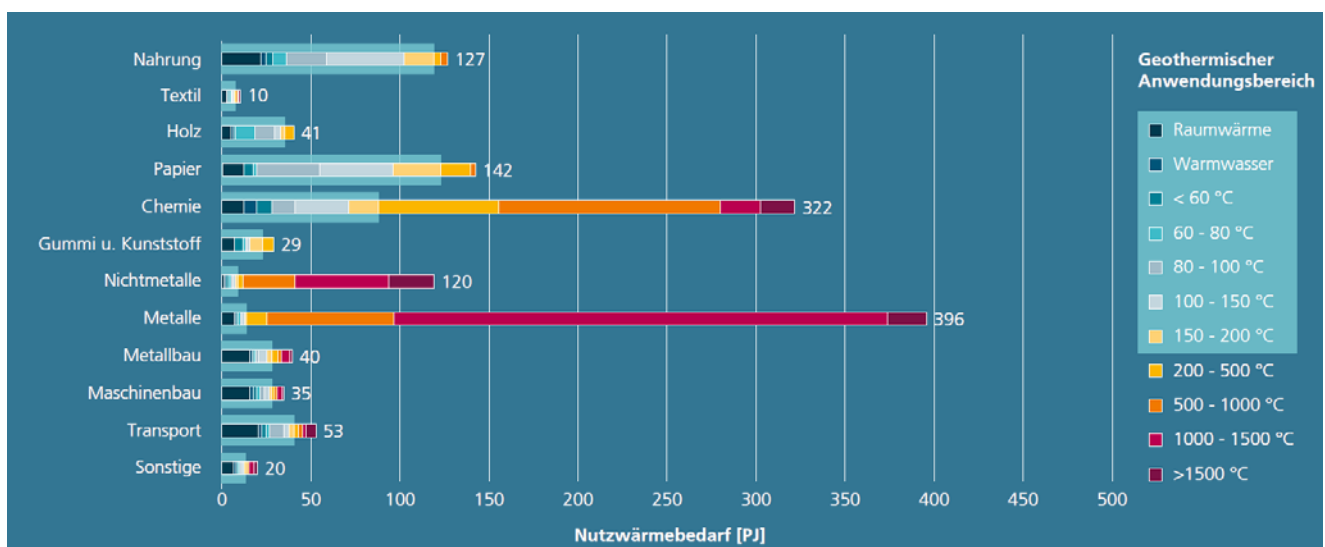
▲ **Abbildung 10:**

Es gibt in Deutschland etwa 1500 Bierbrauereien. Die für den Brauvorgang benötigte Wärme könnte in Zukunft durch natürliche Erdwärme gedeckt werden.

Etwa 75 Prozent des Energieverbrauchs der Industrie betreffen Wärme und Kälte, weshalb insbesondere die Geothermie zur Dekarbonisierung der deutschen Industrie beitragen könnte. Eine gegebenenfalls betriebseigene und klimaneutrale Energie- und Wärmegewinnung, die eine preisstabile Versorgung ermöglicht, könnte in Zukunft einen erheblichen Wettbewerbsvorteil bedeuten. Der Grundbedarf an Raumwärme und Warmwasser im Betrieb ließe sich über Erdwärmesonden und Wärmepumpen decken. Tiefe Geothermie ist in erster Linie für den Wärmebedarf industrieller Prozesse mit

einem Temperaturniveau unter etwa 150 Grad Celsius sinnvoll.

Geeignete Branchen für den Einsatz von Tiefer Geothermie sind insbesondere die Textil- und Papierherstellung (Papiertrocknung), die Holzverarbeitung und Bauindustrie, die chemischen, metallverarbeitenden Industrien (Vorwärmung der Rohstoffe), ebenso die Agrarwirtschaft (Gewächshausbau) und Lebensmittel- und Getränkehersteller (Koch- und Dampfprozesse beispielsweise in Brauereien und Molkereien).



▲ **Abbildung 11:**

Anwendungsbereich der Geothermie als industrielle Prozesswärme. Das Diagramm zeigt den Nutzwärmebedarf verschiedener Branchen. Mit Geothermie abdeckbare Temperaturniveaus sind hellblau markiert.



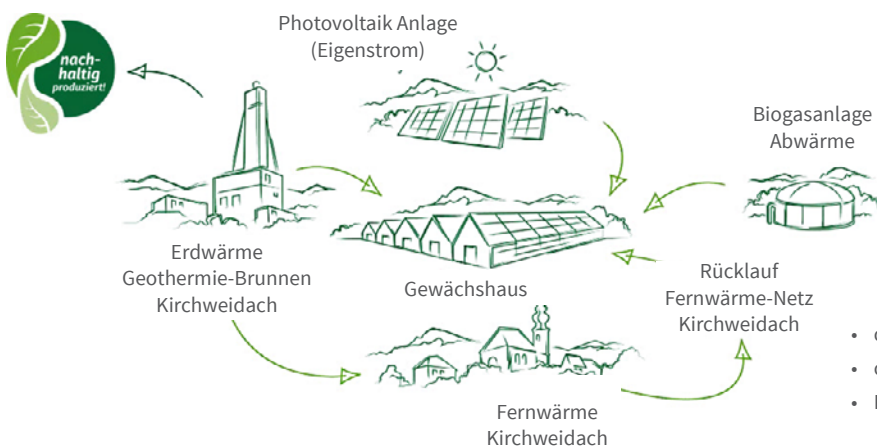
### ● Aufgabe 3: „Kaitiakitanga“ und „Tikanga“ – Was Geothermie mit dem Selbstverständnis der Maori in Neuseeland zu tun hat

Die Maori-Stiftungen Tuaropaki und Wairarapa Moana gründeten 2010 das milchverarbeitende Gewerbe Miraka in der Nähe der stiftungseigenen geothermischen Quellen. Das Unternehmen arbeitete nach den strengen Werten des maorischen Wertekodex Tikanga. Miraka gilt als ein besonders nachhaltiges Unternehmen und Vorreiter in der direkten Nutzung von geothermischem Dampf und der Einbindung der Geothermie in eine Kreislaufwirtschaft. In dem folgenden Interview wird der Prozess beschrieben:

[Link zum Interview mit dem Hersteller Miraka](#)



Zeichne ein Schema der beschriebenen Kreislaufwirtschaft, das zeigt, wie die Geothermie bei Miraka in die Kreislaufwirtschaft eingebunden wird. Lass dich dabei von dem Schema des Energiekonzepts des Geothermie-Gemüsebauers Steiner aus Bayern inspirieren:



◀ **Abbildung 12:**

Das Energiekonzept von Gemüsebau Steiner basiert auf Geothermie.

- ca. 95 % aus Erdwärme
- ca. 5 % aus Biogasanlage
- Photovoltaik-Anlage für Eigenstrom

### 3.1 Geothermie – Senf aus Bayern

Develey produziert mit 2300 Mitarbeitern an 18 Standorten weltweit bekannte Marken wie Bautz'ner Senf oder Löwensenf. Bereits 2009 wurde der Develey Standort Unterhaching an das lokale Fernwärmenetz der Geothermie Unterhaching angeschlossen. Hier wird die Wärme von Thermalwasser aus einer Tiefe von rund 3500 Metern per Wärmetauscher an das Fernwärmenetz übertragen. Seit 2013 wurde in dem Werk für nahezu alle Wärmeprozesse Erdwärme eingesetzt: Die Heizungswärme stammt zu 100 Prozent aus der Tiefengeothermie und auch die Prozesswärme wird überwiegend mit Erdwärme erzeugt. Dank der Geothermie konnte das Unternehmen seine Klimabilanz deutlich verbessern. Das Unternehmen hat ebenfalls

eine eigene Photovoltaikanlage und eine Hackschnitzelanlage.



▲ **Abbildung 13:**  
Zentrale Heizanlage des Lebensmittelherstellers Develey am Produktionsstandort Unterhaching

## 4. Sondernutzungsformen der Geothermie

Da sich Geothermie flexibel dort einsetzen lässt, wo Erdwärme zur Verfügung steht, gibt es diverse Sondernutzungsformen. Beispielsweise sind Tunnel nicht nur unterirdische Verkehrswege, sondern bieten auch eine Möglichkeit der geothermischen Wärmeabgewinnung. Je nach Tiefe des Tunnels herrschen Temperaturen, die eine Nutzung des aus dem Tunnel austretenden Wassers oder vom Wasser, das im Tunnel in einem Röhrensystem geführt wurde, ermöglichen. Beispiele sind der Brenner Basistunnel zwischen Österreich und Italien oder der Gotthardtunnel in der Schweiz. Hier gibt es bereits eine geothermische Nutzung, oder sie ist in Planung.



▲ **Abbildung 14:**  
Das Drainagewasser des Brennerbasistunnels könnte Innsbrucker Stadtviertel zukünftig mit Energie versorgen. Ein Forschungsverbund unter der Leitung der TU Graz lotet die Möglichkeiten aus.

## 4.1 Wärme- und Kälteversorgung mit Grubenwasser

In Europa gibt es viele ehemalige Bergwerke, die nicht mehr genutzt werden. Nach Ende des Betriebes werden die noch bestehenden Stollen in der Regel geflutet, da sie sich unterhalb des Grundwasserspiegels befinden. Das so genannte Grubenwasser ist warm, da es sich in der Tiefe erwärmt. So entstehen künstliche Reservoirs an warmem Wasser, die für die Wärmeversorgung der Gebäude der Region genutzt werden können. Grubenwasser hat standortabhängig meist ein Temperaturniveau zwischen 12 und 30 Grad Celsius.

Ein Beispiel ist das Steinkohlerevier Lugau-Oelsnitz im Nordwesten Sachsens. Hier wird von Forschenden der TU Bergakademie Freiberg untersucht, wie sich das Grubenwasser nutzen ließe (Forschungsprojekt MareEN). Man schätzt, dass mit dem warmen Grubenwasser Wärme für mindestens 500 Einfamilienhäuser und das lokale Gewerbegebiet gewonnen werden könnte. Ein weiteres Beispiel ist in Bochum zu finden. Auf dem ehemaligen Opel-Gelände MARK 51<sup>7</sup> entstehen auf knapp 70

Hektar ein modernes Gewerbegebiet für technologieorientierte Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Die geothermische Erschließung von Bergbauschächten der ehemaligen Zeche Dannenbaum auf dem Gelände ist dabei Pionierarbeit und soll als Leuchtturm für weitere Projekte dienen. Auf dem Gelände wurden zwei Bohrungen zu den gefluteten Stollen der Zeche Dannenbaum abgeteuft (= gebohrt). Die erste Bohrung führt bis in 340 Meter Tiefe, die zweite Bohrung bis in 820 Meter Tiefe. Die unterschiedlichen Bohrtiefen haben Vorteile für die geplante Kombination von Wärme- und Kälteversorgung. Das mit 30 Grad Celsius heißere Wasser aus dem tieferen Schacht dient der Wärmeversorgung. Großwärmepumpen bringen das Wasser dann auf Temperaturen von etwa 45 Grad Celsius. Für die Kälteversorgung wird 18 Grad Celsius kälteres Wasser aus den oberen Schächten gefördert. Das natürliche Energiepotenzial des Grubenwassers wird Prognosen zufolge zu mehr als 75 Prozent den Wärme- und Kältebedarf der angeschlossenen Abnehmer decken.



▲ **Abbildung 15:** Schachtfüllortstrecke des „Wismutschachts 302“ unter der Stadt Marienberg im sächsischen Erzgebirge. Seit 2007 versorgt ein Wärmepumpenkraftwerk in 107 Metern Tiefe die Region mit circa 10 Grad Celsius warmem Grubenwasser. Besonders das Freizeitbad Aqua Marin nutzt die Anlage im Sommer zur Kühlung.

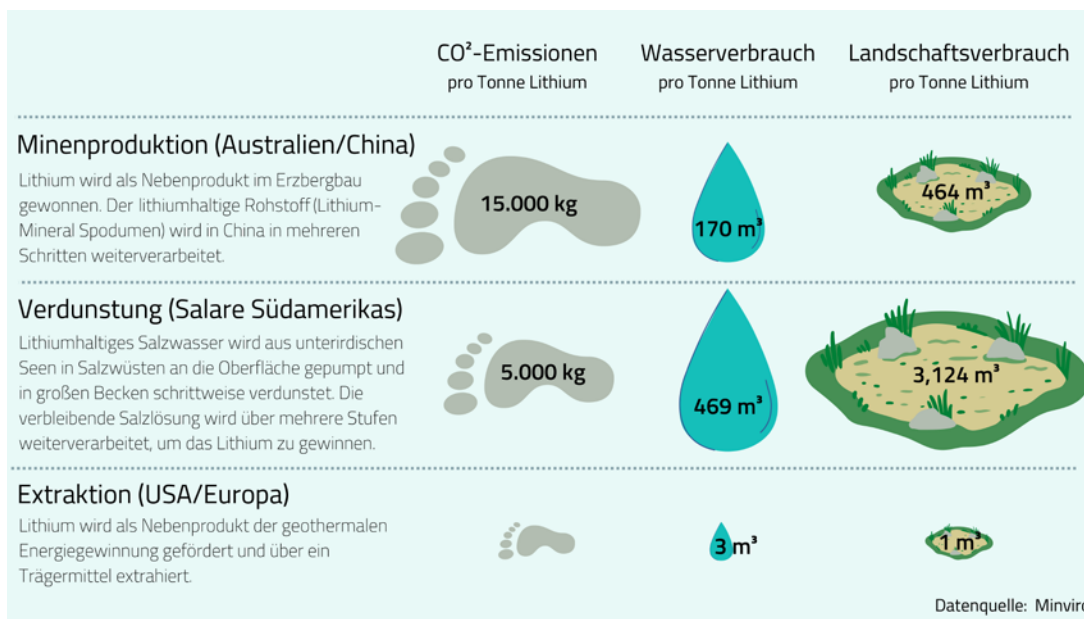


## 4.2 Lithiumgewinnung

Der weltweite Bedarf an Lithium wächst rasant, denn der Rohstoff ist eine zentrale Komponente in Lithium-Ionen-Akkus, beispielsweise für Elektroautos. Für den Akku eines Elektroautos wird etwa 10 Kilogramm des Rohstoffes Lithium benötigt. Die Deutsche Rohstoffagentur (DERA) erwartet, dass sich die weltweite Nachfrage nach Lithium im Vergleich zu 2017 bis 2025 verdoppeln oder gar verdreifachen wird. Der globale Marktführer Australien gewinnt Lithium unter großen Energieverlusten mittels chemischer Verfahren im Rahmen des Erzbergbaus. Der so gewonnene Rohstoff wird größtenteils in China weiterverarbeitet. Weitere große

Vorkommen existieren in den Wüsten Chiles, Boliviens und Argentiniens.

In Frankreich, Deutschland und vielen weiteren Ländern wurden ausreichend hohe Konzentrationen von Lithium in Thermalwässern nachgewiesen, das sich in Geothermalkanlagen als Nebenprodukt der Energiegewinnung extrahieren ließe. Derzeit laufen mehrere Forschungsprojekte und Pilotanlagen, um den Prozess der Lithiumextraktion aus dem Thermalwasser zu optimieren. Die Schwierigkeit besteht aktuell darin, dass je nach chemischer Zusammensetzung unterschiedliche Extraktionsprozesse angewendet werden müssen.



◀Abbildung 16: Ökobilanz von Lithium. Die Gewinnung des wichtigen Rohstoffs der Energiewende könnte als Nebenprodukt von Geothermikanlagen nahezu klimaneutral gewonnen werden.



### Lithiumgewinnung in Deutschland

Lithium kann in Deutschland in Thermalwasser und Grubenwasser gefunden werden. Die Gewinnung von Lithium in Deutschland könnte zu einem wichtigen Faktor einer erfolgreichen Energiewende werden.



3Sat Nano | Lithiumgewinnung in Deutschland

[Link zum Video von 3Sat Nano zum Thema Lithiumgewinnung in Deutschland](#)

### 4.3 Wärmespeicher

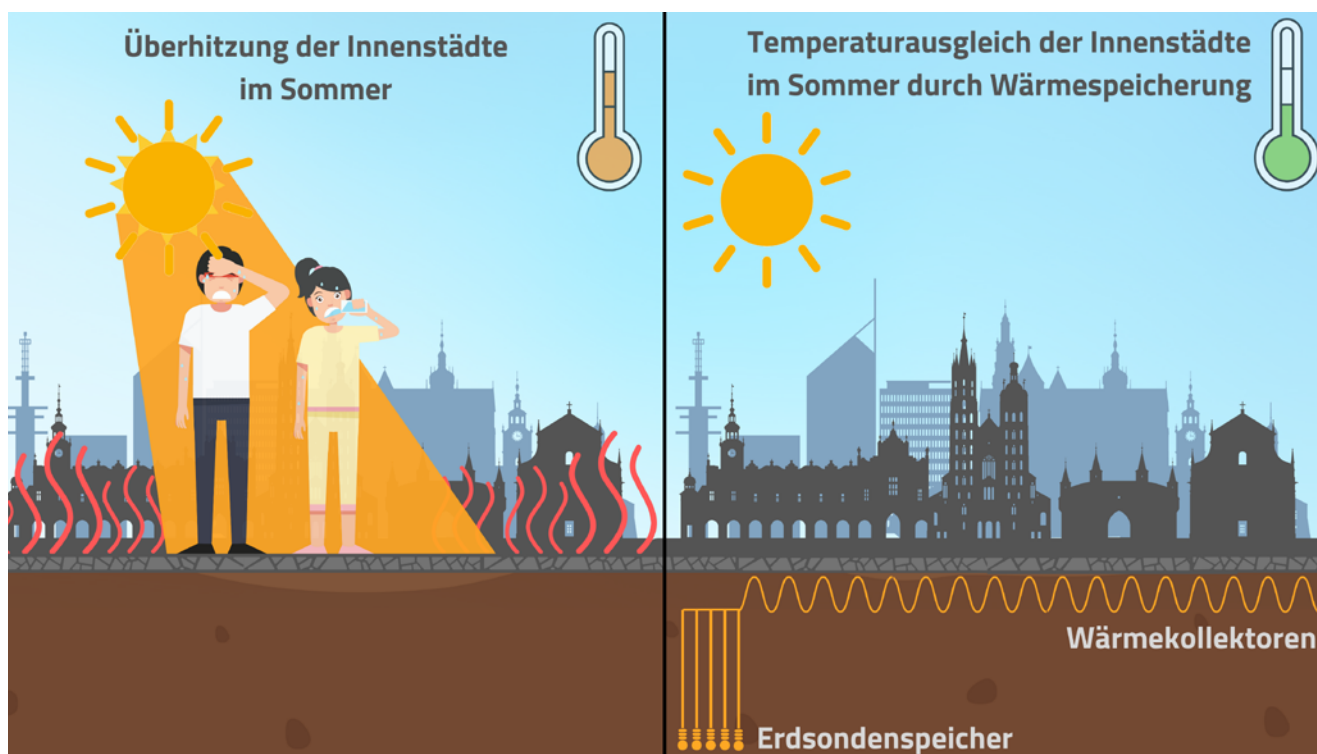
Energiespeicherung unterstützt maßgeblich die Resilienz des zukünftigen, erneuerbaren Energiesystems. Durch Speichermöglichkeiten kann in Zeiten mit hohem Energieangebot (beispielsweise in Form von Wasser, Sonnenlicht und -wärme, Biomasse oder Wind) das Potenzial voll ausgeschöpft werden, indem überschüssige Energie gespeichert werden kann.

Geothermie kann zu diesem Prozess maßgeblich beitragen, denn die Speicherung von Wärme ist ein wichtiger Aspekt der Energiewende. Geothermische Wärmespeicher sind hervorragende saisonale Langzeitspeicher, mit denen es beispielsweise möglich ist, die Wärmeenergie des Sommers für den Verbrauch im Winter zu speichern.

### Erdsondenspeicher

Erdsondenspeicher nutzen den Untergrund und das Grundwasser als Speichermedium. Sie sind oft in ein System mit oberflächennaher Geothermie, Solarthermie und Photovoltaik integriert. Durch die Kombination verschiedener erneuerbarer Energien mit einer Speicherfunktion entstehen vorteilhafte Synergieeffekte. Dadurch, dass im Sommer Überschusswärme eingespeichert wird, wird die Effizienz der Gesamtanlage deutlich verbessert. Erdsondenspeicher sind sowohl in Einzelgebäudelösungen wie auch Nahwärmenetzen sinnvolle Elemente.

Mit fortschreitender Erderwärmung kommt es immer häufiger zu Dürren und Hitzewellen, die insbesondere in Städten zur Bildung von belastenden Hitzeinseln beitragen. Wo ausgleichende Grün- und Wasserflächen aufgrund von



▲ Abbildung 17:

Das Ziel der Forschenden des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) und des Austrian Institute of Technology (AIT) ist es, ein urbanes Wärmemanagement zu entwickeln, welches Wärme- und Kältebedarf deckt, die CO<sub>2</sub>-Bilanz durch Wärmerecycling minimiert und Möglichkeiten, das städtische Klima zu steuern, ausschöpft.

Platzmangel nur wenig zur Klimatisierung der Innenstädte beitragen, könnten Erdsondenspeicher in Zukunft die überflüssige Wärme des Sommers im Untergrund speichern. Auch hier könnten saisonale Speicher zum Einsatz kommen, die die Wärme bis in den Winter hinein speichern. Es gibt aktuell zu diesem Ansatz mehrere Forschungsprojekte im deutschsprachigen Raum.

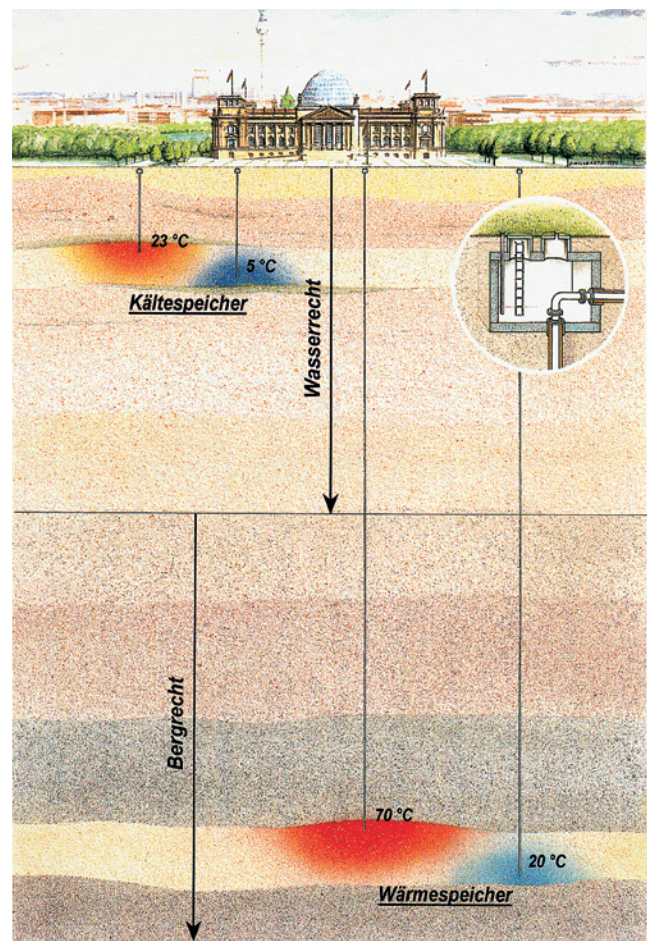
### Aquiferspeicher

Größere Wärmemengen lassen sich sehr effizient in tiefen, offenen Systemen speichern, die poröse Schichten nutzen. Da die Grundwasserströmungen oft gering sind, kommt es nur zu geringen Wärmeverlusten, auch bei langer Speicherdauer. Wegen der großen beteiligten Volumina zusammen mit der hohen Wärmekapazität von Wasser sind die Einspeichermengen nahezu beliebig groß. Die Möglichkeit dieser Speicher ist in Deutschland bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Aus Gründen des Grundwasserschutzes sind die zulässigen Wassertemperaturen in größeren Tiefen weitaus höher als bei den oberflächennahen Erdsondenspeichern.

Was kaum jemand weiß ist, dass der deutsche Bundestag in Berlin mit einem Erdwärme-Pendelspeicher beheizt und gekühlt wird. Der etwa 300 Meter unter dem Gebäude liegende Aquiferspeicher wird mit Überschusswärme der umliegenden Parlamentsgebäude, des Blockheizkraftwerkes und Heißwasserkessels gespeist und wird zur Wärmeversorgung im Winter und Kühlung im Sommer genutzt.

Dazu wird mittels einer Bohrung das dort in porösem Gestein eingelagerte Wasser mit einer natürlichen Temperatur von ca. circa 20 Grad

Celsius hochgepumpt, über Wärmetauscher in den Bundestagsgebäuden mit der Überschusswärme des Blockheizkraftwerkes aufgeheizt und durch eine circa 280 Meter entfernt liegende zweite Bohrung wieder in die Tiefe eingeleitet. Das eingespeicherte Wasser wird mit einer Pumpenleistung von maximal 100 Kubikmeter pro Stunde und einer Temperatur von etwa 60 bis 70 Grad Celsius in das Gestein verpresst und in der nächsten Heizperiode mit einer Temperatur von etwa 55 Grad Celsius wieder heraufgepumpt. Der Aquiferspeicher kann genutzt werden, bis die nutzbare Temperatur 30 Grad Celsius unterschreitet. Es gibt einen zweiten, weiter oben gelegenen Speicher, der zur Kühlung genutzt wird.



▲ **Abbildung 18:**

Das Bundestagsgebäude verfügt über einen eigenen Aquiferspeicher.

# 5. Geothermie – eine bisher unterschätzte Säule einer klimaneutralen Wärmeversorgung

In Deutschland sind aktuell 42 Tiefe Geothermieanlagen in Betrieb, welche ca. 1,3 Terawattstunden klimaneutrale Wärme pro Jahr erzeugen. Damit trägt die Technologie bereits heute erheblich zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen

bei. Es gibt in Deutschland rund 440 000 Erdwärmehheizungen (Stand 2022) und es wurden bisher jährlich etwa 24 500 weitere Erdwärmehheizungen installiert.



▲ Abbildung 19:

Diese ambitionierte Zielsetzung zum Klimaschutz Deutschlands und der EU erfordern in den kommenden Jahren einen massiven Aus- und Umbau der Wärmeversorgung und gut ausgebildete Fachkräfte, die die Wärmewende umsetzen können.

Platz für dein Wissen

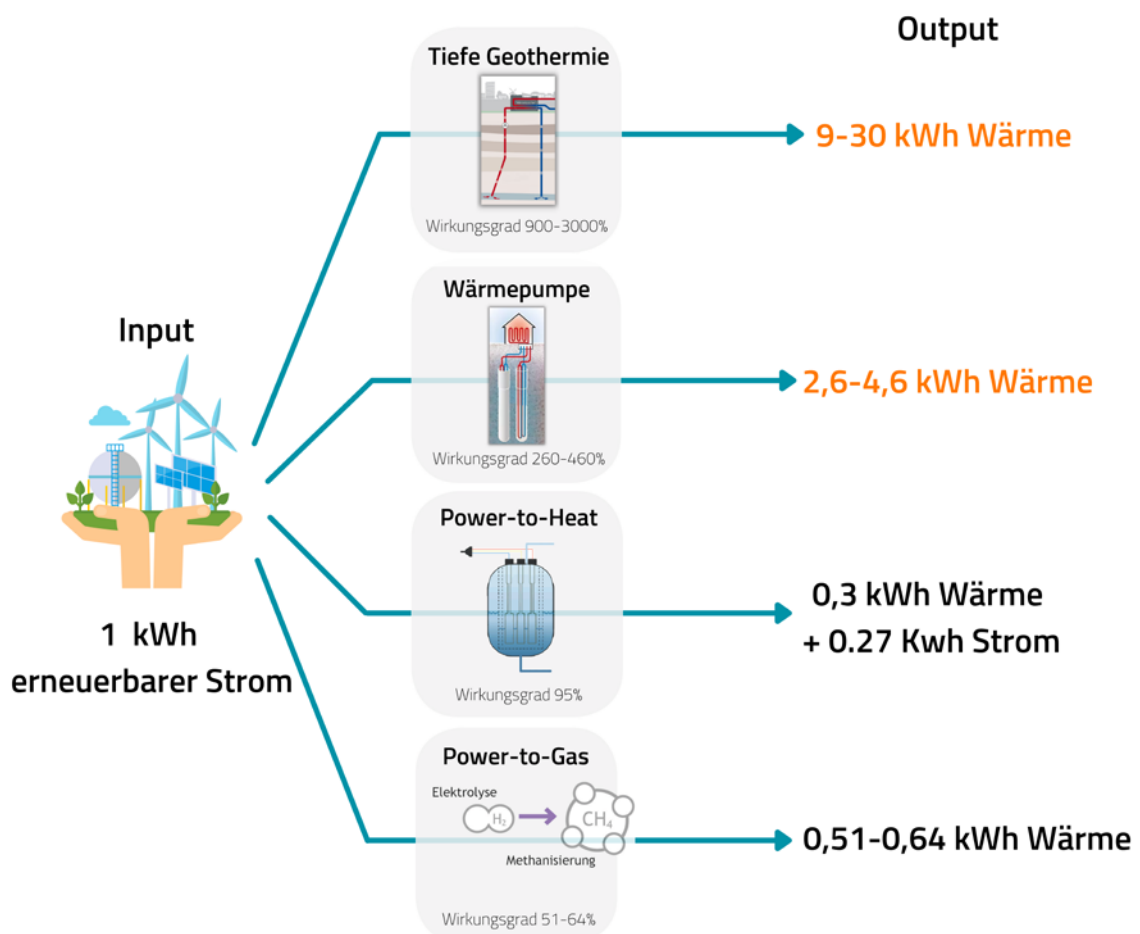
## Aufgabe 4: Der Beitrag von Geothermie zu wärmebasierten Strom-Wärme Systemen

Betrachte Abbildung 19. An welchen drei Stellen der zukünftigen Wärmeversorgung Deutschlands kann die Geothermie einen Beitrag leisten?

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_

Im Koalitionsvertrag hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, den Anteil der klimaneutral erzeugten Wärme bis 2030 auf 50 Prozent anzuheben und bis 2030 bis zu 10 Terawattstunden Wärme pro Jahr durch Tiefe Geothermie bereitzustellen. Die aktuellen Regelungen des Bundes dienen der Umsetzung von Zielen und Vorgaben der EU. Die EU hat im Zuge der bevorstehenden Verschärfung der Klimaziele (Reduktion um mindestens 55 Prozent bis 2030 gegenüber 1990) bereits angekündigt, alle für den Wärmemarkt relevanten Richtlinien umfassend zu überarbeiten.

Trotz der erheblichen, noch ungenutzten Potenziale der Geothermie, sind noch einige Maßnahmen auf Bundesebene und Veränderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen umzusetzen, um den Ausbau von Geothermie zu beschleunigen. In den kommenden Jahren muss massiv in Gebäudesanierungen, erneuerbare und klimaneutrale Wärmequellen, flexible Ausgleichstechniken und Speicher sowie in Strom-Wärme-Technologien investiert werden (siehe Abbildung 19).



▲ **Abbildung 20:**

Die Infografik zeigt, wieviel Wärme aus einer Kilowattstunde erneuerbarem Strom mit verschiedenen Technologien bereitgestellt werden kann und vergleicht so den Wirkungsgrad. Die Tiefe Geothermie und Oberflächennahe Geothermie können dank ihrer hervorragenden Effizienz, Wirtschaftlichkeit, Grundlastfähigkeit und geringem Platzbedarf einen erheblichen Beitrag zur strombasierten Wärmeversorgung der Zukunft leisten. Ihre zunehmende Nutzung wird die Emissionslast durch unseren Wärmebedarf spürbar reduzieren und gleichzeitig einen Beitrag zur Minderung der Importabhängigkeit von Erdgas leisten.



## ● Aufgabe 5: Mindmap Geothermie

Erstelle eine Mindmap zum Thema Geothermie. Binde beispielsweise folgende Unterbegriffe ein:

- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie
- Erdwärmesonden
- Wärmepumpen
- Wärmenetze
- Bürgerbeteiligung
- Aquiferspeicher
- Politische Rahmenbedingungen
- Wärmeerzeugung
- Stromerzeugung
- Vorteile
- Nachteile
- Sicherheit
- Risiko
- Geologische Voraussetzungen
- Wärmebedarf
- Sanierung
- Sektorenkopplung
- Industrielle Wärme
- Fachkräfte



### Webquest 3: Team Erneuerbare

Seit Jahren wächst die Geothermie-Branche stetig und hat in Zukunft einen großen Bedarf an Menschen, die ihre berufliche Zukunft darin sehen, die Nutzung dieser auf eine lebenswerte Zukunft orientierten Energiequelle voranzubringen.

Die folgenden Links enthalten weiterführende Einblicke in die Technologie der Geothermie und Informationen zu Ausbildungswegen und Berufen in dieser Energiebranche:

#### Oberflächennahe Geothermie:

- „Roadmap Oberflächennahe Geothermie - Erdwärmepumpen für die Energiewende - Potenziale, Hemmnisse und Handlungsempfehlungen (Stand Juni 2022) der Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG):

[Downloadlink „Roadmap Oberflächennahe Geothermie“](#)

#### Tiefe Geothermie:

- „Wärmeversorgung mit tiefer Geothermie - Schritt für Schritt von der Idee bis zum Betrieb“ (Stand Juni 2022):
- „Fragen und Antworten zur Tiefen Geothermie – FAQ“:
- Impulspapier „Gamechanger für Wärmewende, effizienten Klimaschutz und Versorgungssicherheit: Nutzung von Tiefer Geothermie in Fernwärmenetzen“ (Stand Juni 2022):
- „Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland - Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft für eine erfolgreiche Wärmewende (Stand Februar 2022) der Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie (IEG):

[Downloadlink „Impulspapier“](#)

[Downloadlink „Roadmap Tiefe Geothermie“](#)

#### Aus- und Weiterbildung:

- Studium, Aus- und Weiterbildung Geothermie (Stand Juni 2021):
- [Downloadlink „Studium, Aus- und Weiterbildung Geothermie“](#)



► Abbildung 21:

Forscher untersuchen an der Forschungsbohrung Adlershof, wie der Untergrund in der Tiefe beschaffen ist.

# Anhang

## Weiterführende Informationen

[Bundesverbandes Geothermie](#)

[Bundesverband Wärmepumpe](#)

[Bundesverband der Erneuerbaren Energien](#)

[Suchmaschine für Gebäude mit Wärmepumpen](#)

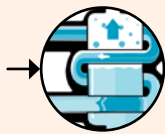
L

## Lösungen der Aufgaben

### Aufgabe 1: Funktionsprinzip Wärmepumpe

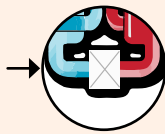
1

Das Kühlmittel verdampft durch die Umgebungswärme. Die Siedetemperatur des Kältemittels ist niedriger als die Temperatur der Umgebung.



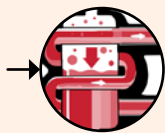
2

Das gasförmige Kühlmittel wird in einem Verdichter (= „Kompressor“) komprimiert. Dadurch steigt der Druck und damit auch die Temperatur des Gases.



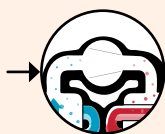
3

Das unter Druck stehende Kältemittel gelangt über ein Expansionsventil in den Verdampfer. Es ist nun wieder auf dem gleichen Temperatur- und Druckniveau wie zu Beginn.



4

Im Verflüssiger kondensiert (= verflüssigt) das Kältemittel und gibt dabei seine Wärmeenergie an das Heizsystem ab. Diese entspricht der Umgebungswärme zuzüglich der Antriebsenergie des Verdichters.



### Aufgabe 2: Funktionsprinzip der Erdwärmeheizung (Variante: Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdwärmesonde)

1. Wie viele Meter schafft das Bohrgerät für oberflächennahe Geothermie in dem Beispiel etwa am Tag?

- **100 Meter pro Tag**

2. Wie lange hält eine Erdwärmesonde durchschnittlich?

- **Mehrere Jahrzehnte**

3. Wie viel Prozent CO<sub>2</sub> spart die Familie in dem Beispiel mit ihrer neuen Erdwärmeheizung im Vergleich zu der alten Gasheizung?

- **70 Prozent**

### Aufgabe 3 und Aufgabe 5:

Du kannst dein Schema bzw. deine Mindmap anhand folgender Punkte bewerten:

- **Vollständigkeit**
- **Klarheit in Form, Inhalt und Darstellung**
- **Nachvollziehbarkeit für den Betrachtenden**
- **Reduktion auf das Wesentliche**



#### Aufgabe 4: Der Beitrag von Geothermie zu wärmebasierten Strom-Wärme-Systemen

An welchen drei Stellen der zukünftigen Wärmeversorgung Deutschlands kann die Geothermie einen Beitrag leisten?

**1 Geothermie**

**2 Wärmepumpen**

**3 Wärmespeicher**

#### Lexikon



Eine Erklärung zu den Fachwörtern findest du auf:

[Geothermie Lexikon des Bundesverbandes Geothermie](https://www.bvgeothermie.de/lexikon)

# Impressum

- Herausgeber:** Bundesverband Geothermie e.V.  
E-Mail: [info@geothermie.de](mailto:info@geothermie.de)  
Internet: [www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)
- Text:** M.Sc. Kathrin Schwarz
- Fachliche Begleitung:** Dr. Götz Kaufmann (Lehrkraft für Englisch und Politik in Abordnung bei der Fachaufsicht für die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin – Aufgabenbereich: Entwicklung von Unterrichtsmaterialien zum Globalen Lernen)
- Wissenschaftliche Beratung:** Dr. Andreas Bertram (Umweltbundesamt), Michael Gauß (Karlsruher Institut für Technologie, Fachbereich ZML - Zentrum für Mediales Lernen), M. Sc. Valentin Goldberg (KIT, Abteilung für Geothermie und Reservoir-Technologie), Dipl. Geol. Bernhard Potthoff, Prof. Dr. Horst Rüter (Ruhr-Universität Bochum)
- Gestaltung:** Susanne Kasper
- Abbildungen:** Sofern nicht anders gekennzeichnet: Susanne Kasper
- Titel: Baugrund Süd, Canva (anandaBGD), TU Graz, DMT
- S. 4: Energiewende Oberland – Bürgerstiftung für Erneuerbare Energien
- S. 5: Knüsting Brunnenbau Erdwärme GmbH & Co KG
- S. 6: Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ
- S. 8: Wikimedia Commons/ Canva (Mari.gisina/pipat)
- S. 10: Breaking Lab
- S. 11: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.
- S. 12: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
- S. 13: Fraunhofer IEG/ unspash (Arthur Los)
- S. 14: Gemüsebau Steiner GmbH
- S. 15: Develey/ TU Graz
- S. 16: Reviersteiger Altbergbau-Untertage-Fotografie
- S. 18: Geothermie Neubrandenburg GmbH (GTN)
- S. 23: Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ  
(Reinhardt & Sommer Fotografen)
- Stand:** August 2022

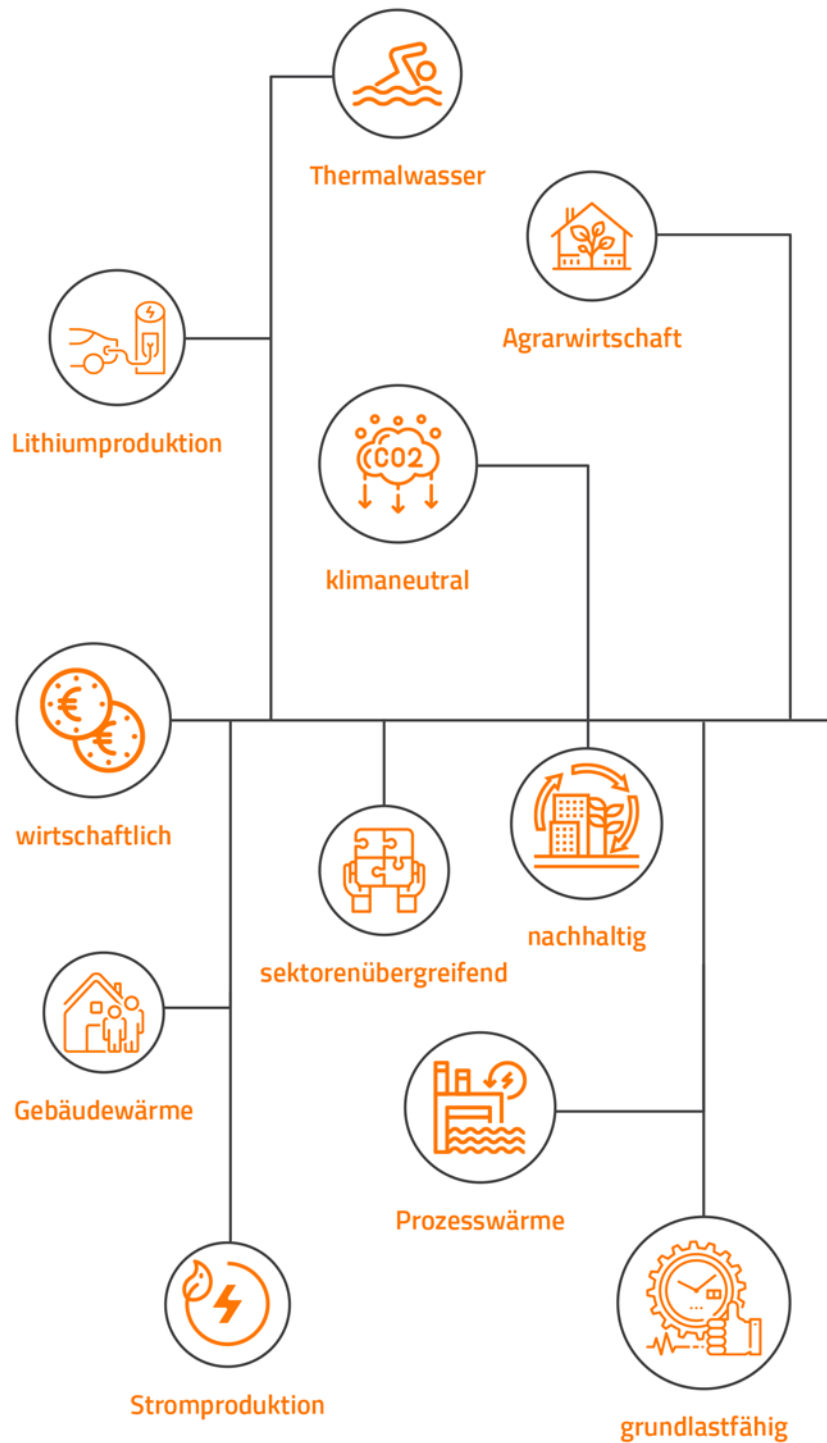
## Notizen



## Alles Gute kommt von unten!

Der Effizienzmeister Geothermie ist ein wichtiger Baustein für die Energie- und Wärmewende. Sie ist nicht nur landschaftsschonend, klimafreundlich und nach menschlichem Ermessen unerschöpflich, sondern ermöglicht eine zuverlässige, preisstabile und sichere Energieversorgung. Geothermie ist immer verfügbar und wetterunabhängig.

Mit den bereits entwickelten Technologien ist es fast überall möglich, das Potenzial der Erdwärme zu nutzen. Mit ihren vielen Anwendungsmöglichkeiten wird die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern weiter reduziert und Versorgungssicherheit ermöglicht.



**Bundesverband Geothermie e.V.**

Albrechtstraße 22 (Quergebäude)

10117 Berlin

Tel.: +49.(0)30.200 954 950

Fax: +49.(0)30.200 954 959

[info@geothermie.de](mailto:info@geothermie.de)

[www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)