

[zurück](#)

Geothermie und der Begriff „erneuerbare Energie“

Einleitung

Geothermie bezeichnet die Nutzung der im Erdinneren gespeicherten Wärme zur Energiegewinnung. Diese Wärme kann für Heizsysteme, Fernwärmenetze oder in manchen Regionen auch zur Stromerzeugung genutzt werden.

Der Begriff „erneuerbare Energie“ wird häufig im Zusammenhang mit Geothermie verwendet. Aus physikalischer Sicht ist dieser Begriff jedoch missverständlich, da Energie grundsätzlich weder erzeugt noch erneuert werden kann. Der Energieerhaltungssatz bleibt immer gültig.

Energieerhaltungssatz

Der Energieerhaltungssatz besagt:

Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.
Sie kann nur von einer Form in eine andere umgewandelt werden.

Bei der Geothermie wird daher keine neue Energie erzeugt. Stattdessen wird vorhandene Wärmeenergie aus dem Erdinneren genutzt und beispielsweise in Heizenergie oder elektrische Energie umgewandelt.

Herkunft der geothermischen Wärme

Die Wärme im Erdinneren stammt hauptsächlich aus zwei Quellen:

- Restwärme aus der Entstehung der Erde
- Radioaktiver Zerfall von Elementen wie Uran, Thorium und Kalium im Gestein

Diese Prozesse erzeugen einen kontinuierlichen Wärmefluss aus dem Erdinneren zur Erdoberfläche.

Der globale natürliche Wärmestrom der Erde beträgt etwa:

≈ 47 Terawatt

Nutzung von Geothermie

Es gibt zwei grundlegende Formen der Nutzung:

Oberflächennahe Geothermie

Tiefe: etwa 50–400 m

Typische Nutzung:

- Wärmepumpen für Wohnhäuser
- Heizsysteme für Gebäude

Ein großer Teil der Energie stammt hierbei nicht direkt aus dem tiefen Erdinneren, sondern aus:

- gespeicherter Sonnenwärme im Boden
- Regenwasser
- saisonaler Erwärmung des Bodens

Der Untergrund wirkt dabei wie ein saisonaler Wärmespeicher.

Tiefe Geothermie

Tiefe: etwa 1–5 km

Typische Nutzung:

- Fernwärmenetze
- teilweise Stromerzeugung

Bei diesen Anlagen wird heißes Wasser aus tiefen Gesteinsschichten gefördert, die Wärme entnommen und das abgekühlte Wasser wieder in das Reservoir zurückgepumpt.

Funktionsweise der Geothermie (Schema)

graph BT
 A[Erdwärme im Gestein] --> B[Heisswasser Reservoir]
 B --> C[Förderbohrung]
 C --> D[Wärmetauscher]
 D --> E[Fernwärme Netz]
 D --> F[Stromerzeugung]
 G --> H[Injektionsbohrung]
 H --> G[Abgekühltes Wasser]
 H --> B

Dieses Schema zeigt den grundlegenden Kreislauf einer tiefen Geothermieanlage:

- Heisses Wasser wird aus einem tiefen Reservoir gefoerdert
- Die Waerme wird ueber einen Waermetauscher an ein Fernwaermesystem oder eine Turbine abgegeben
- Das abgekuehlte Wasser wird wieder in die Gesteinsschicht zurueckgepumpt
- Dadurch bleibt das Reservoir langfristig nutzbar

Grenzen der Geothermie

Geothermie ist keine unerschöpfliche Energiequelle.

Wenn dauerhaft mehr Wärme entzogen wird als aus dem umliegenden Gestein nachströmt, kann es zu einer lokalen Abkühlung des Reservoirs kommen.

Mögliche Folgen:

- sinkende Fördertemperaturen
- geringere Effizienz
- wirtschaftliche Probleme bei Fernwärmeprojekten

Bei oberflächennaher Geothermie kann der Boden um Erdsonden sogar unter 0 °C abkühlen, wodurch sich Eis im Boden bildet.

Energiefluss auf der Erde

graph TD
 A[Sonne Kernfusion] --> B[Sonnenstrahlung]
 B --> C[Erwärmung der Erde]
 C --> D[Atmosphäre und Temperaturunterschiede]
 D --> E[Windenergie]
 C --> F[Verdunstung Wasser]
 F --> G[Wasserkreislauf]
 G --> H[Wasserkraft]
 B --> I[Photosynthese]
 I --> J[Biomasse]
 K[Erdinneres radioaktiver Zerfall] --> L[Geothermie]

Diese Grafik zeigt die wichtigsten Energieflüsse im Erdsystem.

- Die **Sonne** ist die dominante Energiequelle fuer die meisten Energieformen auf der Erde.
- Sonnenstrahlung erzeugt Temperaturunterschiede in der Atmosphäre und damit **Wind**.
- Sie treibt den **Wasserkreislauf**, aus dem Wasserkraft entsteht.
- Durch **Photosynthese** wird Sonnenenergie in Biomasse gespeichert.
- **Geothermie** ist eine separate Energiequelle und stammt aus dem Erdinneren.

Physikalische Einordnung

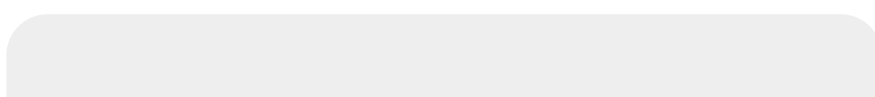
Die meisten sogenannten erneuerbaren Energien stammen indirekt von einer einzigen Quelle:

- der **Sonne**

Wind, Wasserkraft und Biomasse sind lediglich unterschiedliche Formen der Umwandlung von Sonnenenergie.

Geothermie ist eine Ausnahme, da ihre Energie aus dem **Waermestrom des Erdinneren** stammt.

Damit laesst sich das globale Energiesystem stark vereinfacht so zusammenfassen:



Sonne → Klima → Wind → Wasser → Biomasse →
 Energiegewinnung
 Erdinneres → Geothermie

Vergleich: fossile und erneuerbare Energiequellen

Energiequelle	Ursprung der Energie	Neubildung / Nachfluss	Bemerkung
Kohle	gespeicherte Sonnenenergie aus Urzeit	Millionen Jahre	fossiler Brennstoff
Erdöl	organisches Material aus Urmeeren	Millionen Jahre	fossiler Brennstoff
Erdgas	Zersetzung organischer Stoffe	Millionen Jahre	fossiler Brennstoff
Solarenergie	Kernfusion in der Sonne	kontinuierlich	sehr grosser Energiefluss
Windenergie	Temperaturunterschiede durch Sonne	kontinuierlich	indirekte Sonnenenergie
Wasserkraft	Wasserkreislauf durch Sonne	kontinuierlich	Niederschlag und Verdunstung
Biomasse	Photosynthese	Jahre bis Jahrzehnte	gespeicherte Sonnenenergie
Geothermie	Restwaerme + radioaktiver Zerfall im Erdinneren	kontinuierlicher Waermestrom	lokal begrenzt nutzbar

Der zentrale Unterschied liegt in der **Zeitskala der Neubildung**. Fossile Energietraeger entstehen ueber Millionen Jahre, waehrend Energiefluesse wie Sonne, Wind oder Erdwaerme kontinuierlich nachgeliefert werden.

Wichtige physikalische Kennzahlen

Groesse	Wert	Bedeutung
Natuerlicher Waermestrom der Erde	ca. 47 Terawatt	gesamte geothermische Energieabgabe der Erde
Weltweiter Energiebedarf der Menschheit	ca. 18 bis 20 Terawatt	gesamte primaere Energienutzung
Temperaturanstieg im Erdinneren	etwa 3 C pro 100 m	durchschnittlicher geothermischer Gradient
Typische Tiefe oberflaechennaher Geothermie	50 bis 400 m	Erdsonden fuer Gebaeudeheizung
Typische Tiefe tiefer Geothermie	1 bis 5 km	Fernwaerme oder Stromerzeugung
Maximale Entzugsleistung Erdsonde	ca. 40 bis 60 W pro Meter	Richtwert fuer Planung

Diese Kennzahlen zeigen, dass die Erde ein **sehr grosses geothermisches Energiepotential** besitzt, die technische Nutzung jedoch durch Geologie, Bohrtechnik und Wirtschaftlichkeit begrenzt

wird.

Technische Planung

Um solche Probleme zu vermeiden, werden Geothermieranlagen heute sorgfältig geplant.

Typische Maßnahmen:

- Simulation der Wärmeflüsse im Untergrund
- Begrenzung der Entzugsleistung pro Bohrmeter
- ausreichende Abstände zwischen Bohrungen
- teilweise thermische Regeneration im Sommer

Die entscheidende Bedingung für nachhaltige Nutzung lautet:

Wärmenachfluss aus dem Gestein \geq entnommene
Wärmeleistung

Einordnung des Begriffs „erneuerbar“

Der Begriff „erneuerbare Energie“ stammt aus der Energiewirtschaft und beschreibt Energiequellen, deren natürlicher Nachschub auf menschlichen Zeitskalen ausreichend groß ist.

Physikalisch gesehen wird jedoch keine Energie erneuert.

Geothermie ist daher eher zu verstehen als:

- Nutzung eines großen Wärmespeichers der Erde
- mit kontinuierlichem, aber begrenztem Wärmenachfluss

Fazit

Geothermie stellt eine bedeutende Energiequelle dar, deren Potential sehr groß ist. Sie ist jedoch nicht unendlich und muss ähnlich wie andere natürliche Ressourcen verantwortungsvoll und mit realistischen Erwartungen genutzt werden.

Physik Box: Häufige Denkfehler bei erneuerbaren Energien

Aussage	Physikalische Einordnung
Energie wird erneuert	Energie kann nicht erneuert werden. Nach dem Energieerhaltungssatz wird Energie nur umgewandelt.
Erneuerbare Energie ist unendlich	Keine Energiequelle auf der Erde ist unendlich. Auch Sonne und Geothermie liefern nur endliche Energieflüsse.
Geothermie ist ein unerschöpflicher Ofen	Geothermie nutzt einen grossen Waermespeicher mit begrenztem Nachfluss. Bei zu hoher Entnahme kann sich ein Reservoir lokal abkuehlen.
Wind und Wasserkraft sind eigene Energiequellen	Wind und Wasserkraft sind indirekte Formen der Sonnenenergie.
Mehr Anlagen liefern automatisch mehr Energie	Jede Energiequelle hat physikalische Grenzen, etwa durch Energiefluss, Geologie oder Flaechenbedarf.

Warum der Begriff trotzdem verwendet wird

Der Begriff **erneuerbare Energie** stammt nicht aus der Thermodynamik, sondern aus der Energiewirtschaft.

Gemeint sind Energiequellen, deren **natuerlicher Nachschub auf menschlichen Zeitskalen ausreichend gross ist**.

Beispiele:

- Sonnenstrahlung wird kontinuierlich nachgeliefert
- Wind entsteht durch staendige Temperaturunterschiede
- Wasserkraft wird durch den Wasserkreislauf gespeist
- Geothermie wird durch den Waermestrom des Erdinneren gespeist

Physikalisch präzise Formulierung

Erneuerbare Energien sind keine unendlichen Energiequellen, sondern Energiefluesse mit sehr grossem Potential, deren natuerlicher Nachschub auf menschlichen Zeitskalen ausreichend ist.

Damit bleibt der Energieerhaltungssatz vollstaendig erhalten und gleichzeitig wird erklart, warum diese Energieformen langfristig genutzt werden koennen.

From:

<http://wiki.nctl.de/dokuwiki/> - ☐ **Veni. Vidi. sudo rm -rf / vici.**

Permanent link:

<http://wiki.nctl.de/dokuwiki/doku.php?id=geothermie&rev=1772833624>

Last update: **06.03.2026 22:47**

