



**Energie,
die aus der Tiefe kommt**
Das Geothermie-
kraftwerk in Bruchsal

ewb Energie- und Wasserversorgung Bruchsal GmbH

Energie- und Wasserversorgung Bruchsal GmbH
Schnabel-Henning-Straße 1a
76646 Bruchsal
www.ewb-bruchsal.de

EnBW Energie Baden-Württemberg AG

Durlacher Allee 93
76131 Karlsruhe
www.enbw.com



Energie- und
Wasserversorgung
Bruchsal GmbH



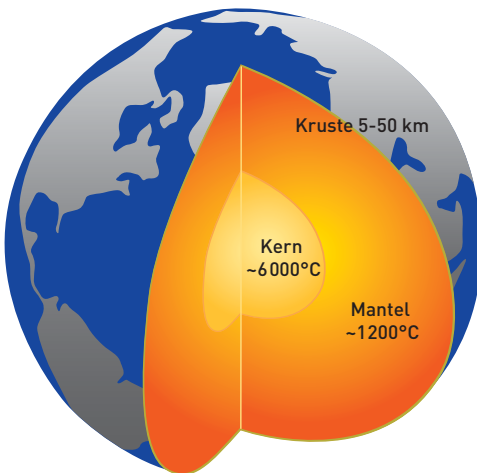
Energie
braucht Impulse

Energiequelle Erde

Etwa 99 % des Erdinneren sind heißer als 1000 °C. Der überwiegende Teil dieser Energie entsteht durch fortlaufende radioaktive Zerfallsprozesse im Erdmantel und in der Erdkruste – eine unerschöpfliche Wärmequelle, die es nutzbar zu machen gilt.

Die Temperatur der Erdkruste nimmt mit der Tiefe zu. Allerdings unterscheiden sich die Temperaturgradienten unterschiedlicher Regionen stark: In geologisch aktiven, durch Vulkanismus oder andere tektonische Aktivitäten geprägten Zonen sind die Temperaturen bereits in geringer Tiefe höher als der Durchschnitt. Dies ist beispielsweise in Island der Fall, wo seit langem Strom aus Erdwärme erzeugt wird.

Anders in Deutschland. Hier steigt die Temperatur der Erdkruste durchschnittlich um etwa 3 °C pro 100 Meter. Um für die geothermische Stromerzeugung ausreichend hohe Temperaturen zu erreichen, sind daher Bohrtiefen von mehreren 1000 Metern erforderlich. In einzelnen Regionen mit besonderen geologischen Bedingungen kann der Temperaturgradient jedoch deutlich höher ausfallen. Zu diesen Regionen zählt der Oberrheingraben, Standort des Bruchsaler Geothermiekraftwerks. Hier beträgt er rund 5 °C pro 100 Meter.



Im Inneren des Kraftwerks
(rechtes Bild)

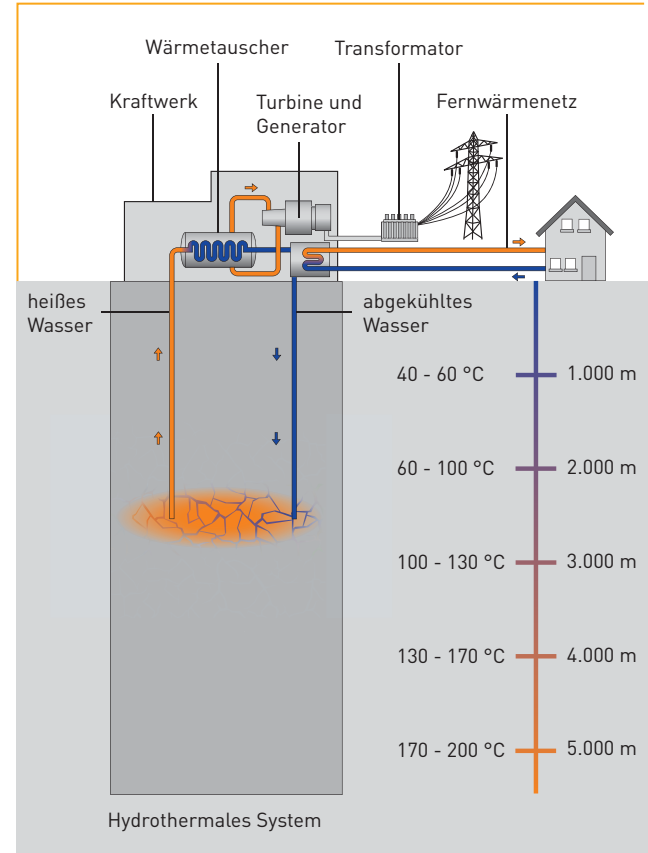


Bruchsal – geologische Besonderheit

Stromerzeugung aus Erdwärme basiert auf einem einfachen Prinzip: Wasser nimmt im Untergrund Wärme auf, wird an die Erdoberfläche gefördert und dort in einem speziellen Kraftwerk genutzt, um Turbinen anzutreiben und Strom zu erzeugen. Danach wird das Wasser zurück in die Tiefe geleitet, wo es erneut Wärme aufnehmen kann.

Den Standort Bruchsal zeichnet hierbei eine geologische Besonderheit aus: Man spricht hierbei von einem hydrothermalen System. In Deutschland haben hydrothermale Systeme einen Anteil von nur 4 % am gesamten geothermischen Potenzial. Die besondere Herausforderung in Bruchsal besteht im Umgang mit der großen Menge der im Thermalwasser gelösten Salze und Gase. Diese ist kennzeichnend für die im ganzen Oberrheingraben reichlich vorkommenden heißen Tiefenwässer. Mit der Geothermieanlage Bruchsal wird ein Meilenstein auf dem Weg zur Nutzung der Geothermie mit stark salz- und gashaltigem Thermalwasser erreicht.

Verfahren zur Energiegewinnung aus Erdwärme



Das Geothermiekraftwerk in Bruchsal

Das Geothermiekraftwerk in Bruchsal ist für eine elektrische Bruttoleistung von 550 kW ausgelegt. Damit können rund 1200 Haushalte mit Strom versorgt werden. Die jährliche CO₂-Einsparung gegenüber einem Kohlekraftwerk beträgt etwa 2300 Tonnen pro Jahr. Damit liefert die geothermische Anlage in Bruchsal einen aktiven Beitrag zur umweltfreundlichen Stromerzeugung.

Bereits in den 1980er Jahren wurden in Bruchsal zwei Tiefbohrungen abgeteuft und hydraulisch getestet. Dabei wurde Thermalwasser aus Gesteinsschichten des Buntsandsteins gefördert. Bei weiteren Versuchen in den Jahren 2002 bis 2005 gelang es, einen konstanten Förderstrom mit einer Temperatur von 120 bis 130 °C aufrecht zu erhalten. Damit war die Ergiebigkeit des sogenannten Dublettensystems, bestehend aus Förder- und Schluckbohrung, erwiesen. Aufgrund der viel versprechenden Ergebnisse wurde der Entschluss gefasst, ein Geothermiekraftwerk zu bauen.



Einbau der Thermalwasser-Förderpumpe

Seit der ersten Tiefbohrung in den 1980er Jahren wurden in Bruchsal umfangreiche Erfahrungen im Umgang mit den dort geförderten hoch mineralisierten Wässern gesammelt. Auch nach der Inbetriebnahme werden Fragestellungen zu Hydraulik, Hydrochemie sowie zur thermischen Beeinflussung des Untergrunds weiter erforscht. Ziel ist es, das Zusammenspiel zwischen dem hydrothermalen Untergrund und dem Kraftwerk besser zu verstehen und den Betrieb zu optimieren.



Umwälzpumpe Kalinakreislauf

Energieumwandlung im Kraftwerk

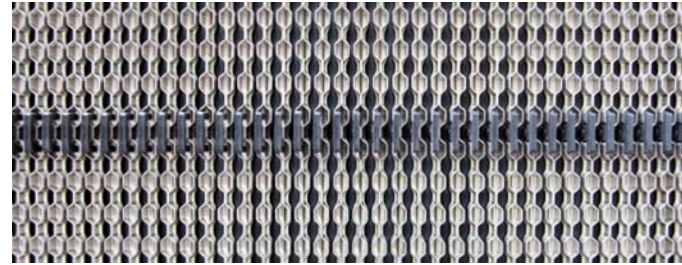
Um den Thermalwasserspeicher im Untergrund von Bruchsal zu erschließen, wurden eine 2500 Meter tiefe Förderbohrung und eine 1900 Meter tiefe Injektions- bzw. Schluckbohrung niedergebracht. In der Förderbohrung befindet sich in einer Tiefe von 400 Metern eine Thermalwasserpumpe, die das 120 °C heiße Thermalwasser zu Tage fördert. Im Dauerbetrieb sind das 24 Liter pro Sekunde.

Über eine Rohrleitung gelangt das Thermalwasser zum Kraftwerk und dient dort als Wärmequelle für den thermischen Kraftwerksprozess. Dabei gibt es einen großen Teil seiner Wärme über einen Wärmetauscher ab. Mit einer Temperatur von etwa 60 °C fließt es durch eine unterirdische Fernleitung zur 1,4 Kilometer entfernten Schluckbohrung, über die es wieder in die Erde zurück geleitet wird.

Die Energieumwandlung im Kraftwerk erfolgt nach dem „Kalina-Kreisprozess“: Das Thermalwasser gibt in einem Wärmetauscher seine Wärme an ein unter Druck stehendes Ammoniak-Wasser-Gemisch ab, das durch die Wärmeaufnahme verdampft. Anschließend entspannt das verdampfte Ammoniak-Wasser-Gemisch in einer Turbine und treibt diese dadurch an. Die Turbine ist mit einem Generator gekoppelt, der die Drehbewegung in elektrischen Strom umwandelt. Der entspannte Ammoniak-Wasser-Dampf verlässt die Turbine, wird durch Kühlwasser kondensiert, wieder auf Druck gebracht



Zentrale Leittechnik für die Kraftwerkssteuerung



Detailansicht eines Plattenwärmetauschers

und anschließend erneut dem Wärmetauscher zugeführt – der Kreisprozess ist geschlossen. Das Kühlwasser, das sich durch die Kondensation des Ammoniak-Wasser-Dampfes aufgeheizt hat, kühlt im Kühlturm ab.

Der Vorteil des Ammoniak-Wasser-Gemischs gegenüber reinem Wasser besteht darin, dass es unter dem Prozessdruck von rund 20 bar schon bei etwa 115 °C verdampft. Reines Wasser verdampft unter diesem Druck erst bei über 200 °C, also weit oberhalb der Temperatur des Bruchsaler Thermalwassers.

Durch die Wahl des Ammoniak-Wasser-Gemischs als Arbeitsmittel ist es somit möglich, mit vertretbarem apparativem Aufwand aus der vergleichsweise niedrigen Temperatur des Thermalwassers Strom zu erzeugen.



Plattenwärmetauscher im Geothermiekraftwerk Bruchsal

Kennzahlen der Anlage

Förderbohrung

abgeteuft	1984 / 1985
Tiefe	2 500 m u. GOK*
Ruhewasserstand	60 m u. GOK*
Abhängtiefe	
Thermalwasserpumpe	400 m

Schluckbohrung

abgeteuft	1983
Tiefe	1 900 m u. GOK*
Ruhewasserstand	60 m u. GOK*

*GOK=Geländeoberkante

Thermalwasser

Fördermenge	24 l/s
Vorlauftemperatur	120 °C
Rücklauftemperatur	60 °C
Betriebsdruck obertägig	22 bar
Thermische Leistung	5500 kW

Kalina Anlage

Arbeitsmedium	Wasser / Ammoniak
Elektrische Leistung	550 kW

