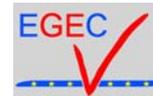


## Erneuerbare Energien und die Rest- wärmenutzung im Wärmemarkt der EU sowie Beispiele aus dem Bereich Thermische Unterspeicher

Dr. Burkhard Sanner

European Geothermal Energy Council, Brüssel



### Energiebedarf in der EU

2006 entfiel ein Anteil von 49 % am Endenergiebedarf der EU-27 auf Wärme

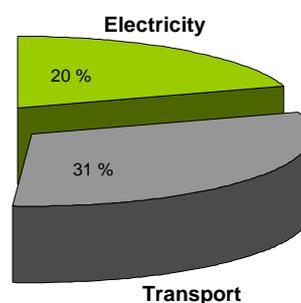
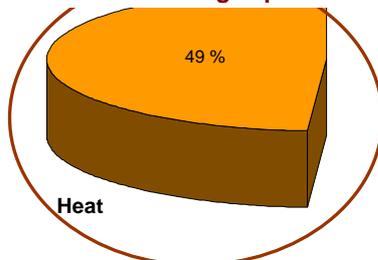
Der Anteil von Wärme am Endenergiebedarf betrug:

86 % in Haushalten

76 % in Gewerbe, Dienstleistung und Landwirtschaft

55 % in der Industrie.

Anwendung von Geothermie und  
thermischen Energiespeichern



European Geothermal Energy Council

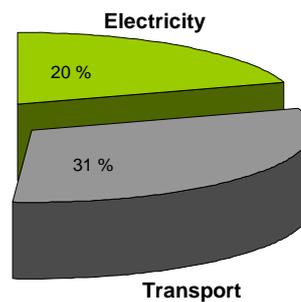
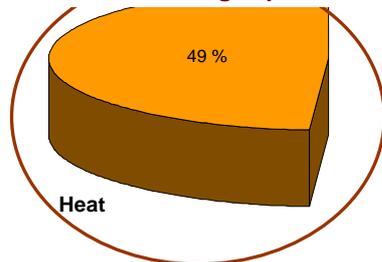


## Energiebedarf in der EU

Gemäß der Entscheidung des EU-Gipfels vom März 2007 soll ab 2020 ein Anteil von 20 % am Endenergiebedarf der EU aus Erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden (18 % in DE).

Die Richtlinie 2009/28/EG, seit Juni 2009 in Kraft, bildet den politischen Rahmen für die Erreichung dieses Zieles.

### Anwendung von Geothermie und thermischen Energiespeichern



European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Richtlinie 2009/28/EG

### EU-Richtlinie zur Förderung Erneuerbarer Energien

- Basiert auf der Entscheidung „20/20/20 bis 2020“ des EU-Frühjahrgipfels 2007
- Entwurf der EU-Kommission im Januar 2008 veröffentlicht
- Einigung zwischen Parlament, Ministerrat und Kommission im Dezember 2008
- Veröffentlichung im OJ vom 5. Juni 2009
- Jetzt müssen die Mitgliedsländer bis Ende Juni 2010 „National Renewable Energy Action Plans“ an die EU einreichen, dazu gibt es eine verbindliche Vorlage: Entscheidung der EU-Kommission C(2009) 5174-1 vom 30.6.2009



European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Richtlinie 2009/28/EG

### EU-Richtlinie zur Förderung Erneuerbarer Energien

#### Tabelle aus der NREAP-Vorlage

#### Wärme (Tabelle 11)

	2005	2010	2011	2012	...	2019	2020
Geothermal (excluding low temperature geothermal heat in heat pump applications)					<b>Werte in Ktoe</b>		
Renewable energy from heat pumps:					...		
- of which aerothermal							
- of which geothermal							
- of which hydrothermal							



European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Richtlinie 2009/28/EG

### EU-Richtlinie zur Förderung Erneuerbarer Energien

Eine guter Text bedurfte viel Unterstützung durch das EU-Parlament, nationale Parlamente und Regionen



European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Weitere EU-Richtlinien

**Energy Performance in Buildings Directive  
(Gebäude-Energieeffizienz-Richtlinie, Neufassung)  
Beschluss des EU-Parlaments vom 18.5.2010**

Thermische Energiespeicher werden nicht ausdrücklich genannt, sie sind aber implizit erforderlich.

Für neue Gebäude, und nach Möglichkeit auch für bestehende, sollen nämlich folgende Techniken zum Einsatz kommen:

- (a) Dezentralisierte Energieversorgungsanlagen auf Basis Erneuerbarer Energien
- (b) Kraft-Wärme-Kopplung
- (c) Fern- oder Nahwärme und -kälte, besonders wenn sie vollständig oder teilweise auf Erneuerbaren Energien basiert
- (d) Wärmepumpen.



European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## European Technology Platform

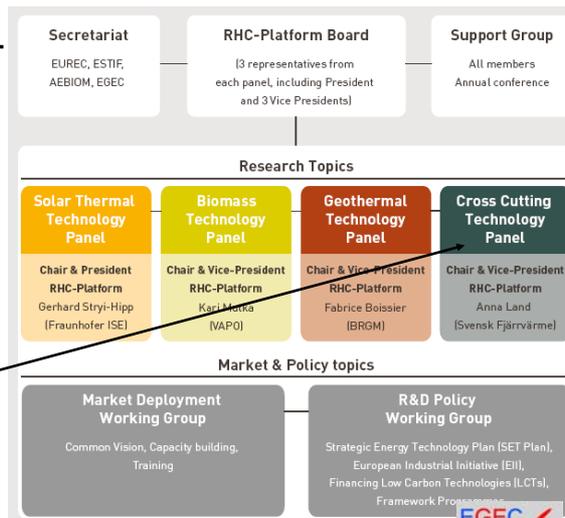


**RHC** Renewable Heating & Cooling  
European Technology Platform

Die Plattform für Heizen und Kühlen mit Erneuerbarer Energie besteht seit Mitte 2009 und wird primär von den Verbänden für Solarthermie, Biomasse und Geothermie getragen.

Panel zu Cross Cutting Technologies

[www.rhc-platform.org](http://www.rhc-platform.org)



European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Cross-Cutting Technologies



**Querschnittstechniken (Cross-Cutting Technologies) ermöglichen, Unverträglichkeiten zwischen verschiedenen Energiequellen und der Anwendungsseite zu überwinden:**

Renewable Energy Sources	Examples of problems and CCT solutions	Heat demand in buildings and industry
Solar Thermal Biomass Heat Geothermal Heat  (in addition: aerothermal, hydrothermal)	<b>Time of peak RES yield is different from peak heat/ cold demand: Heat or Cold Storage</b>  Source requires large capacity installation, demand is in smaller units (e.g. buildings): <b>District Heating and Cooling</b>  Temperature levels of source and demand do not match: <b>Heat Pumps</b>  Required capacity, temperature and reliability cannot be met with one RES alone: <b>Hybrid Systems</b>	<b>Buildings:</b> - Space heating (in colder season) - Space cooling (in warmer season) - DHW (all year) - Swimming pools etc.  <b>Industry:</b> - continuous demand - batch processes with intermittent demand - seasonal processes (e.g. sugar refinery)

(von der ETP-RHC Conference in Bilbao, 23.-24.2.2010)

**European Geothermal Energy Council**



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Cross-Cutting Technologies



### Thermal Energy Storage

**Storage systems can be required for daily demand-supply matching and for seasonal demand-supply mismatch for thermal energy needs.**

**The goal is to make an effective use of all thermal energy harvested by renewable heat production technologies.**

- **For solar thermal energy this implies to increase the solar fraction of the solar collector from 50% to 100%.**
- **For biomass boilers and heat pumps, heat storage leads to longer running time (reduced emissions and higher efficiency)**
- **Integrating effective heat storage capabilities in district heating system both enhances system performance and increases the operational cost effectiveness.**

(von der ETP-RHC Conference in Bilbao, 23.-24.2.2010)

**European Geothermal Energy Council**



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Querschnittstechnologien



### Thermische Energiespeicher

Speichersysteme können für kurzzeitiges (tägliches) Anpassen von Angebot und Bedarf sowie für saisonale Ungleichgewichte in Angebot und Nachfrage nach thermischer Energie erforderlich sein.

Ziel ist es, die gesamte, aus Erneuerbaren Quellen gewonnene thermische Energie effizient zu nutzen.

- Für Solarthermie bedeutet diese einen Anstieg des Solaranteils von Kollektoranlagen von 50% auf 100%.
- Für Biomassekessel und Wärmepumpen führt Wärmespeicherung zu längeren Laufzeiten (höhere Effizienz)
- Integration von Wärmespeichern in Fernwärmesysteme verbessert die Systemeffizienz und spart Betriebskosten

(von der ETP-RHC Conference in Bilbao, 23.-24.2.2010)



European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Leitbild der ETP-RHC



Die ETP-RHC hat ein gemeinsames Leitbild ("Common Vision") verabschiedet, das im Entwurf im Februar 2010 vorgestellt wurde.

Danach könnte sich der Beitrag der Erneuerbaren Energien zum EU-Energiemarkt

- mit ausreichender FuE-Unterstützung, um das Potential der einzelnen Technologien voll zu entfalten,
- mit Verfügbarkeit der Querschnittstechnologien, die Unvereinbarkeiten in Angebot und Nachfrage ausgleichen können,
- mit Einrichtung der nicht-technischen Begleitmaßnahmen,

bis zum Jahr 2050 ...

(von der ETP-RHC Conference in Bilbao, 23.-24.2.2010)

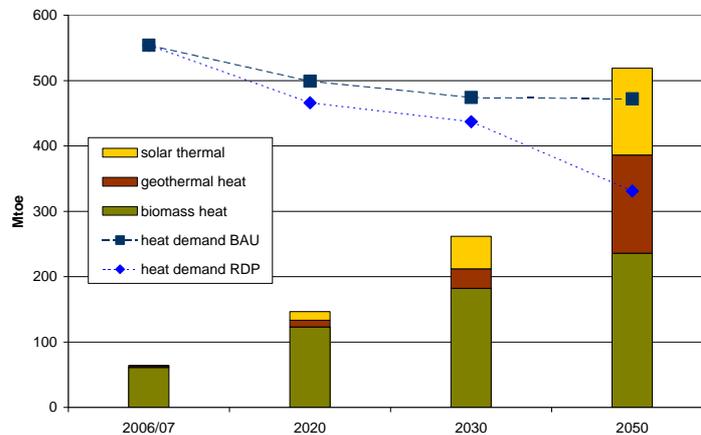


European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Leitbild der ETP-RHC

... zu mehr als 100 % des Wärme- und Kältebedarfs addieren !



(von der ETP-RHC Conference in Bilbao, 23.-24.2.2010)

European Geothermal Energy Council



## Thermische Energiespeicher

### Politische Wahrnehmung:

- Energie aus Speichern kommen in den Statistiken nicht vor (bei Primärenergiebetrachtung fallen sie als Verluste auf, bei Endenergie als Teil des Versorgungssystems)
- Jeder weiß, dass Speicher "irgendwie wichtig" sind, für alle Energieformen – kaum jemand kann genau den Beitrag und die Stellung von Speichern im Energiemarkt beschreiben
- Speicher haben keine eigene Lobby (wie z.B. die Erneuerbaren Energien), sondern werden von anderen "miterledigt"
- FuE zu Speichertechniken wird durchaus gefördert, da objektiv sehr gut begründet werden kann, wozu sie benötigt werden – für das Photo beim Politikerbesuch eignen sie sich aber weniger...

European Geothermal Energy Council



## Thermische Energiespeicher

### Einteilung:

- Kurzzeitspeicher – Langzeitspeicher
- Temperaturniveau des Speichers, von Kälte bis zu Hochtemperatur
- Speichertechnik (sensibel, latent/Phasenwechsel, Sorptionsprozesse, chemische Prozesse)
- SpeichergroÙe und Leistung

Für technische Aspekte: IEA ECES Implementing Agreement

European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Thermische Untergrundspeicher

- Langzeitspeicher
- Temperaturniveau bis ca. 70 °C
- Speichertechnik sensibel (latent bei Eisbildung)
- Große Speicher

Zur Erschließung des Untergrund gibt es drei Möglichkeiten:

ATES: Nutzung des Grundwassers als Wärmeträger (Brunnen)

BTES: Nutzung des Gesteins (und GW) über Erdwärmesonden

CTES: Wassergefüllte Kavernen (auch Bergwerke)

European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Thermische Aquifer-Energiespeicher

Liste  
früher  
Projekte

Jahr	Projekt
1960er Jahre	einige große ATES in China (Shanghai, Changzou)
1974	Univ. Neuchâtel, CH, kleines Aquifer-Experiment
1976	Auburn Univ., Al., USA, Aquifer-Experiment
Bildung der Modellierungsgruppen in Berkeley, USA, und Lund, Sweden	
1982	"SPEOS", Lausanne-Dorigny, CH, ATES-Experiment Yamagata Univ., Yonezawa, J, ATES-Experiment Hørsholm, DK, high temperature ATES-Experiment Univ. Minnesota, St. Paul, USA, HT-ATES-Experiment Hokkaido Rehabily, Sapporo, J, ATES, Heizen Univ. Alabama, Tuscaloosa, USA, ATES, Kühlen
1983	224 flats, Aulnay-sous-bois, F, ATES, mit Wärmepumpen
1985	Scarborough Ctr., Toronto, CAN, ATES, Heizen und Kühen
1987	Plaisir-Thiverval-Grignon, F, HT-ATES-Experiment Head Office SAS, Frösundavik, S, ATES, Heizen und Kühlen Perscombinatie, Amsterdam, NL, ATES, Kühlen
1991	Utrecht Univ., Utrecht, NL, HT-ATES

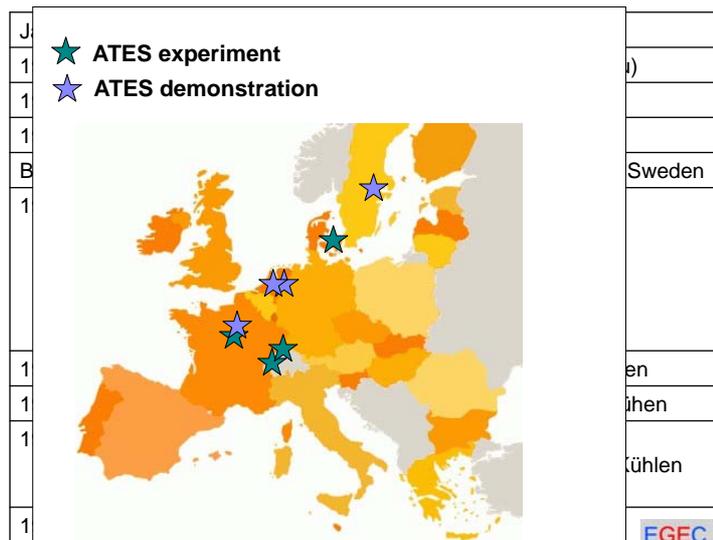


European Geothermal Energy Council

www.egec.org

## Thermische Aquifer-Energiespeicher

Liste  
früher  
Projekte



European Geothermal Energy Council

www.egec.org

## Praktische Beispiele

Thermische Untergrundspeicher existieren in:

- den Niederlanden verbreitet als Kältespeicher (meist ATES)
- Schweden (vor allem in Schonen, aber auch in Eskern bzw. mit Erdwärmesonden im Raum Stockholm)
- Belgien (Kältespeicher für Bank, Hospital etc.)
- weitere in Deutschland, Kanada, China, etc.



ATES-Kältespeicher für das KLINA-Hospital, Braschaat, Belgien



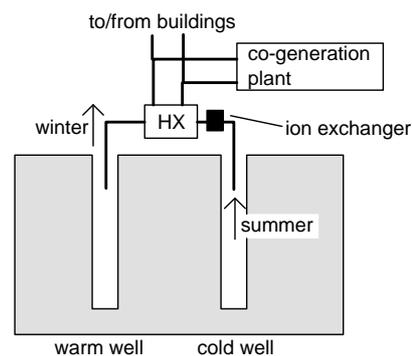
European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Praktisches Beispiel aus den Niederlanden

Campus „De Uithof“ der Universität Utrecht

- 2 Brunnen je 260 m tief, in 70 m Abstand
- Fließrate beim Beladen 100 m<sup>3</sup>/h, beim Entladen 50 m<sup>3</sup>/h
- Zwei BHKWs mit 3.8 and 4.0 MW
- Wasser wird bis zu 90 °C erwärmt
- Gespeicherte Wärme (von BHKW) bis zu 950 kW<sub>th</sub>
- Wärmenutzung im Winter ca. 2.6 MW<sub>th</sub>
- in Betrieb von 1991 bis 2000

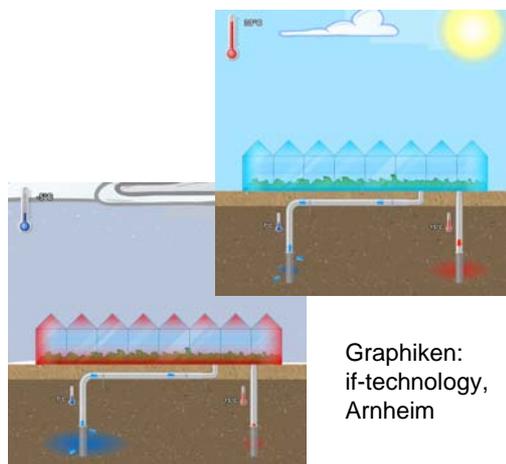


European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Praktisches Beispiel aus den Niederlanden

### ATES-Anwendungen in Gewächshäusern



Graphiken:  
if-technology,  
Arnhem



European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Praktisches Beispiel aus den Niederlanden

Es gibt alleine rund 500 ATES-Systeme in den Niederlanden

- meist relativ flach
- meist zur Speicherung von Kälte oder Niedertemperatur-Wärme



Prins-van-Oranje-Halle, Messe Utrecht, ATES für Kühlung im Sommer und Vorheizung der Zuluft im Winter

European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Praktisches Beispiel aus Deutschland

### Gebäude des Deutschen Bundestags in Berlin



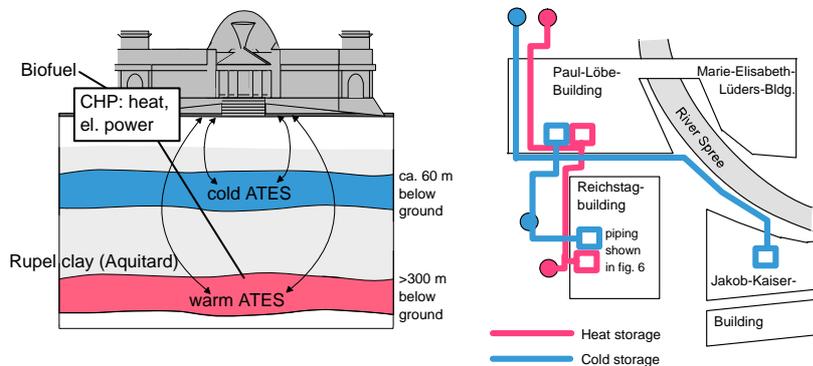
European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Praktisches Beispiel aus Deutschland

### Gebäude des Deutschen Bundestags in Berlin

Zwei Aquiferspeicher of verschiedenen Ebenen,  
für Kälte (oben) und Wärme (unten)



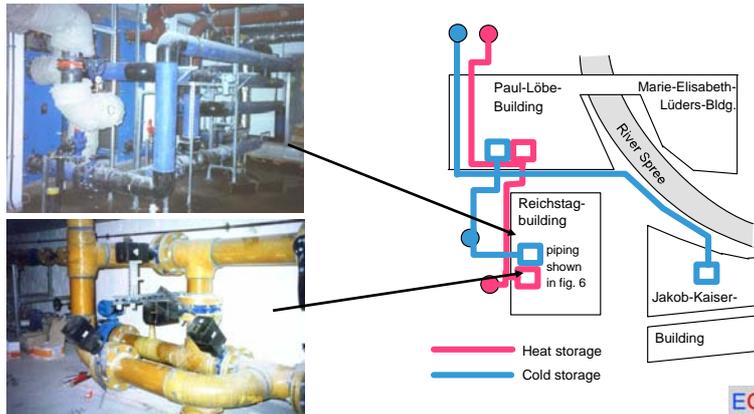
European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)



## Praktisches Beispiel aus Deutschland

Gebäude des Deutschen Bundestags in Berlin  
Zwei Aquiferspeicher of verschiedenen Ebenen,  
für Kälte (oben) und Wärme (unten)



European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Erkundung der Untergrundeigenschaften

TRT-Geräte aus verschiedenen Ländern

Schweden



Deutschland



Finnland

Spanien



Schweiz



Griechenland

European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Erschließung des Untergrunds Bohrgeräte aus verschiedenen Ländern



Deutschland



Portugal



Ungarn



Schweiz



Schweden



Rumänien

European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Thermische Untergrundspeicher

Zusammenfassung der Erfahrungen:

- Speicherung thermischer Energie in Grundwasser und Gestein ist generell möglich
- Die Speichereffizienz kann nach einigen Jahren (Zyklen) zufriedenstellend sein
- Probleme hauptsächlich bei den oberirdischen Anlagenteilen (z.B. zu hohe Rücklauftemperaturen)
- Die meisten hydrochemischen Probleme im Untergrund können bei Temperaturen unter 100 °C beherrscht werden
- Niedertemperatur- und Kältespeicher können bereits wirtschaftlich sein und sind in einigen Ländern erfolgreich auf dem Markt.

European Geothermal Energy Council



[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Thermische Untergrundspeicher

Erwartungen für die Zukunft:

- Niedertemperatur-Untergrundspeicher werden verstärkt angewendet werden
- Hochtemperaturspeicher in tiefen Aquiferen benötigen weitere FuE und Erfahrungen aus neuen Projekten; besonders hydrogeologische Probleme müssen untersucht werden
- Die Anwendung von Hochtemperaturspeichern sind vielfältig, besonders für Restwärmenutzung
- Temperaturen über 100 °C können auf sichere und wirtschaftliche Weise nicht verwendet werden.



European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Beispiel für neuen ATES in Deutschland: Bonn



**Grundwasser-  
Wärmepumpe  
mit 6 Brunnen**



Graphiken:  
BonnVisio - Bonner Bogen



European Geothermal Energy Council

[www.egec.org](http://www.egec.org)

## Beispiel für neuen ATES in Deutschland: Bonn



**Grundwasser-Wärmepumpe  
mit 6 Brunnen**

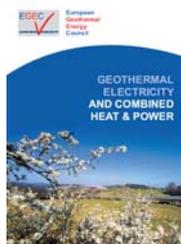
Graphiken:  
BonnVisio - Bonner Bogen

**European Geothermal Energy Council**



[www.egec.org](http://www.egec.org)

**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerk-  
samkeit !**



**Mehr Information:  
[www.egec.org](http://www.egec.org)**

**European Geothermal Energy Council**



[www.egec.org](http://www.egec.org)