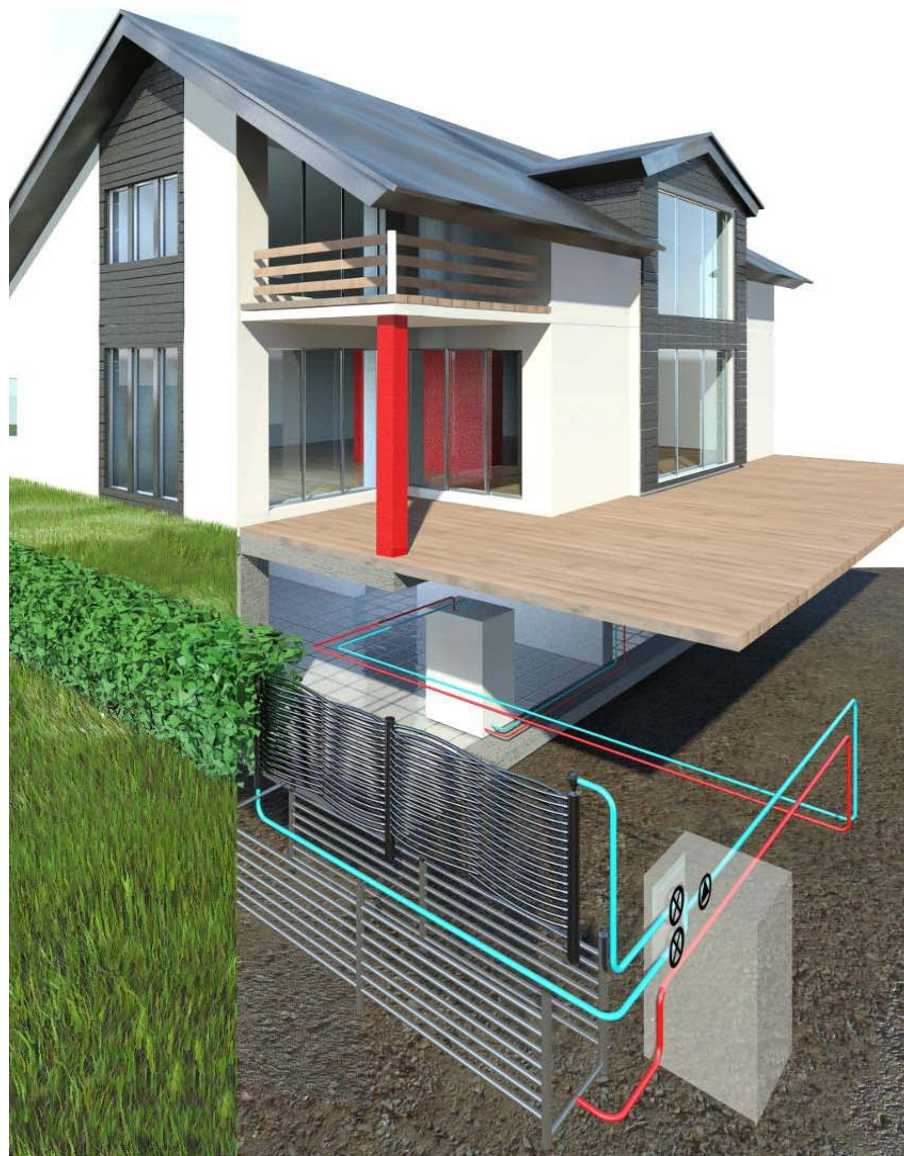


## Technische Beschreibung

### Energiezaun 6 KW Kälteleistung

Februar 2012

[www.schlemmer-ecotech.com](http://www.schlemmer-ecotech.com)



<b>Technische Beschreibung Wellschlauch</b>	3
<b>Technische Beschreibung Sammler- und Verbindungsrohre</b>	4
<b>Allgemeines</b>	5
<b>Akkumulierung</b>	6
<b>Einbauanleitung</b>	7
<b>FAQs</b>	8 – 11

<b>Material:</b>	PE 100, erwartete Betriebsfähigkeit von über 100 Jahren nach DIN EN ISO 9080
<b>Wandstärke:</b>	1 mm ± 0,2 mm, 92g Material pro Meter
<b>Thermische Leitfähigkeit:</b>	$\frac{0,38 \text{ W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$ (Material), $\frac{38 \text{ W}}{\text{K}}$ (Wellschlauch)
<b>Wärmeübergang (ideal):</b>	$\frac{6 \text{ W}}{\text{K} \cdot \text{lfdm. Schlauch}}$
<b>Temperaturbeständigkeit:</b>	- 30°C bis 70°C
<b>Chemikalienbeständigkeit:</b>	gegen Ethylenglykol (Frostschutzmittel), Salzlösungen, Säuren, Basen, Speiseöle, Fette
<b>Druckbeständigkeit:</b>	PN6
<b>Betriebsdruck:</b>	zwischen 0,5 und 1 bar
<b>UV- Beständigkeit Wellschlauch:</b>	mind. 15 Jahre nach DIN 53384/53386
<b>Länge Wellschlauch (m) Grabenkollektoren:</b>	2 x 160 m = 320 m
<b>Länge Wellschlauch (m) Energiezaun:</b>	160 m
<b>Innen-/Aussendurchmesser:</b>	20 mm/25 mm
<b>Füllvolumen Wellschlauch:</b>	0,38 l/m
<b>Gesamtfüllvolumen:</b>	216,5 Liter
<b>Stabilität:</b>	hohe mechanische Belastbarkeit, Materialmindestfestigkeit 10,0 MPa, eingeschränkte Beständigkeit gegen Schneidwerkzeuge

<b>Material:</b>	PE 100
<b>Längenausdehnungskoeffizient:</b>	$\frac{0,2 \text{ mm}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
<b>Außendurchmesser:</b>	50 mm
<b>Wandstärke:</b>	2,9 mm
<b>Temperaturbeständigkeit:</b>	- 30°C bis 70°C
<b>UV-Beständigkeit:</b>	mind. 15 Jahre nach DIN 53384/53386
<b>Druckbeständigkeit:</b>	PN16
<b>Chemikalienbeständigkeit:</b>	gegen Ethylenglykol (Frostschutzmittel), Salzlösungen, Säuren, Basen, Speiseöle, Fette
<b>Verbindung Zaun - Leitung zur Wärmepumpe:</b>	Mit Klemmfittings nach DIN 8076-3. Alternativ sind folgende Schweißverfahren möglich: Heizelementstumpfschweißen, Heizwendelschweißen/ Elektromuffenschweißen.
<b>Druckprüfung der Verbindungsrohre:</b>	Bei Schlemmer vollzogene Schweißverbindungen werden mit 5 bar abgedrückt und auf eine Dauer von 12 h mit 2,5 bar beaufschlagt.

<b>Wärmeentnahme aus der Erde:</b>	$\frac{20 \text{ W}}{\text{lfdm. Wellschlauch}}$
<b>Wärmeentnahme aus der Luft:</b>	$\frac{15 \text{ W}}{\text{lfdm. Wellschlauch}}$
<b>Kälteleistung:</b>	<p>Leistungsberechnung des <u>Energiezauns</u>:</p> $\frac{15 \text{ W}}{\text{lfdm. Wellschlauch}} * 160 \text{ m} = 2,4 \text{ kW}$ <p>Leistungsberechnung der <u>beiden Grabenkollektoren</u>:</p> $\frac{20 \text{ W}}{\text{lfdm. Wellschlauch}} * 320 \text{ m} = 6,4 \text{ kW}$ <p>Energiezaun und Grabenkollektoren können zusammen genutzt werden, für die Auslegung wird aber nur die Leistung der Grabenkollektoren berücksichtigt, da bei sehr niedrigen Außentemperaturen der Energiezaun nicht durchströmt wird, um höhere Soletemperaturen zu ermöglichen.</p>
<b>Ungeeignete Böden:</b>	<p>Wenn bei massivem Lehm- und Tonboden durch stärkere Erwärmung die Feuchtigkeit ausgetrieben wird, bildet sich eine stark isolierende Schicht, welche auch keine Feuchtigkeit zurückfließen lässt. Bei Lehmböden wird Basaltkies zum Verfüllen dringend empfohlen.</p> <p>Trockene Böden besitzen eine zu geringe Wärmeleitfähigkeit und Speicherkapazität.</p>
<b>Speicherkapazität des Erdakkus:</b>	<p>Je nach Füllung des Speichermaterials:</p> <p>Wasser: 1,16 kWh/K*m<sup>3</sup>  Feuchtes Erdreich: 0,73 kWh/(K*m<sup>3</sup>)  Kies/Sand (trocken): 0,52 kWh/(K*m<sup>3</sup>)  Basaltkies (trocken): 0,70 kWh/(K*m<sup>3</sup>)  ...</p>

**Akkumulierung:**

Um den Erdspeicher zu laden wird bei einer Außen-temperatur, die höher ist als die Speichertemperatur, Wärme vom Energiezaun in den Boden übertragen.

Zur Berechnung der Speicherfähigkeit, des von den Grabenkollektoren eingeschlossenen und direkt umgebenen Erdreiches, wird ein Bereich von 8 m Länge, 3 m Breite und 3 m Tiefe angenommen. Somit beträgt das Volumen des Erdreiches 72 m<sup>3</sup>.

Bei Abkühlung unter den Gefrierpunkt und der daraus resultierenden Aggregatzustandsänderung von Wasser in Eis kann 80mal mehr Energie entzogen werden als bei einer „normalen“ Abkühlung um 1 Grad.

Rechenbeispiel:

absolute Bodenfeuchte: 35 %,  
 Bodenvolumen: 72 m<sup>3</sup>,  
 spez. Wärmekapazität feuchter Boden: 0,73 kWh/(K\*m<sup>3</sup>),  
 Umwandlungsenergie Wasser-Eis: 92,2 kWh/m<sup>3</sup>;  
 spez. Wärmekapazität trockene Bodenbestandteile: 0,52 kWh/(K\*m<sup>3</sup>),  
 spez. Wärmekapazität Eis: 0,53 kWh/(K\*m<sup>3</sup>).

Wird dem Boden Wärme entzogen, gibt er von 5° C bis 0° C 263 kWh ab:

$$\frac{0,73 \text{ kWh}}{\text{K} \cdot \text{m}^3} \cdot 72 \text{ m}^3 \cdot 5 \text{ K}$$

Bei der vollständigen Vereisung des Wasseranteiles werden 2.324 kWh freigesetzt:

$$\frac{92,2 \text{ kWh}}{\text{m}^3} \cdot 72 \text{ m}^3 \cdot 35 \%$$

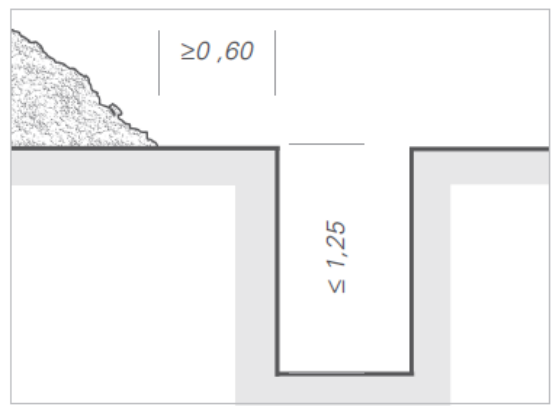
Beim weiteren Wärmeentzug von 0 °C auf -5 °C können noch einmal 188 kWh entnommen werden:

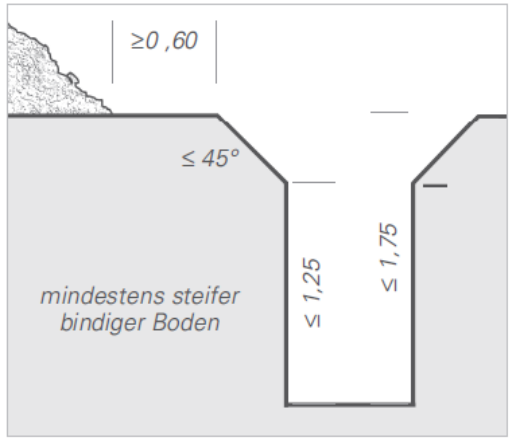
$$\left( \frac{0,52 \text{ kWh}}{\text{K} \cdot \text{m}^3} \cdot 72 \text{ m}^3 \cdot 65 \% \cdot 5 \text{ K (Feststoffe)} \right) + \left( \frac{0,53 \text{ kWh}}{\text{K} \cdot \text{m}^3} \cdot 72 \text{ m}^3 \cdot 35 \% \cdot 5 \text{ K (Eis)} \right)$$

Insgesamt können so 2.775 kWh entzogen werden, das reicht dann für 462 Stunden Dauerentzug von 6 kW. Für „normale“ oberflächennahe Geothermie wäre diese Betrachtung nutzlos, da dort dem Boden nur einmal diese Energie entzogen werden kann bzw. die entzogene Energie nur sehr langsam nach fließt. **Beim Schlemmer System wird dieser „Erdakku“ immer wieder aktiv regeneriert.**

<b>Schritt 1</b>	Entnehmen Sie den Grabenkollektor aus der Verpackung.
<b>Schritt 2</b>	Rollen Sie den Kollektor aus, messen die Länge und lassen Sie den Kollektor der Länge nach ausdehnen.
<b>Schritt 3</b>	Die Grube des Erdakkus soll folgende Maße haben: Länge (Länge der Kollektoren plus 1 m) Breite (Abstand der Kollektoren plus 0,2 m = 1 m) Tiefe (1,75 m).
<b>Schritt 4</b>	Im Beipack befinden sich Distanzhalter mit Steckverbindern zur Installation der Kollektoren (im Abstand von 80 cm).
<b>Schritt 5</b>	Auf die Steckverbinder der Distanzhalter wird oben ein weiteres Distanzstück von 90 cm aufgesteckt. Hierauf werden die jeweiligen Pfosten des Energiezaunes gesteckt. Der Pfosten mit seinem Überhang von 10 cm wird in die zu verdichtende Erde eingebracht.
<b>Hinweis 1</b>	Es ist dringend zu beachten, dass das umgebene Erdreich der Grabenkollektoren Wasser gut aufnehmen und speichern kann. Ist dieses nicht der Fall, so muss ein „eigenes Biotop“ angelegt werden.
<b>Hinweis 2</b>	Bei einem „eigenen Biotop“ wird der Graben mit einer Teichfolie ausgeschlagen und, nachdem die Grabenkollektoren eingebracht und auf Dichtheit überprüft wurden, mit Basaltsplit von 1-3 mm Körnung, oder einem ähnlichen Material mit hoher spezifische Speicherfähigkeit, angefüllt. Die Größe der Teichfolie muss so bemessen sein, dass sie nach oben wieder eingeschlagen werden kann. Das Füllvolumen sollte im genannten Fall 6 m <sup>3</sup> betragen. Ein kurzes, mit eingebrachtes Drain Rohr, dient dem Einfüllen von Wasser und der Pegelstandskontrolle.
<b>Hinweis 3</b>	Erst durch das Wasser im gefüllten Graben ist eine optimale Leistungsübertragung auf den Grabenkollektor gewährleistet.

<b>Bis zu welchen Temperaturen kann man Energie aus dem Erdakku entnehmen?</b>	Der Erdakku ist so ausgelegt, dass er bei einer Temperatur von - 15 °C bis zu 500 Stunden ausreichend Energie für die Wärmepumpe liefert. Bei einer Laufzeitleistung von 35 % wird die Wärmepumpe für ca. 60 Tage mit Energie versorgt, bevor über den Zaun nachgeladen werden muss.  Die meiste Zeit des Jahres beträgt die Temperatur im Erdakku 5 °C bis 15 °C.
<b>Muss das Erdreich feucht sein?</b>	Von großer Bedeutung ist die Wärmeleitfähigkeit des Erdreiches. Diese ist vor allem vom Wassergehalt abhängig.
<b>Was kann man bei trockenem Erdreich tun?</b>	Aufbau eines Biotops um den Erdspeicher, welches mit Wasser gefüllt wird. Abgrenzung zum restlichen Erdreich durch Verwendung einer Teichfolie.
<b>Wie und wo werden Sensoren zur Überwachung und Kontrolle angebracht?</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. am Rücklauf des Energiezauns</li> <li>2. zwischen den beiden Grabenkollektoren</li> <li>3. an der Sole-Vorlaufleitung von der Wärmepumpe zum Energiezaun</li> </ol>
<b>Wie viel Wärmeenergie nimmt das Zaunelement pro Stunde auf?</b>	Abhängig vom Wärmebedarf der Wärmepumpe. Ist die Wärmepumpe permanent in Betrieb nimmt sie, bei 6 kW Kälteleistung, entsprechend 6 Kilowattstunden Wärmeenergie pro Stunde auf.
<b>Welches Füllmedium empfehlen wir?</b>	Ethylenglykol-Wasser-Gemisch (Antifrogen N, L, Glykosol N).
<b>Wie viel kostet die Sole für den Zaun/Liter?</b>	Für eine Füllung (Zaun plus insgesamt 20 m Zuleitung plus Wärmepumpenfüllung) werden etwa 233 Liter benötigt. Bei 34 % Glykolanteil der Füllmenge entstehen Kosten von etwa 500,-€ (mit Antifrogen N).
<b>Prüfungen/Normen</b>	Alle werkseitigen Verbindungselemente werden kurzzeitig mit einem Spitzendruck von 5 bar beaufschlagt und nach einer Dichtheitskontrolle bei 2,5 bar mindestens 12 h gelagert. Der Betriebsdruck sollte im Arbeitsbereich zwischen 0,5 und 1 bar liegen. Prüfprotokoll wird 10 Jahre archiviert.

<p><b>Welche Zulassungen haben die Verbindungs- und Sammelleitungen?</b></p>	<p>DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V., Branchenverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft).</p>
<p><b>Wird ein Solepumpenset benötigt (Solepumpe, Ausdehnungsgefäß, Sicherheitsgruppe)?</b></p>	<p>Ja.</p>
<p><b>Was passiert, wenn das System im Betrieb undicht wird?</b></p>	<p>Ein Druckwächter schlägt Alarm und das Leck muss gesucht werden. Für diesen Fall ist die Sole eingefärbt, um austretende Flüssigkeit von Kondenswasser unterscheiden zu können. Sind die Grabenkollektoren von der Teichfolie umgeben, ist keine Kontamination des Bodens möglich.</p>
<p><b>Muss der Graben während der Baumaßnahme gegen Einstürzen gesichert werden?</b></p> 	<p>Der kleine Graben für die Zuleitungen muss nur bei losem Erdreich gegen Einstürzen gesichert werden. Das ausgehobene Material sollte nicht näher als 1 m vom Graben entfernt abgelegt werden.</p> <p>Bei der Grube für die Grabenkollektoren werden 1,25 m Tiefe überschritten. Dafür sieht die DIN 4124 Sicherungsmaßnahmen, wie z.B. Teilböschungen, vor.</p>

<p><b>Wieviel muss ausgehoben werden?</b></p> 	<p>Bei einer Tiefe von 1,75 m empfiehlt sich eine Teilböschung, d.h. ab 1,25 m vom Boden der Grube an wird schräg, in einem Winkel von <math>45^\circ</math> die Kante entfernt. Hinzu kommt ein Sicherheitsabstand zur Aufschüttung des Bodenaushubs von mindestens 60 cm zur neu entstandenen Kante.</p> <p>Dann ergibt sich bei einer Länge von 6 m, einer Breite von 1 m und einer Tiefe von 1,75 m der Aushub des Bodenmaterials von <math>10,5 \text{ m}^3</math> (nur für den Graben). Dazu kommen von der umlaufenden Böschung noch etwa <math>1,5 \text{ m}^3</math>.</p> <p>Der Aushub für die Zuleitungen richtet sich danach, was als kleinster Löffel für den Bagger zur Verfügung steht. Bei einem 35 cm breiten Löffel entsteht bei einer Aushubtiefe von 0,9 m für 10 m Zuleitung ein Aushub von <math>3,1 \text{ m}^3</math>.</p> <p>Insgesamt ergibt sich bei den genannten Bedingungen ein Gesamtaushub von <math>15,1 \text{ m}^3</math>.</p>
<p><b>Wie wird der Graben in der Praxis verfüllt?</b></p>	<p>Der Graben sollte mit Basaltsplit und die obersten 40 -50 cm mit dem vorher entnommenen Bodenmaterial verfüllt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass sich keine spitzen oder scharfkantigen Steine direkt am Schlauch befinden (Vermeiden von Punktlast - Abstand mindestens 10 cm). Empfohlen wird das Ausschlagen der Grube mit einer Teichfolie, da so Wasser besser gehalten werden kann und dadurch die Leit- und Speicherfähigkeit des Erdakkus erhöht wird.</p>
<p><b>Besteht die Möglichkeit das System im eingebauten Zustand zu befüllen / entleeren?</b></p>	<p>Das Befüllen funktioniert einfach: Wenn Sole eingepumpt wird, füllt sich zuerst der untere Teil, dann der obere. Die Luft im Zaun entweicht über den Entlüfter. Vollständige Entleerung ist nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren möglich, wenn ein tieferes Niveau als das des Erdspeichers (Kellerraum) vorhanden ist.</p> <p>Der Bereich des Zauns lässt sich (über den Vorlauf für die Grabenkollektoren) nahezu problemlos entleeren. Zurück bleiben Kleinstmengen an Sole in den Wellschläuchen.</p>

<b>Muss der Graben seitlich und nach unten isoliert werden?</b>	Nein. Das würde den Wärmestrom zu den Kollektoren unterbrechen. Bei Verwendung einer Isolierung über den beiden Grabenkollektoren wird eindringender Frost abgehalten und die direkte Interaktion mit dem darüberliegenden Boden reduziert.
<b>Werden Vor- / Rücklaufleitungen isoliert?</b>	Nur wenn sie weniger als 0,7 m von anderen Versorgungsleitungen entfernt sind. Vor- und Rücklaufleitungen nehmen auf ihrem Weg zum und vom Energiezaun direkt Energie aus dem Erdreich auf.
<b>Wie sind Zu- / Ablaufleitungen ausgeführt?</b>	PE Standard Glattröhre, Außendurchmesser 32 mm.
<b>Kann das System nach dem Einbau abgedrückt werden?</b>	Der Energiezaun wird nach der Installation abgedrückt, um eventuelle Beschädigungen durch die Montage zu erkennen.
<b>Wie sind Verbindungselemente ausgeführt?</b>	Die Vor- und Rücklaufrohre sowie die Verbindungsrohre werden mit Klemmfittings verbunden oder geschweißt.
<b>Ist eine Isolierwanne möglich?</b>	Wenn rundherum isoliert wird, funktioniert nur noch der in der Wanne eingeschlossene Boden als Akku. Das restliche umgebende Erdreich wird thermisch abgetrennt. Die Wanne müsste dann entsprechend größer dimensioniert werden.
<b>Wie weit sind die Grabenkollektoren voneinander entfernt?</b>	Die Grabenkollektoren haben einen Abstand von ca. 0,8 m.
<b>Sind auch Wellschläuche für Vor- und Rücklaufleitungen möglich?</b>	Prinzipiell sind Wellschläuche, vom Material und der Druckbeständigkeit her, einsetzbar. Sie können aber nicht problemlos geschweißt oder mit Klemmfittings verbunden werden. Wir empfehlen daher den Einsatz von Glattröhren.

## **Der Energiezaun**

**Die Antwort auf steigende Heizkosten**

- **Gut für den Geldbeutel**
- **Gut für die Natur**
- **Gut für ein gemütliches Zuhause - bei jedem Wetter**

Schlemmer ecotech  
Gruber Straße 48  
85586 Poing/Germany

Phone +49/(0)8121 / 804-0  
Fax +49/(0)8121 / 804-113

[info@schlemmer-ecotech.com](mailto:info@schlemmer-ecotech.com)  
[www.schlemmer-ecotech.com](http://www.schlemmer-ecotech.com)