



energie depot

## Innovative Energiespeicherung Großvolumige Wärmespeicher



Energieworkshop, Dresden

01.12.2014

**Dipl.-Ing. Rolf Förster**  
Europäischer Energiemanager (IHK)

energie depot  
Energiespeicher + Komponenten aus Kunststoff

ed energie.depot GmbH  
Heidestraße 70  
01454 Radeberg

[www.energie-depot.com](http://www.energie-depot.com)

energie depot  
Energiespeicher + Komponenten aus Kunststoff





## Worüber reden wir?

...über Energie...also über Strom...

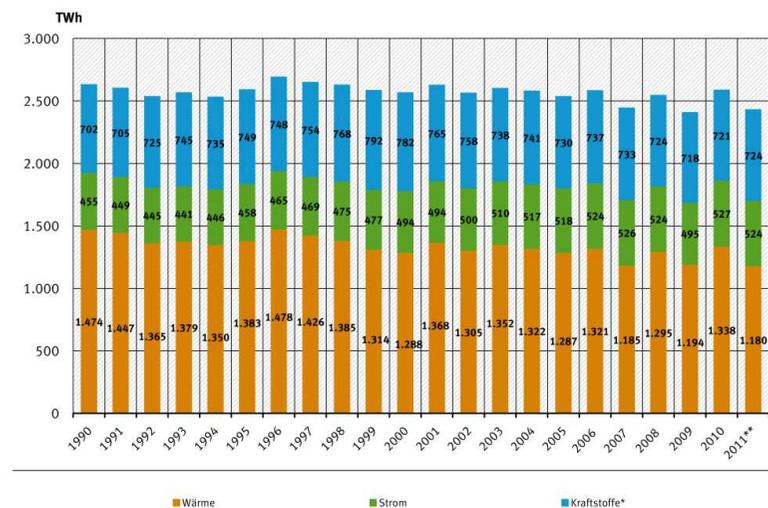
Aber auf der Nordhalbkugel ist Energie zu...

## 50% Wärme (Raum- und Prozesswärme)

20% Strom

(30% Kraftstoff)

Anteile von Strom, Wärme, Kraftstoffe am Endenergieverbrauch



\* nur fossile und biogene Kraftstoffe

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Auswertungstabellen zur Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2011, Stand 09/2012



## In Afrika????

...reden natürlich erst recht alle von Strom, wozu über Wärme?

Aber...

-Trinkwasser

hygienisch erwärmen?

Prozesswärme?

-Kühlung

Lebensmittel,..

-Klimatisierung

Tourismus,

wachsender Lebensstandard,...





## Die Stromerzeugung

Wirkungsgrad  $\eta_{\text{ges}} = \text{Erzeugung} \times \text{Transport} \times \text{Lokalnetz} \times \text{Verbraucher}$

<b>konventionelles Kraftwerk:</b>	<b>~30%</b>
<b>Kernkraftwerk:</b>	<b>~35%</b>
<b>Wasserkraftwerk:</b>	<b>50...90%</b>
<b>PV:</b>	<b>15...25%</b>

**Zeitraum**

**Kosten**

**Nachhaltigkeit**

**Umweltverträglichkeit**

**Verlässlichkeit der Partner**

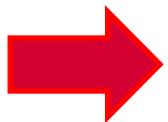




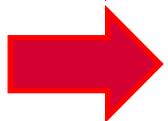
**Aus Strom Wärme (Kälte)?**

**Großprojekte sind notwendig.**

**Aber geht's auch effektiv, schnell, preiswert,  
nachhaltig und umweltverträglich?**



**überschaubare, dezentrale Projekte**



**Verbindung „made in Germany“ mit Wertschöpfung vor Ort**



**Solar ist ein Muss.**



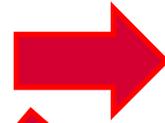
## Solare Energieerzeugung

Solarthermie	PV zentral	PV dezentral
Wärme für Heizung und WW	Strom Einspeisen	Strom Eigenverbrauch
500...800 W/m <sup>2</sup> ↓ Flächenbedarf	100 W/m <sup>2</sup> ↑↑ Flächenbedarf	120 W/m <sup>2</sup> ↑ Flächenbedarf
Wärme-Speicher	Wechselrichter	Strom-Speicher (+Überkapazität als Wärme speichern)
Eigennutzung	Netzeinspeisung	Eigennutzung
Unabhängig	Abhängig	Unabhängig



## Überall gilt:

Strom erzeugen

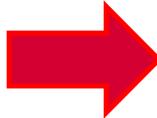


Strom nutzen



Intelligente Lösungen

Wärme erzeugen



Wärme (Kälte) nutzen

- Effektiv
- Schnell
- Preiswert
- Überschaubar
- Nachhaltig



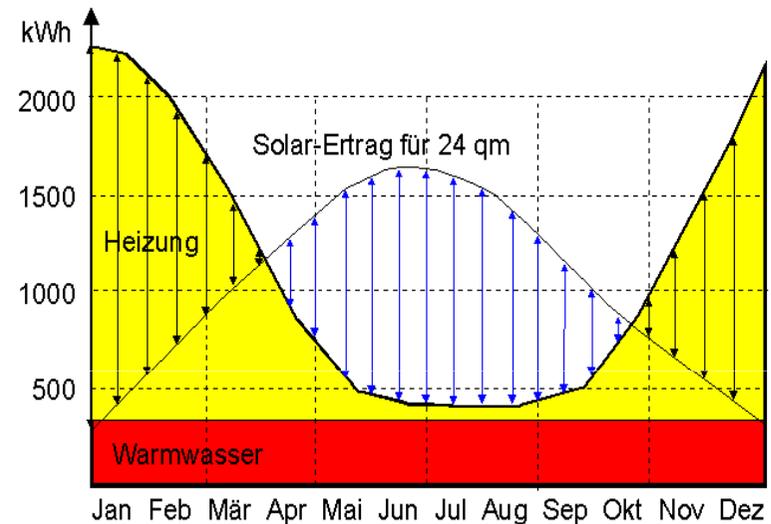
Lösung = Speichertechnologie + simple Technik





## Warum Speichern?

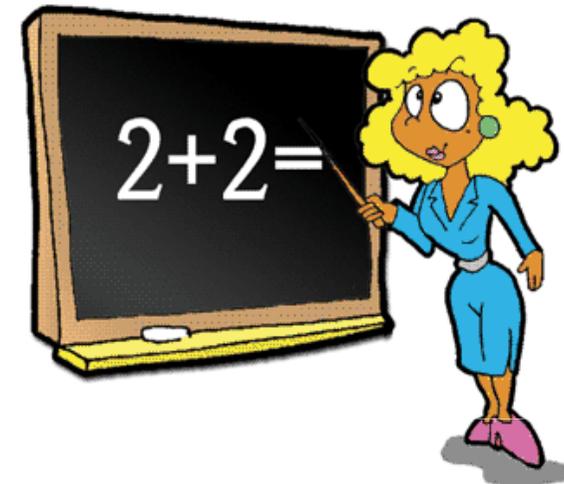
- **Vorrat schaffen**
- **Zeiten überbrücken**  
(Tag/Nacht – Wochen – Sommer/Winter)
- **Technologien forcieren**





## Vorgehen

- **Ist-Stand und Verbrauchsverhalten analysieren**
- **Zielfunktionen/Anforderungen definieren**
- **Technik/Speicher konfigurieren**





## Beispiel Ist-Zustand +...

Die gängige Praxis...

EFH mit FEWO Zinnwald: Gaskessel 35 kW, Trinkwasserboiler 300 ltr.

**Gebäude:** Dachfläche 30m<sup>2</sup>  
Kellerraum: LxBxH = 2,5m x 2m x 2,10m  
kleinste Tür: BxH = 0,80m x 1,80m



**Wunsch:** Kollektorfläche: min. 20 m<sup>2</sup>  
Speichervolumen: min. 150 l/m<sup>2</sup> > 3.000 Liter



## Variante 1

**Standardbehälter Stahl:**  $V = 3.070$  Liter; Gewicht = 350 kg  
 $\varnothing = 1,50\text{m}/1,60\text{m}$ ;  $H = 1,90\text{m}/2,10\text{m}$   
Oberfläche  $A_O = 12,5 \text{ m}^2$



### Besonderheiten:

1.: Bauarbeiten: -Dach öffnen/  
mehrere Räume übereinander?  
-Giebelwand öffnen?

2.: Kranleistung

3.: Montage (isolieren, Platz umlaufend)

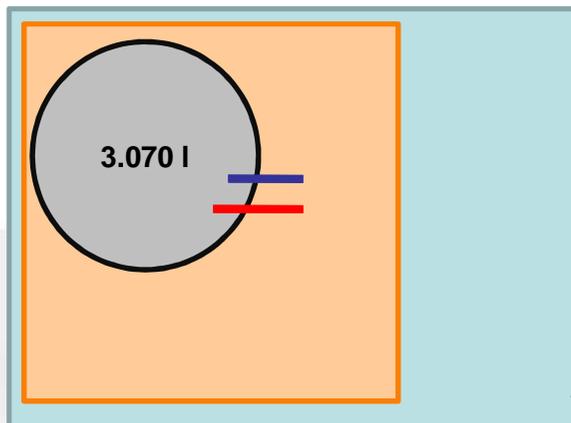
4.: Druckhaltung für  $\Delta V = 136$  ltr.

5.:  $V : A_O = 1 : 4$

> **Machbarkeit**

> **Kosten Bau**

> **Kosten Montage**





## Variante 2



**Standardbehälter Stahl:**  $V=700$  Liter; Gewicht=130 kg  
 $\varnothing=0,70\text{m}/0,85\text{m}$ ;  $H=1,92\text{m}/2,10\text{m}$ , Kippmaß=2,01m  
 $V_{\text{ges}}: 4 \times 700 \text{ l} = 2.800$  Liter  
 $A_{\text{O}} = 4 \times 4,0 \text{ m}^2 = 16 \text{ m}^2$

### Besonderheiten:

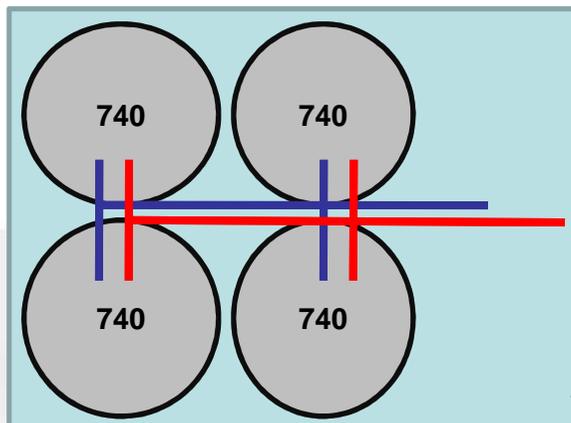
- 1.: 4 x Verknüpfen (Hydraulik/Steuerung)
- 2.:  $V : A_{\text{O}} = 1 : 6$

**>eigentlich zu klein**



oft wird Kollektorfläche verkleinert

**>künftige Lösung bleibt unter den Erwartungen**





## Variante 3

### GFK-Wärmespeicher von energie.depot: WärmeHamster©

$V=4.300 \text{ l}$ ;

Gewicht gesamt: 200kg,

größtes Einzelteil: 50 kg

$\varnothing=1,75\text{m}/2,00\text{m}$ ;  $H=1,80\text{m}/2,0\text{m}$

$A_0 = 12 \text{ m}^2$



### Besonderheiten:

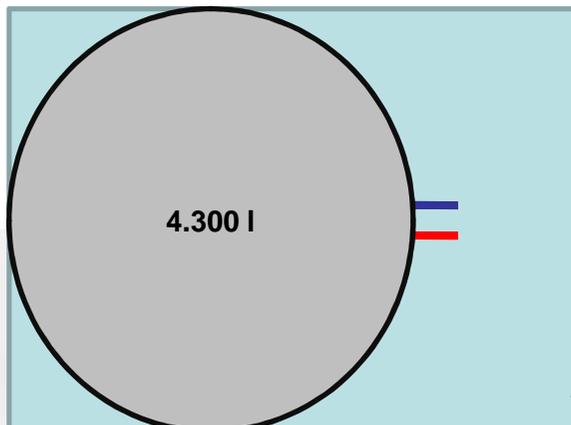
- 1.: Glasfaserkunststoff
- 2.: vor-Ort-Montage
- 3.: drucklos (Wärmetauscher Heizkreis, aber kein Ausdehnungsgefäß)

4.:  $V : A_0 = 1 : 2,85$

>Größe variabel

>Raum genutzt

>keine Bauarbeiten





## Beispiel ....+ Lösung



EFH mit FEWO Zinnwald: 27m<sup>2</sup> Hochleistungsdoppelglaskollektoren, Gasterme 6...18 kW  
4.300-Liter-**WärmeHamster**©



## Warum Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK)

- geringes Gewicht
- selbst isolierend >Wärmeleitfähigkeit:  $\lambda_{\text{GFK}} = 0,15 \dots 0,3 \dots 0,7 \text{ W/m}^*\text{K}$   
 $\lambda_{\text{St}} = 48 \dots 50 \text{ W/m}^*\text{K}$
- flexibel zu verarbeiten
- korrosionsbeständig
- temperaturbeständig (90...95°C)
- alterungsbeständig
- chemikalienbeständig





## Und so geht´s...

- **Baukastenprinzip: Montage vor Ort**
- **variable Abmessungen**
- **keine Einbringbeschränkung/kein Kippmaß**
- **kein MAG für Speichervolumen**
- **optimale Schichtung**

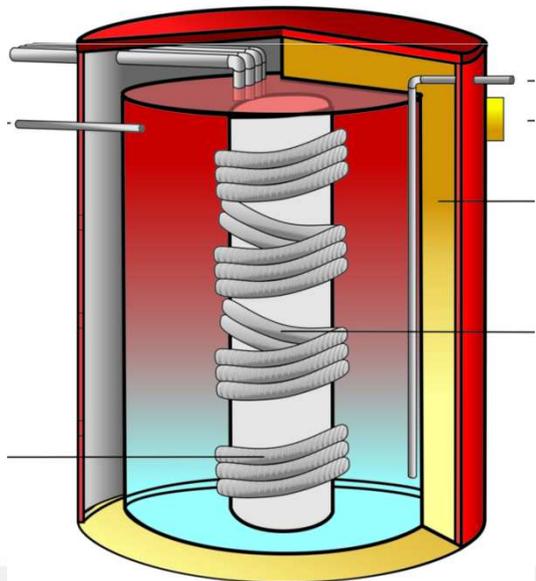




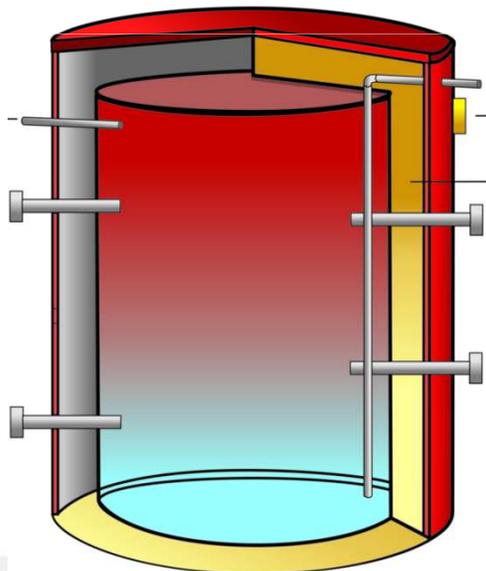
**Maße:** H = ... 1,50 ... 5,00 m (frei wählbar)  
Ø = ... 1,00 ... 5,00 m (frei wählbar)  
V = ... 800 l ... 50.000 l

**Ausstattung:** projektbezogen

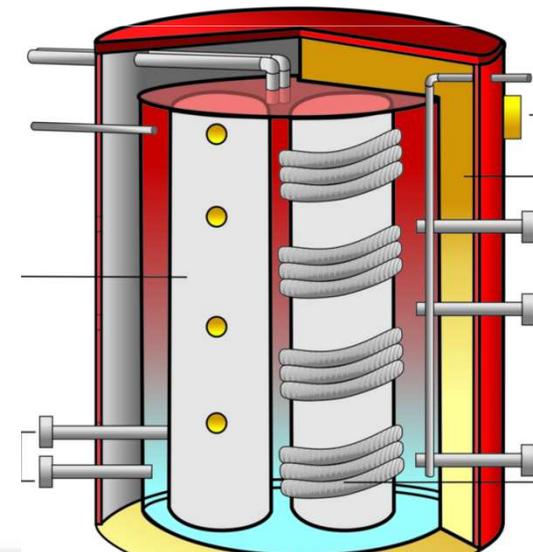
**Energieeintrag:** Solar, Biomasse, BHKW,... Wärmerückgewinnung



interne Wellrohrwärmetauscher



Flanschanschlüsse für  
externe Wärmetauscher



Schichtenlader + Flansche  
+ interne Wellrohrtauscher





## Unter dem Dach...

Bürohochhaus: ABSA Bank  
Johannesburg, South Africa  
V = 12.000 l  
2 x Wärmepumpe je 55 kW  
1 x Durchlauferhitzer 96 kW  
Warmwasser für Küchen, Toiletten





## Beispiele



Bayreuth, Eigenheim mit Wärmepumpe, Solar und 2.200-ltr.-Speicher oval im Gewölbe



## Kein Platz im Haus? Dann-unterirdisch!



Mehrfamilienhaus Cottbus/Dreifertstraße;  
Fernwärme, 40m<sup>2</sup> Röhrenkollektor,  
4.000 ltr.-Speicher, unterirdisch





...oder draußen...



Oelsnitz/Vogtland:  
Wärmerückgewinnung Kunststoffverarbeitung 1 MW, 30.000 ltr.-Speicher



## Beispiele



Spezipack, Klingenberg: Produktionsabwärme > 2 Kältemaschinen je 39,5kW, Heizung Büro/Sozial im 2-Schicht-Betrieb mit 10.000-Liter-WärmeHamster©





## Beispiele: Aquatum Radolfzell

**Erstes Nullenergie-Hochhaus der Welt**

**Radolfzell / Bodensee**

**Umgestaltung** eines ehemaligen Wasserturmes mit einer Höhe von 48 m innerhalb eines Demonstrationsvorhabens der BR Deutschland zu einem multifunktionalen Gebäude:



**Abb. 025** Architekten-Entwurf Nullenergiehochhaus Radolfzell  
(Quelle: Foto: energiedepot Radeberg 2012)

Eckdaten:

40 m<sup>2</sup> Vakuumröhrenkollektoren

9,5 m<sup>3</sup> GFK-Wärme-Speicher (drucklos)

28 kW Wasser-Wasser-Wärmepumpe

6 kW Windkraft

54 kWp PV





## Forschung und Entwicklung

# Der Modulare Rechteckwärme- speicher aus Faserverbundwerkstoffen GFK

**energie depot**  
Energiespeicher + Komponenten aus Kunststoff



Testaufbau vor dem Gebäude



Transport im montiertem Zustand

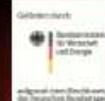
### Entwicklungsziele unserer neuen WärmeHamster<sup>®</sup>-Serie

- Speichervolumina: 3 ..... 35 m<sup>3</sup>
- Optimale Raumausnutzung durch Quadergeometrie
- Vor-Ort-Montage von innen, begehbar
- Baukasten aus 4 Integralmodulen (»LEGO«), jedes Einzelmodul passt durch jede gängige Tür und Treppenquerschnitt
- Vollkunststoffspeicher mit U-Wert < 0,11 W/m<sup>2</sup>K verkörpert alle Leichtbauregeln
- Betriebstemperatur: 95°C
- Diffusionsdichtheit
- Schichtung bei geringer Höhe und großer Grundfläche
- Steigerung der Energieeffizienz um mind. 20% bei mind. Preisgleichheit zu heutigen Hochleistungs-konzepten.

Ausgezeichnet auf der IENA 2013 Nürnberg  
Zum Patent angemeldet Akz. DE10 2012 020 448,5

**Modulares System  
Vor-Ort-Montage von innen**

**energie depot**  
Energiespeicher + Komponenten aus Kunststoff



ARGE:  
ed energie.depot GmbH, Radeberg  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. Berthold Knauer, VKA Schönbrunn  
TU Ilmenau, FG Thermo- und Magnetofluidynamik, Ilmenau

[www.energie-depot.de](http://www.energie-depot.de)



## Schlussfolgerungen

1. **Einfache, dezentrale Lösungen:  
effizient, schnell, preisgünstig; nachhaltig**
2. **Solar: Wärme für Wärme,  
Strom für Strom!**
3. **Solarenergie in Verbindung mit intelligentem Speicher  
= einzige wirkliche Unabhängigkeit!  
>Gilt für Wärme genauso wie für Strom!**
4. **Konzept erstellen, nicht 0-8-15**
5. **Kosten Investition + Kosten Betrieb = Entscheidung!**



## Die Frage ist: Wie kann's gehen?



Effizienz als Leitbild



# energie depot

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**

**energie depot**  
Energiespeicher + Komponenten aus Kunststoff

ed energie.depot GmbH  
Heidestraße 70  
01454 Radeberg

[www.energie-depot.com](http://www.energie-depot.com)

