



# HLUG-Seminar Erdwärme 2013

**Notwendigkeit der bestmöglichen Planung  
und Ausführung von  
Erdwärmesondenanlagen vor dem  
Hintergrund steigender Energiepreise**



Der Einbruch der Verkaufszahlen für Wärmepumpen (auch Luftwärmepumpen) wird erwartet.

Ursache: Liegt vermutlich weniger an den verschärften behördlichen Anforderungen als an den gestiegenen Energiepreisen.

=> Gegenstand des Vortrags

Folge: Es besteht die Notwendigkeit, Erdwärmesondenanlagen bestmöglichst zu planen.

Im Jahr 2000 wurde auf dem Grundstück des Verfassers in Taunusstein eine Erdwärmepumpe (EWP) eingerichtet.

Sondenanlage:

2 Erdwärme-Doppel-U-Entzugssonden Typ EWSI 4x32 UL 32-25 HSS, 41 + 57 m vertikal, Wärmeträgermittel 30% Ethanol, vergällt. Grundwasser bei ca. – 35 m. 2



## Technische Daten

### Wärmepumpe:

IVT-Greenline E 5

Leistungswerte:

B0/W35: 1,3 kW / 5,5 kW, COP 4,2;

B0/W45: 1,5 kW/5,2 kW, COP 3,5

In 2000 gab es keine verbindlich vorgeschriebenen Wärmemengenzähler.  
Die von der EWP generierte Wärmemenge ist nicht zu ermitteln.  
=> Die Jahresarbeitszahl (**JAZ**) wird mit 3,5 abgeschätzt.

Nach dem Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare Energien-Wärmegesetz - EEWärmeG, BGBl I Nr. 36, 18.08.2008, S. 1658-1665) müssen moderne Wärmepumpen über einen Wärmemengen- und Stromzähler verfügen. Mit deren Hilfe muss die Berechnung der Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe ermöglicht werden.

# Ökonomischer Vorteil der EWP



In den ersten Jahren der Erdwärmennutzung fiel der ökonomische Vorteil gegenüber konventionellen Heizungen deutlich zugunsten der EWP aus:

In den vergangenen Jahren sind die Strompreise übermäßig gegenüber anderen Energieträgern gestiegen.

Ursache: Erneuerbare-Energien-Gesetz\* ...?

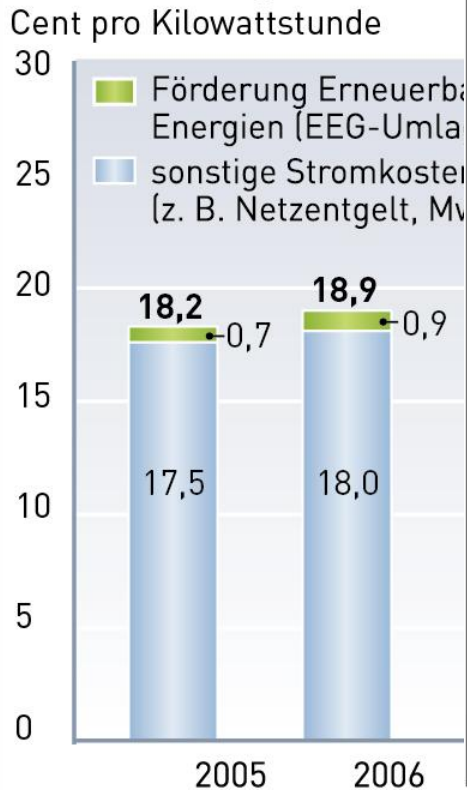
Preise in €/kWh \ Jahr	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Heizöl EL	2,7	4,1	3,8	3,5	3,6	4,1	5,4	5,9	5,9	7,7	5,3	6,5	8,1	9	9
Erdgas	3,4	3,9	4,8	4,5	4,8	4,8	5,3	6,3	6,5	7,1	7	6,4	6,6	6,9	6,8
Holzpellets (5 to, 50 km)				3,7	3,7	3,6	3,6	4,4	4,2	3,9	4,7	4,7	4,9	4,9	5,5
Erdwärme JAZ 3,5	2	2,4	2,7	2,7	3	3,2	3,6	3,8	3,9	4,3	4,5	5	5,2	5,4	6,2
EEG-Umlage		0,2	0,25	0,3	0,41	0,58	0,68	0,88	1,02	1,12	1,31	2,05	3,53	3,59	5,28
Strom (Sondertarif excl. Grundpreis)	6,5	8	8,9	9,2	9,74	10,4	11,5	12,1	12,4	14	14,6	15,9	17,34	17,95	20,61
Strom (Sondertarif incl. Grundpreis)	7,1	8,5	9,4	9,6	10,6	11,2	12,6	13,3	13,5	15	15,8	17,5	18,2	18,8	21,6
Haushaltsstrom (Normalpreis)	16	14,9	15,4	16,1	16,9	17,5	18,2	18,9	20,2	21,4	22,7	23,4	25,1	26	27

Energiepreisentwicklung 1999 – 2013. Quellen: Heizöl, Erdgas, Haushaltsstrom = BMWI; Holzpellets = C.A.R.M.E.N; Strom Sondertarif = Eigene Abrechnungen

\*(EEG, 25.10.2008, BGBl. I S. 2074)

....Faktisch sind auch die sonstigen Stromkosten gestiegen, so dass das EEG nicht der alleinige Preistreiber ist

## Entwicklung der H... Die Förderung Erneuerb...



Quellen: BMWi, ÜNB, IfnE, BDEW, eigene Berechnungen; Stand: 10/2010

## Entwicklung der Haushaltsstrompreise 2007-2013

Die Förderung Erneuerbarer Energien kann den Gesamtanstieg der Strompreise nicht erklären.

Cent pro Kilowattstunde



Quellen: BDEW, BNetzA, ÜNB, Verivox, eigene Berechnungen und Abschätzungen; Stand: 2/2013

\*Prognose

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



\*Schätzung

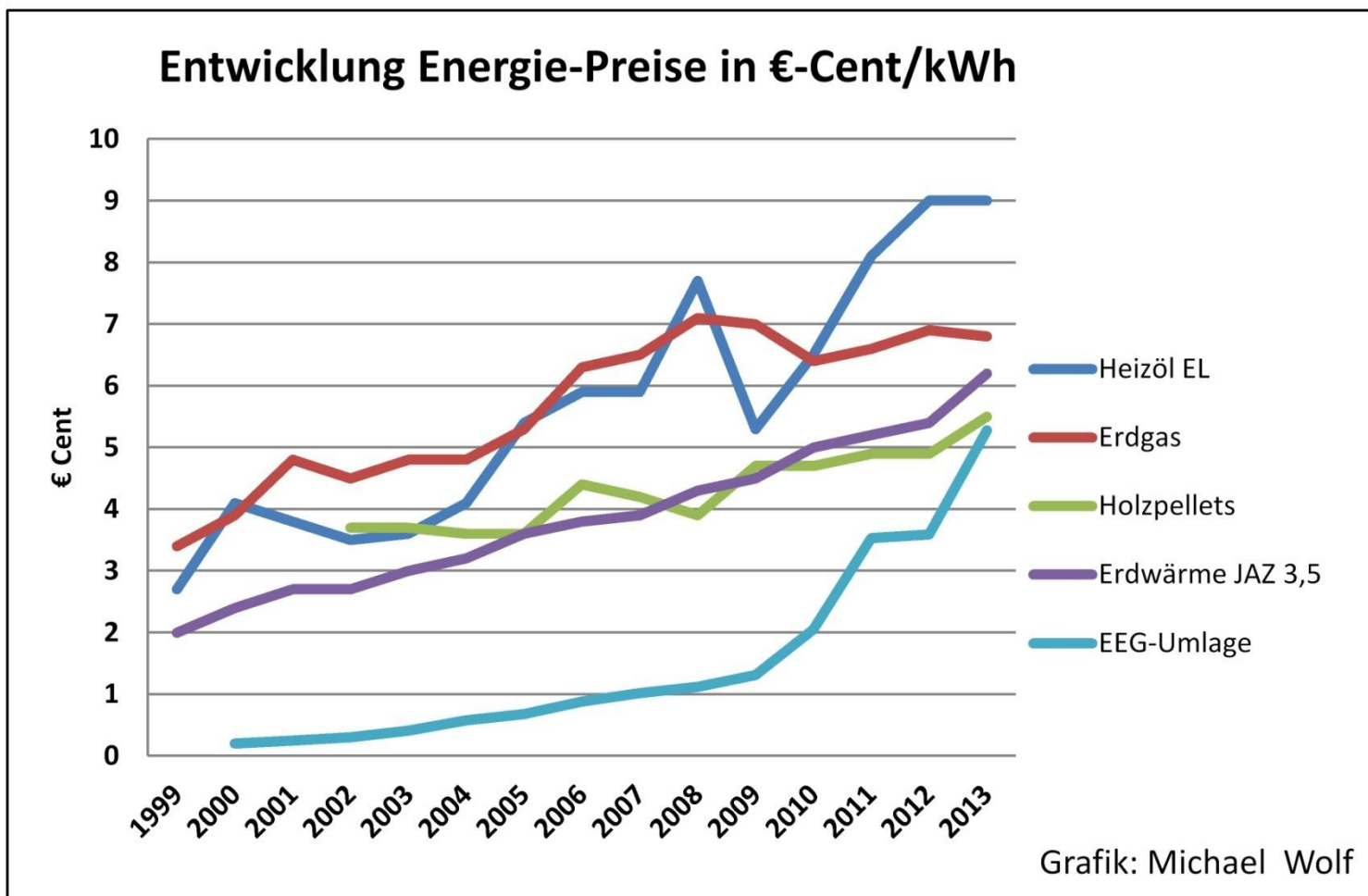
[www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de)



## Energiepreisentwicklung



Preisentwicklung einiger Energieträger und der EEG-Umlage.  
Die Gas-Tarife sind zunächst aufgrund der Bindung an den Ölpreis erheblich gestiegen, bis diese Bindung 2010 von Bundesgerichtshof und Bundesverfassungsgericht aufgehoben wurde.



Die Loslösung der EWP am EEG ist zu prüfen; zumal stromintensive Unternehmen des produzierenden Gewerbes sowie Schienenbahnen von der EEG-Umlage teilweise befreit sind.

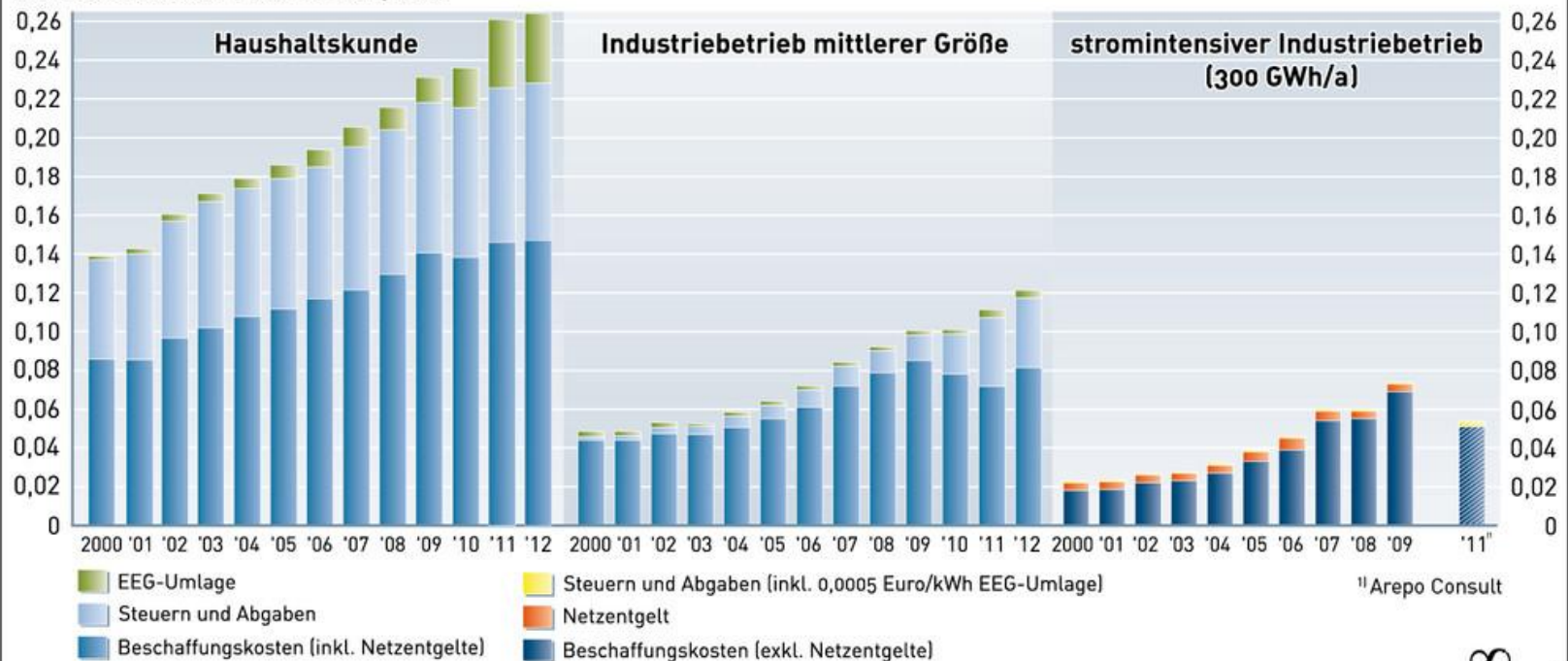


Denn durch den Stromverbrauch der EWP werden derzeit eingespeiste erneuerbare Energien (insbes. Photovoltaik) gefördert. Dabei generiert die EWP aus elektrischer Energie erneuerbare thermische Energie durch den Temperaturhub.

## Strompreise in Deutschland im Vergleich

Die EEG-Umlage macht nur einen geringen Anteil am Industriestrompreis aus.

Durchschnittlicher Preis in Euro/kWh



Quelle: Arepo Consult, Frontier economics / ewi, VIK, eigene Berechnungen; Stand: 4/2012

www.unendlich-viel-energie.de

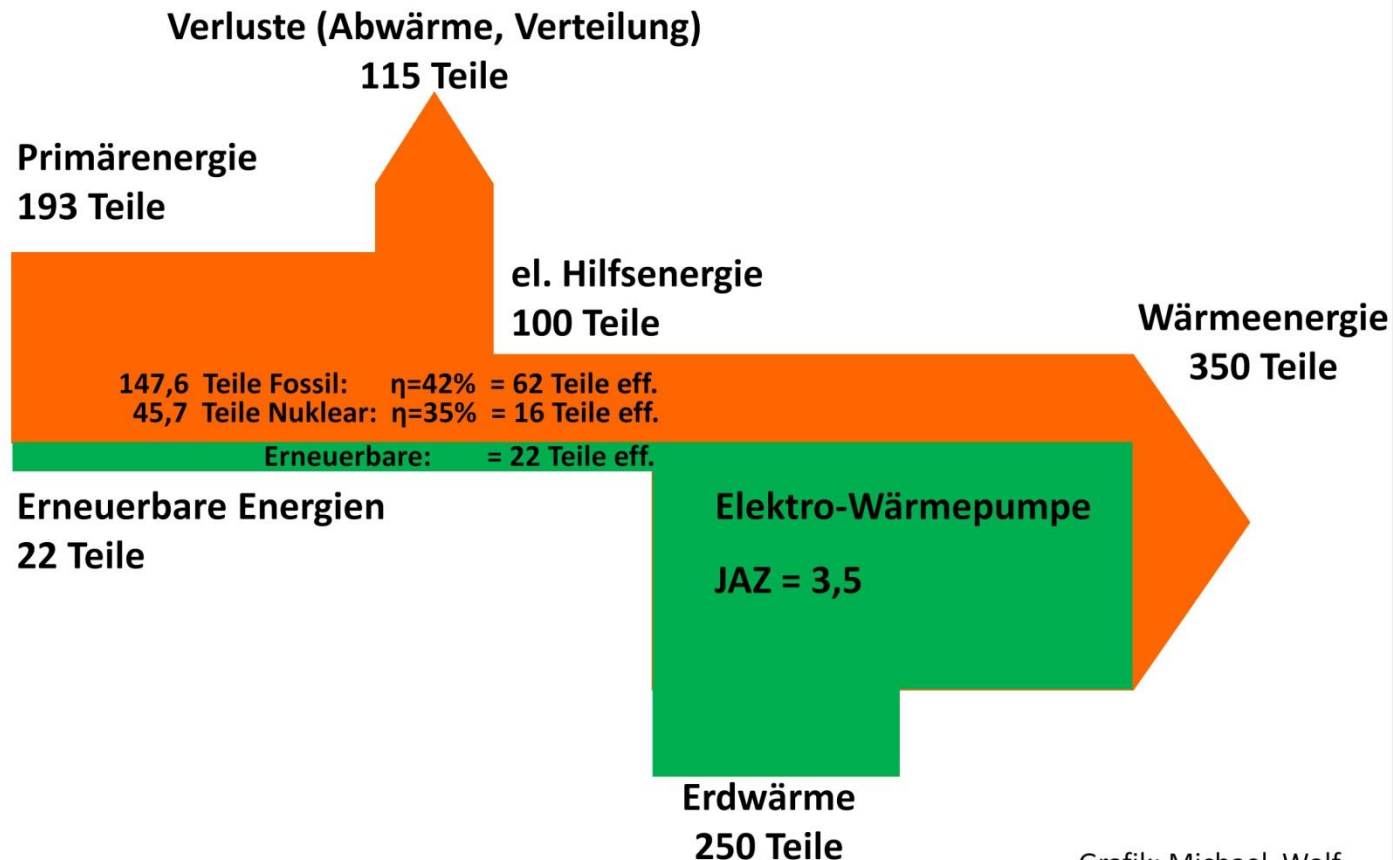


## „Energiehub“ der EWP

Die Grafik zeigt, wie die EWP aus Primärenergie fast das Doppelte an (erneuerbarer) Wärmeenergie erzeugt:



### Nutzenergie der Elektro-EWP bezogen auf den absoluten Primärenergiebedarf (2012)



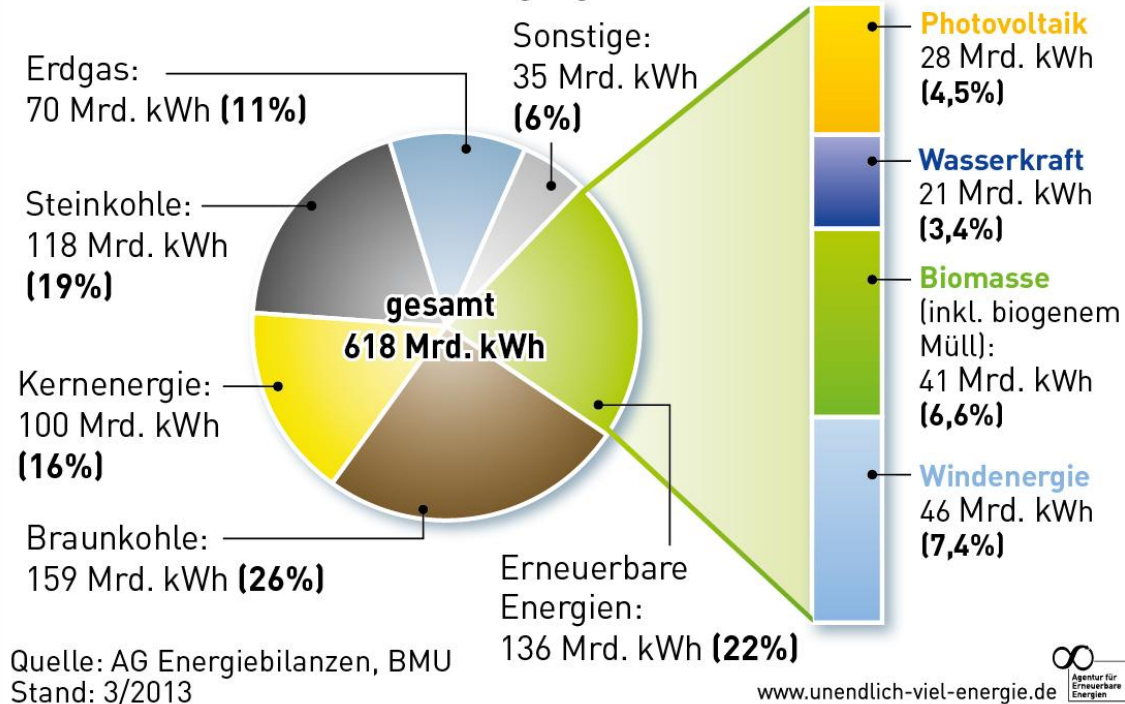
Grafik: Michael Wolf





## Der Strommix in Deutschland im Jahr 2012

Mit 136 Milliarden Kilowattstunden lieferten Erneuerbare Energien 22 Prozent der Bruttostromerzeugung.

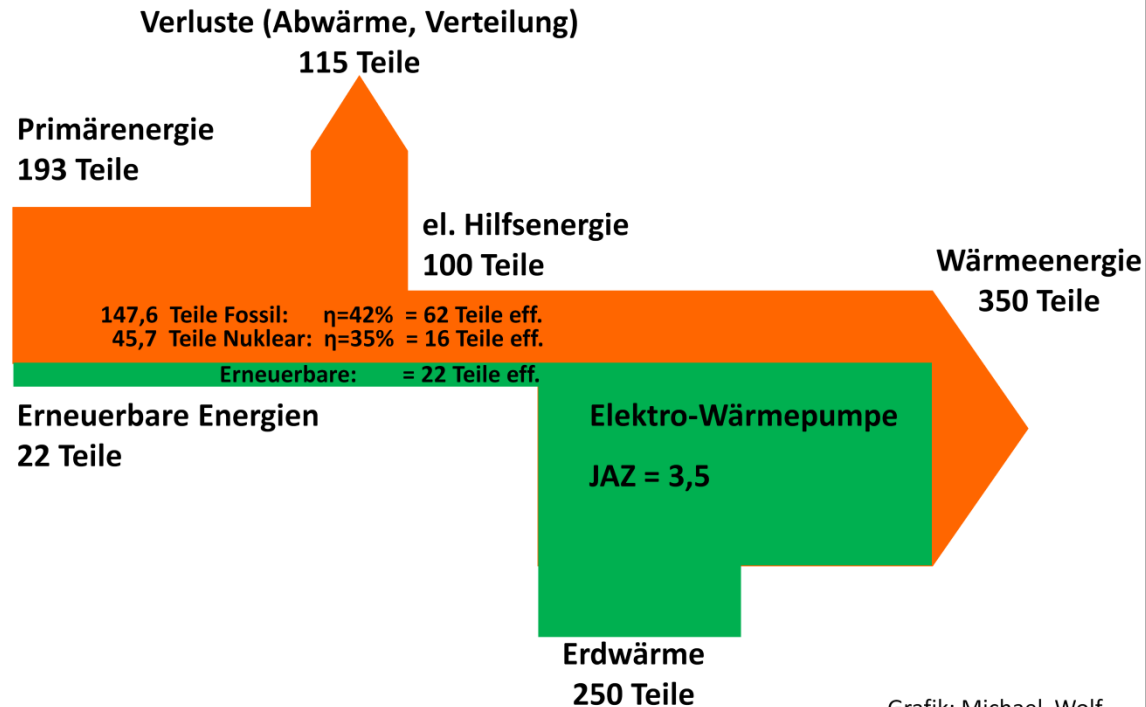


- 62 % stammen aus der Verstromung fossiler Brennstoffe (42 % Nutzungsgrad\*)
- 16 % Verstromung nuklearer Brennstoffe (35 % Nutzungsgrad \*\*)
- 22 % des dt. Strommix stammen aus Erneuerbare Energien\*\*\*

Somit lässt sich der gesamte Ertrag der deutschen Stromerzeugung mit 47 % bezogen auf den Primärenergieeinsatz abschätzen. Also gehen 115 Teile verloren, 100 Teile erreichen als elektrische Hilfsenergie die EWP.

\*[UBA, 2011] \*\* [WIKIPEDIA] \*\*\*[BMU, 2012]

## Nutzenergie der Elektro-EWP bezogen auf den absoluten Primärenergiebedarf (2012)



...100 Teile  
erreichen als  
elektrische  
Hilfsenergie  
die EWP

Eine EWP mit einer JAZ von 3,5 generiert damit eine Wärmemenge von 350 Teilen. Der dafür erforderliche Primärenergieeinsatz beträgt etwa 193 Teile.

Im Ergebnis werden aus 1 Teil Primärenergie 1,81 Teile Wärmeenergie. Da in Zukunft der Anteil von „Ökostrom“ weiter steigen wird, fällt der ökologische Vorteil der Erdwärme gegenüber konventionellen Heizungen um so besser aus.



ENERCON E 101, Kemel

## Beitrag zu „smart grids“

HESSEN



EWP können Überschussstrom aus Windkraft verbrauchen, weil sie i.d.R. zu- und abschaltbar sind.  
(Sondertarif-Strom + Rundsteuerempfänger).

⇒ Beitrag für sogenannte „intelligente Netze“ oder „smart grids“.

Gilt nicht für Überschussstrom aus Photovoltaik, wegen jahreszeitlich bedingter Leistungsspitzen.

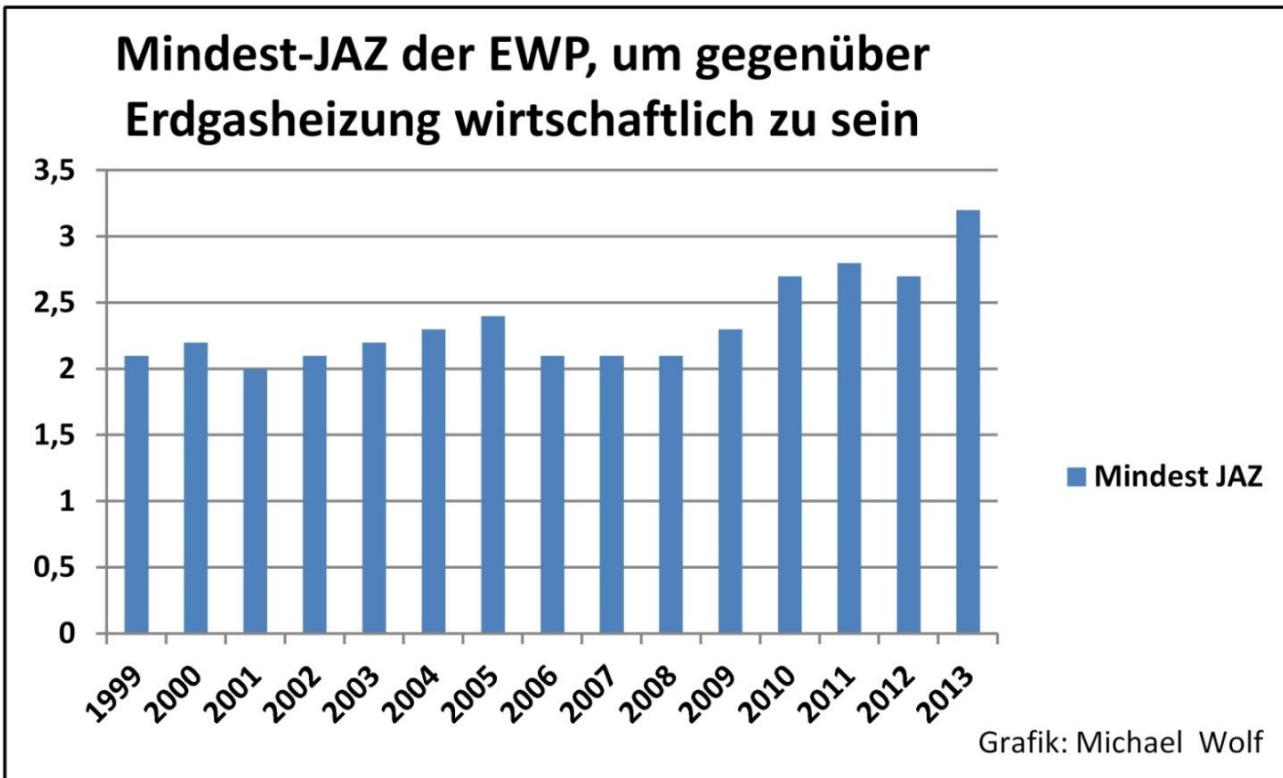
# Notwendigkeit der bestmöglichen Planung einer EWP



Wegen der übermäßig gestiegenen Strompreise können EWP ihren ökonomischen Vorteil gegenüber konventionellen Heizungen nicht mehr ausspielen:

- 2001 Mindest-JAZ größer 2
  - 2013 Mindest-JAZ größer 3,2
- um gegenüber der Erdgasheizung wirtschaftlich zu sein.
- 2013 Mindest JAZ größer 4, gegenüber Pellets

Leistungszahl nach Carnot (**W0/B35**) =  
 $\epsilon_C = T / (T - T_u) = 308 \text{ K} / (308 - 273 \text{ K}) = 8,8$



## Einflussfaktoren auf JAZ

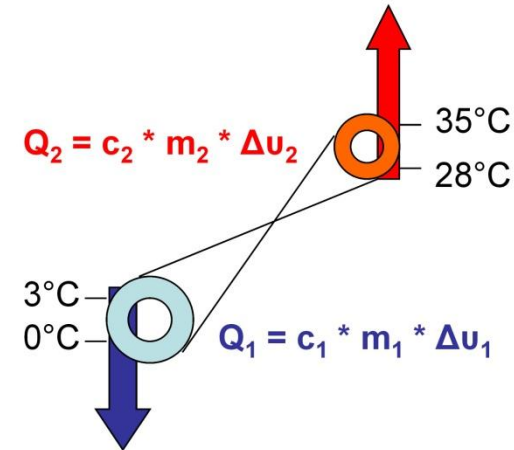
Es gibt verschiedene Einflussfaktoren auf die Jahresarbeitszahl (JAZ)\*

### Überblick:

Temperaturhub = Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle (dem Erdreich) und Heizsystem ist entscheidend für die Effizienz einer EWP. Je geringer der Temperaturunterschied, um so höher ist die Jahresarbeitszahl.

Jedes Grad mehr erfordert rd. 3% mehr an elektrischer Energie.

Je milder das regionale Klima, desto größer ist die JAZ.



\*[BWP] oder [Klima-Innovativ e.V., [www.jahresarbeitszahlen.info](http://www.jahresarbeitszahlen.info)]

## Einflussfaktoren auf JAZ



Eine hohe JAZ erfordert eine ergiebige Wärmequelle. Die spezifische Entzugsleistung des Untergrundes lässt sich aus VDI 4640 Teil 1 ableiten.

Bei großzügiger Bemessung der Bohrmeter fällt die Eintrittstemperatur im Wärmemittelkreislauf nicht unter 0° C, der Temperaturhub wird also kleiner.

Auf den Einsatz von Frostschutzmitteln (Glykole) mit einem geringeren Wärmeübergang und höherer Viskosität (erfordert höhere Pumpenleistung) kann verzichtet werden.

Eine bessere Frost-Tauwechsel-Beständigkeit des Verpressmaterials bedeutet auch einen höheren Wärmefluss.





- Die Qualität der Einspritzventile,
- die Dimensionierung der Wärmetauscher,
- die Leistungsaufnahme der Zirkulationspumpen

spielen eine Rolle bei der Effizienz der EWP.

Zu klein dimensionierte EWP schalten häufig den Elektro-Heizstab zu, verbrauchen also mehr Strom.

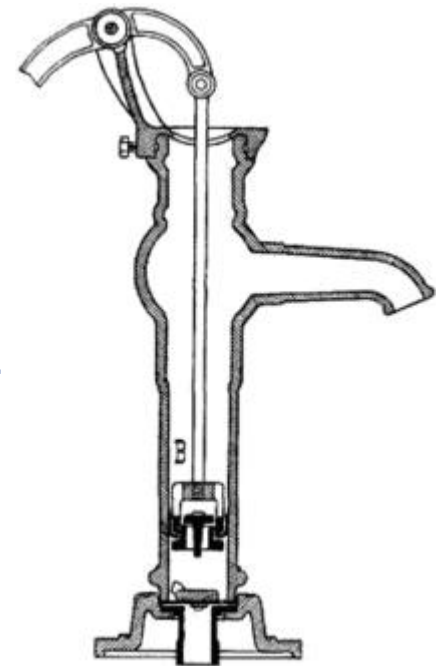


Fig. 9.

## Einflussfaktoren auf JAZ

HESSEN

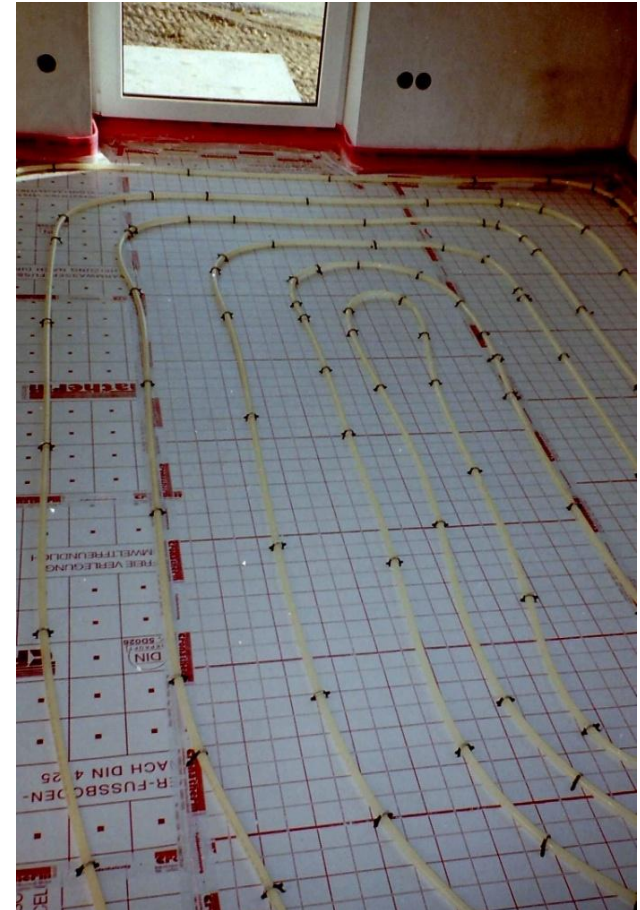


Positiven Einfluss auf die JAZ haben Flächenheizungen mit einer Vorlauftemperatur von max. 35 °C., besser 30°C.

Diese sollten möglichst nicht durch die vorgeschriebenen Thermostatventile abgeregelt sein.

Die Spreizung, also der Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauf der Heizung, sollte möglichst gering ausfallen.

Die Verwendung eines Pufferspeichers ist gerade bei Flächenheizungen kontraproduktiv, die Estrichmasse und die korrelierenden Wände bilden den eigentlichen Speicher.





## Einflussfaktoren auf JAZ

Je geringer der Wärmebedarf eines Hauses, desto größer der energetische Anteil für die Warmwasserbereitung. Das erhöht den Temperaturhub. Daher ist eine effiziente Warmwasserbereitung wichtig, im Zweifelsfall losgelöst vom Heizsystem.

Für das Nutzverhalten gilt: Kein Dauerlüften, Warmwasserverbrauch reduzieren und die Ventile in möglichst vielen Räumen in voll geöffnetem Zustand belassen.



## Prognose:



Die Erdgaspreise werden zunächst wegen „Hydraulic Fracturing“ stagnieren bzw. fallen. Damit einhergehend droht ein weiterer Einbruch der Verkaufszahlen für EWP.

Die Energy Watch Group prognostiziert das frühe Ende des Fracking-Booms. Etwa ab 2017 sei mit zurückgehenden Fördermengen zu rechnen.

Für Deutschland sieht der Sachverständigenrat für Umweltfragen das Fracking kritisch. Die "gefrackten" Vorkommen hätten eine Reichweite von nur zehn bis 13 Jahren.

Die Preise für fossile Energieträger werden also in einigen Jahren wieder steigen. Dann ist also auch in Deutschland damit zu rechnen, dass die Nutzung von Erdwärme gegenüber fossilen Energieträgern wieder wirtschaftlicher wird.



## Ein Blick ins Ausland:

HESSEN

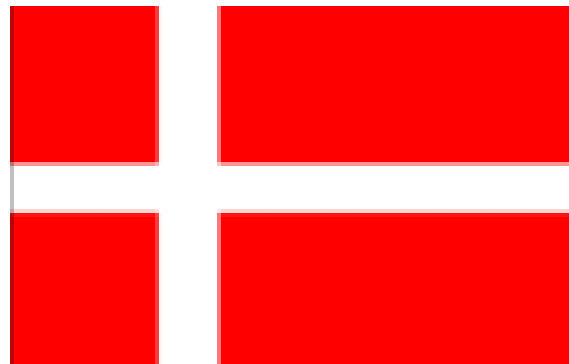


In Dänemark gilt seit Anfang Januar 2013 ein Verbot für Öl- und Gasheizungen in Neubauten.

In Altbauten dürfen ab dem Jahr 2016 keine Erdgas- und Ölheizungen mehr installiert oder ausgetauscht werden. Biogas darf weiterhin als Heizquelle verwendet werden.

Das Land will u.a. bis zum Jahr 2020 die Hälfte des Strombedarfs mit Windenergie decken. Derzeit liegt der Anteil bei etwa 25 Prozent.

Folglich werden dort vermehrt EWP installiert.



## Zusammenfassung:



- Die Verkaufszahlen für EWP gehen zurück, auch weil sich die Sondertarif-Strompreise von 1999 – 2013 etwa verdreifacht haben.
- Ursache sind die gestiegenen Stromerzeugungskosten, aber auch das EEG.
- EWP werden am EEG beteiligt, obwohl sie erneuerbare thermische Energie generieren und einen Beitrag zu sogenannten „intelligenten Netzen“ leisten.
- Eine JAZ  $\gg 3,2$  ist in 2013 mindestens erforderlich, um ökonomisch im Vorteil gegenüber Gasheizungen zu sein.
- Ein geringer Temperaturhub erbringt eine hohe JAZ, diese ist z.B. durch großzügige Bemessung der Bohrmeter zu erzielen.
- Fossile und nukleare Brennstoffe sind endlich, die Energiepreise werden wieder steigen, folglich werden EWP in Zukunft wieder interessant, zumal Strom zunehmend aus Erneuerbaren produziert wird.



**Danke**

**fürs**

**Zuhören**