



**Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.**  
International Solar Energy Society, German Section

# **Stromspeicher "Batterie"** **... netzfreundliche Elektromobilität**

**Tomi Engel**

Berlin - 09.11.2011



Wir brauchen **keine** Speicher,  
sondern "nur" einen  
zuverlässigen

# Lastausgleich

Speicher sind immer ein  
zusätzlicher Energieverlust!

y : d : h : m : s

Jahre/Monate

Tage

Stunden

Minuten

(Milli-)Sekunden



# Lastausgleich

Sommer

Winter

Tag

Nacht

Flaute

Sturm

y : d : h : m : s

Jahre/Monate

Tage

Stunden

Minuten

(Milli-)Sekunden



# Lastausgleich

= Stromspeicher?

Sommer

Winter

Tag

Nacht

Flaute

Sturm

y : d : h : m : s



Jahre/Monate

Tage

Stunden

Minuten

(Milli-)Sekunden

**Markt**

"Planen"

"Reden"

**Physik**

"Do it!"

**Stromspeicher**

können auf unterschiedlichste Weise genutzt werden.

# Systempreise von Akkus



**Euro/kWh**  
(Speicherkapazität)

Fallbeispiel

€/kWh  
(System)

"Endkundenpreis"	1.500 €
	1.000 €
"Umrüsterpreis"	500 €
"OEM .. Großkunde"	? €
"Second-Use Kalkulation"	150 €

**Systemkosten von 150 bis 1.500 €/kWh**

# Systempreise von Akkus



**Euro/kWh**  
(Speichernutzung)

Fallbeispiel	€/kWh (System)	Nutzungs- zyklen	€/kWh (Speicher)
	1.500 €	5.000	0.33 €/Zykl.
"Endkundenpreis"	1.500 €	1.500	1.00 €/Zykl.
	1.000 €	1.500	0.66 €/Zykl.
"Umrüsterpreis"	500 €	1.500	0.33 €/Zykl.
"OEM .. Großkunde"	? €		
	500 €	500	1.00 €/Zykl.
	500 €	2.000	0.33 €/Zykl.
"Second-Use Kalkulation"	150 €	1.000	0.15 €/Zykl.

**... bei 500 bis 5.000 Nutzungszyklen**

# Systempreise von Akkus



**Euro/kWh**  
(Speichernutzung)

Fallbeispiel	€/kWh (System)	Nutzungszyklen	€/kWh (Speicher)
	1.500 €	5.000	0.33 €/Zykl.
"Endkundenpreis"	1.500 €	1.500	<b>1,00 €/kWh</b>
	1.000 €	1.500	0.66 €/Zykl.
"Umrüsterpreis"	500 €	1.500	0.33 €/Zykl.
"OEM .. Großkunde"	? €		
	500 €	500	1.00 €/Zykl.
	500 €	2.000	0.33 €/Zykl.
"Second-Use Kalkulation"	150 €	1.000	<b>0,15 €/kWh</b>



# Systempreise von Akkus



**Euro/kWh**  
(Speichernutzung)

Fallbeispiel	€/kWh (System)	Nutzzyklen	€/kWh (Speicher)
	1.500 €	5.000	0.33 €/Zykl.
"Endkundenpreis"	1.500 €	1.500	1.00 €/Zykl.
	1.000 €	1.500	0.66 €/Zykl.
"Umrüsterpreis"	500 €	1.500	0.33 €/Zykl.
"OEM .. Großkunde"	? €		
	500 €	500	1.00 €/Zykl.
	500 €	2.000	0.33 €/Zykl.
"Second-Use Kalkulation"	150 €	1.000	0.15 €/Zykl.
"Pumpspeicher Kalkulation"	150 €	5.000	0.03 €/Zykl.

# Systempreise von Akkus



**Euro/kWh**  
(Speichernutzung)

Fallbeispiel	€/kWh (System)	Nutzzyklen	€/kWh (Speicher)
	1.500 €	5.000	0.33 €/Zykl.
"Endkundenpreis"	1.500 €	1.500	1.00 €/Zykl.
	1.000 €	1.500	0.66 €/Zykl.
"Umrüsterpreis"	500 €	1.500	0.33 €/Zykl.
"OEM .. Großkunde"	? €		
	500 €	500	1.00 €/Zykl.
	500 €	2.000	0.33 €/Zykl.
"Second-Use Kalkulation"	150 €	1.000	0.15 €/Zykl.
"Pumpspeicher Kalkulation"	150 €	5.000	<b>0,03 €/kWh</b>

## Systempreise von Akkus



### Akkus

15 - 100 Cent/kWh  
(Speichernutzung)

Grenzkosten abhängig von  
Endkundenstrompreis.  
Wirtschaftlich ab Speicherkosten  
von maximal 15 Cent/kWh.

### Pumpspeicher

3 - 10 Cent/kWh  
(Speichernutzung)

Grenzkosten abhängig von  
Preisdifferenz zwischen  
Stromeinkauf und Verkauf

... also sind Pumpspeicher um den Faktor 10 **"besser"** als Akkus.  
Ende der Debatte?

# y : d : h : m : s



Jahre/Monate	Tage	Stunden	Minuten	(Milli-)Sekunden
		15 - 100 Cent/kWh		<b>Batterie</b>
		"0" Cent/kWh	... weil "eh scho' da"	<b>E-Mobil</b>
	<b>Pumpspeicher</b>			
	5 - 10 Cent/kWh	3 - 5 Cent/kWh		Speichernutzungskosten
<b>BHKW</b>		"0" Cent/kWh	... weil "eh scho' da"	

y : d : h : m : s



Jahre/Monate

Tage

Stunden

Minuten

(Milli-)Sekunden

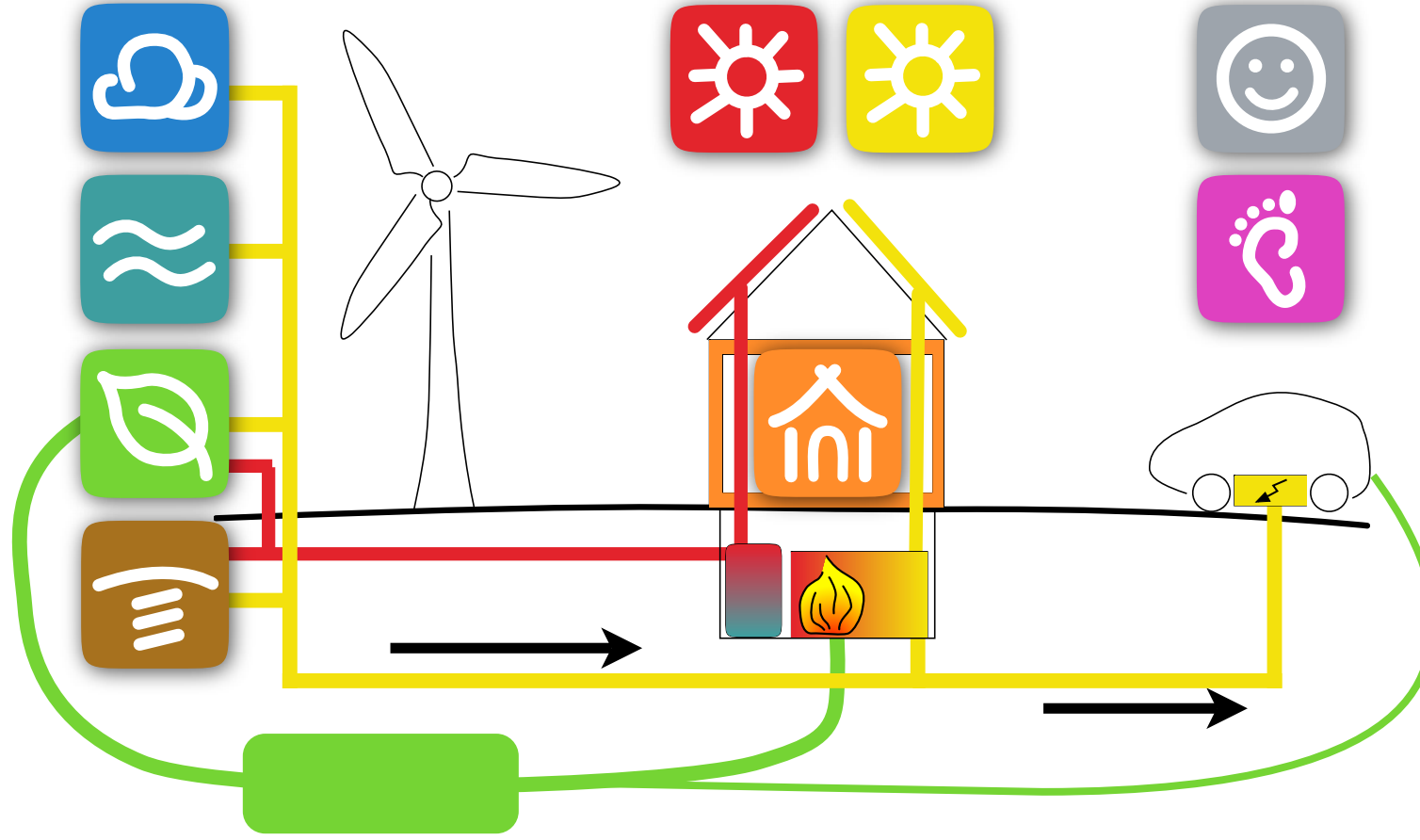
**Batterie**

Stichworte: Elektromobile + I.D.E.E

**Kohlenwasserstoffe**

Stichworte: BHKW + Gaseinspeisegesetz

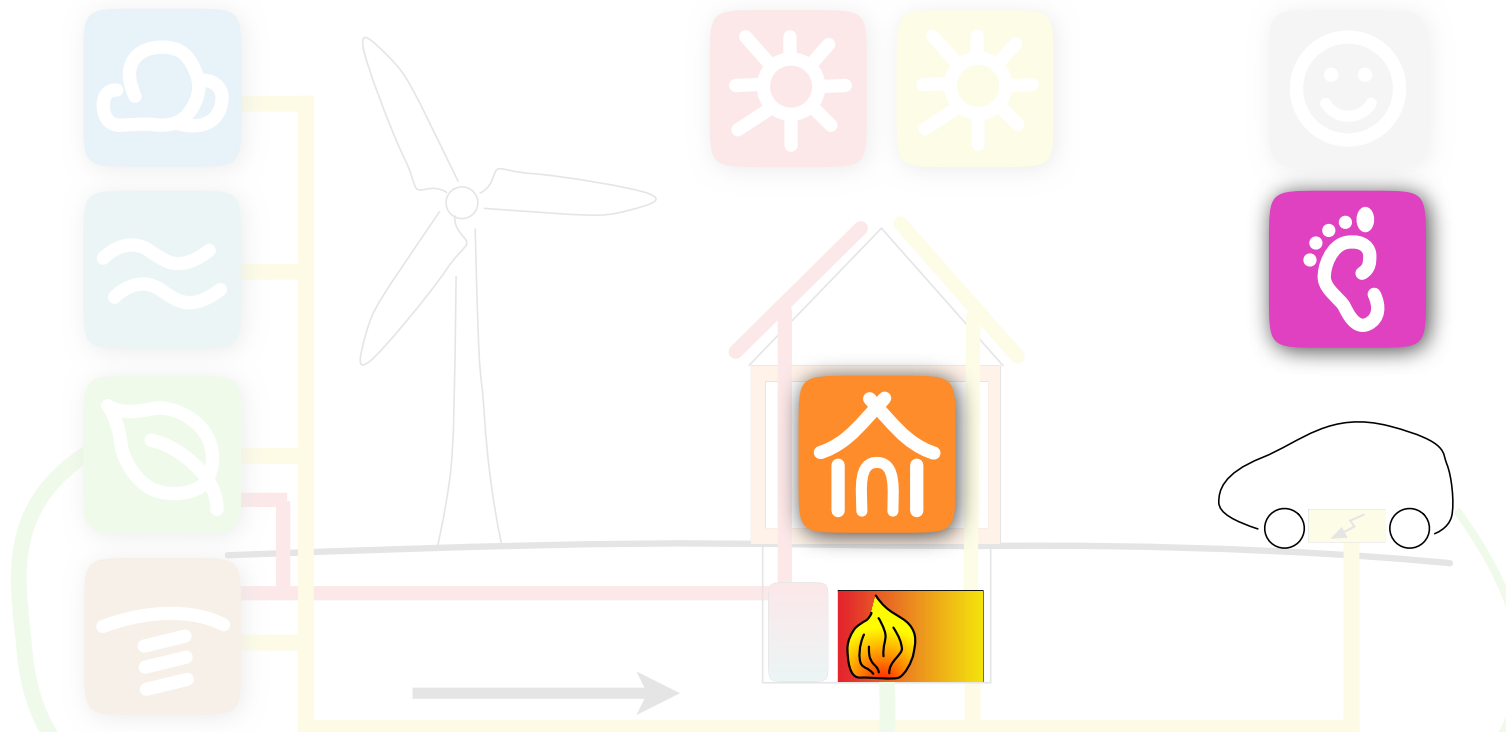
# Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



# Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



100 % Erneuerbare und Batteriespeicher



Es gilt 400 TWh Brennstoff

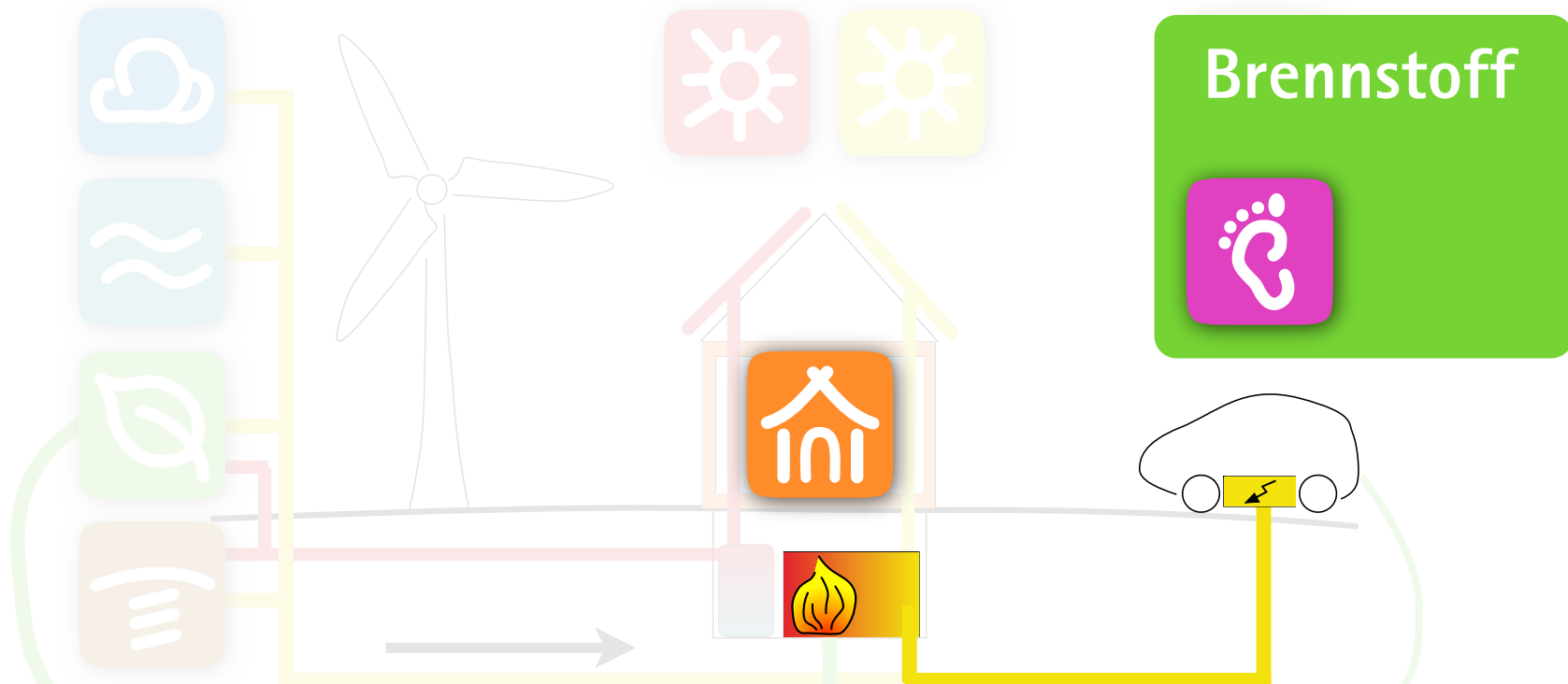
**von der Straße in den Keller** zu verlagern!



# Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



100 % Erneuerbare und Batteriespeicher



Es gilt 400 TWh Brennstoff

**von der Straße in den Keller** zu verlagern!

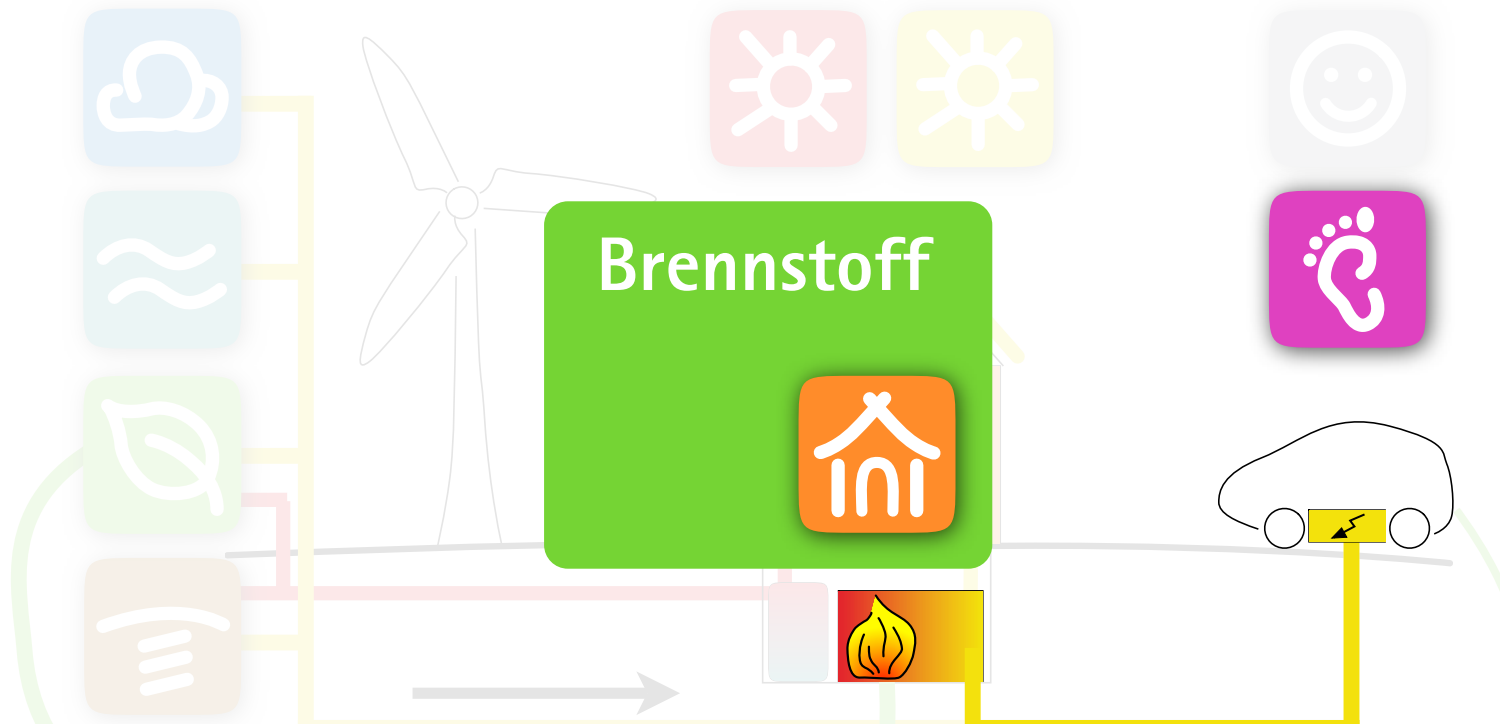




# Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



100 % Erneuerbare und Batteriespeicher



Es gilt 400 TWh Brennstoff

**von der Straße in den Keller** zu verlagern!



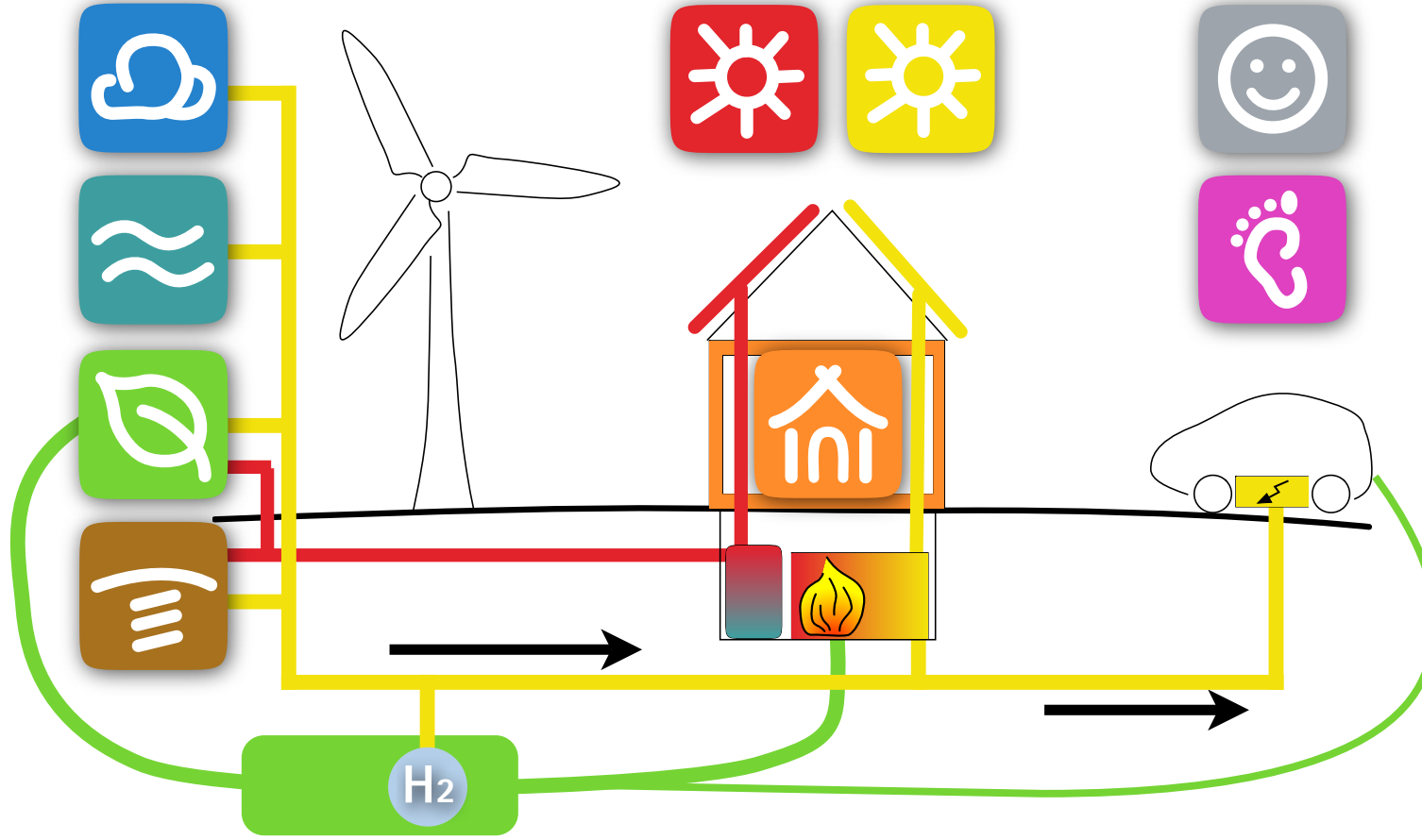
# Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



100 % Erneuerbare und Batteriespeicher



# Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



y : d : h : m : s



Jahre/Monate

Tage

Stunden

Minuten

(Milli-)Sekunden

**Batterie**

Stichworte: Elektromobile + I.D.E.E

**Kohlenwasserstoffe**

Stichworte: BHKW + Gaseinspeisegesetz

y : d : h : m : s



Jahre/Monate

Tage

Stunden

Minuten

(Milli-)Sekunden

**Batterie**

Stichworte: Elektromobile + I.D.E.E

**Redox-Flow**

**Lithium**

**NaS**

**Blei**

**Silizium?**

**Zink**

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



"Auto – USV"



"Haus – USV"



"Regio – USV"



Pumpspeicher

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



"Auto – USV"



"Haus – USV"



"Regio – USV"



Pumpspeicher

<b>Leistung</b>	0,1 kW	3 - 10 kW	2.000 kW	1 GW
<b>Reaktionszeit</b>	max. 1 sec	max. 1 sec	max. 1 sec	60 bis 120 sec
<b>Netzanschluss</b>	Niederspannung	Niederspannung	Mittel-/Hochspannung	Hoch-/Höchstspannung

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



"Auto – USV"



"Haus – USV"



"Regio – USV"



Pumpspeicher

<b>Leistung</b>	0,1 kW	3 - 10 kW	2.000 kW	1 GW
<b>Speicherkapazität</b>	0,5 kWh	5 - 15 kWh	12.000 kWh	5 - 10 GWh
<b>Flächenverbrauch</b>	faktisch 0 qm	faktisch 0 qm	160 qm	55.000 qm



# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



"Auto - USV"

x 50 Mio.

Leistung

5 GW

Speicherkapazität

25 GWh

Flächenverbrauch

faktisch 0 qm



"Haus - USV"

\* 10 Mio Haushalte =

30 - 100 GW

50 - 150 GWh

faktisch 0 qm



"Regio - USV"

\* 5.000 Standorte =

10 GW

60 GWh

800.000 qm



Pumpspeicher

x 10

10 GW

50 GWh

550.000 qm

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Auto – USV"**

\* 50 Mio Autos =



**"Haus – USV"**

\* 10 Mio Haushalte =



**"Regio – USV"**

\* 5.000 Standorte =



**Pumpspeicher**

\* 10 Standorte =

Leistung

**5 GW**

30 - 100 GW

10 GW

**10 GW**

Speicherkapazität

**25 GWh**

50 - 150 GWh

60 GWh

**50 GWh**

Flächenverbrauch

faktisch 0 qm

faktisch 0 qm

800.000 qm

550.000 qm

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Auto – USV"**

\* 50 Mio Autos =



**"Haus – USV"**

\* 10 Mio Haushalte =



**"Regio – USV"**

\* 5.000 Standorte =



**Pumpspeicher**

\* 10 Standorte =

**Leistung**

1 GW

30 - 100 GW

10 GW

10 GW

**Speicherkapazität**

5 GWh

50 - 150 GWh

60 GWh

50 GWh

**Verfügbarkeit**

20 %

100 %

100 %

100 %

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Auto – USV"**

\* 50 Mio Autos =



**"Haus – USV"**

\* 10 Mio Haushalte =



**"Regio – USV"**

\* 5.000 Standorte =

**Pumpspeicher**

\* 10 Standorte =

**Leistung**

1 GW

30 - 100 GW

10 GW

10 GW

**Speicherkapazität**

5 GWh

50 - 150 GWh

60 GWh

50 GWh

**Verfügbarkeit**

20 %

100 %

100 %

100 %

# Elektromobilität – Größenordnungen



# Elektromobilität – Größenordnungen



Tesla Model S



A2



Twike

Ladeleistung	10 - 20 kW	3 - 9 kW	3 kW
Speicherkapazität	40 - 90 kWh	20 - 100 kWh	4 - 10 kWh
Reichweite	200 - 450 km	100 - 500 km	100 - 200 km

# Elektromobilität – Größenordnungen



Tesla Model S



A2



Twike

Ladeleistung	10 - 20 kW	3 - 9 kW	3 kW
Speicherkapazität	<b>40 - 90 kWh</b>	20 - 100 kWh	4 - 10 kWh
Reichweite	200 - 450 km	100 - 500 km	100 - 200 km

# Elektromobilität – Größenordnungen



großer Akku = große Reichweite



# Elektromobilität – Größenordnungen



**großer Akku** = geringe Ströme  
(je Zelle)

geringe Ströme = **lange Lebensdauer**  
(je Zelle)

großer Akku = teuer

# Elektromobilität – Größenordnungen



großer Akku =  
= lange Lebensdauer  
großer Akku = teuer

# Elektromobilität – Größenordnungen



50 Mio. Autos



# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



"Elektromobil"

**50 Mio. Autos**



"Regio – USV"

\* 5.000 Standorte =



Pumpspeicher

\* 10 Standorte =

<b>Leistung</b>	3 - 10 kW	10 GW	10 GW
<b>Speicherkapazität</b>	20 - 50 kWh	60 GWh	50 GWh
<b>Verfügbarkeit</b>		100 %	100 %

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

\* 50 Mio Autos =



**"Regio – USV"**

\* 5.000 Standorte =



**Pumpspeicher**

\* 10 Standorte =

<b>Leistung</b>	3 - 10 kW	150 - 500 GW	10 GW	10 GW
<b>Speicherkapazität</b>	20 - 50 kWh	1.000 - 2.500 GWh	60 GWh	50 GWh
<b>Verfügbarkeit</b>	<b>100% ??</b>		100 %	100 %

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

\* 50 Mio Autos =



**"Regio – USV"**

\* 5.000 Standorte =



**Pumpspeicher**

\* 10 Standorte =

<b>Leistung</b>	3 - 10 kW	30 - 100 GW	10 GW	10 GW
<b>Speicherkapazität</b>	20 - 50 kWh	200 - 500 GWh	60 GWh	50 GWh
<b>Verfügbarkeit</b>	20%	100 %	100 %	100 %

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

\* 50 Mio Autos =



**"Regio – USV"**

\* 5.000 Standorte =



**Pumpspeicher**

\* 10 Standorte =

<b>Leistung</b>	3 - 10 kW	30 - 100 GW	10 GW	10 GW
<b>Speicherkapazität</b>	20 - 50 kWh	200 - 500 GWh	60 GWh	<b>50 GWh</b>
Unser täglicher Stromverbrauch liegt derzeit bei <b>1.500 GWh</b>				

# Akkus zur Netzstützung - Größenordnungen



Haben unsere  
 "Elektromobilität" "Pumpspeicher" wirklich  
 eine Systemrelevanz?

Leistung  
 3 - 10 kW

30 - 100 GW

10 GW

Speicherkapazität  
 20 - 50 kWh

200 - 500 GWh

60 GWh

Pumpspeicher  
 \* 10 Standorte =

10 GW

**50 GWh**

Unser täglicher Stromverbrauch liegt derzeit bei **1.500 GWh**



# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

\* 50 Mio Autos =



**"Regio – USV"**

\* 5.000 Standorte =



**Pumpspeicher**

\* 10 Standorte =

<b>Leistung</b>	3 - 10 kW	30 - 100 GW	10 GW	10 GW
<b>Speicherkapazität</b>	20 - 50 kWh	<b>min. 200 - 500 GWh</b>	60 GWh	50 GWh
Unser täglicher Stromverbrauch liegt derzeit bei <b>1.500 GWh</b>				

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

70.000 Euro



**"Regio – USV"**

10.000.000 Euro



**Pumpspeicher**

600.000.000 Euro

<b>Leistung</b>	10 kW	10 kW	2.000 kW	1 GW
<b>Speicherkapazität</b>	90 kWh	90 kWh	12.000 kWh	5 GWh
<b>Lebensdauer</b>	5 Jahre	10 Jahre	15 Jahre	50 Jahre

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

70.000 Euro



**"Regio – USV"**

10.000.000 Euro



**Pumpspeicher**

600.000.000 Euro

**Leistungspreis p.a.**

1.400 €

700 €

350 €

20 €

**Kapazitätspreis je kWh-Zyklus**

60 - 120 Cent/kWh

30 - 60 Cent/kWh

15 - 25 Cent/kWh

3 - 10 Cent/kWh

**Lebensdauer**

5 Jahre

10 Jahre

15 Jahre

50 Jahre



# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

70.000 Euro



**"Regio – USV"**

10.000.000 Euro



**Pumpspeicher**

600.000.000 Euro

Leistungspreis p.a.

1.400 €

700 €

350 €

20 €

Kapazitätspreis je kWh-Zyklus

**Null Cent ... weil "eh scho'da"**

15 - 25 Cent/kWh

3 - 10 Cent/kWh

Lebensdauer

5 Jahre

10 Jahre

15 Jahre

50 Jahre

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

70.000 Euro



**"Regio – USV"**

10.000.000 Euro



**Pumpspeicher**

600.000.000 Euro

**Stromspeicher**

**Stromspeicher**

**Stromspeicher**

**+ Lastverlagerung**

**dezentral**

**dezentral**

**zentral**

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



"Elektromobil"

70.000 Euro



"Regio – USV"

10.000.000 Euro



Pumpspeicher

600.000.000 Euro

Stromspeicher

Stromspeicher

Stromspeicher

+ "eh scho' da" + Lastverlagerung

dezentral

dezentral

zentral

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen

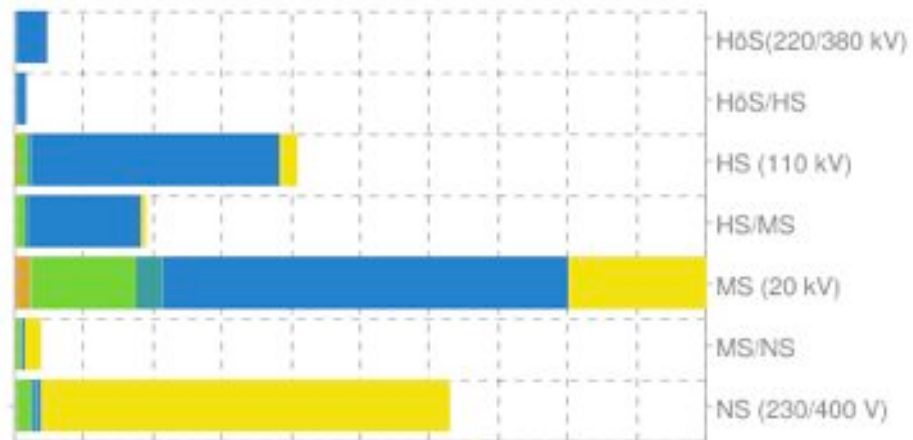


## Verteilung der Leistung auf die Netzebenen

In dieser Darstellung wird die Summe der installierten Spitzenleistung (in kW) aller bekannten Anlagen anhand der Spannungsebenen gruppiert. Die Niederspannung (230/400 V) entspricht dabei der Ebene eines typischen Hausanschlusses.

### Legende:

- Solarstrom
- Windkraft
- Wasserkraft
- Biomasse
- Gase
- Geothermie



## Pumpspeicher

600.000.000 Euro

## Stromspeicher

NS bis MS

NS bis MS

HöS

# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



**"Elektromobil"**

70.000 Euro



**"Regio – USV"**

10.000.000 Euro



**Pumpspeicher**

600.000.000 Euro

**Stromspeicher**

**Stromspeicher**

**Stromspeicher**

+ "eh scho' da" + Lastverlagerung

**dezentral**

**dezentral**

**zentral**



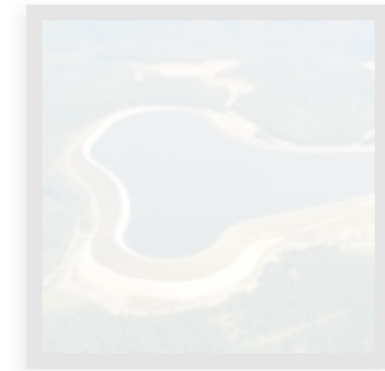
# Akkus zur Netzstützung – Größenordnungen



"Elektromobil"



"Regio – USV"



Pumpspeicher

600.000.000 Euro

Stromspeicher

Stromspeicher

Stromspeicher

+ "eh scho' da" + Lastverlagerung

dezentral

dezentral

zentral

y : d : h : m : s



Jahre/Monate

Tage

Stunden

Minuten

(Milli-)Sekunden

**Batterie**

Stichworte: Elektromobile + I.D.E.E

**Kohlenwasserstoffe**

Stichworte: BHKW + Gaseinspeisegesetz

# Elektromobile

bringen uns die Massenproduktion  
– und damit Kostensenkung –  
bei den Akkus.





# Elektromobile

# Blockheizkraftwerke



Die Akkus der  
**Elektromobile**  
erlauben die Verlagerung von  
Brennstoffen in die  
**Blockheizkraftwerke**  
der Wohnungen.



# Elektromobile

# Blockheizkraftwerke

# Netzfrendliche **Elektromobile**

und ihre Akkus verschaffen uns  
die notwendigen Minuten, um die

# **Blockheizkraftwerke**

hochzufahren.



# Unsere I.D.E.E.







# Unsere **I.D.E.E.**

ist eine  
**Innovationsförderung in Deutschland**  
für **Erneuerbare Elektromobilität**

**”Das EEG auf Rädern”**



# Unsere I.D.E.E.

ist

**Zeit** (h) \*

**Anschlussleistung** (kW) \*

**Fördersatz** (Cent/h \* kW)



# Unsere **I.D.E.E.**

bringt

- netzfreundliche Elektromobilität**
- + bedarfsgerechte Infrastruktur**
- + billige Akkus**

# Politische Maßnahmen

1. Gaseinspeisegesetz
2. I.D.E.E.
3. 100% EE-Gridcode





**Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.**  
International Solar Energy Society, German Section

**[www.dgs.de](http://www.dgs.de)**

**Tomi Engel**

[tomi@objectfarm.org](mailto:tomi@objectfarm.org)