



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

Netzintegration von E-Mobilität mit Erneuerbaren Energien

Tomi Engel

Hannover - 07.04.2011

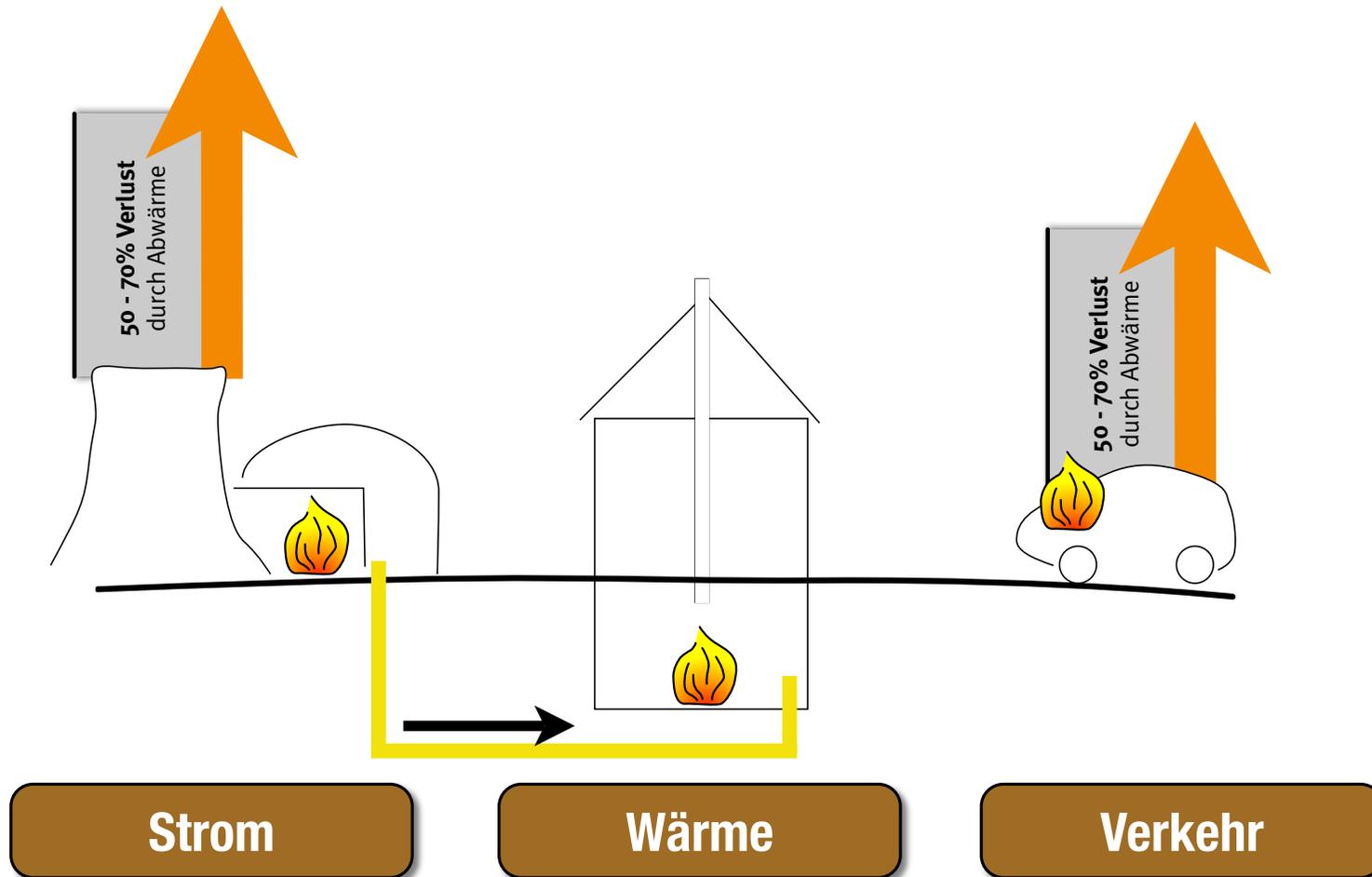
Das Netzmanagement



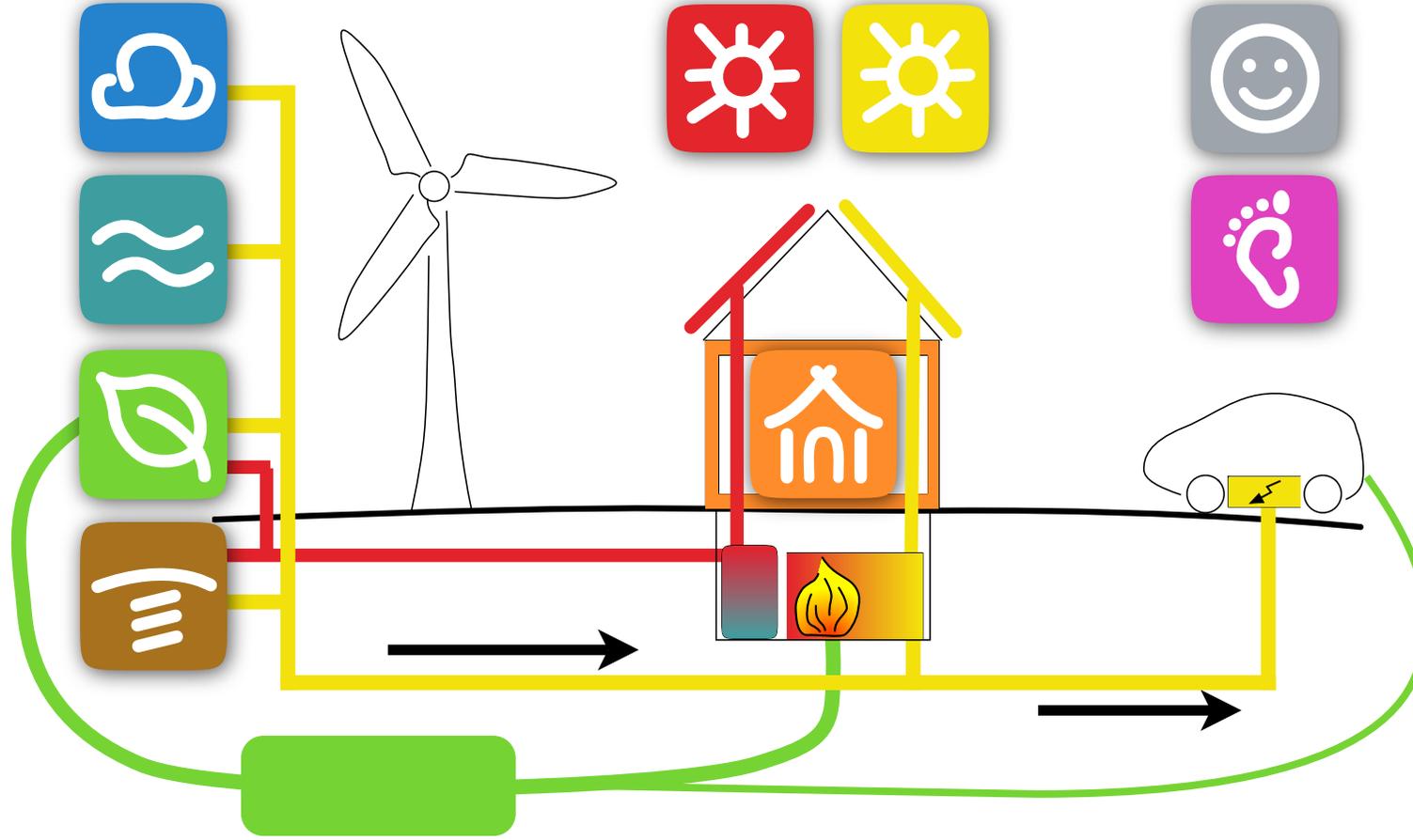
Das Netzmanagement



Fossile Struktur ... 3 Sektoren



Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Aktuelle Statistiken zum EE-Ausbau



[DGS](#)
[SONNENERGIE](#)
[RAL Solar](#)
[EnergyMap](#)
[E3-Mobil](#)
[REEPRO](#)
[SOLPOOL](#)
[Energy for Life](#)

[FAQ](#)
[Kontakt](#)
[Impressum](#)

EnergyMap.info

[Energiekarte](#)
[Energeregionen](#)
[Die "Gesetzesbrecher"](#)
[Daten Download](#)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

16 % EEG-Strom

Stromverbrauch:
 608.050.600 MWh/Jahr
Einwohner:
 82.169.000 Bürger
Fläche:
 357.104 qkm
Anmerkungen:
 1) Die regionalen Verbrauchsdaten sind Schätzungen auf der Basis des durchschnittlichen Stromverbrauches in der Bundesrepublik.
 2) Die Berechnungen der EE-Stromproduktion basieren, sofern entsprechende Zahlen vorliegen, auf den realen Produktionsdaten für ein volles Kalenderjahr.
 3) Die zugrundeliegenden EEG-Anlagen entsprechen dem Stand der Meldungen vom 22.02.2011.

Energie	Erneuerbare Stromproduktion	MWh/Jahr
Industrie	Solarstrom 837.995 Anlagen 15.965 MW(peak)	15.279.023
Gewerbe	Windkraft 20.490 Anlagen 26.564 MW(peak)	46.399.988
Privat	Wasserkraft 7.119 Anlagen 1.522 MW(peak)	6.041.959
	Biomasse 10.071 Anlagen 4.548 MW(peak)	26.081.155
	Klärgas, etc 862 Anlagen 695 MW(peak)	2.526.283
	Geothermie 5 Anlagen 8 MW(peak)	39.935

TOP 10 dieser Region

Stand - 22.02.2011:

16 % EE **Bundesrepublik Deutschland**

Die Region "Bundesrepublik Deutschland" hat folgende Spitzenreiter:

- 47 % EE **Brandenburg**
- 36 % EE **Mecklenburg-Vorpommern**
- 31 % EE **Schleswig-Holstein**
- 30 % EE **Niedersachsen**
- 28 % EE **Sachsen-Anhalt**
- 16 % EE **Thüringen**
- 16 % EE **Bayern**
- 12 % EE **Rheinland-Pfalz**
- 10 % EE **Saarland**
- 10 % EE **Baden-Württemberg**

Hinweis:

Stand: 22.2.2011

Aktuelle Statistiken zum EE-Ausbau



BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

16 % EEG-Strom

Stromverbrauch: 608.050.600 MWh/Jahr

Einwohner: 82.169.000 Bürger

Fläche: 357.104 qkm

Anmerkungen:
1) Die regionalen Verbrauchsdaten sind Schätzungen auf der Basis des durchschnittlichen Stromverbrauches in der Bundesrepublik.

Erneuerbare Stromproduktion 96.368.344 MWh/Jahr

- Solarstrom** 15.279.023 MWh/Jahr
837.995 Anlagen
15.965 MW(peak)
- Windkraft** 46.399.988 MWh/Jahr
20.490 Anlagen
26.564 MW(peak)
- Wasserkraft** 6.041.959 MWh/Jahr
7.119 Anlagen
1.522 MW(peak)
- Biomasse** 26.081.155 MWh/Jahr
10.071 Anlagen
4.000 MW(peak)

TOP 10 dieser Region

Stand - 22.02.2011:

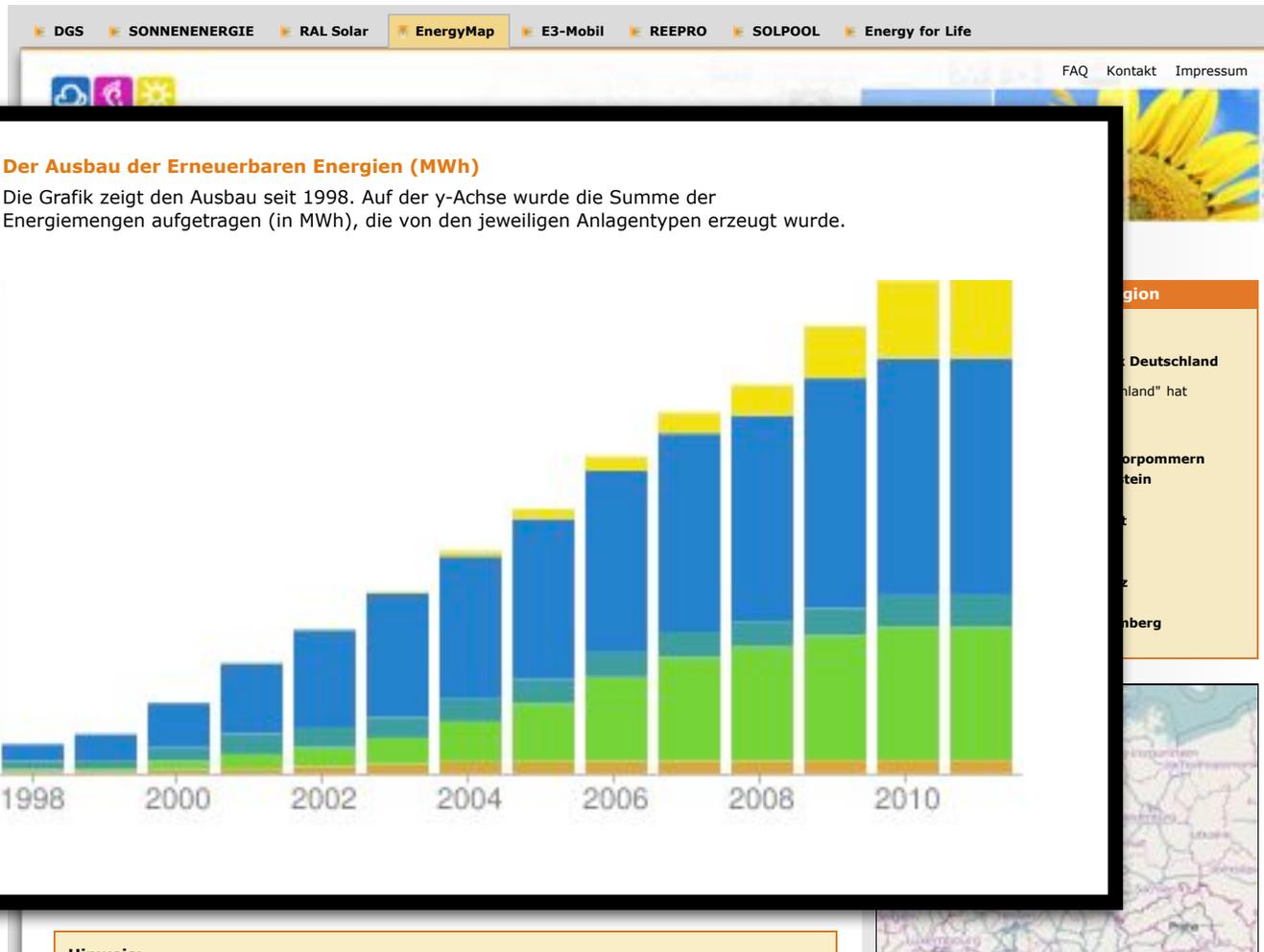
16 % EE **Bundesrepublik Deutschland**

Die Region "Bundesrepublik Deutschland" hat folgende Spitzenreiter:

- 47 % EE **Brandenburg**
- 36 % EE **Mecklenburg-Vorpommern**
- 31 % EE **Schleswig-Holstein**
- 30 % EE **Niedersachsen**
- 28 % EE **Sachsen-Anhalt**
- 16 % EE **Thüringen**
- 16 % EE **Bayern**
- 12 % EE **Rheinland-Pfalz**
- 10 % EE **Saarland**
- 10 % EE **Baden-Württemberg**

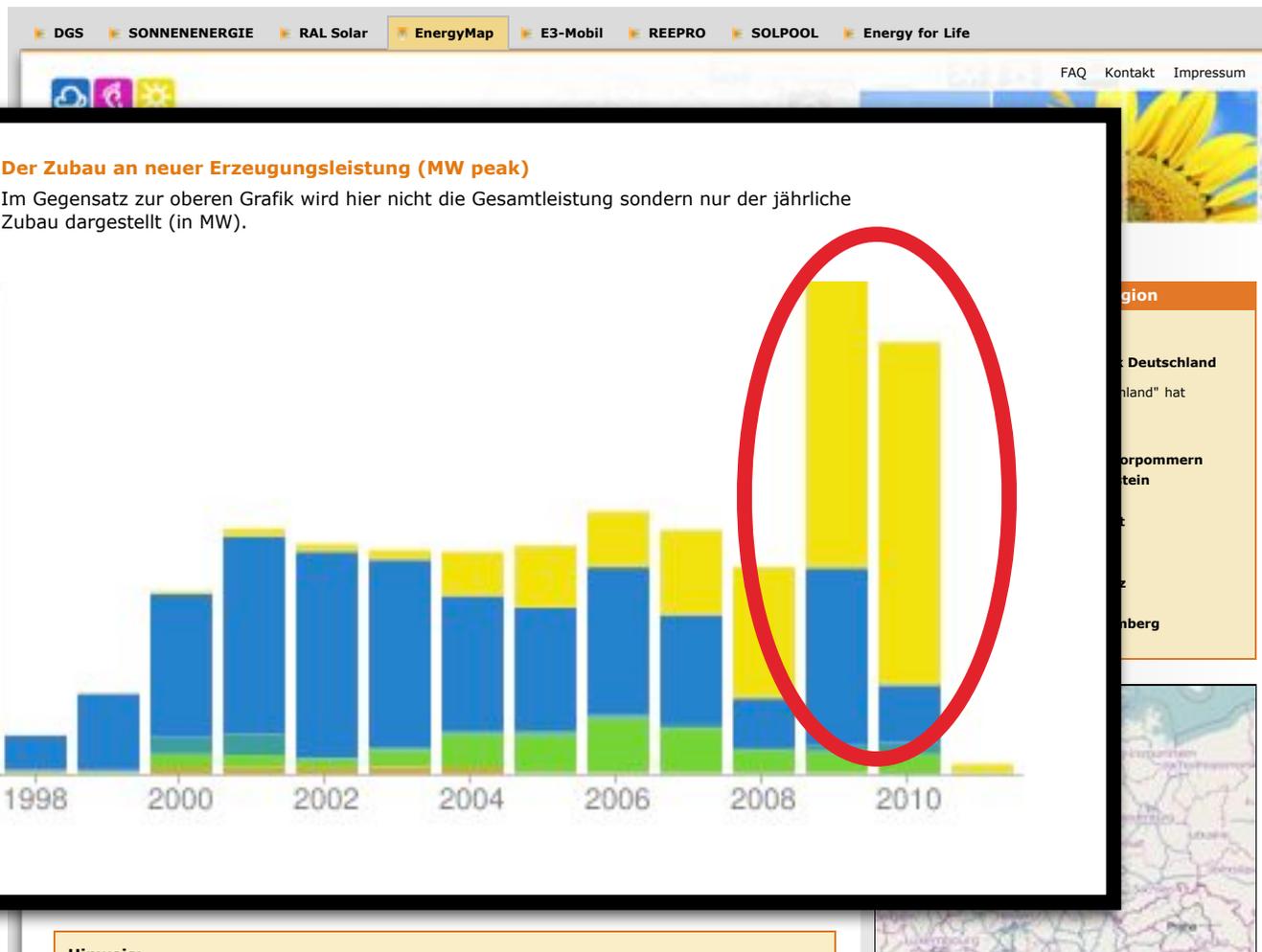
www.energymap.info

Aktuelle Statistiken zum EE-Ausbau



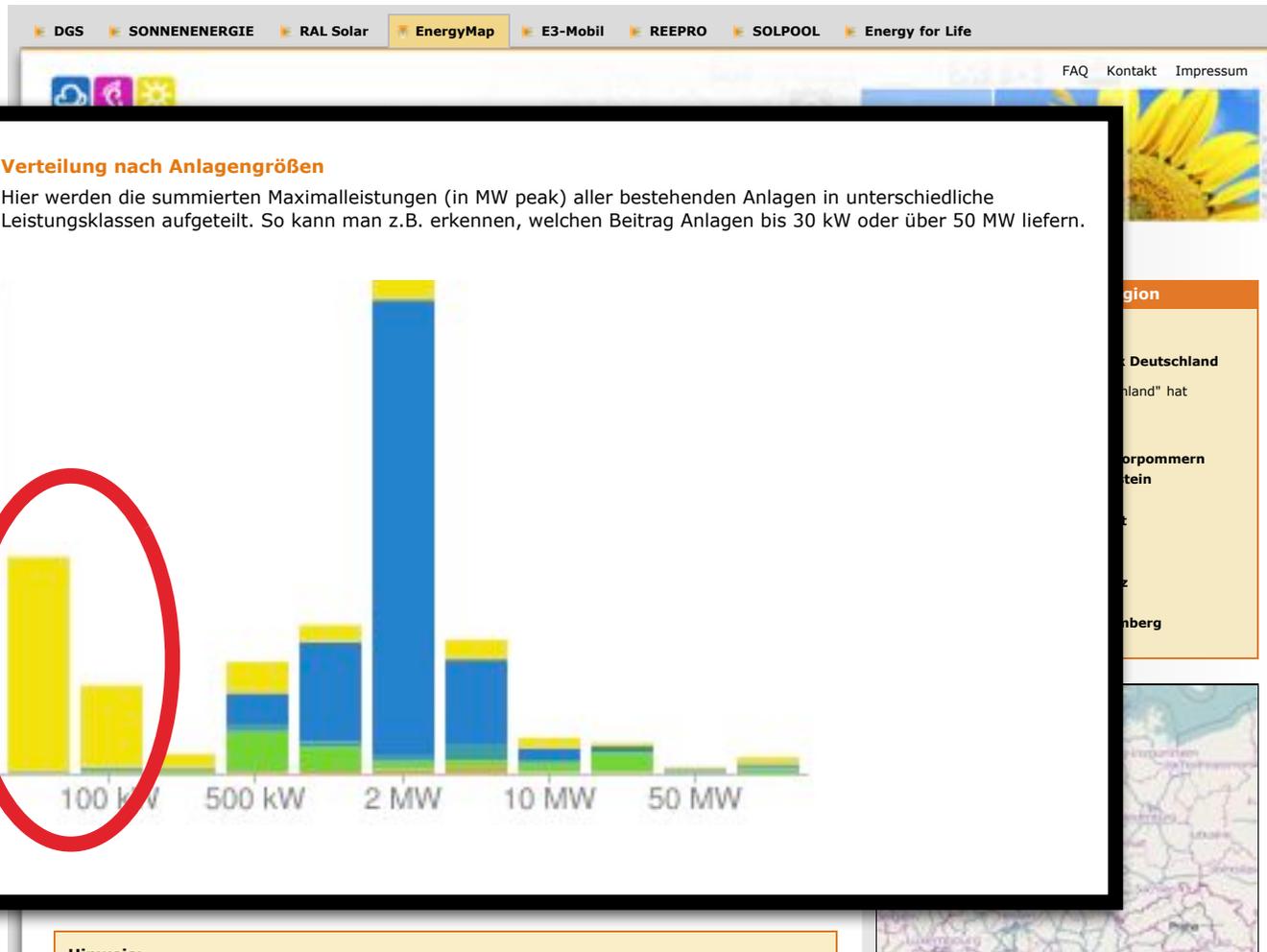
Stand: 22.2.2011

Aktuelle Statistiken zum EE-Ausbau



Stand: 22.2.2011

Aktuelle Statistiken zum EE-Ausbau



gion

Deutschland

land" hat

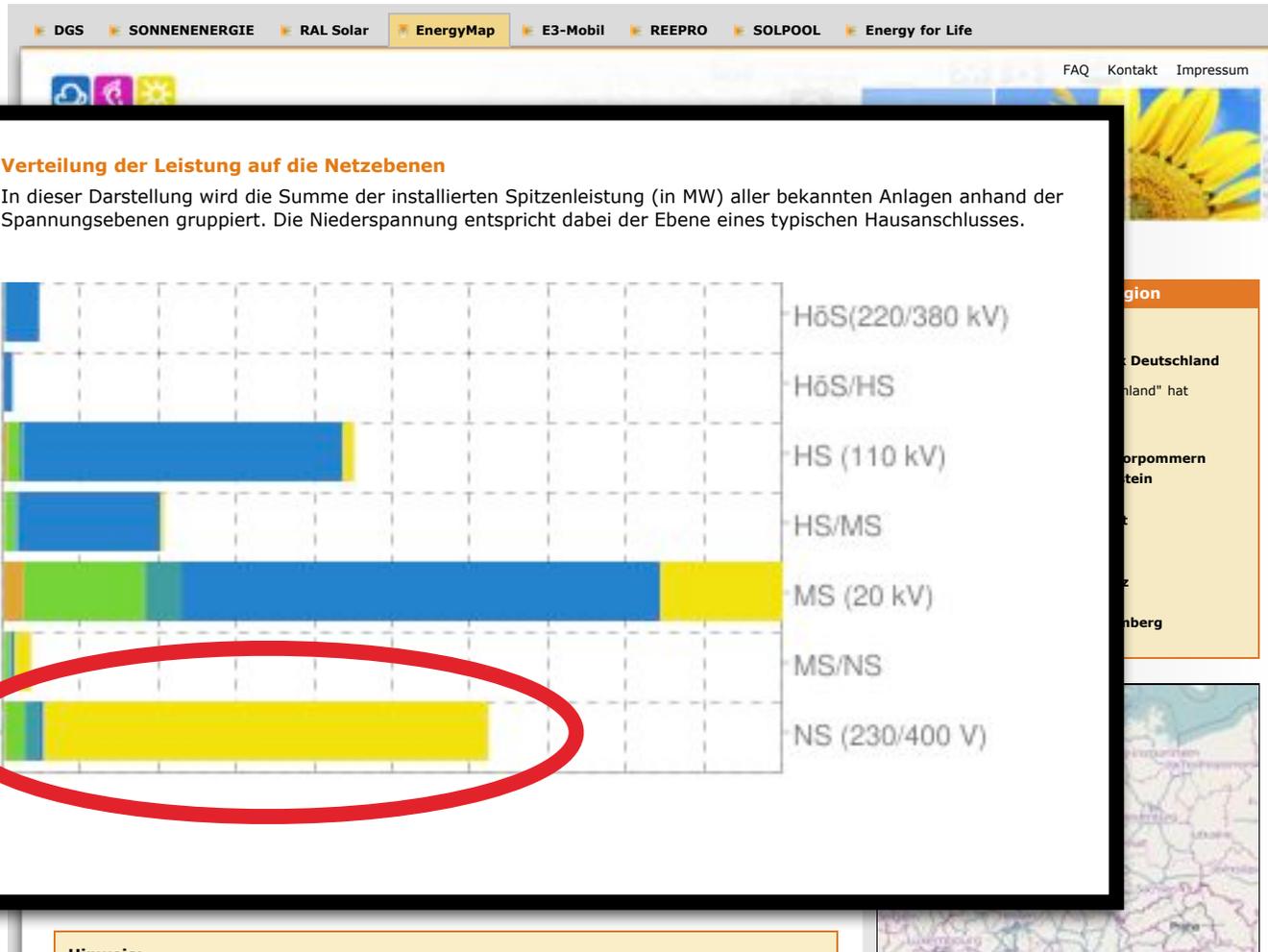
orpommern

tein

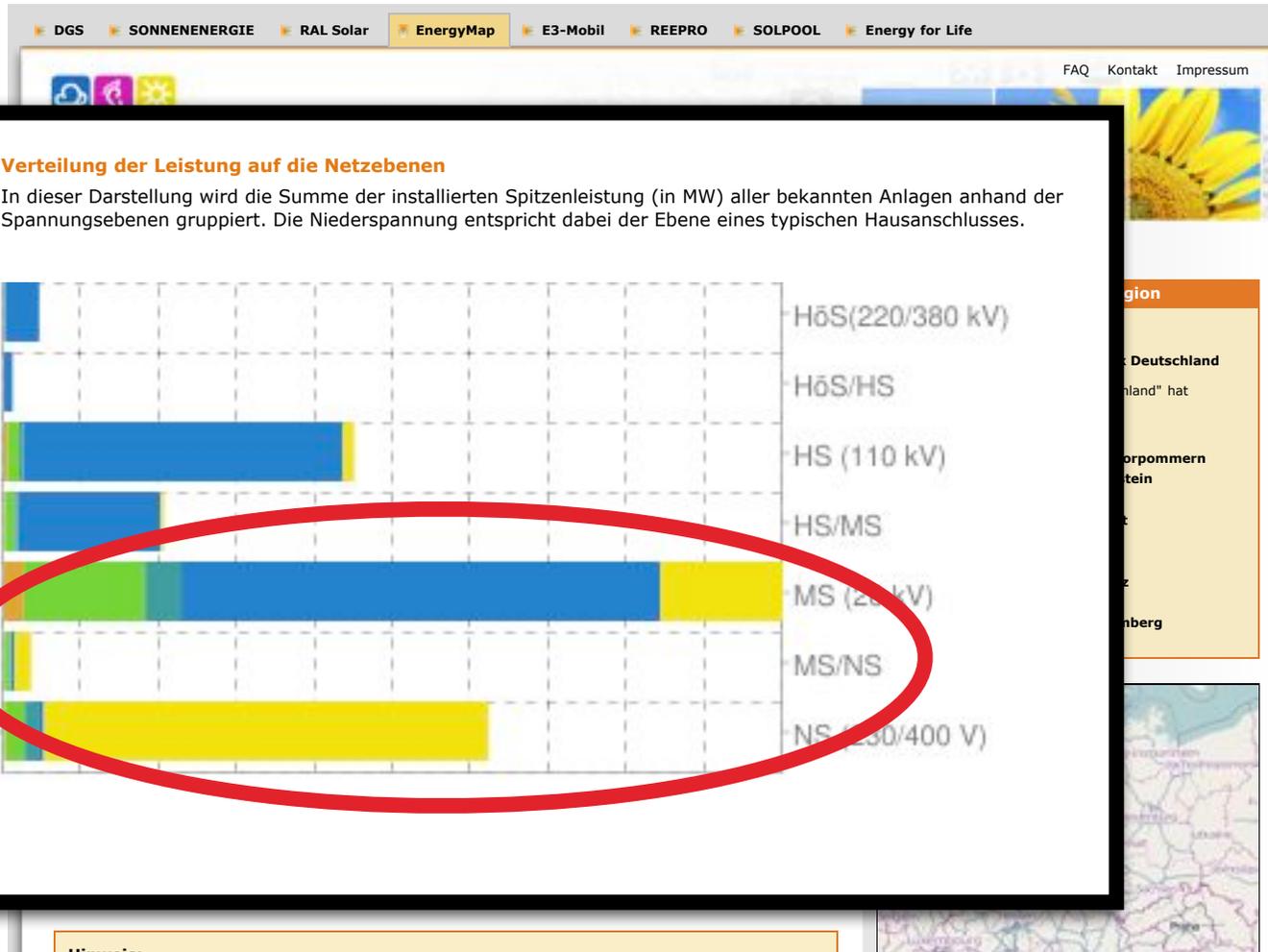
nberg

Stand: 22.2.2011

Aktuelle Statistiken zum EE-Ausbau

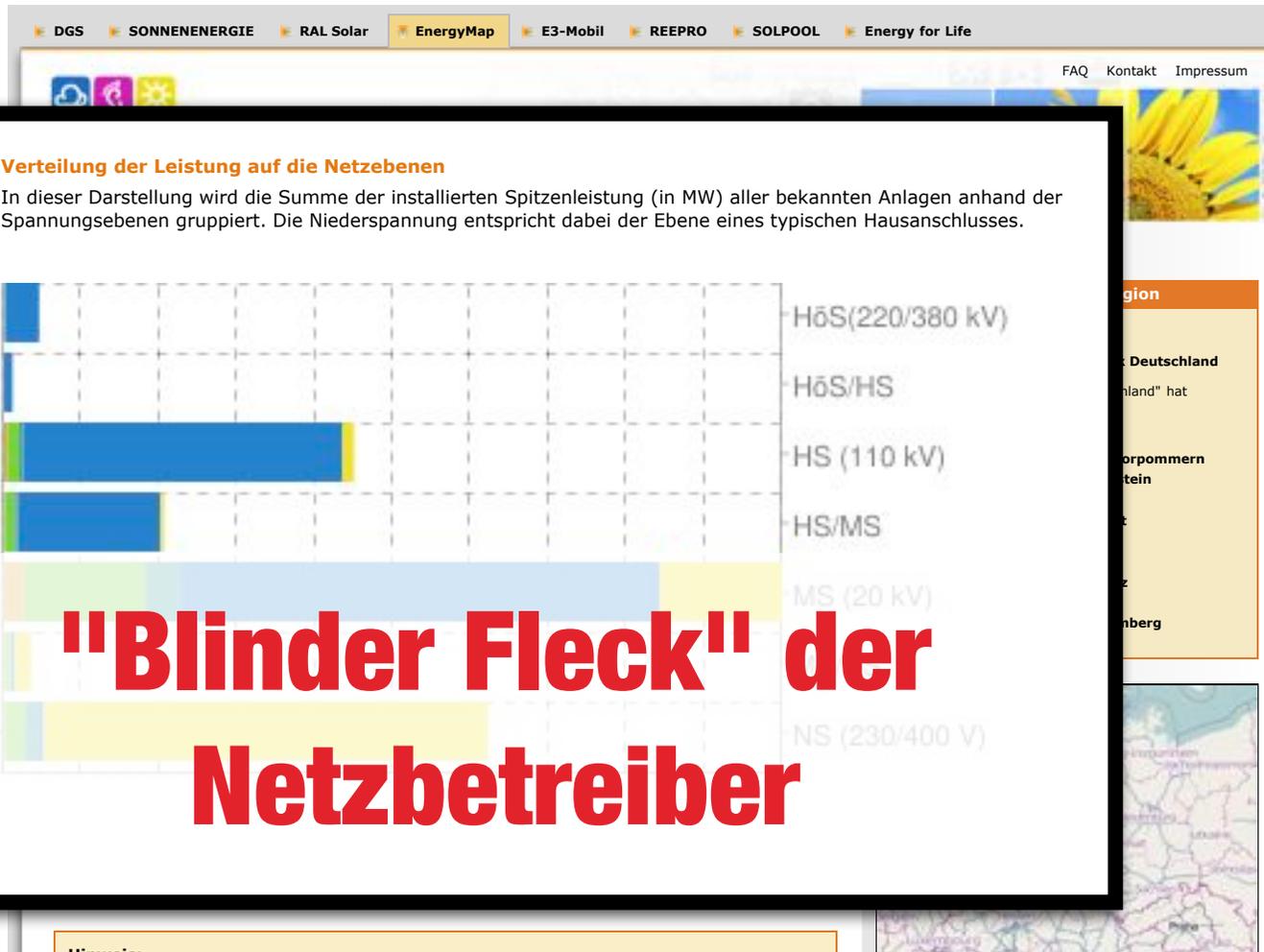


Aktuelle Statistiken zum EE-Ausbau



Stand: 22.2.2011

Aktuelle Statistiken zum EE-Ausbau



Stand: 22.2.2011

Das Netzmanagement



Die zentralen Größen
unseres Stromnetzes:

230 Volt

und

50 Hertz





Aufgrund der physikalischen
Gesetze gilt im Stromnetz
in jeder Millisekunde:

Angebot = Nachfrage



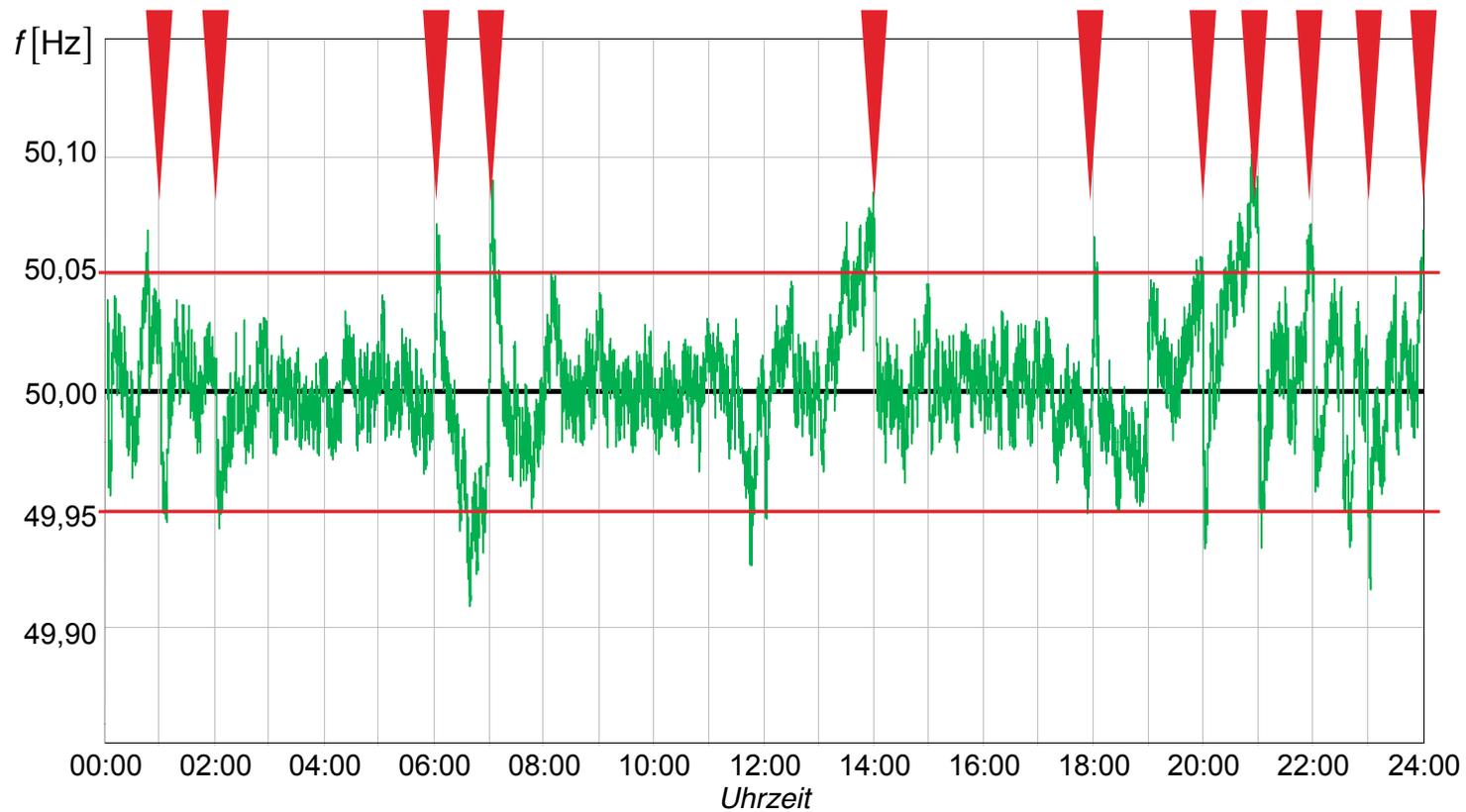
Angebot = Nachfrage



Stromversorgung ... Angebot und Nachfrage



Beispiel: Tages-Frequenzverlauf vom 21. Oktober 2009

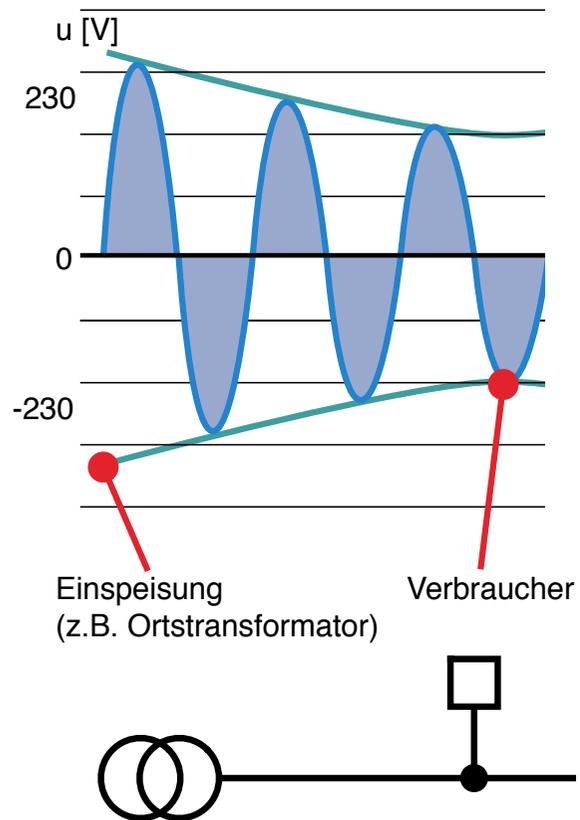


Quelle: IFK Stuttgart - 2009

Stromversorgung ... Angebot und Nachfrage



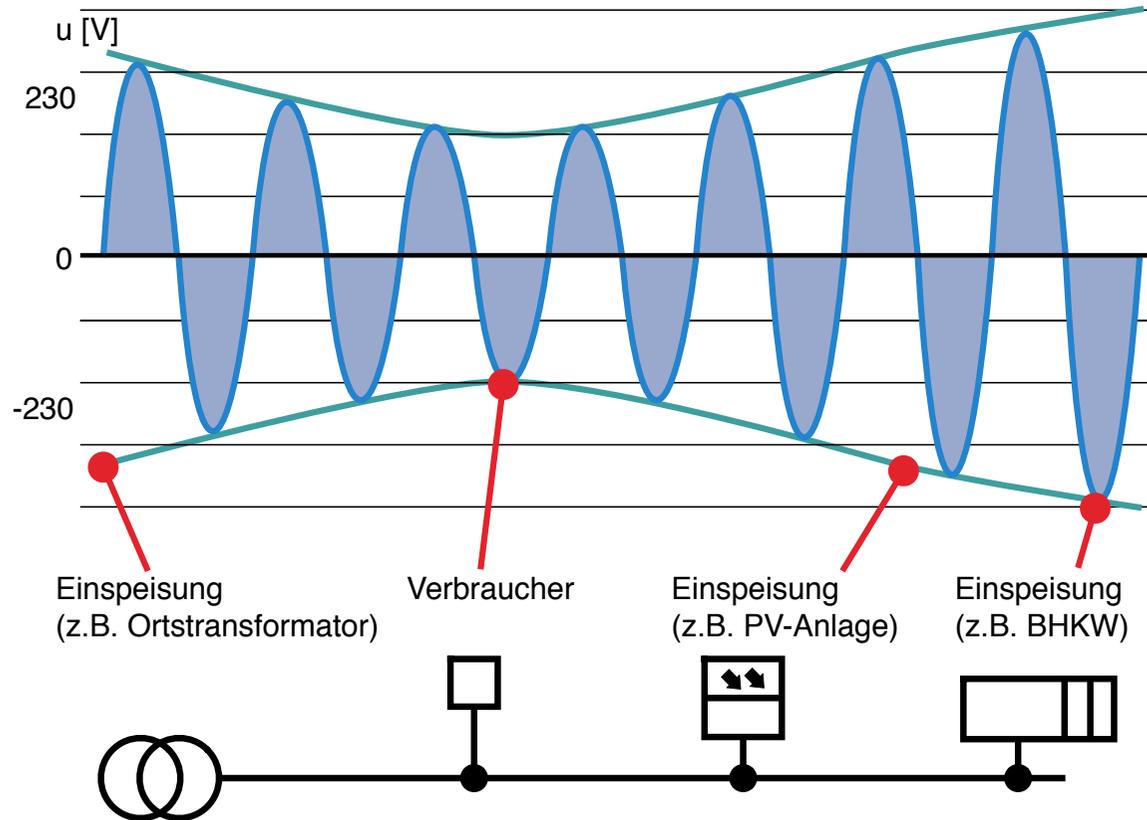
Beispiel: Stark vereinfachter Spannungsverlauf in einem Kabelstrang



Stromversorgung ... Angebot und Nachfrage



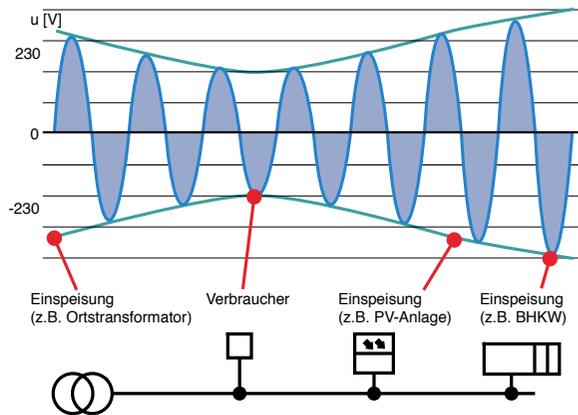
Beispiel: Stark vereinfachter Spannungsverlauf in einem Kabelstrang



Stromversorgung ... Angebot und Nachfrage



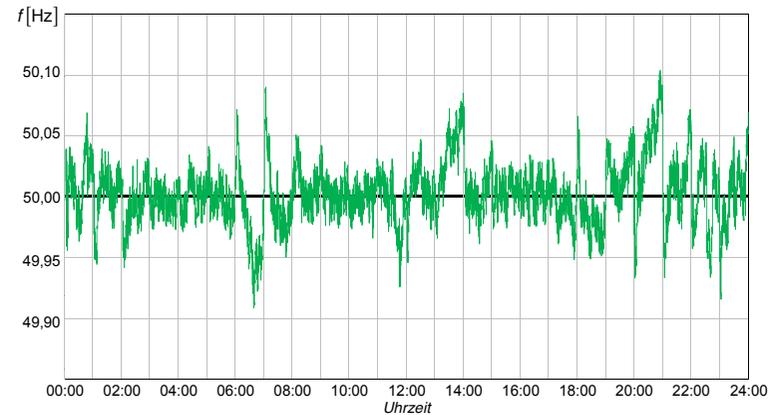
Beispiel: Stark vereinfachter Spannungsverlauf in einem Kabelstrang



Spannung

= lokales
Gleichgewicht

Beispiel: Tages-Frequenzverlauf vom 21. Oktober 2009



Frequenz

= globales
Gleichgewicht

Merke!

“Die Physik des Stromnetzes war schon immer 'Smart' !”



Merke!



“Die Physik des Stromnetzes ist praktizierter ‘Sozialismus’ !”

Wozu ein Smart Grid ?



Wozu ein Smart Grid ?

Um den Kapitalismus im
Sozialismus einzuführen?





Was ist ein Smart Grid ?

Prosumer

Smart Metering

Neue Geschäftsmodelle

IT-Kommunikation

Lastverlagerung

variable Preissignale

Das "Internet" des "Stromnetzes"?

Zentrale Fragen zum "Smart Grid"

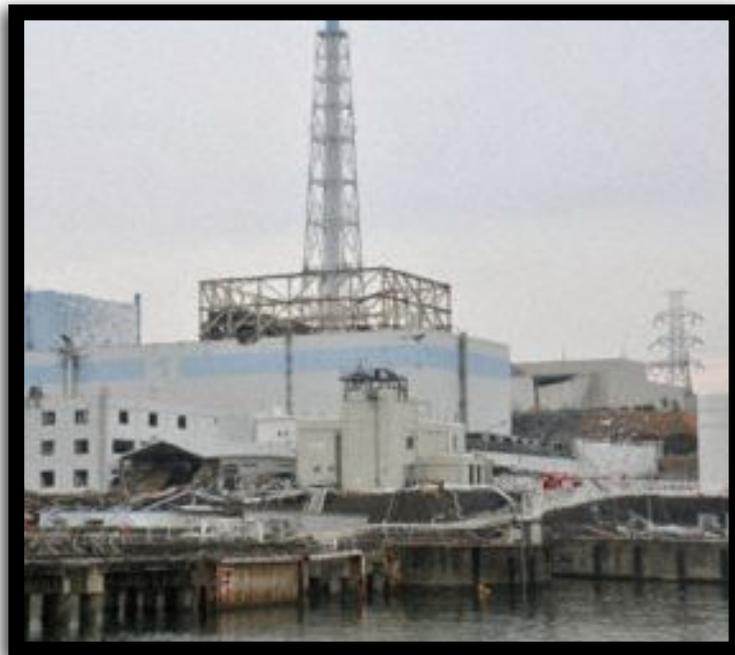


"Grüne Welle"



"Rechts vor Links"
(StVO)

Zentrale Fragen zum "Smart Grid"



Kennen Sie
"stuxnet"?



"Best Effort"
... 5 Minuten?

Zentrale Fragen zum "Smart Grid"



Kommunikation



Zentrale Fragen zum "Smart Grid"



Kommunikation? **Krisenfestigkeit?**

Merke!

“Das Stromnetz ist zu wichtig um damit genauso zu 'zocken' wie mit Aktien.”



Mer

“Das Stromnetz
um damit genau
wie mit Aktien.”



Merke!

“Nur ein dezentrales Stromnetz, dass auch ohne Kommunikation noch stabil läuft, verdient das Prädikat 'Smart Grid'.”



Die Rolle der Elektromobilität

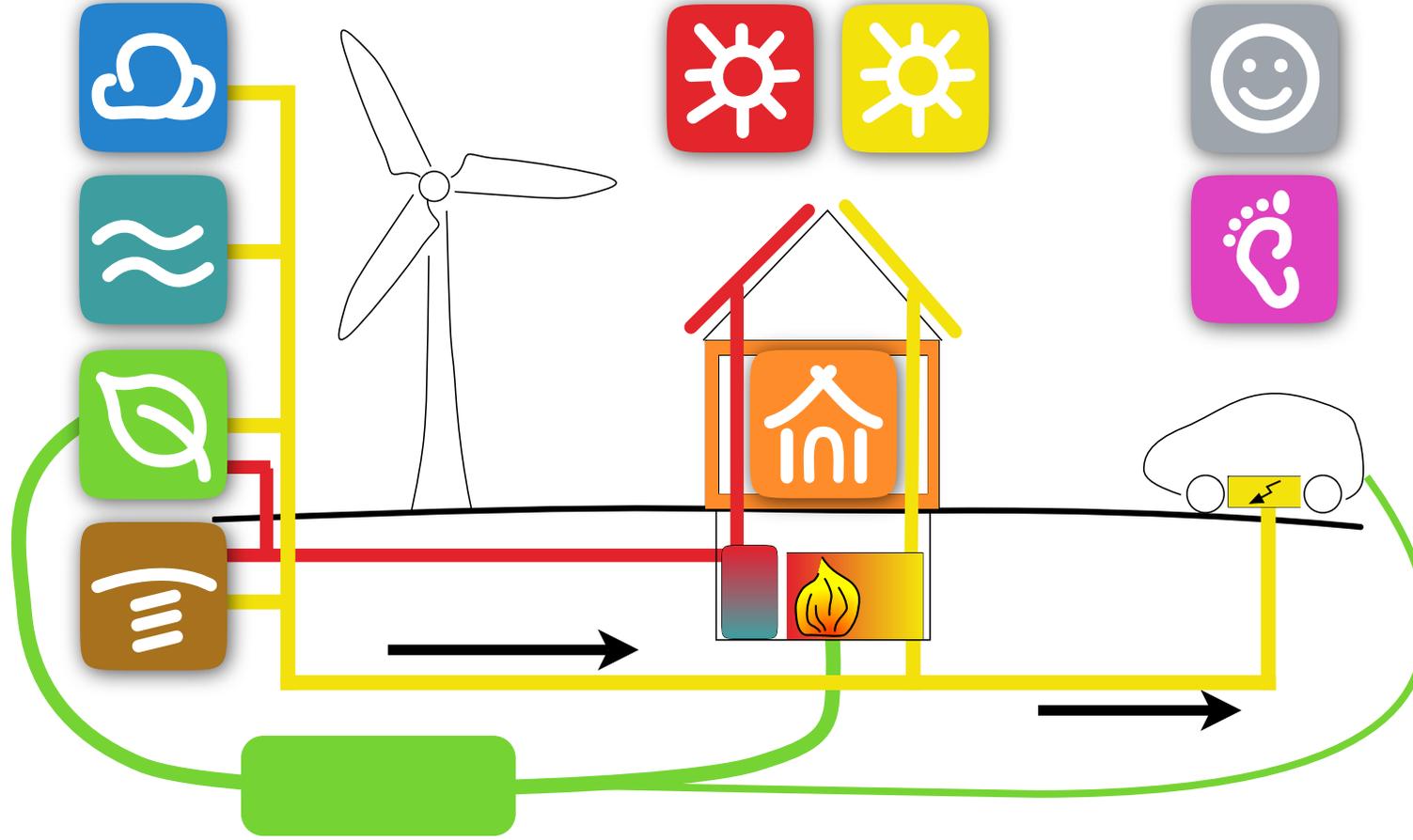




Die Rolle der Elektromobilität

... besteht darin, kurzzeitige
Schwankungen auszugleichen.

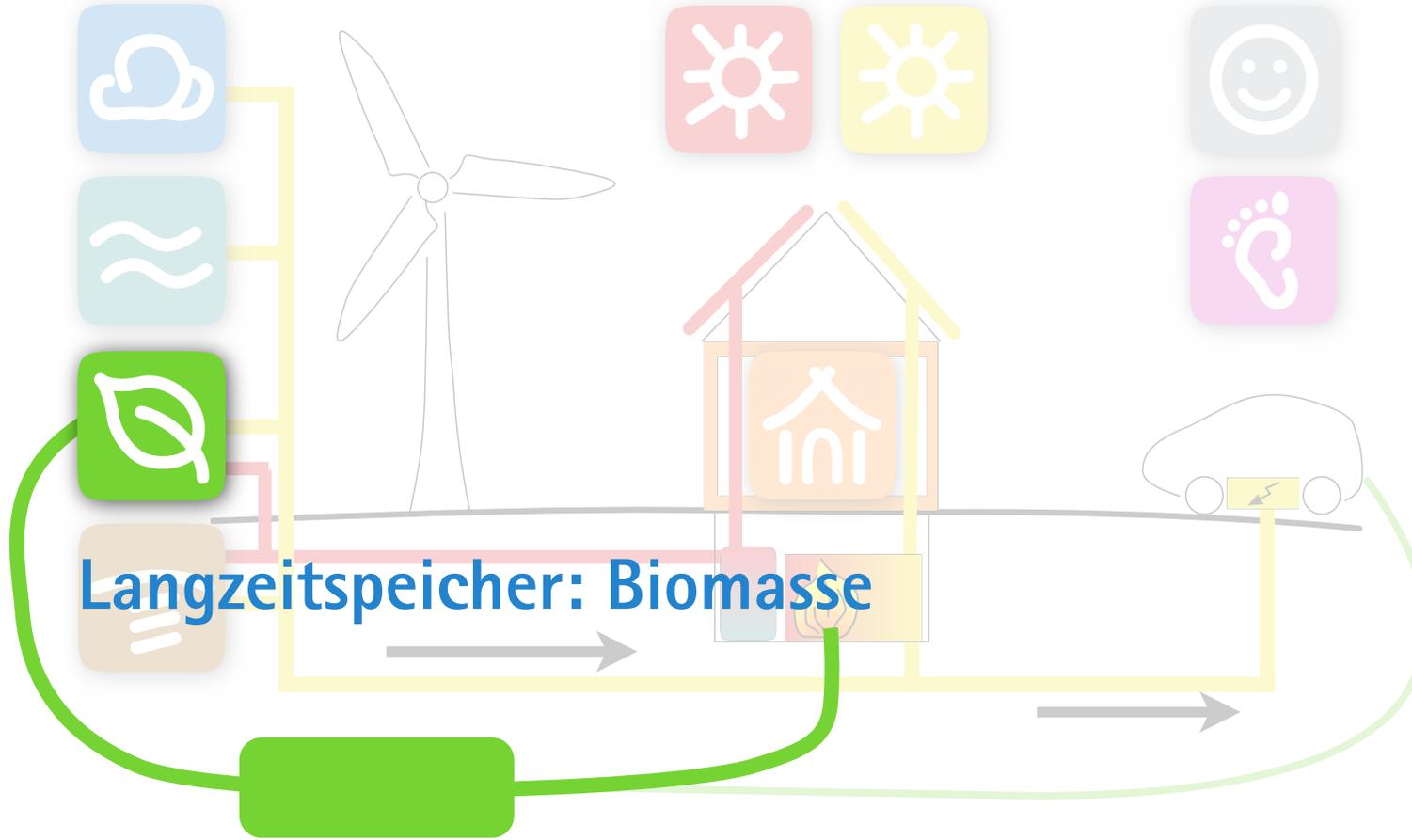
Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



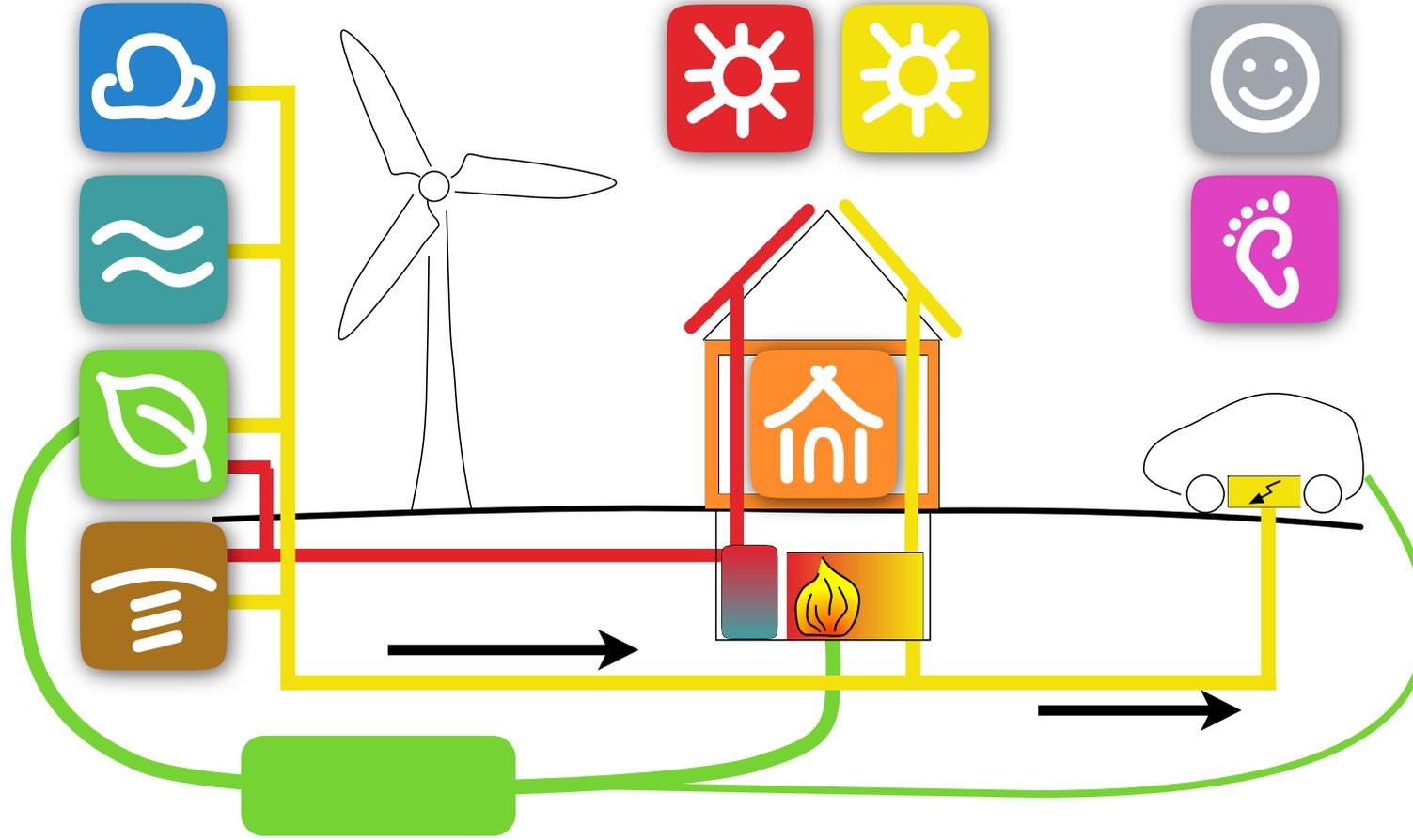
Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Dezentrales Netzmanagement



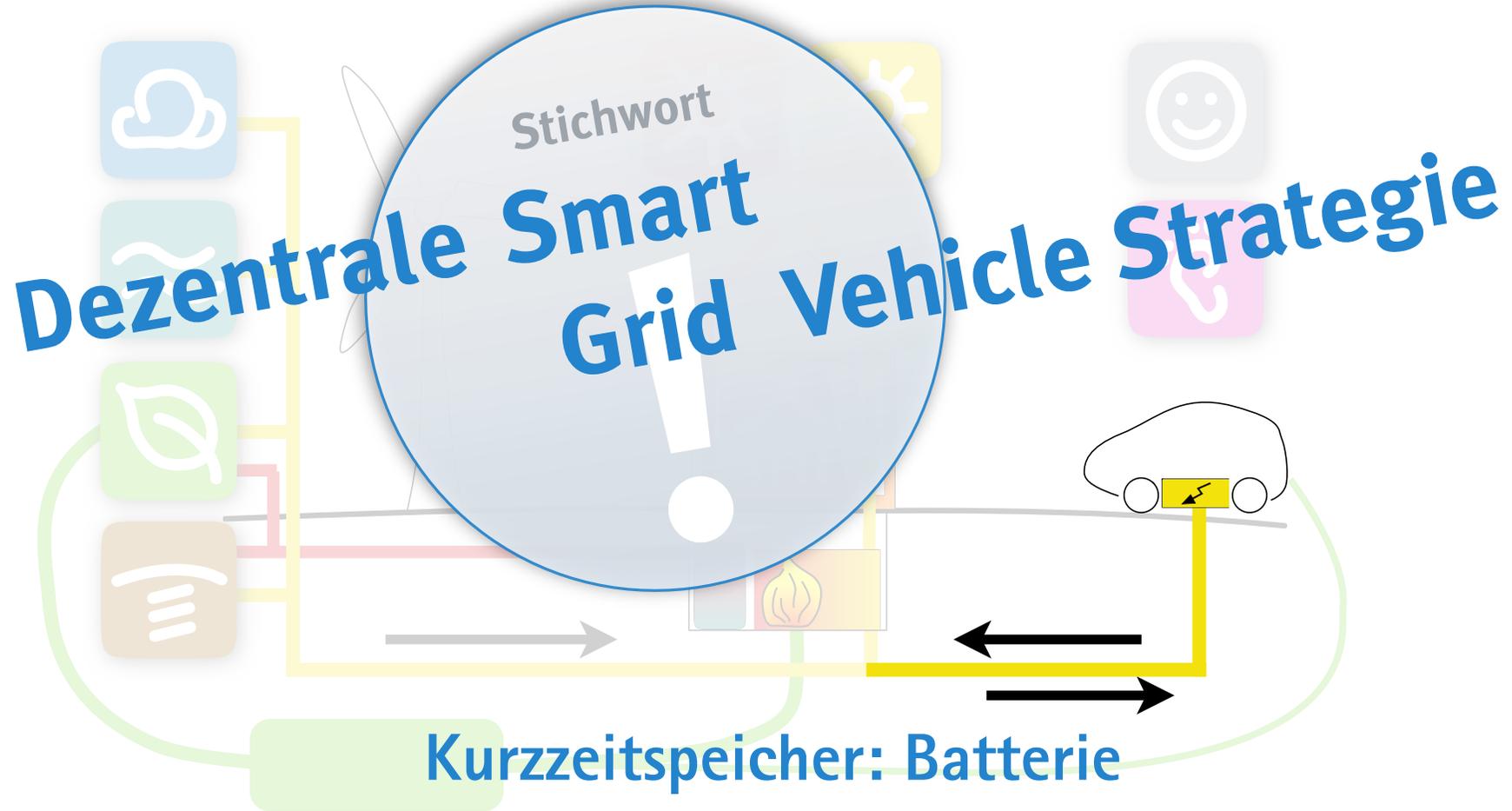
Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Dezentrales Netzmanagement

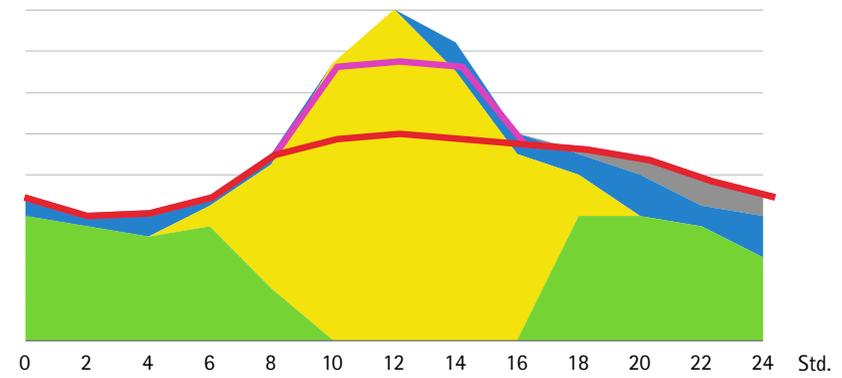
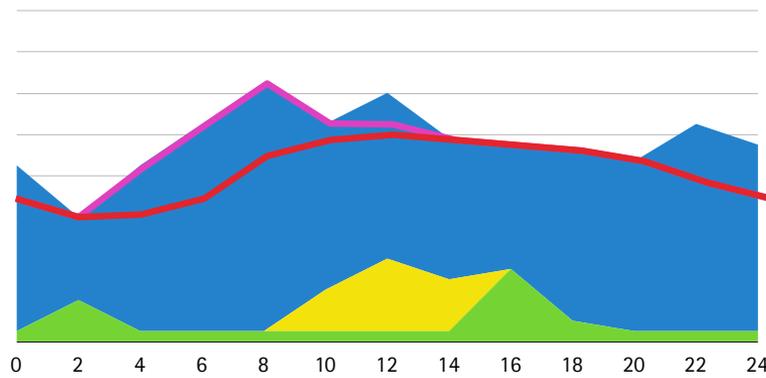


d : h : m : s

Tage Stunden Minuten Sekunden



d : h : m : s
Tage : Stunden : Minuten : Sekunden

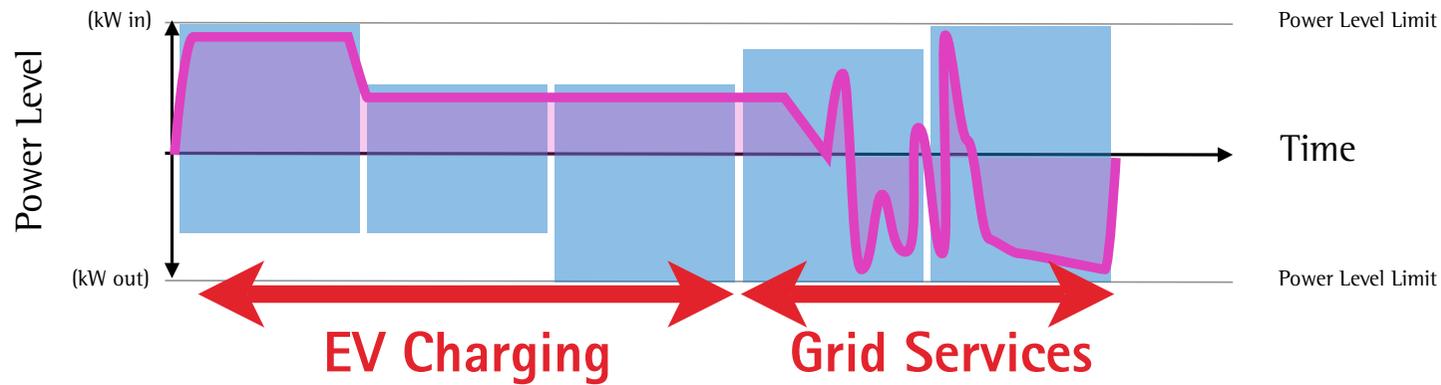


Prognose

... des Energieangebots und Vorausplanung der gepoolten "Batterieaktivitäten" durch am Markt agierende Fahrstromhändler.



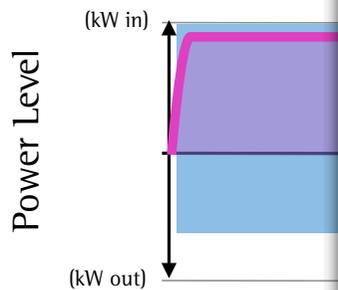
d : h : m : s
Tage : Stunden : Minuten : Sekunden



Bandbreitenmanagement

... auf Niederspannungsebene zur Vermeidung von lokalen Netzüberlastungen und zur besseren Planbarkeit der E-Auto-Ladevorgänge.

d : h m : S
Tage : Sekunden



Power Level Limit
Time
Power Level Limit

Bandbreitenmanagement

... auf Niederspannungsebene zur Vermeidung von lokalen Netzüberlastungen und zur besseren Planbarkeit der E-Auto-Ladevorgänge.



d : h : m : S

Tage Stunden Minuten Sekunden



Dynamische Netzstützung

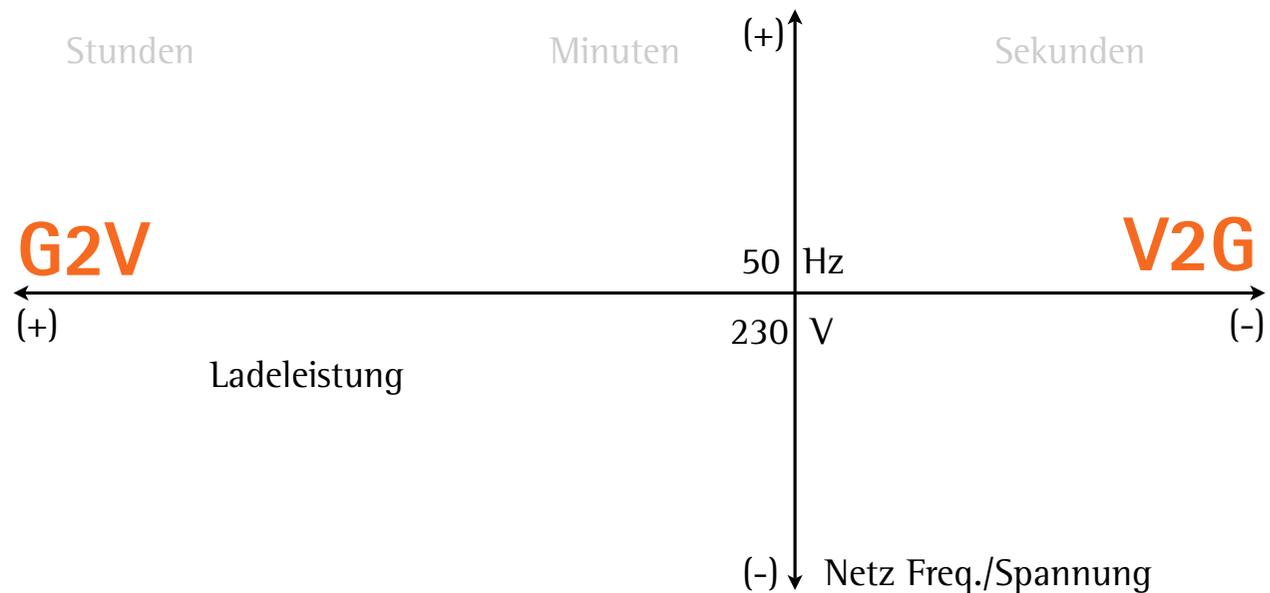
... durch eine Netzinteraktion der E-Fahrzeuge nach einem parametrisierbaren und vor allem wohl definierten Verhalten, das Ladeleistung (und Flußrichtung) dem Netz anpaßt.



Dynamische Netzstützung

... durch eine Netzinteraktion der E-Fahrzeuge nach einem parametrisierbaren und vor allem wohl definierten Verhalten, das Ladeleistung (und Flußrichtung) dem Netz anpaßt.

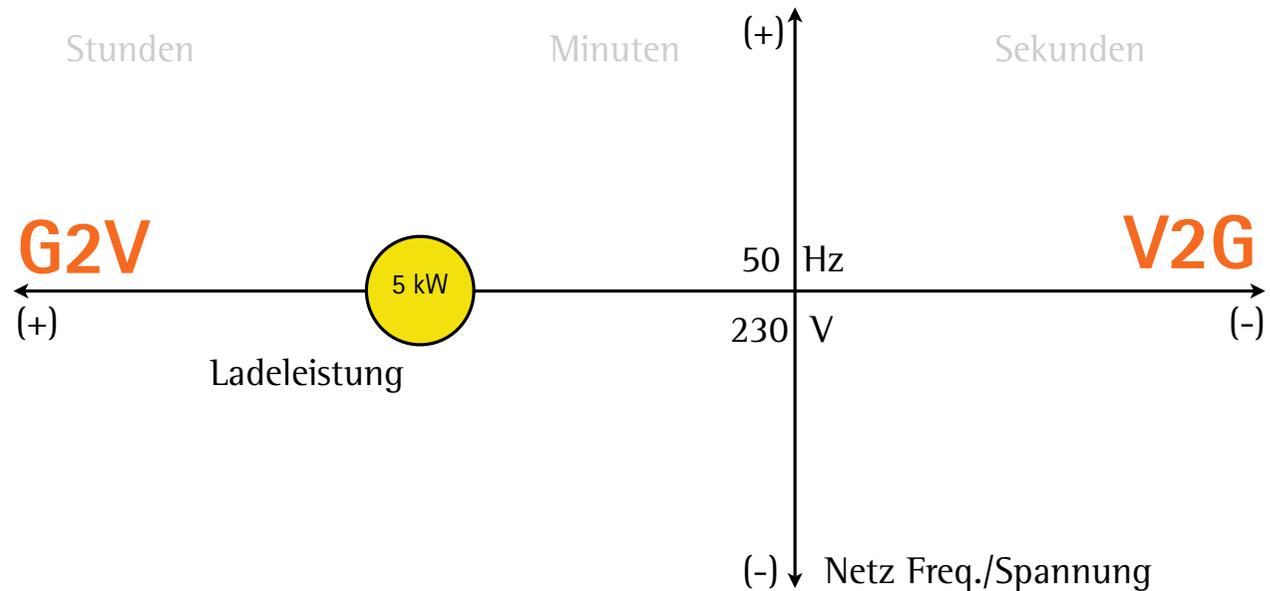
d : h : m : s
 Tage : Stunden : Minuten : Sekunden



Dynamische Netzstützung

... durch eine Netzinteraktion der E-Fahrzeuge nach einem parametrisierbaren und vor allem wohl definierten Verhalten, das Ladeleistung (und Flußrichtung) dem Netz anpaßt.

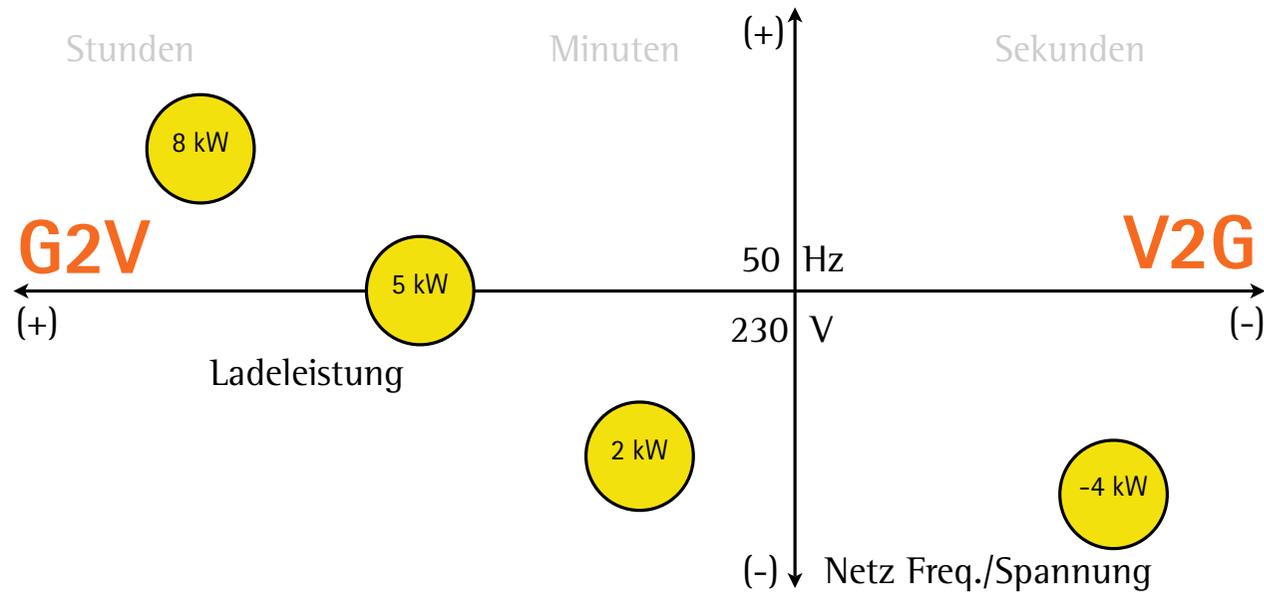
d : h : m : s
 Tage : Stunden : Minuten : Sekunden



Dynamische Netzstützung

... durch eine Netzinteraktion der E-Fahrzeuge nach einem parametrisierbaren und vor allem wohl definierten Verhalten, das Ladeleistung (und Flußrichtung) dem Netz anpaßt.

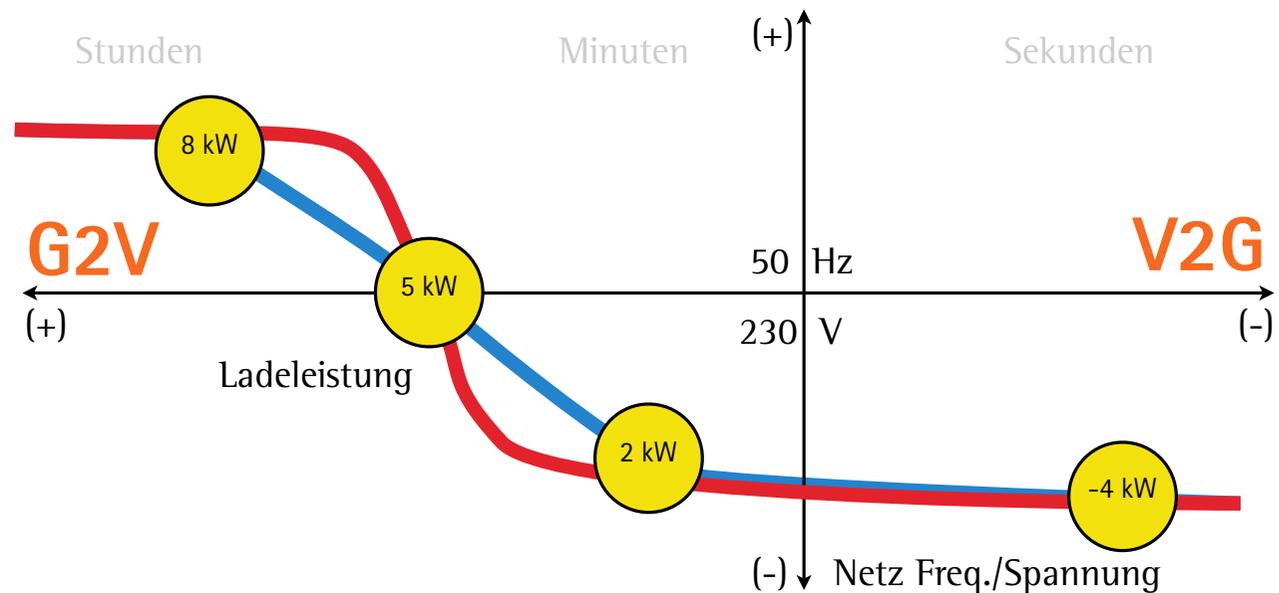
d : h : m : s
 Tage : Stunden : Minuten : Sekunden



Dynamische Netzstützung

... durch eine Netzinteraktion der E-Fahrzeuge nach einem parametrisierbaren und vor allem wohl definierten Verhalten, das Ladeleistung (und Flußrichtung) dem Netz anpaßt.

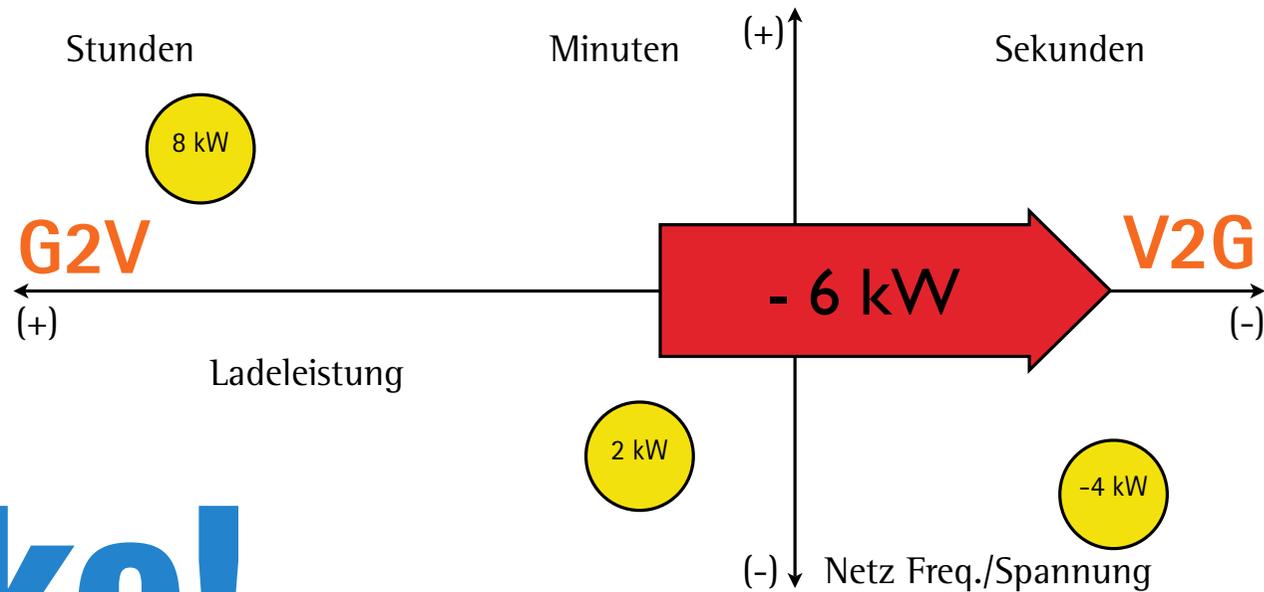
d : h : m : s
 Tage : Stunden : Minuten : Sekunden



Dynamische Netzstützung

... durch eine Netzinteraktion der E-Fahrzeuge nach einem parametrisierbaren und vor allem wohl definierten Verhalten, das Ladeleistung (und Flußrichtung) dem Netz anpaßt.

d : h : m : S
 Tage : Stunden : Minuten : Sekunden

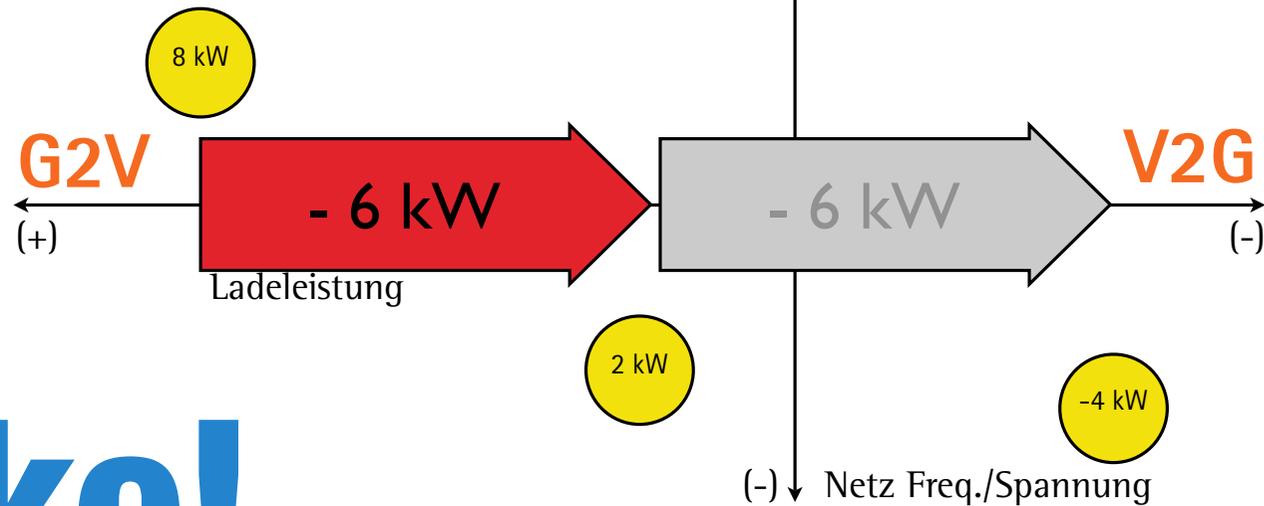


Merke!

”Netzstützung” braucht nur eine Anpassung der Ladeleistung
 und nicht zwingend die Rückspeisung.

d : h : m : S

Tage Stunden Minuten Sekunden



Merke!

”Netzstützung” braucht nur eine **Anpassung** der Ladeleistung
und nicht zwingend die Rückspeisung.

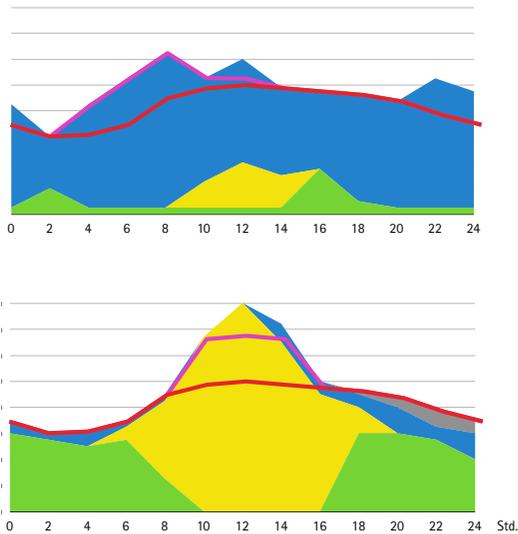
d : h : m : s

Tage

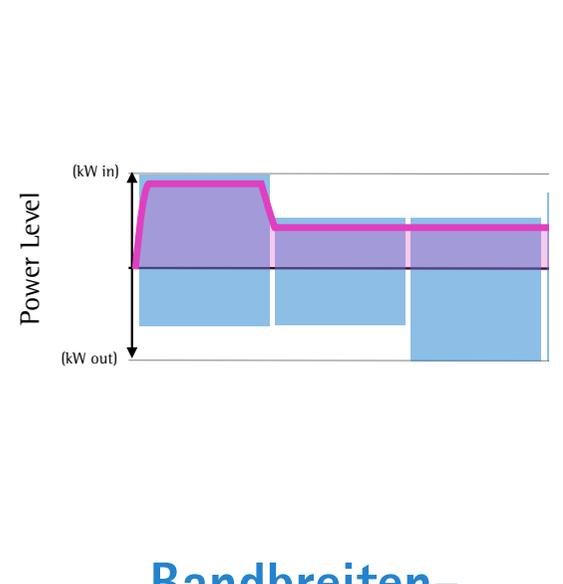
Stunden

Minuten

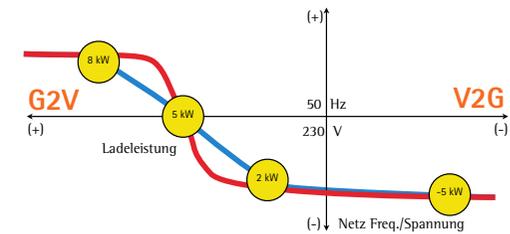
Sekunden



Prognose & Planung



Bandbreitenmanagement



Dynamische Netzstützung

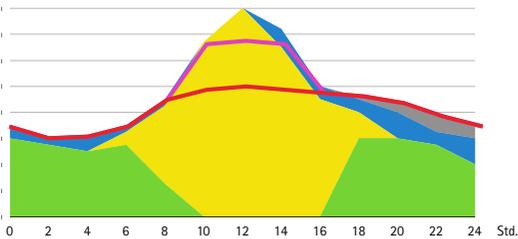
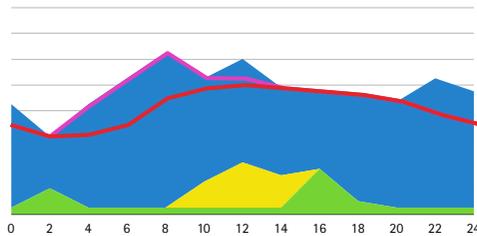
d : h : m : s

Tage

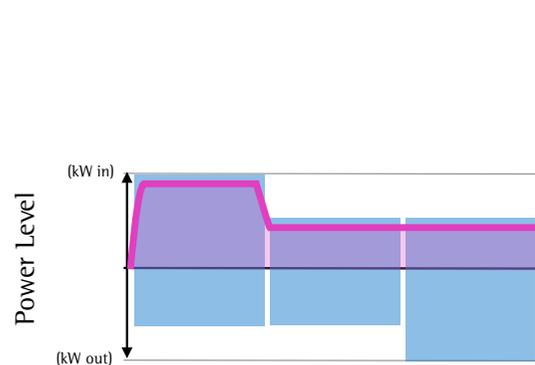
Stunden

Minuten

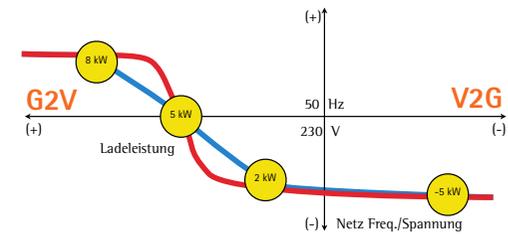
Sekunden



Fahrstromversorger



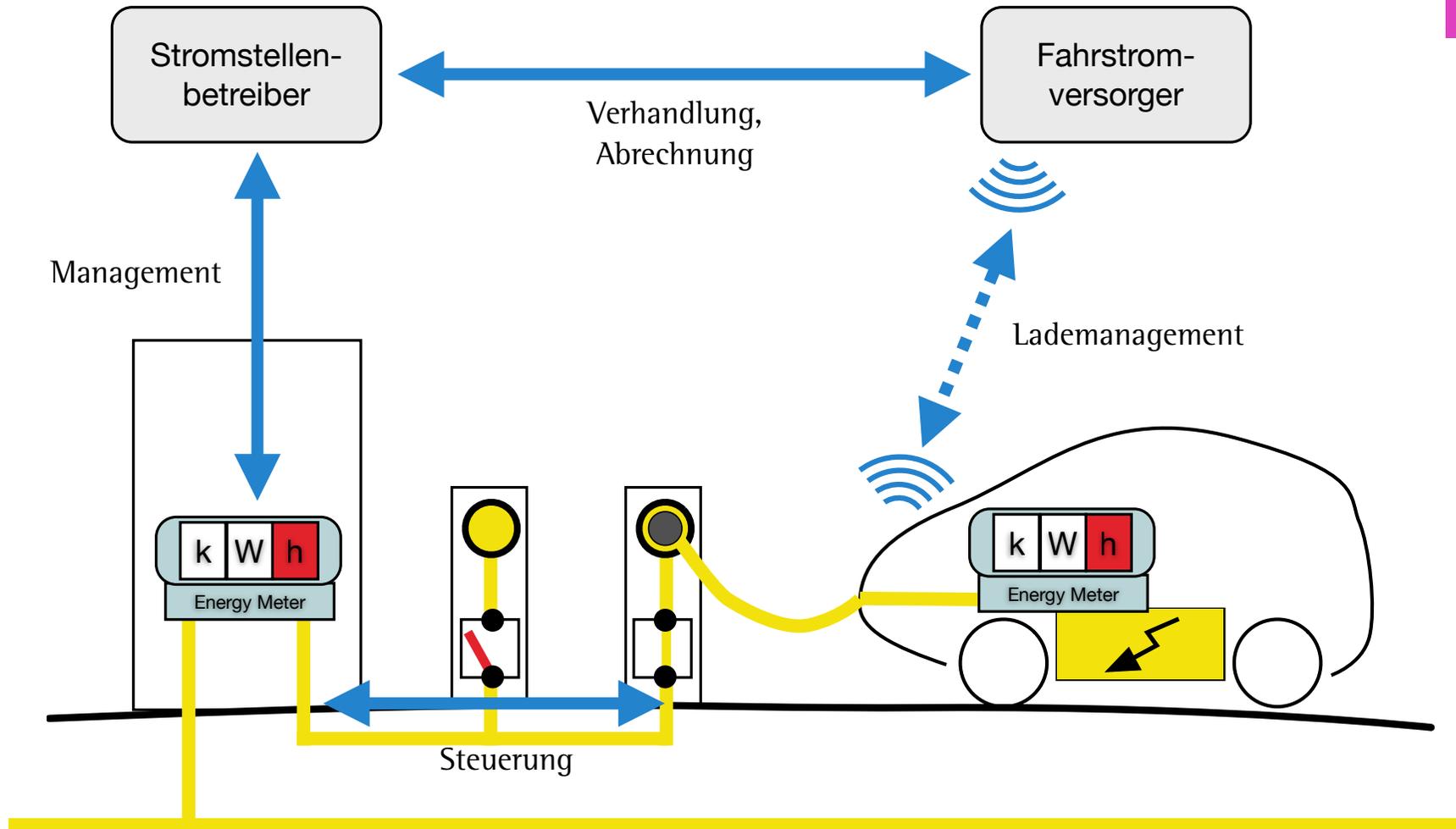
Stromstelle

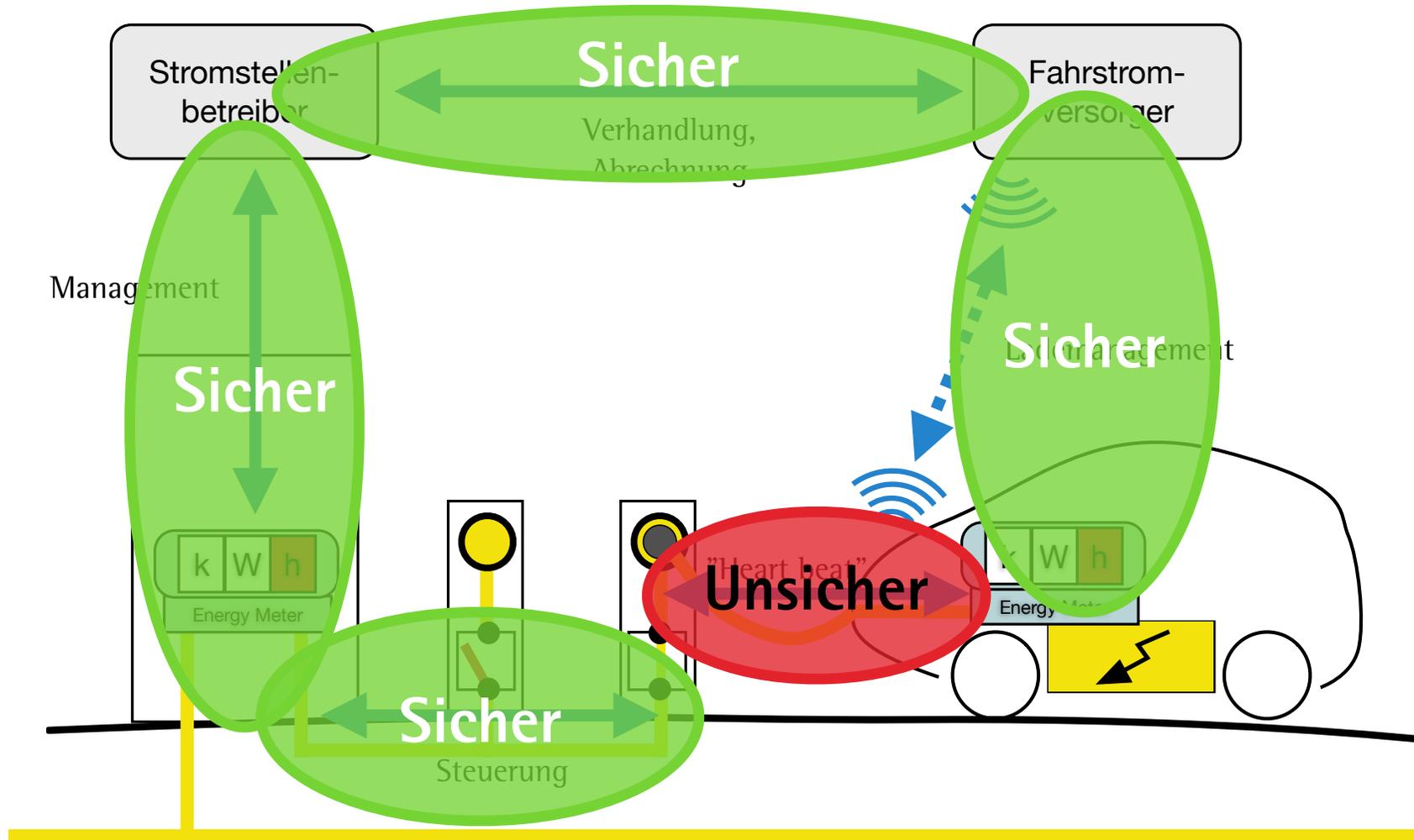


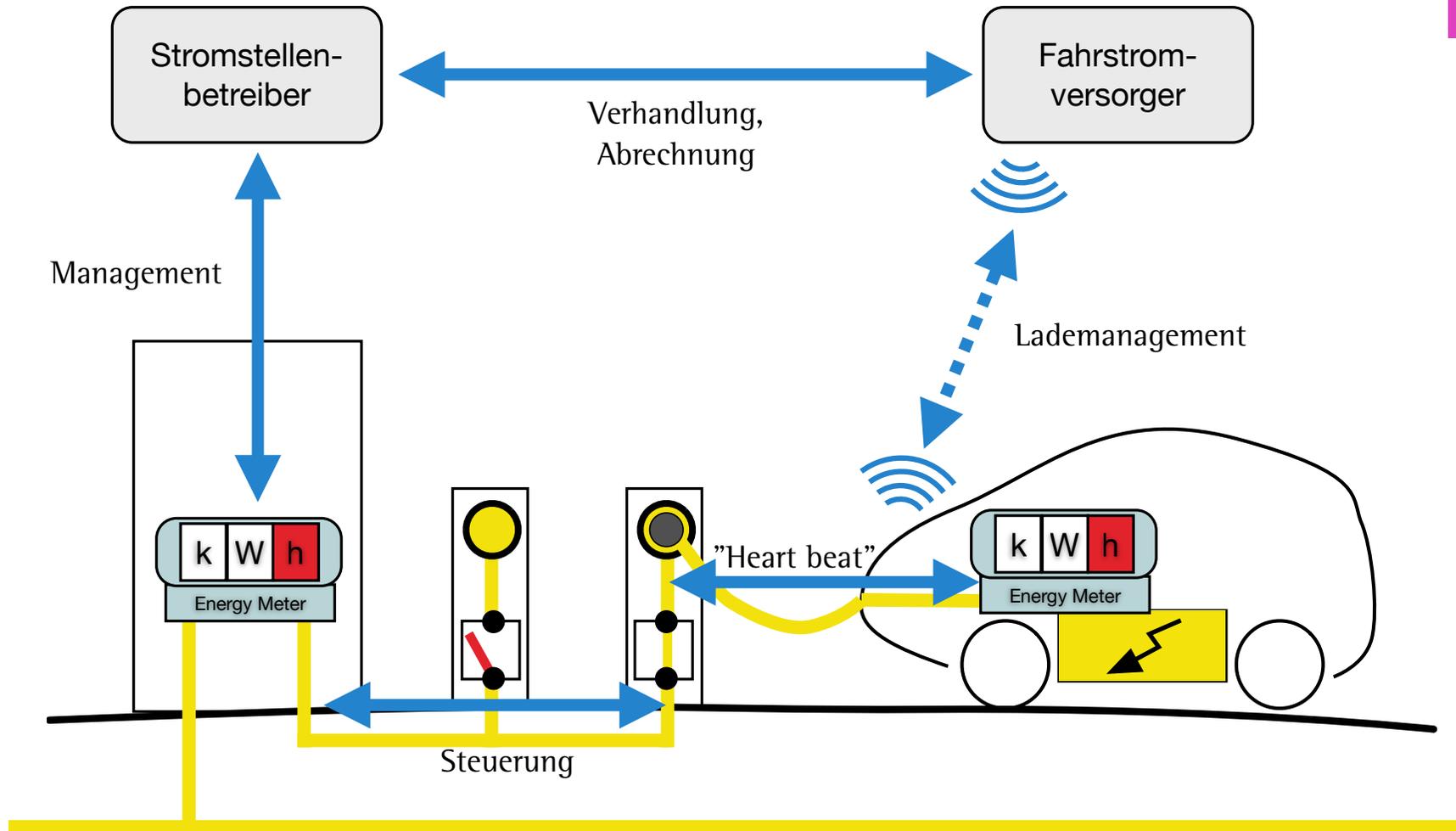
Elektrofahrzeug

Eine Frage der **Kommunikation**











Geld

unterliegt einem ständigen Wandel

Physik

ändert sich nie



Management

Lademanagement





Ausgleich erfolgt einmal im

Monat

Management

Lademanagement



Ausgleich erfolgt in jeder

Millisec.

Stromstufen-
betreiber

Management

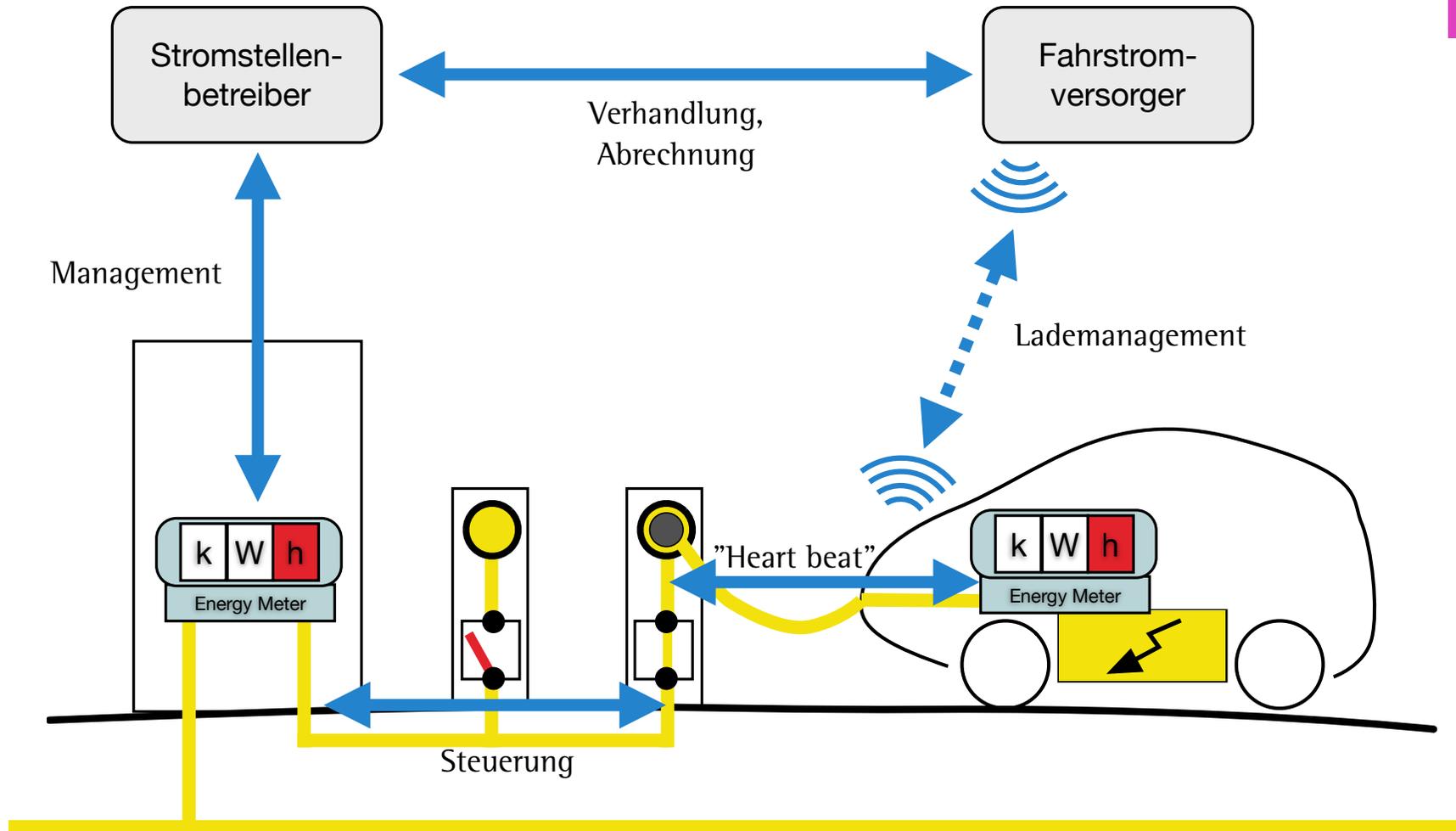
Ändert sich alle paar
Jahre



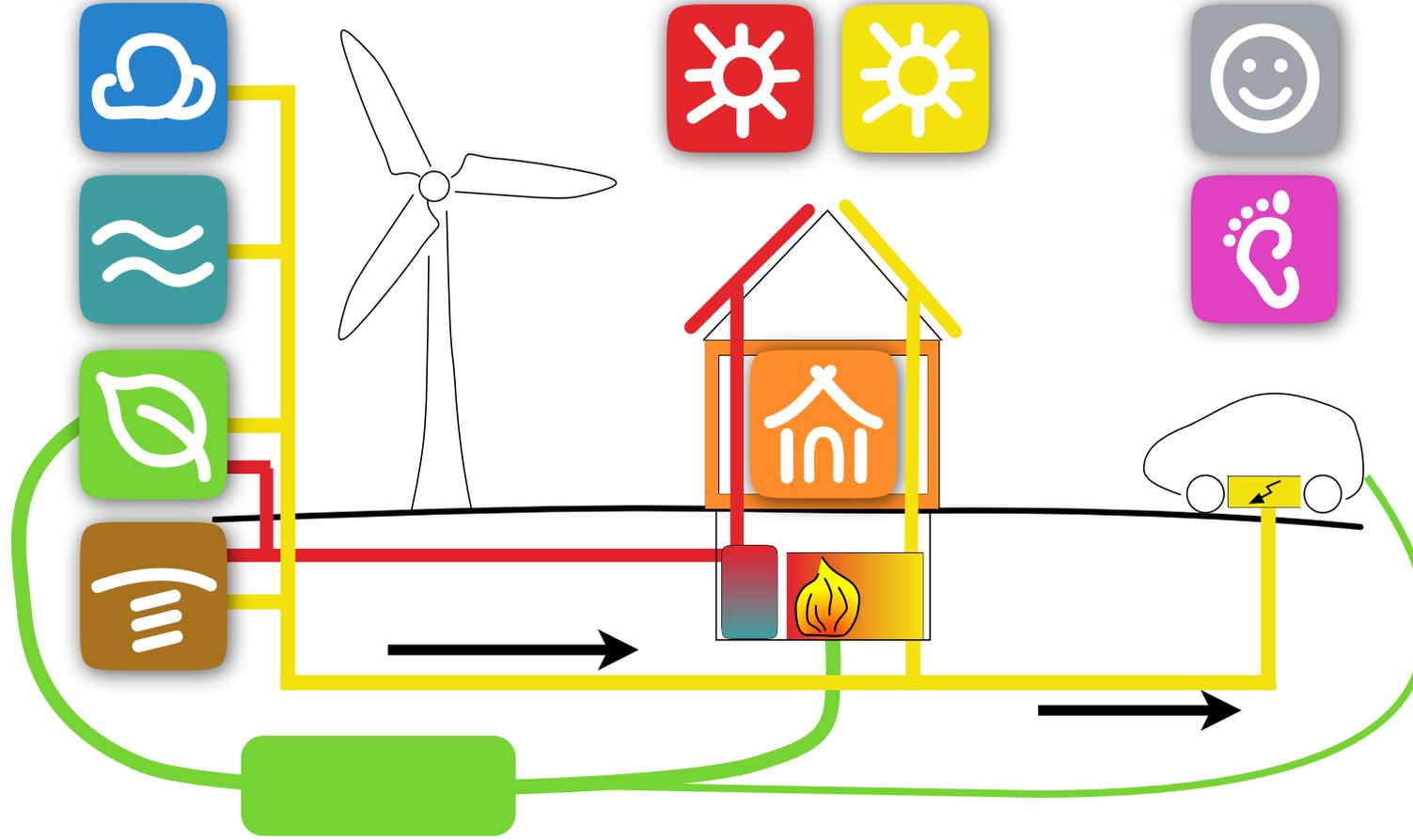
Lademangement

Ändert sich alle
50 Jahre





Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Zentrale Fehler der Energiewirtschaft



1 Windkraft unterschätzt

... hat 2010 zu einer unnötig kostspieligen Nachrüstung der Anlagen geführt. ("SDL-Bonus")

2 Photovoltaik unterschätzt

... wird ab 2012 alleine in Deutschland bei ca. 3 Mio. PV-Wechselrichtern zu einer unnötig kostspieligen Nachrüstung der Wechselrichter führen.

3 E-Mobilität unterschätzt?

... könnte ab 2020 zu einer kostspieligen Nachrüstung führen.

Wir hätten da eine "I.D.E.E"!

Merke!



“Nur Autos die am Netz hängen,
können das Netz stabilisieren!”

Merke!



“Nur Autos die das Netz verstehen,
können das Netz stabilisieren!”

Merke!



“Elektromobile passen optimal zu Erneuerbaren Energien!”

Merke!

“Elektromobile werden die ersten Stromverbraucher werden (müssen), die aktiv das Netz stützen!”





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

www.dgs.de

Tomi Engel

tomi@objectfarm.org