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

Zukunftsfähige Energieversorgung

Tomi Engel

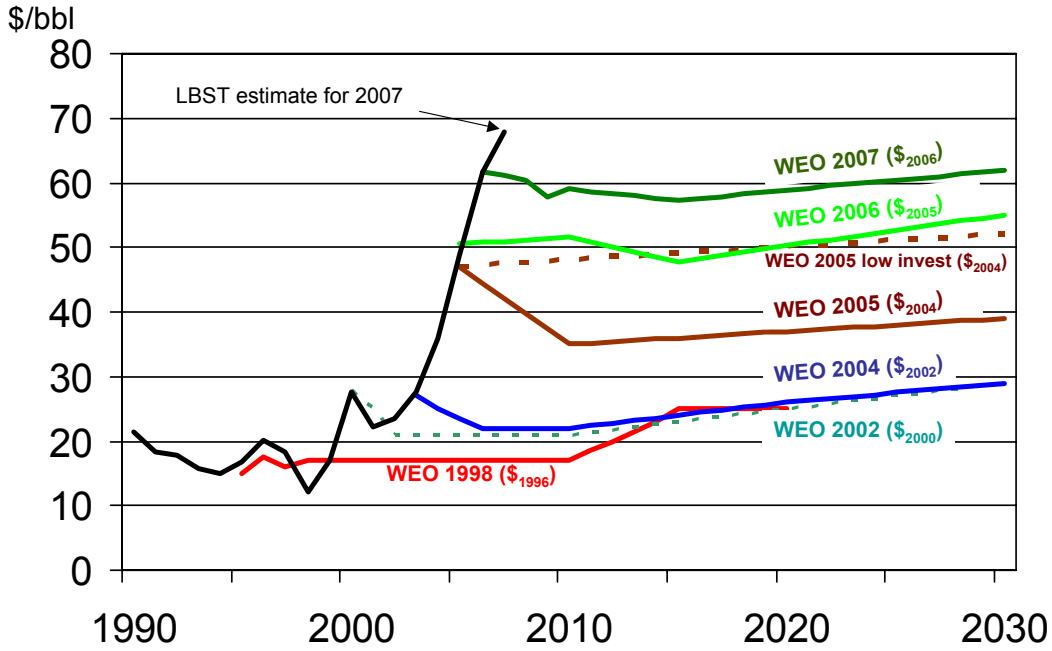
Herrieden - 26.06.2009

COP15
COPENHAGEN
UNITED NATIONS
CLIMATE CHANGE
CONFERENCE
DEC 7 - DEC 18
2009
aninconvenient truth
A GLOBAL

Die Finanzkrise und der DOW-Index

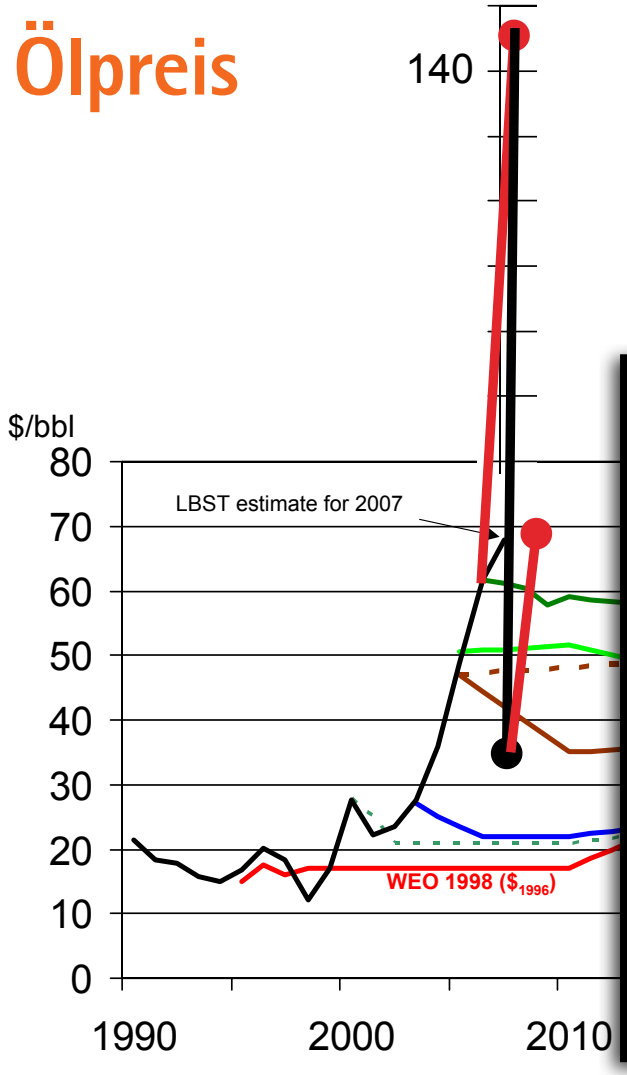
Quelle: DTI 2008, NPD 2008, BP 2007; Prognose: LBST 2008

Der Ölpreis



Quelle: LBST - EnergyWatchGroup

Der Ölpreis

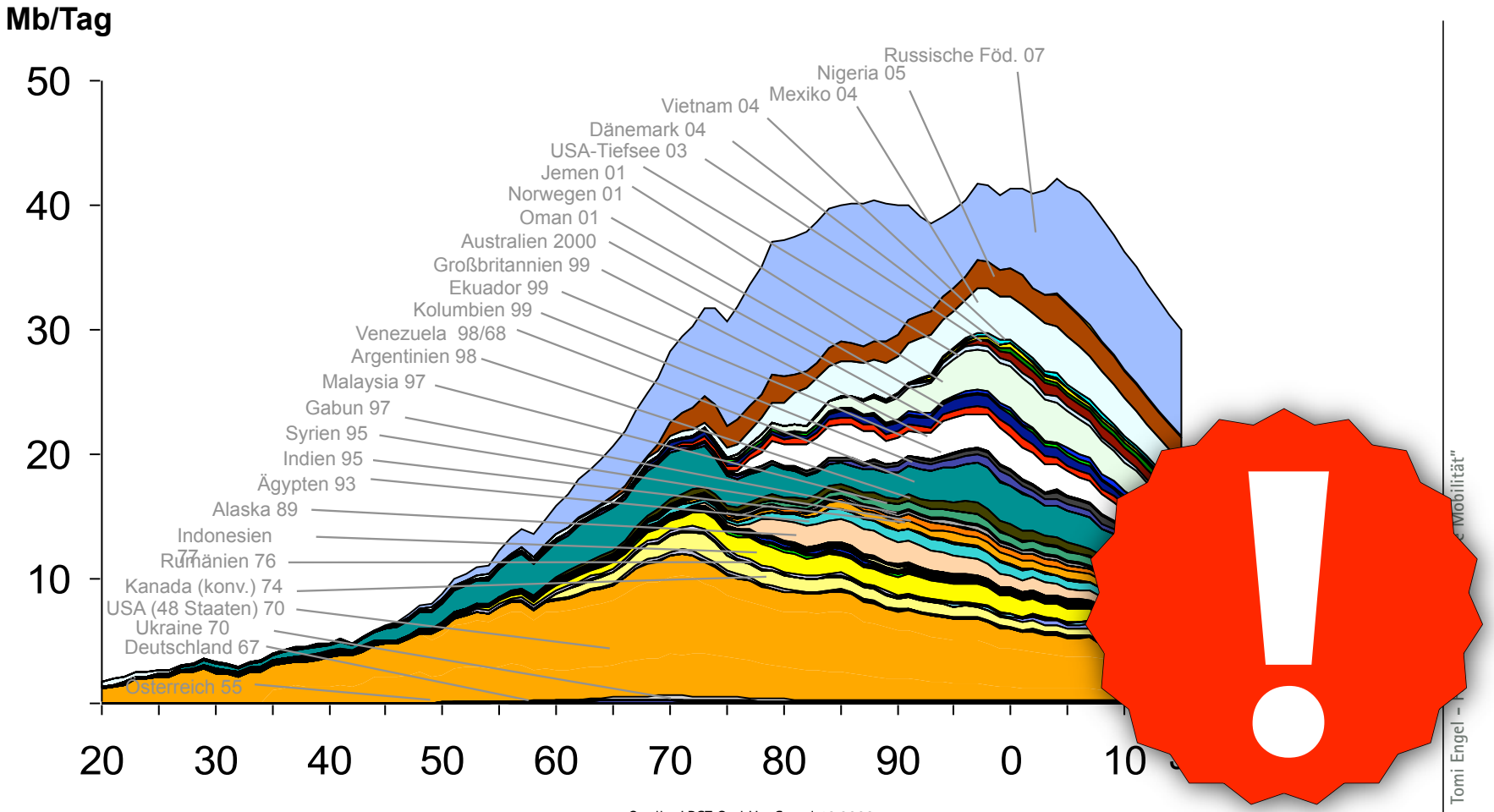


Angebot < Nachfrage !

Quelle: LBST - EnergyWatchGroup

Zukunftsfähige Energieversorgung

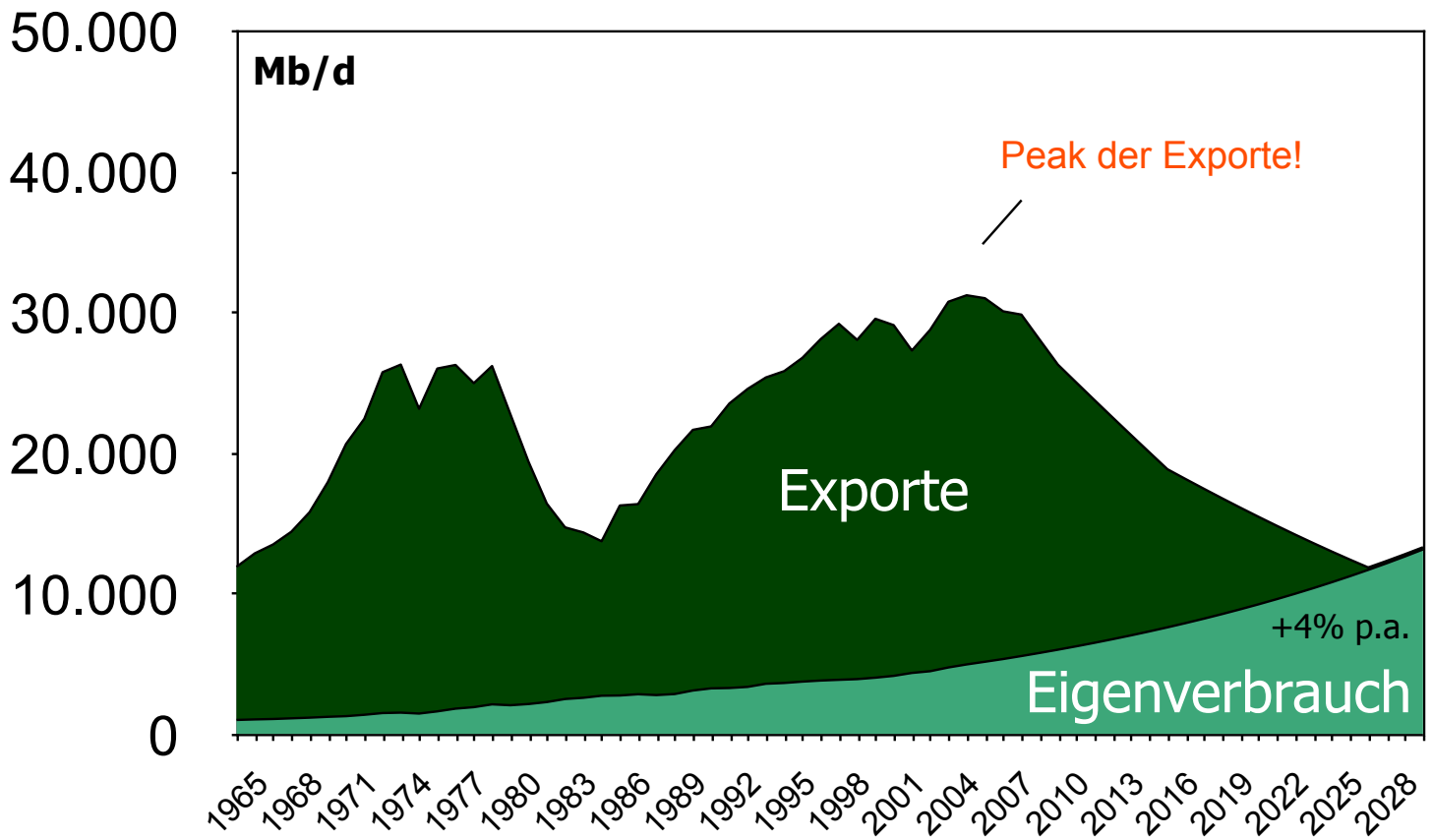
Ölproduktion außerhalb der OPEC



Quelle: LBST GmbH - Stand 10.2008

Tomi Engel – [illegible] Mobilität"

Importe brauchen Exporte!

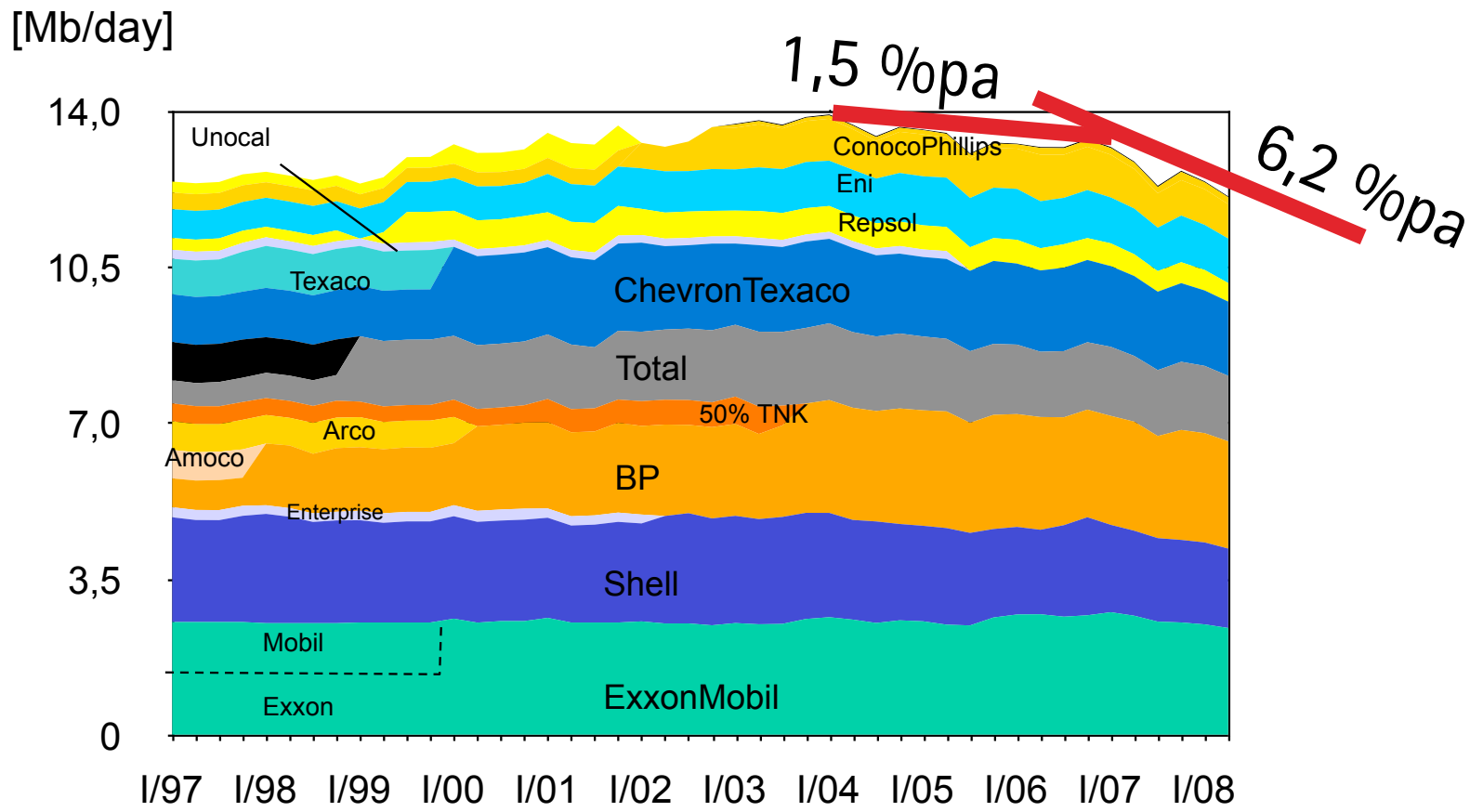


Source: Historic data: BP Statistical Review of World Energy

Wachstum?

Real oder auf dem Papier?

“Gefühltes” Wachstum durch Fusion



Quelle: LBST GmbH - Stand 2008

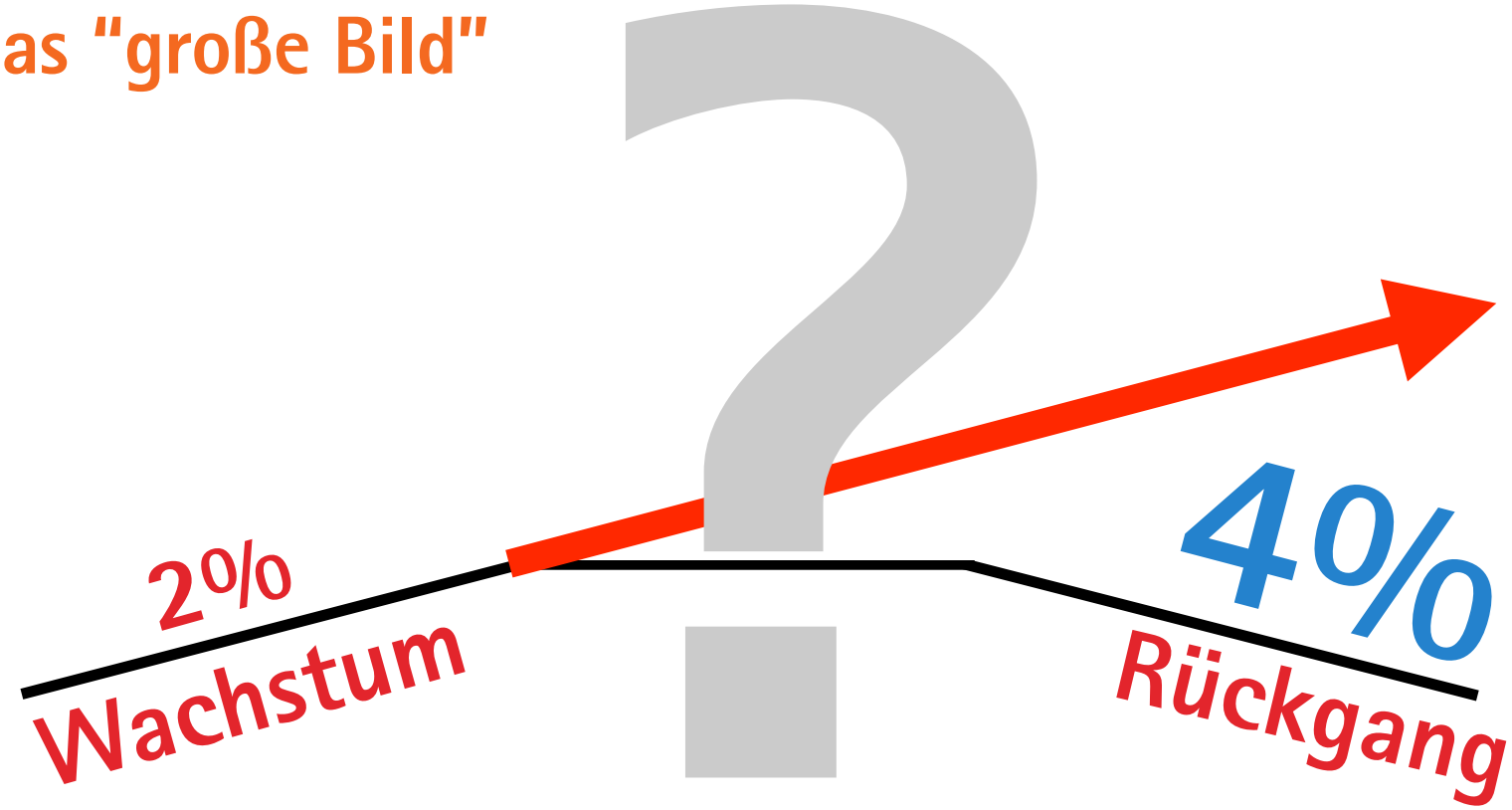
Zukunftsfähige Energieversorgung

Tomi Engel – Fachausschuss “Solare Mobilität”

Das "große Bild"

Zukunftsfähige Energieversorgung

Das "große Bild"



Bei 84 Mb/d wären 2% ein jährlicher Fehlbetrag von ca. 1,7 Mb pro Tag

Was genau sind 1,7 Millionen Fass Öl pro Tag?

100 Millionen Tonnen Öl pro Jahr

... der gesamte Ölverbrauch Deutschlands

100 Atomkraftwerke

... ein viertel aller AKWs dieser Welt

30 Millionen Hektar Wald

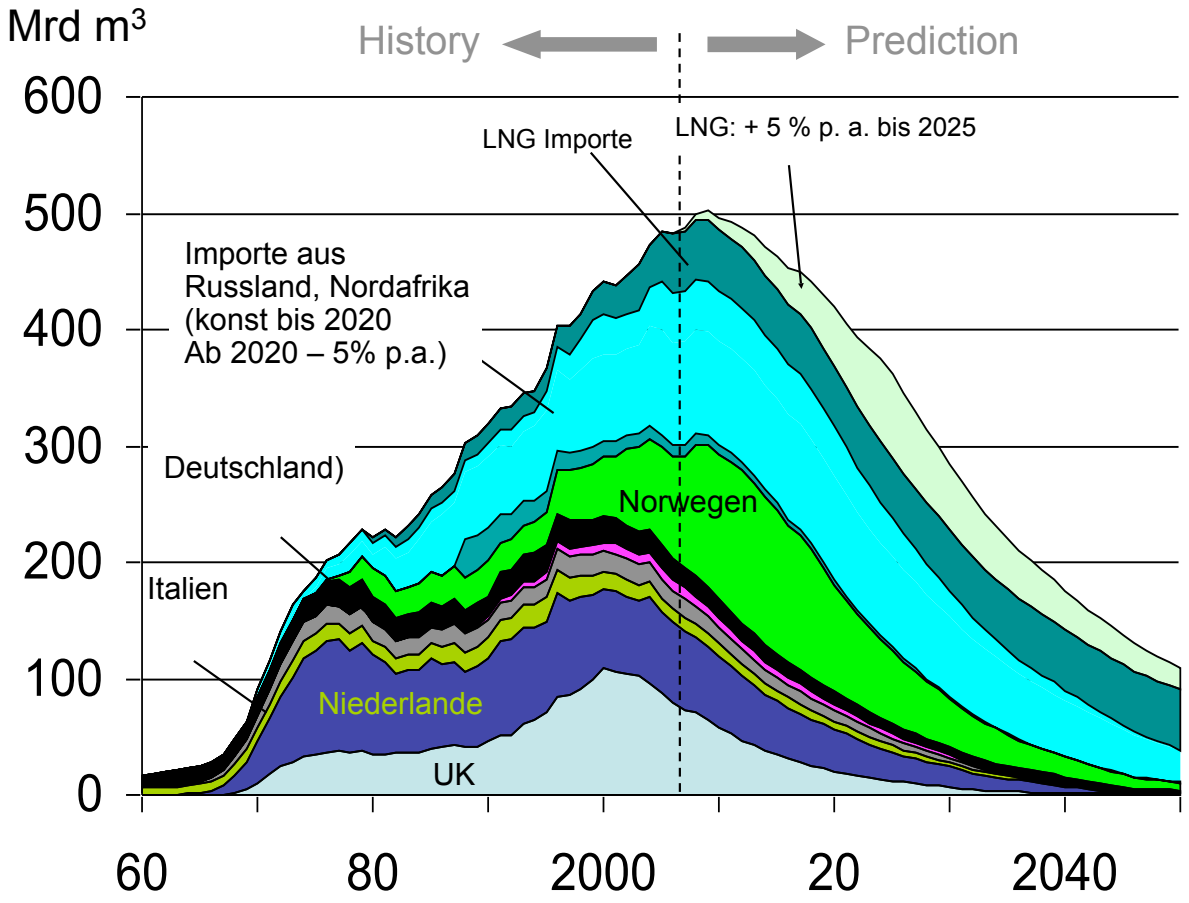
... dreimal mehr als die gesamte deutsche Waldfläche

100 Millionen Hektar Raps

... sechs mal mehr als die gesamte deutsche Landwirtschaftsfläche

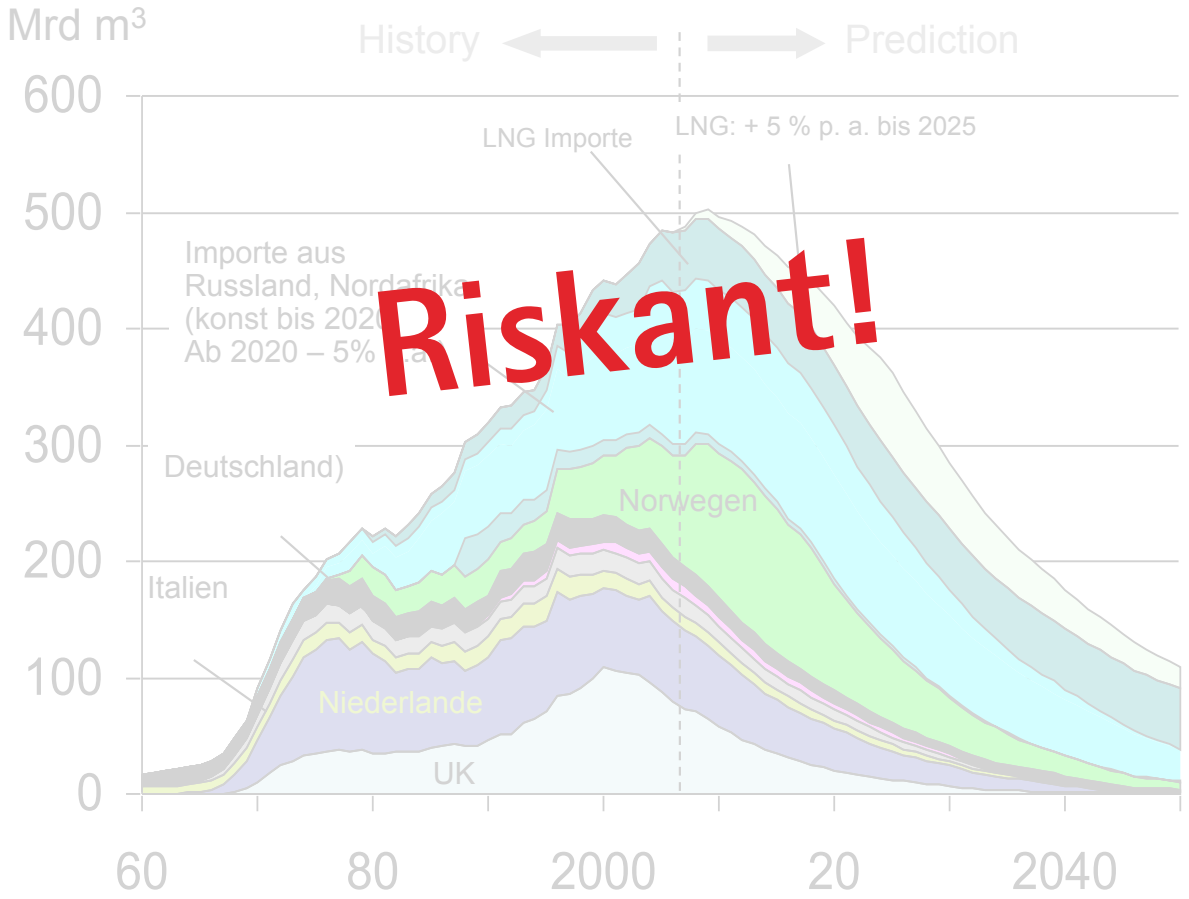
Erdgas?

Umstellung auf Erdgas?



Quelle: DTI 2008, NPD 2008, BP 2007; Prognose: LBST 2008

Umstellung auf Erdgas?



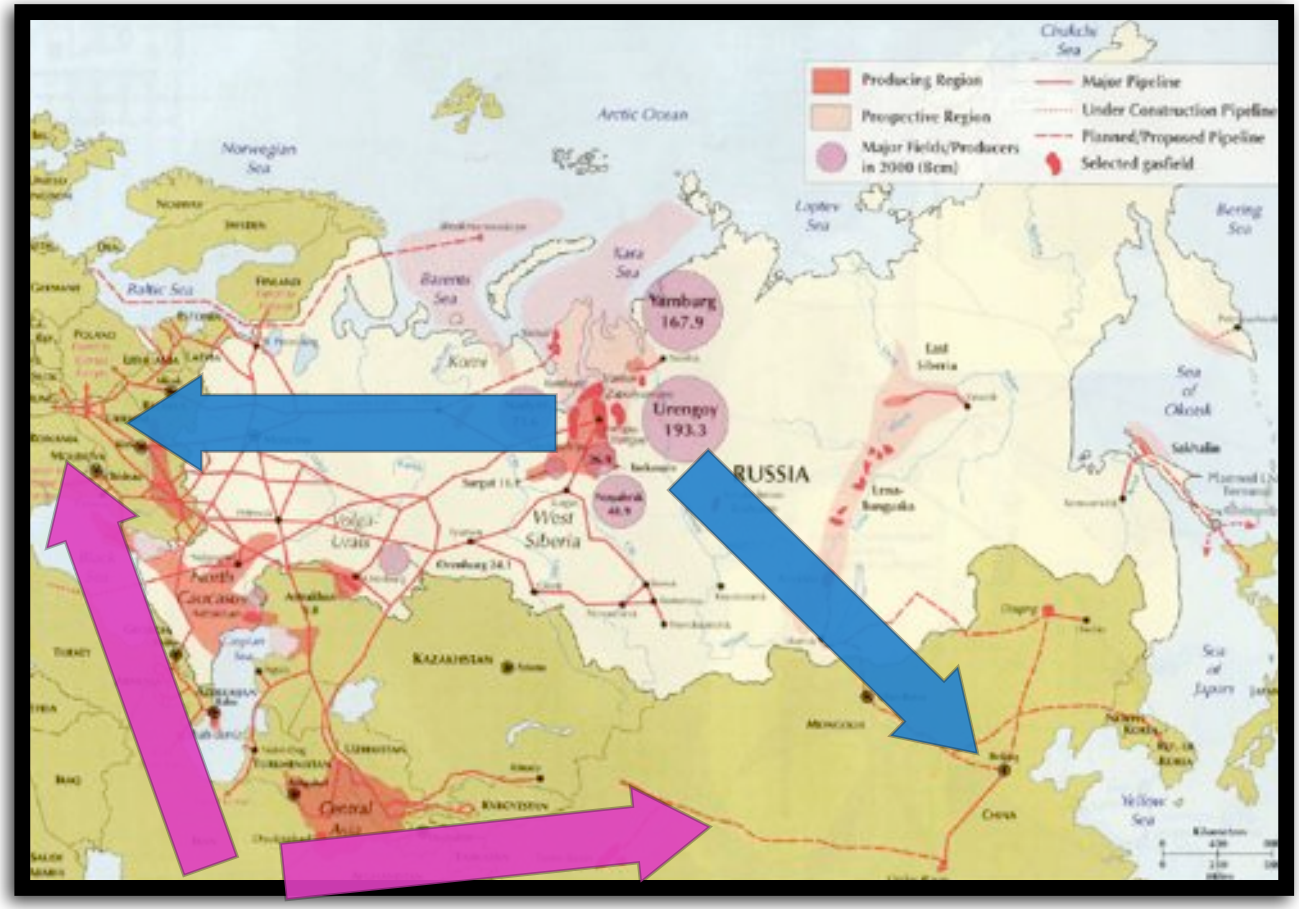
Riskant!

Quelle: DTI 2008, NPD 2008, BP 2007; Prognose: LBST 2008

Zukunftsfähige Energieversorgung

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Erdgas ... von wo nach wo?



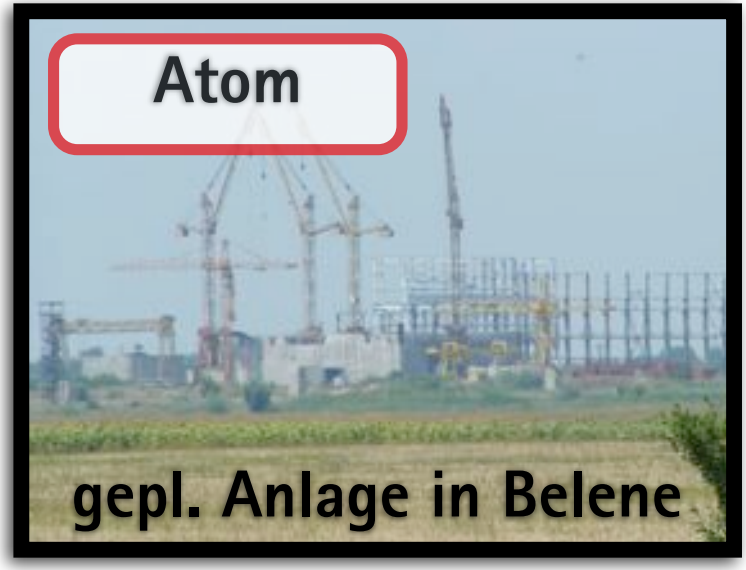
Quelle: IEA

Atom?

Atomenergie: unbezahlbar und unverantwortbar

Atomenergie: unbezahlbar und unverantwortbar

8.000.000.000 Euro

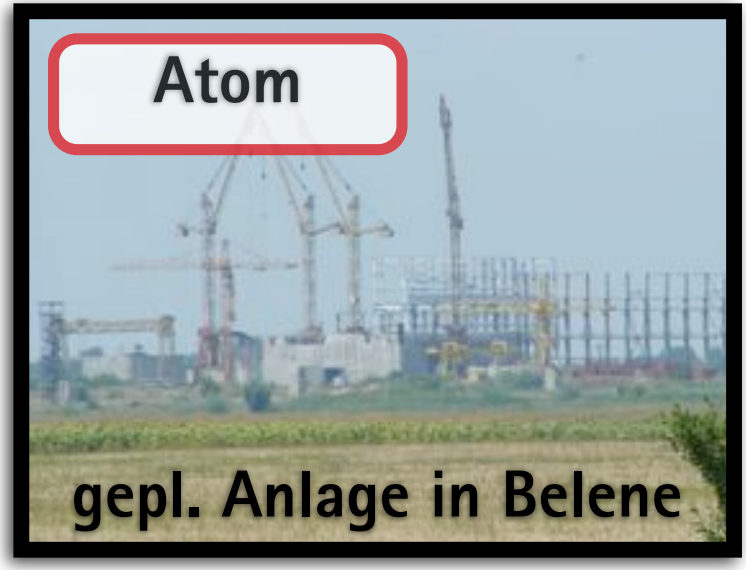


2 GWp = 16 TWh
(und fast keine Jobs)

8 GWp = min. 16 TWh
(viel viel Arbeitsplätze)

Atomenergie: unbezahlbar und unverantwortbar

12.000.000.000 Euro



2 GWp = 16 TWh
(und fast keine Jobs)

12 GWp = min. 24 TWh
(viel viel Arbeitsplätze)

Zukunftsfähige Energieversorgung

Atomenergie: unbezahlbar und unverantwortbar

2.000.000.000 Euro

Steuerzahler müssen für Asse aufkommen

Atommüll ist in Staatshand — „Es gibt moralische Verantwortung"

BERLIN (AP) — Greenpeace hat mit neuen Zahlen die Debatte über die Kostenübernahme für die Sanierung des Atomlagers Asse befeuert.

Die Umweltschützer teilten mit, dass mehr als 70 Prozent der Radioaktivität in Asse von den großen Stromversorgern stammen. Diese erklärten jedoch, nur für 20 Prozent der im ehe-

= geschätzte Kosten für die Steuerzahler nach nur 30 Jahren "Testendlager"!

"Asse II" lagert niedrig radioaktiven Atommüll aus den Jahren 1967-1978

(enthält "nur" 11 kg Plutonium)

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

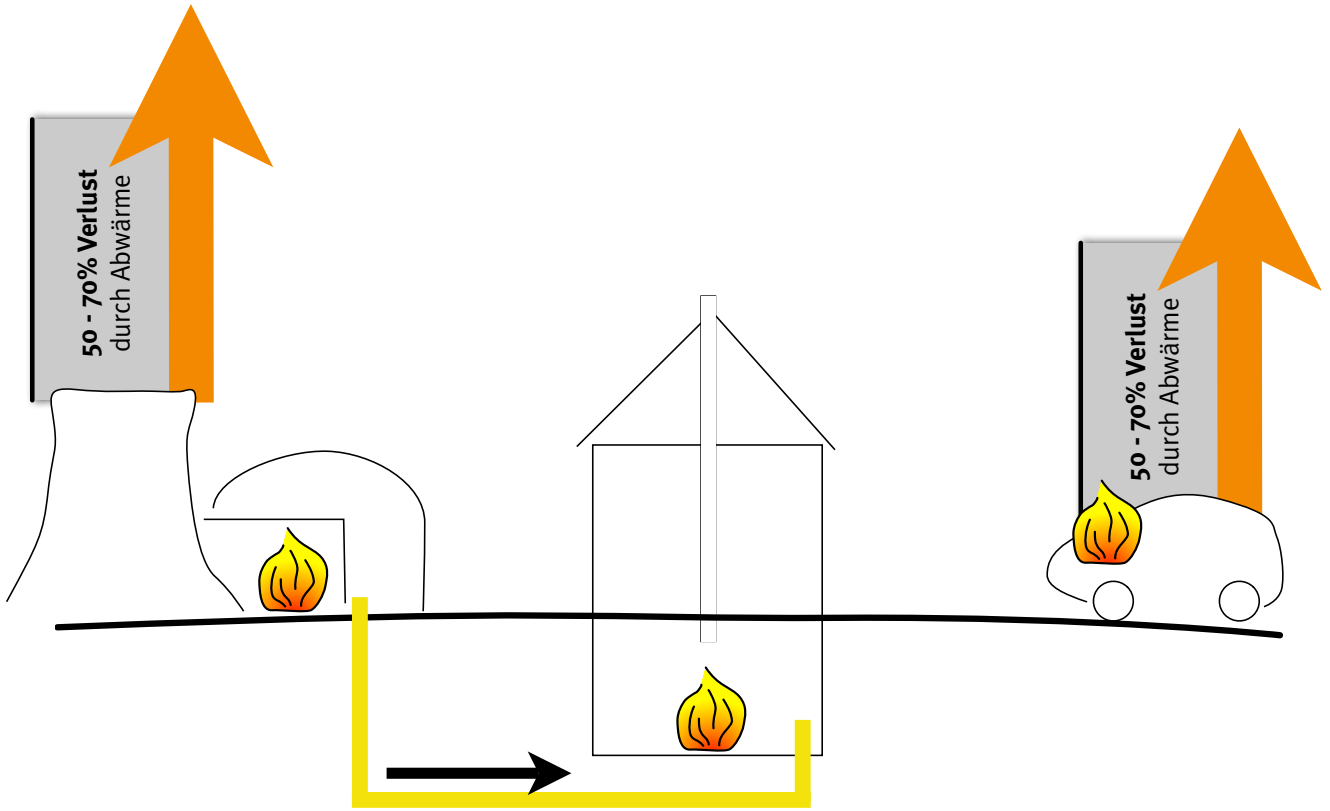
Zukunftsfähige Energieversorgung

Das Problem

DGS

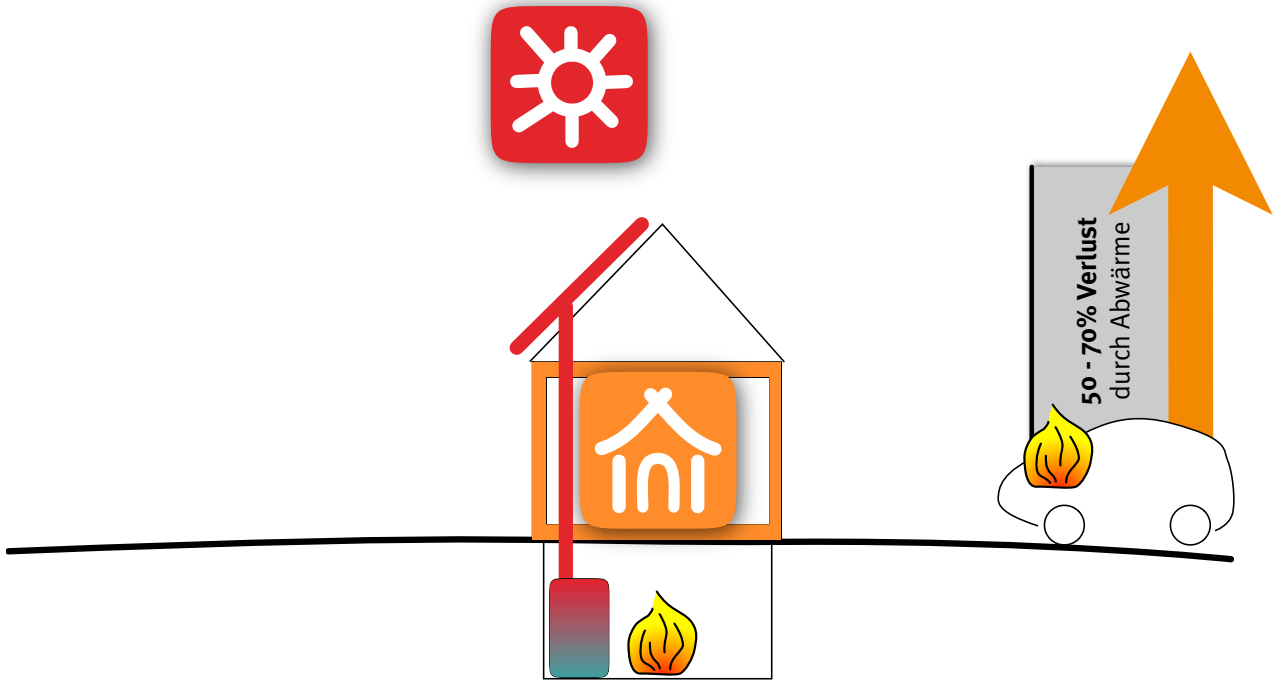
Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Fossile Struktur – 3 Sektoren



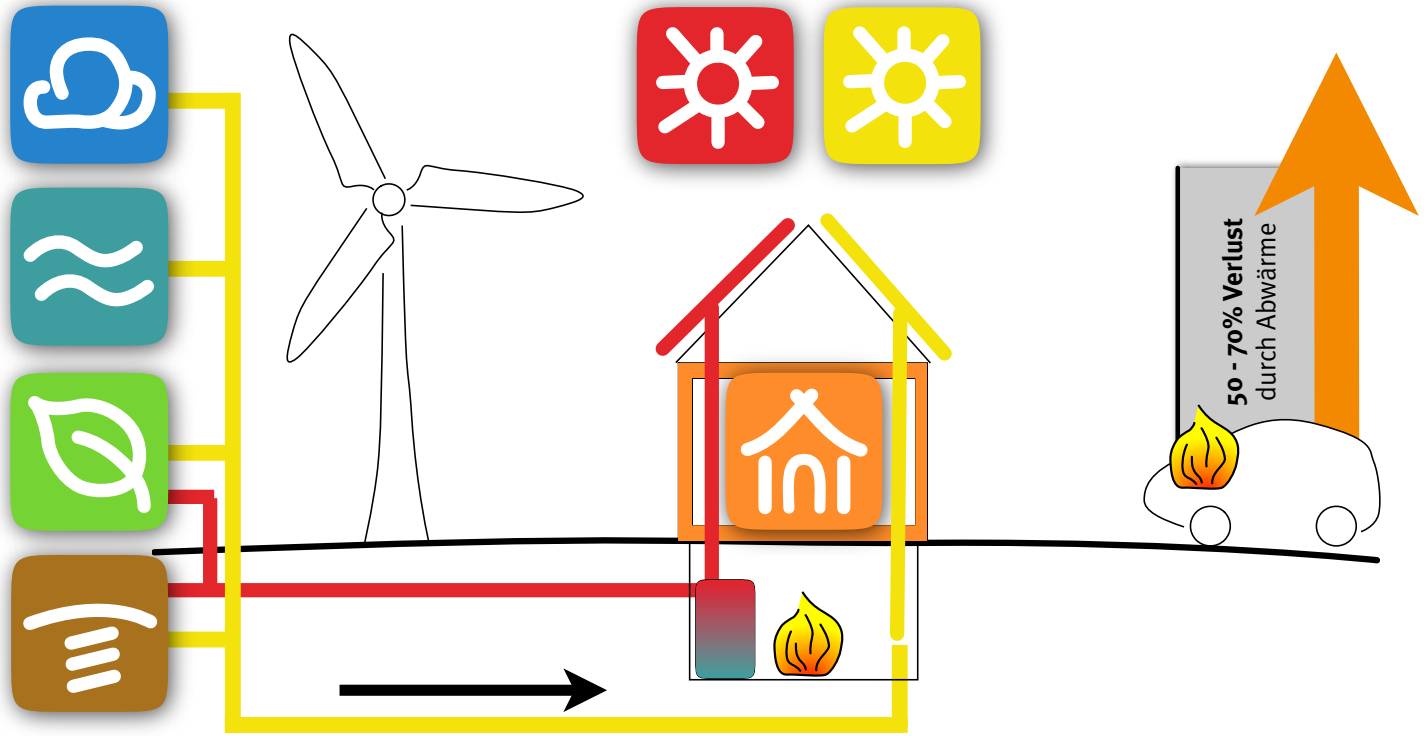
Strom **Wärme** **Verkehr**

Solare Struktur



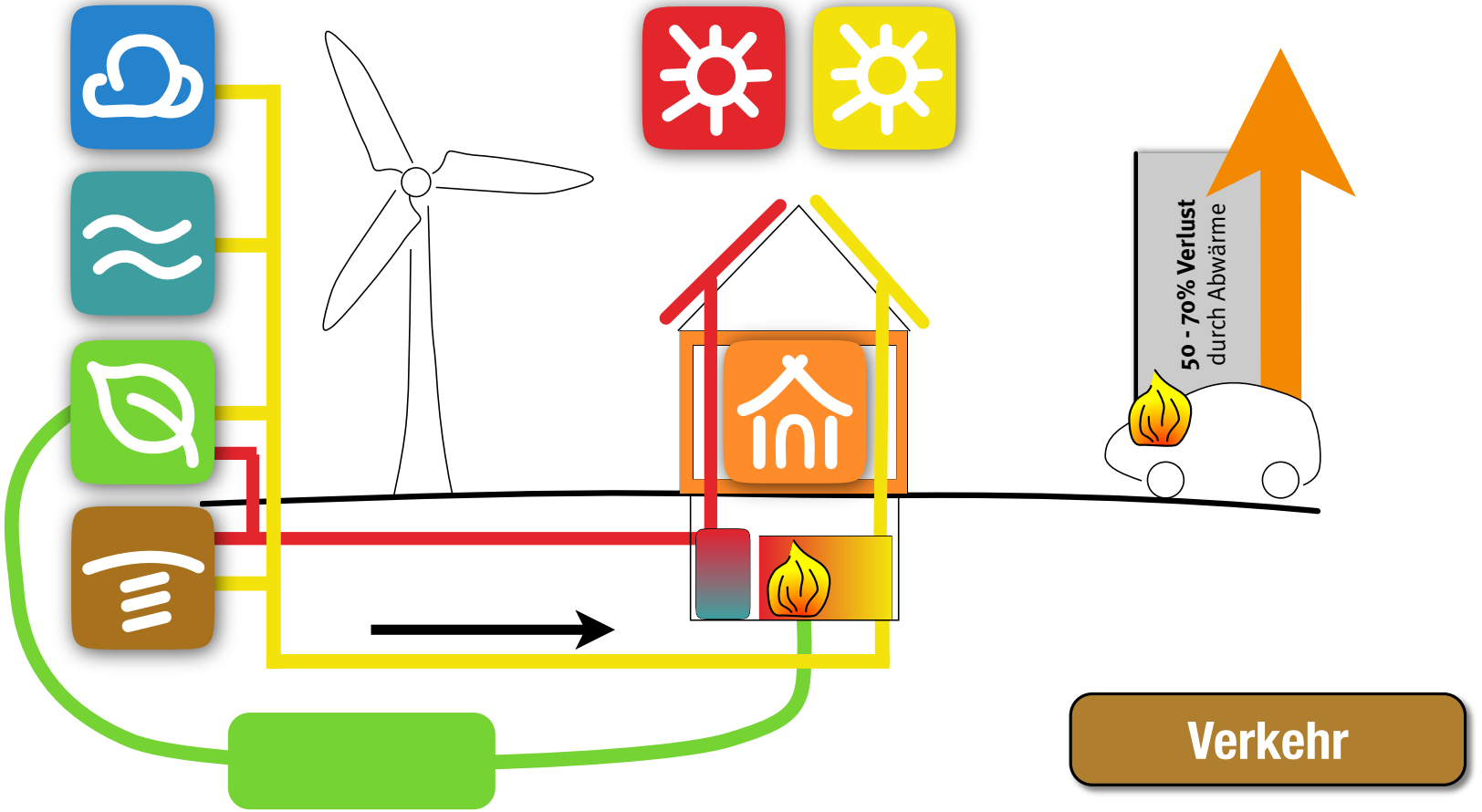
Wärme **Verkehr**

Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Verkehr

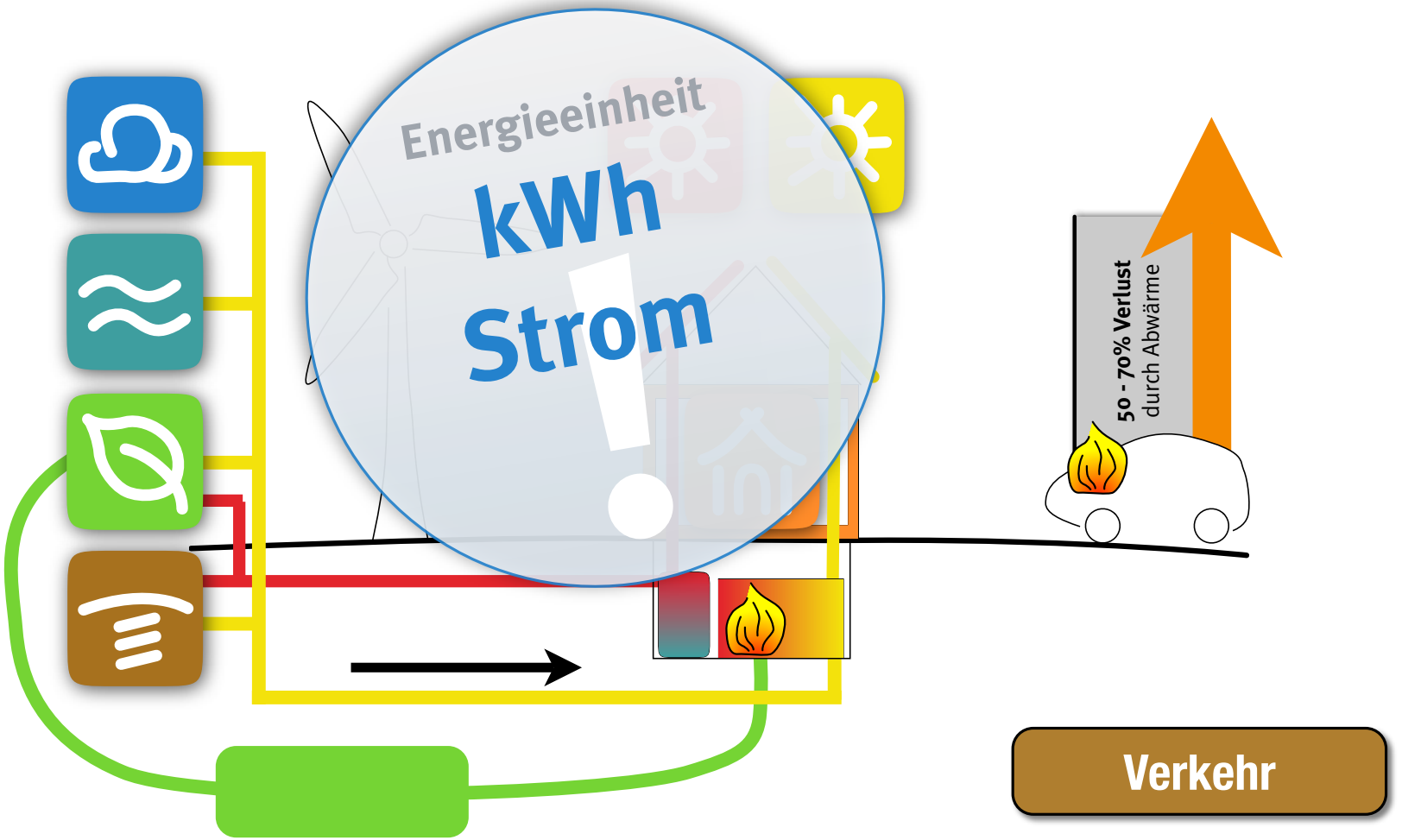
Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

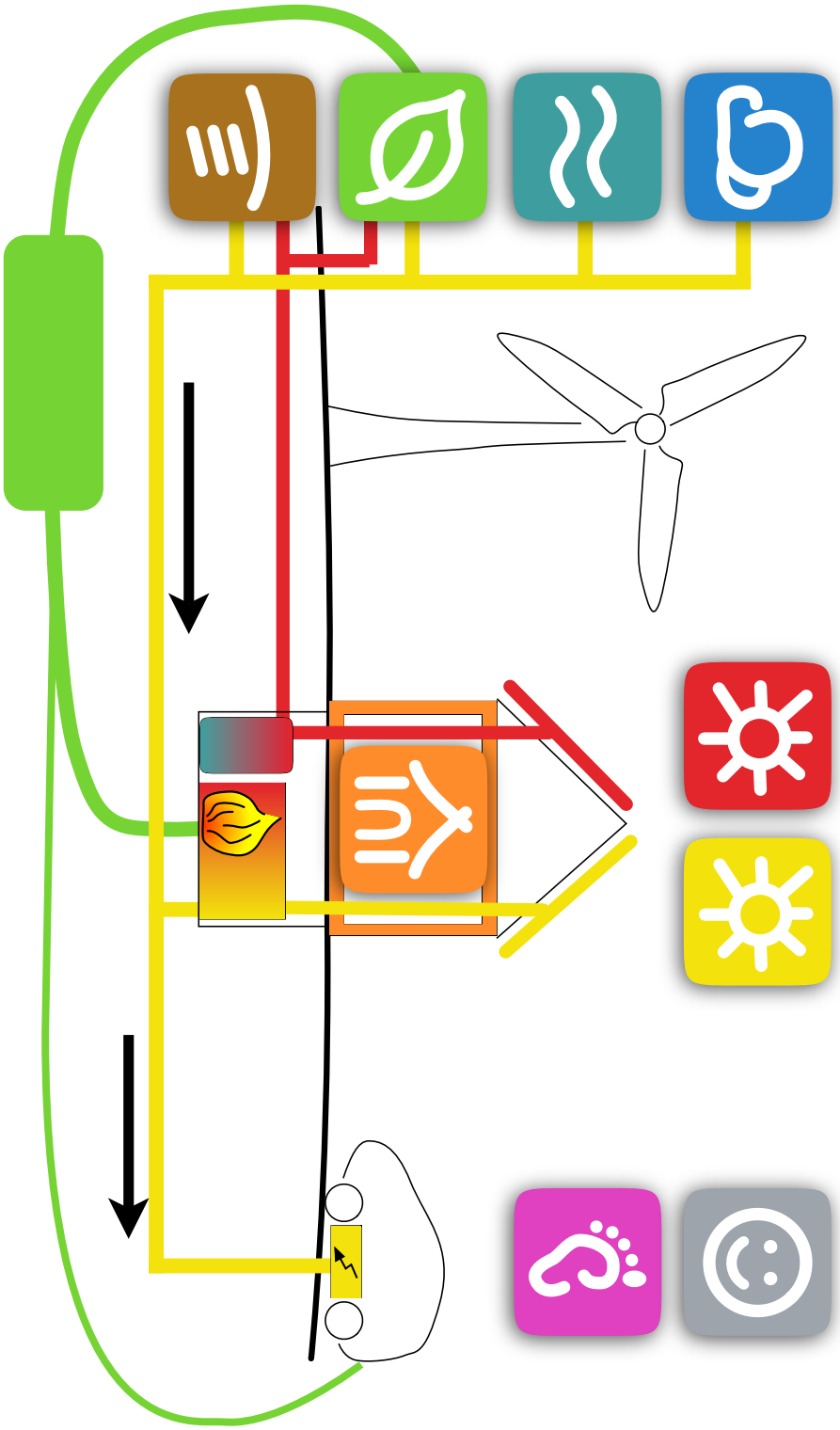
Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke

Zukunftsfähige Energieversorgung

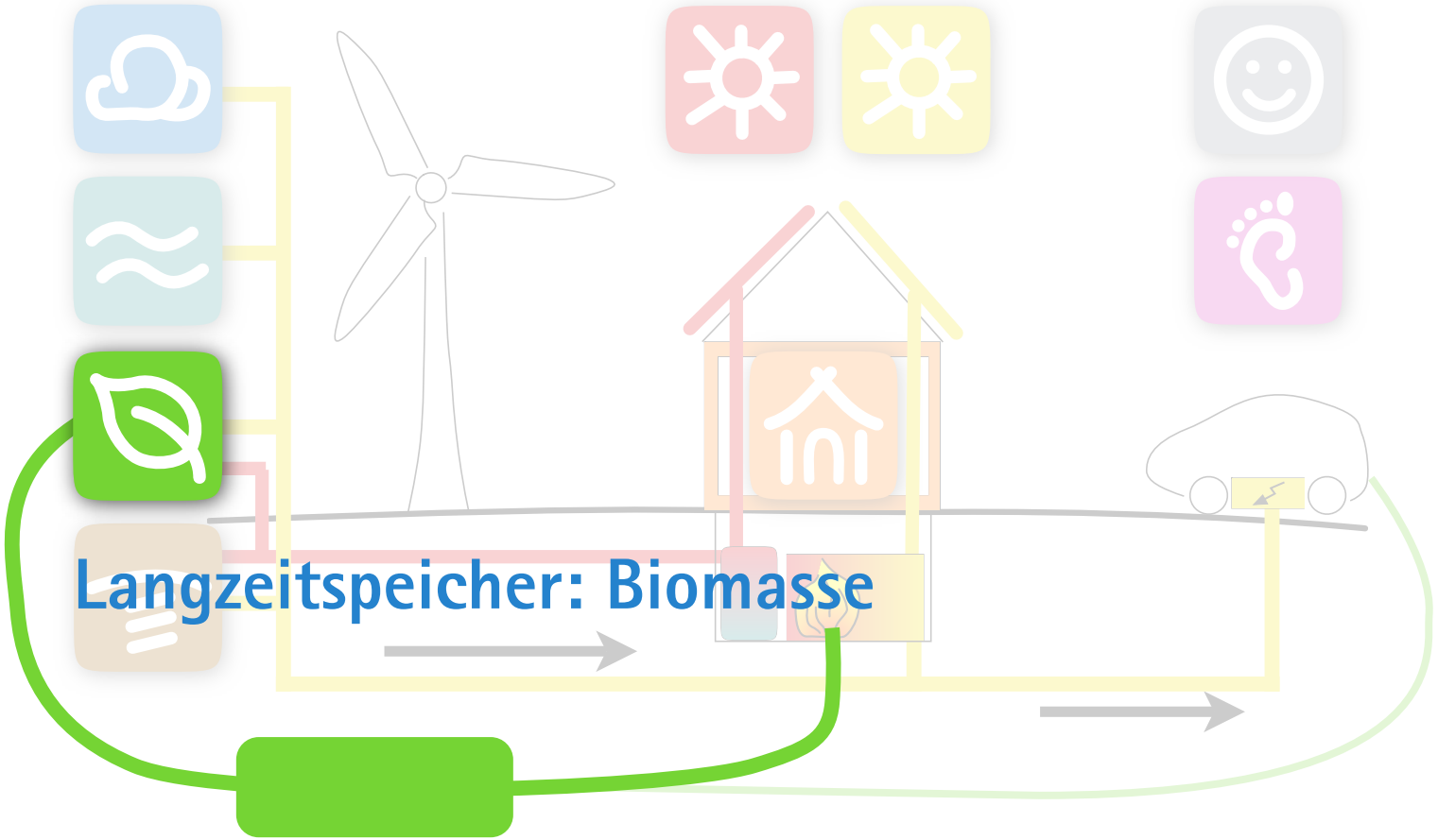
DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

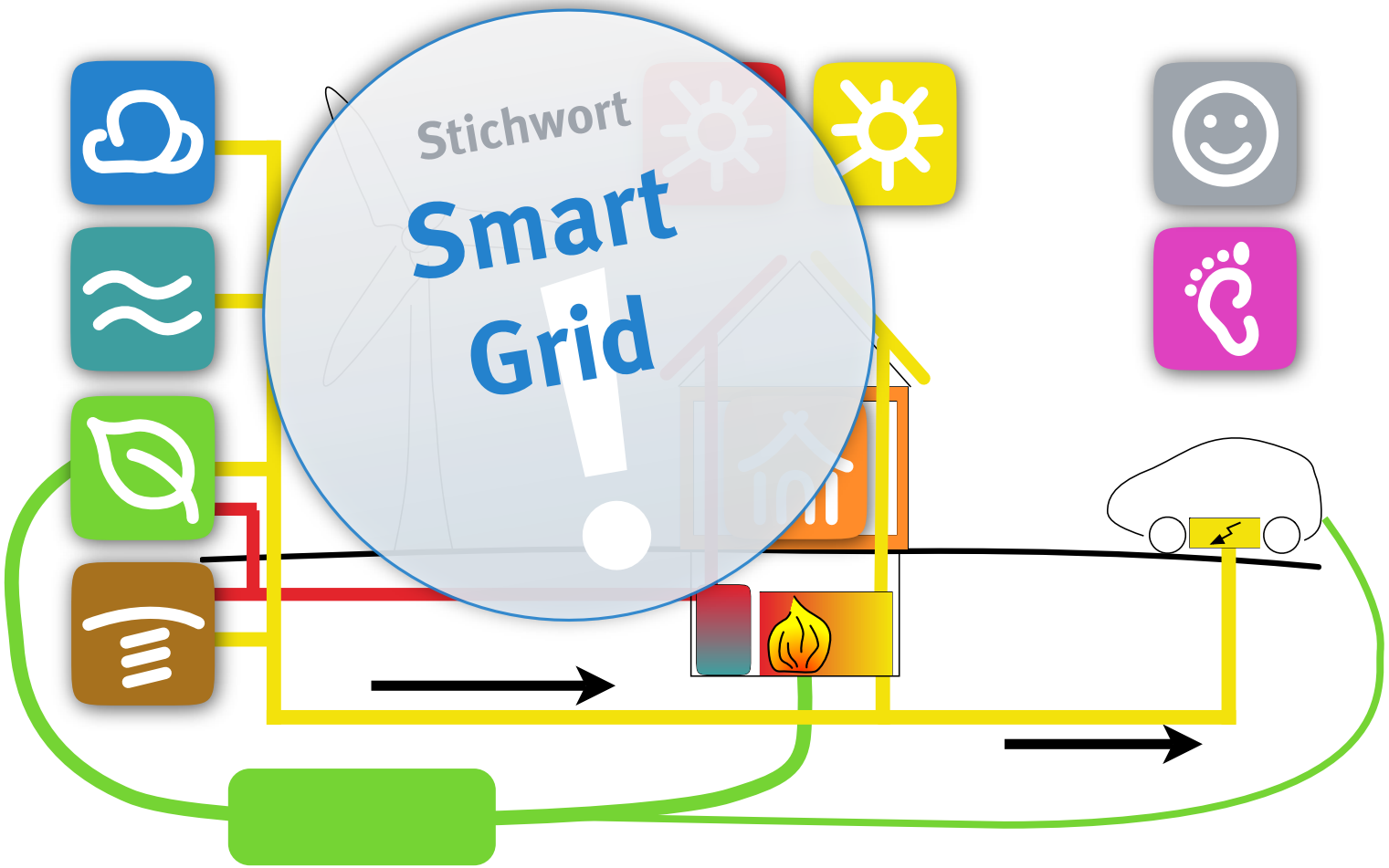
Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



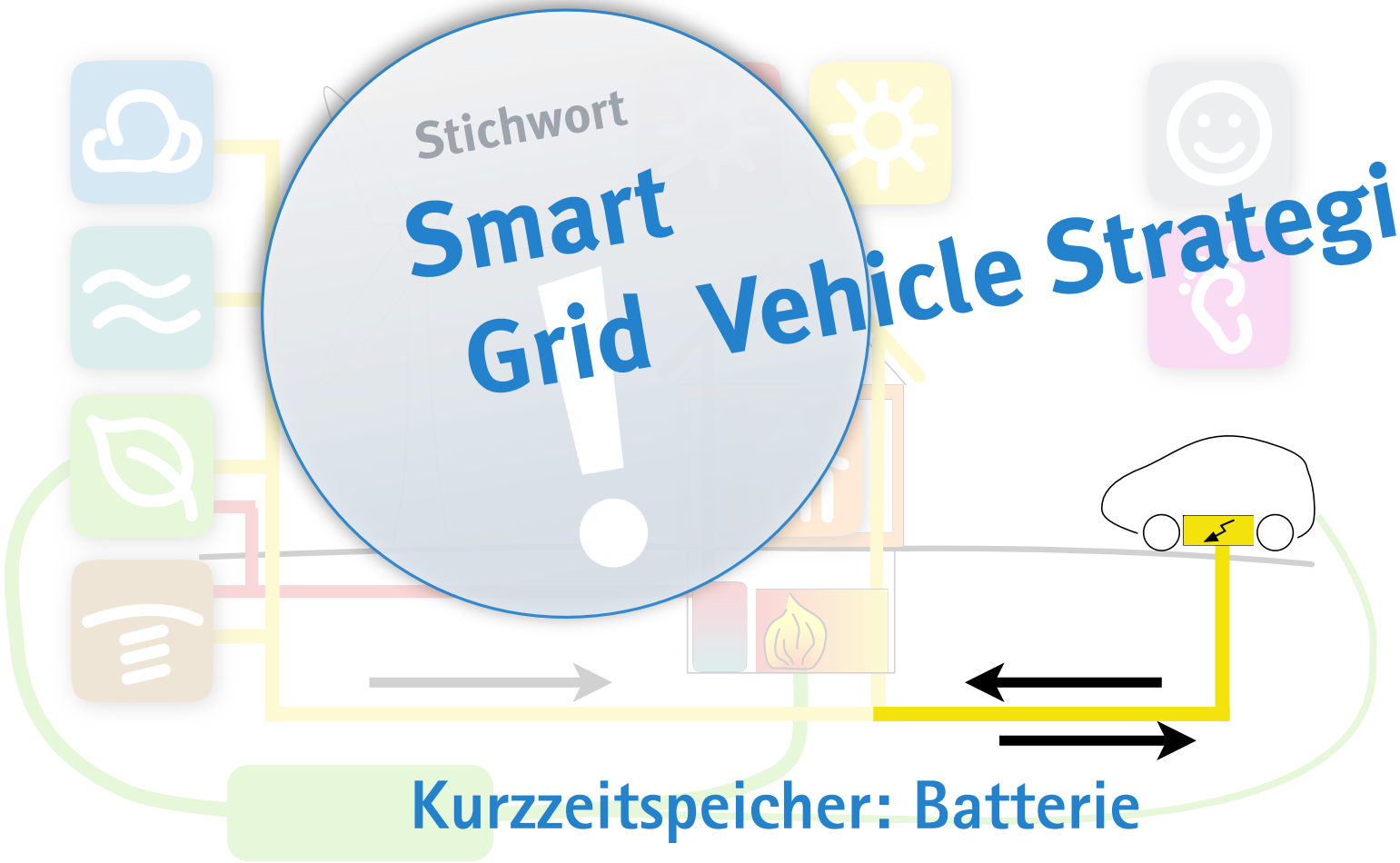
Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Elektroautos ...

Bolloré BlueCar

Personen:	**4**
Geschwindigkeit:	**130 km/h**
Reichweite:	**250 km**
Antrieb:	**Elektro**
Vermarktung:	**?**
Status:	**Prototyp**

Elektroautos ...

30 kWh = 10 kWh

"fahren"
(80 km)

(300 kg, 45 kW_{peak}, 410 V)

Elektroautos ...

30 kWh = 10 + 10 kWh

(300 kg, 45 kW_{peak}, 410 V)

"fahren" (80 km)

"tanken" (für morgen)

Elektroautos ...

250 km

10 +	10 +	10 kWh
"fahren" (80 km)	"tanken" (für morgen)	"reserve" (für ???)

Elektroautos ... als "rollende Pumpspeicher"

45 Mio. PKW * 10 kW =

450 GW$_{peak}$

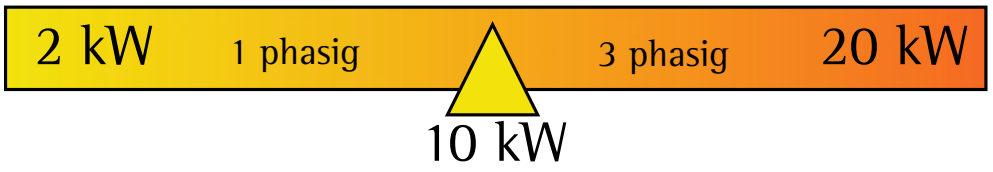
(potentielle Regelenergieleistung)

45 Mio. PKW * 10 kWh =

450 GWh$_{peak}$

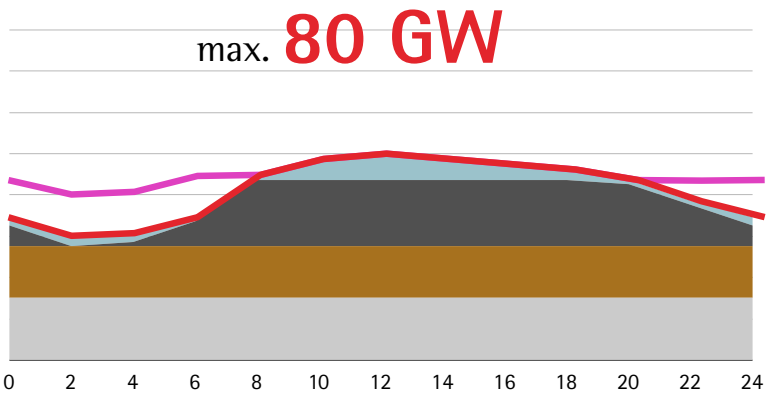
(potentielle Speicherkapazität)

Ladeleistung:



Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Elektroautos ... als "rollende Pumpspeicher"



täglich ca. **1.500 GWh**

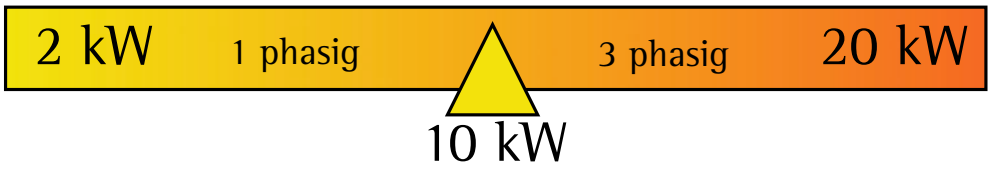
450 GW peak

(potentielle Regelenergieleistung)

450 GWh peak

(potentielle Speicherkapazität)

Ladeleistung:

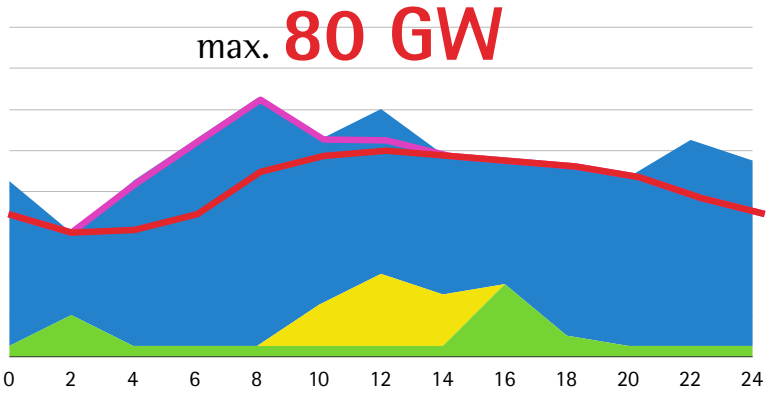


Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Elektroautos ... als "rollende Pumpspeicher"



täglich ca. **1.500 GWh**

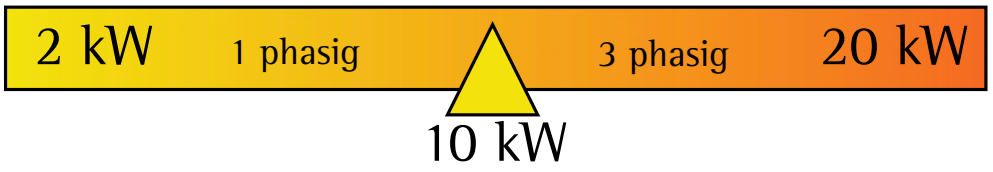
450 GW peak

(potentielle Regelenergieleistung)

450 GWh peak

(potentielle Speicherkapazität)

Ladeleistung:



Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

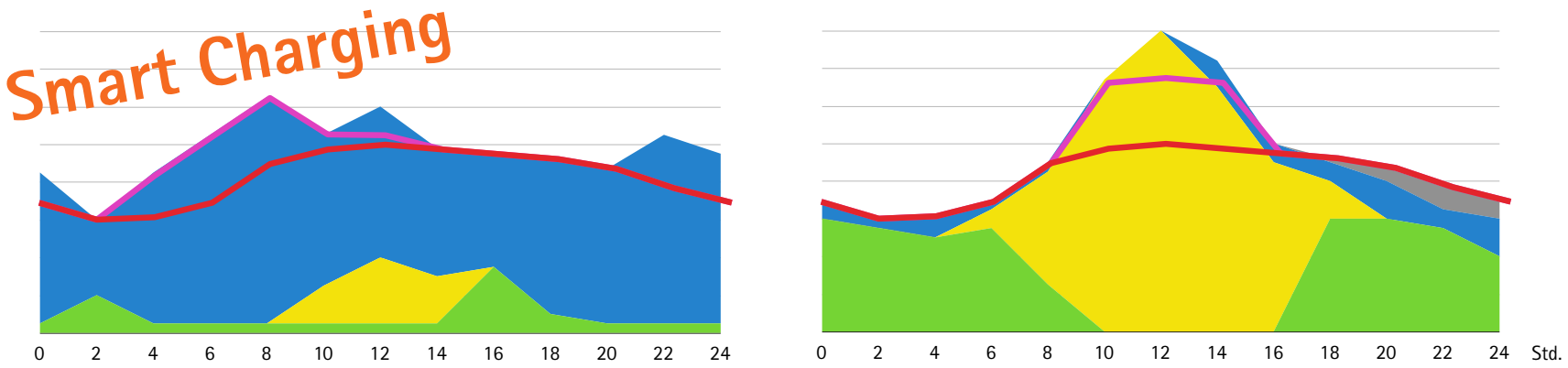
Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Zukunftsfähige Energieversorgung

Smart Grid Vehicles können ...

das Stromnetz stabilisieren

... sofern die Fahrzeuge ihren Ladevorgang intelligent auf das Stromangebot abstimmen.



Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

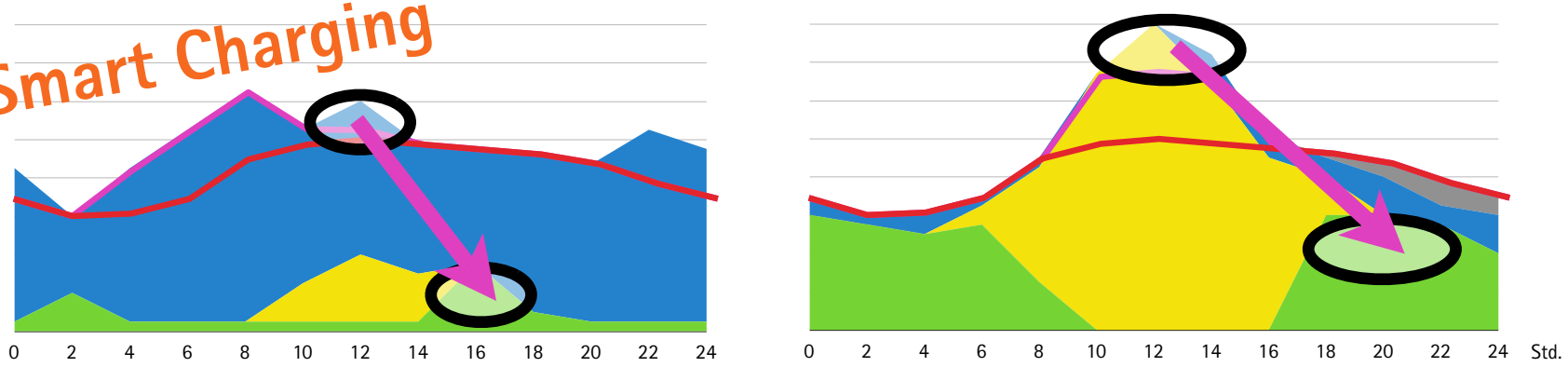
Zukunftsfähige Energieversorgung

Smart Grid Vehicles können ...

das Stromnetz stabilisieren

... sofern das Fahrzeug seinen Ladevorgang intelligent auf das Stromangebot abstimmt.

Smart Charging



Energieüberschüsse "verschieben"

... und reduzieren somit den Bedarf an Bioenergie im Stromsektor.

Smart Grid Services

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Aber ...

“Elektroautos ... die sind doch viel schwerer und damit ineffizienter!?”

Ein reales Beispiel: Mitsubishi i

	Benzin		Strom
Gewicht:	900 kg	+ 200 kg	1090 kg
Verbrauch:	53 kWh/100 km		13 kWh/100 km
WTW-Emissionen:	131 g CO2/km		

(114 g + 15% Emissionen in der Vorkette - WTW)

Ein reales Beispiel: Mitsubishi i

Braunkohle

	Benzin		Strom
Gewicht:	900 kg	+ 200 kg	1090 kg
Verbrauch:	53 kWh/100 km		13 kWh/100 km
WTW-Emissionen:	131 g CO2/km	+ 25 g/km	156 g CO2/km
	(114 g + 15% Emissionen in der Vorkette - WTW)		(bei 1200 g/kWh Strom - WTW)

Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Ein reales Beispiel: Mitsubishi i

Steinkohle

	Benzin		Strom
Gewicht:	900 kg	+ 200 kg	1090 kg
Verbrauch:	53 kWh/100 km		13 kWh/100 km
WTW-Emissionen:	131 g CO2/km (114 g + 15% Emissionen in der Vorkette - WTW)	- 14 g/km	117 g CO2/km (bei 900 g/kWh Strom - WTW)

Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Ein reales Beispiel: Mitsubishi i

DE-Mix

Zukunftsfähige Energieversorgung

	Benzin		Strom
Gewicht:	900 kg	+ 200 kg	1090 kg
Verbrauch:	53 kWh/100 km		13 kWh/100 km
WTW-Emissionen:	131 g CO2/km	- 45 g/km	84 g CO2/km
	(114 g + 15% Emissionen in der Vorkette - WTW)		(bei 650 g/kWh Strom - WTW)

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Ein reales Beispiel: Mitsubishi i

Grüner

	Benzin		Strom
Gewicht:	900 kg	+ 200 kg	1090 kg
Verbrauch:	53 kWh/100 km		13 kWh/100 km
WTW-Emissionen:	131 g CO2/km (114 g + 15% Emissionen in der Vorkette - WTW)	- 127 g/km	4 g CO2/km (bei 30 g/kWh Strom - WTW)

Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Ein reales Beispiel: Twike vs. Mitsubishi i EV

Zukunftsfähige Energieversorgung

	Leichtbau mit Öko-Strom		Strom
Gewicht:	240 kg	- 850 kg	1090 kg
Verbrauch:	4 kWh/100 km	- 9 kWh	13 kWh/100 km
WTW-Emissionen:	1 g CO2/km (bei 30 g/kWh Öko-Strom - WTW)		4 g CO2/km (bei 30 g/kWh Strom - WTW)

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Ein reales Beispiel: Twike vs. E-Bike

Zukunftsfähige Energieversorgung

	Leichtbau mit Öko-Strom		Öko-Strom
Gewicht:	240 kg	- 220 kg	20 kg
Verbrauch:	4 kWh/100 km	- 3 kWh	1 kWh/100 km
WTW-Emissionen:	1 g CO2/km (bei 30 g/kWh Öko-Strom - WTW)		0,3 g CO2/km (bei 30 g/kWh Strom - WTW)

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Ein reales Beispiel: Touringrad vs. E-Bike

Zukunftsfähige Energieversorgung

	Nahrungsmittel		Öko-Strom
Gewicht:	15 kg	– 5 kg	20 kg
Verbrauch:	2,5 kWh/100 km	+1,5 kWh	1 kWh/100 km
WTW-Emissionen:	36 g CO2/km		0,3 g CO2/km
	(beim deutschen Ernährungs-Mix - WTW)		(bei 30 g/kWh Strom - WTW)

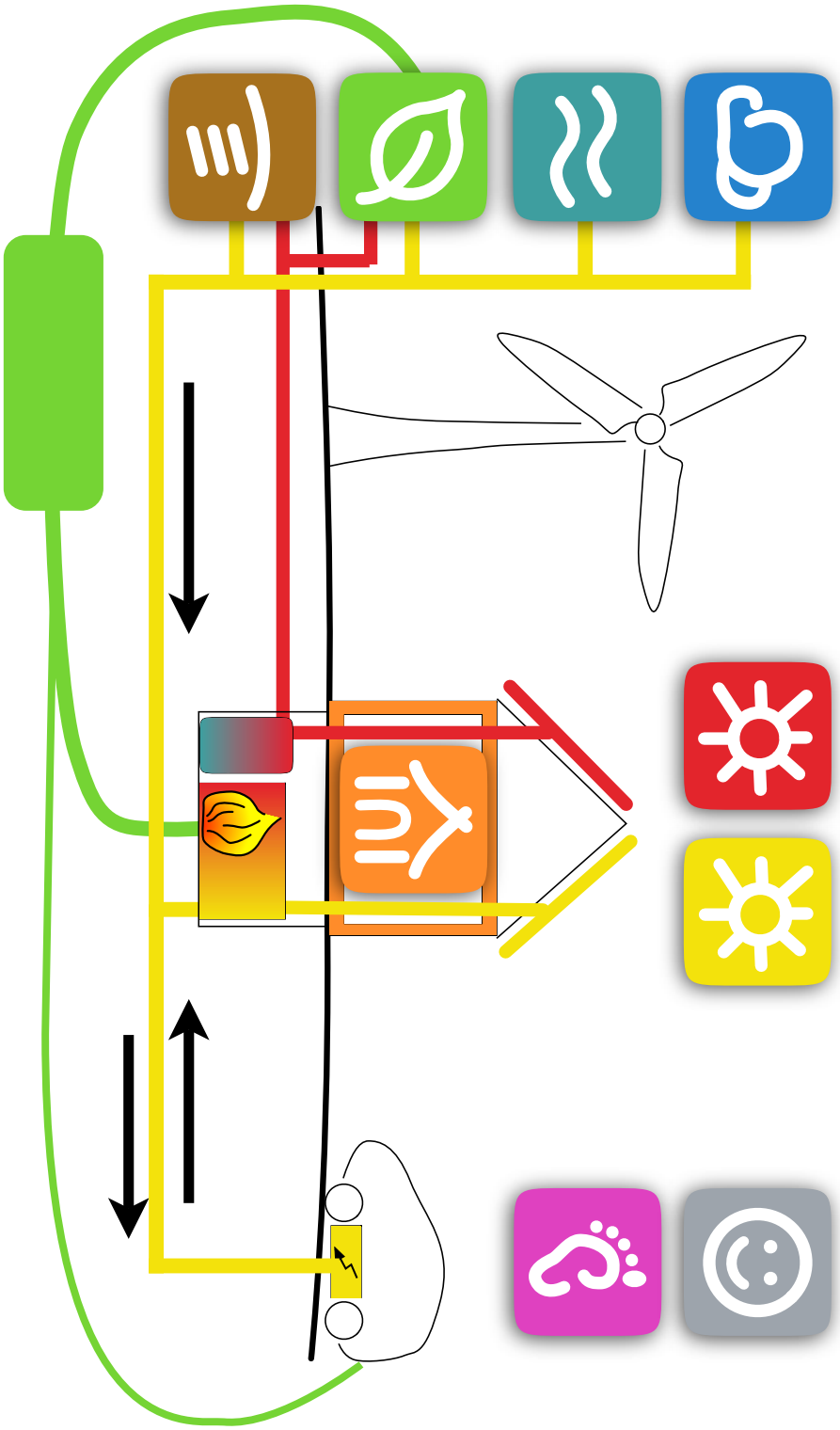
Quelle: Vortrag zur IFMA 19.09.2008 - "Energieverbrauch und CO2-Bilanz von Pedelecs"

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

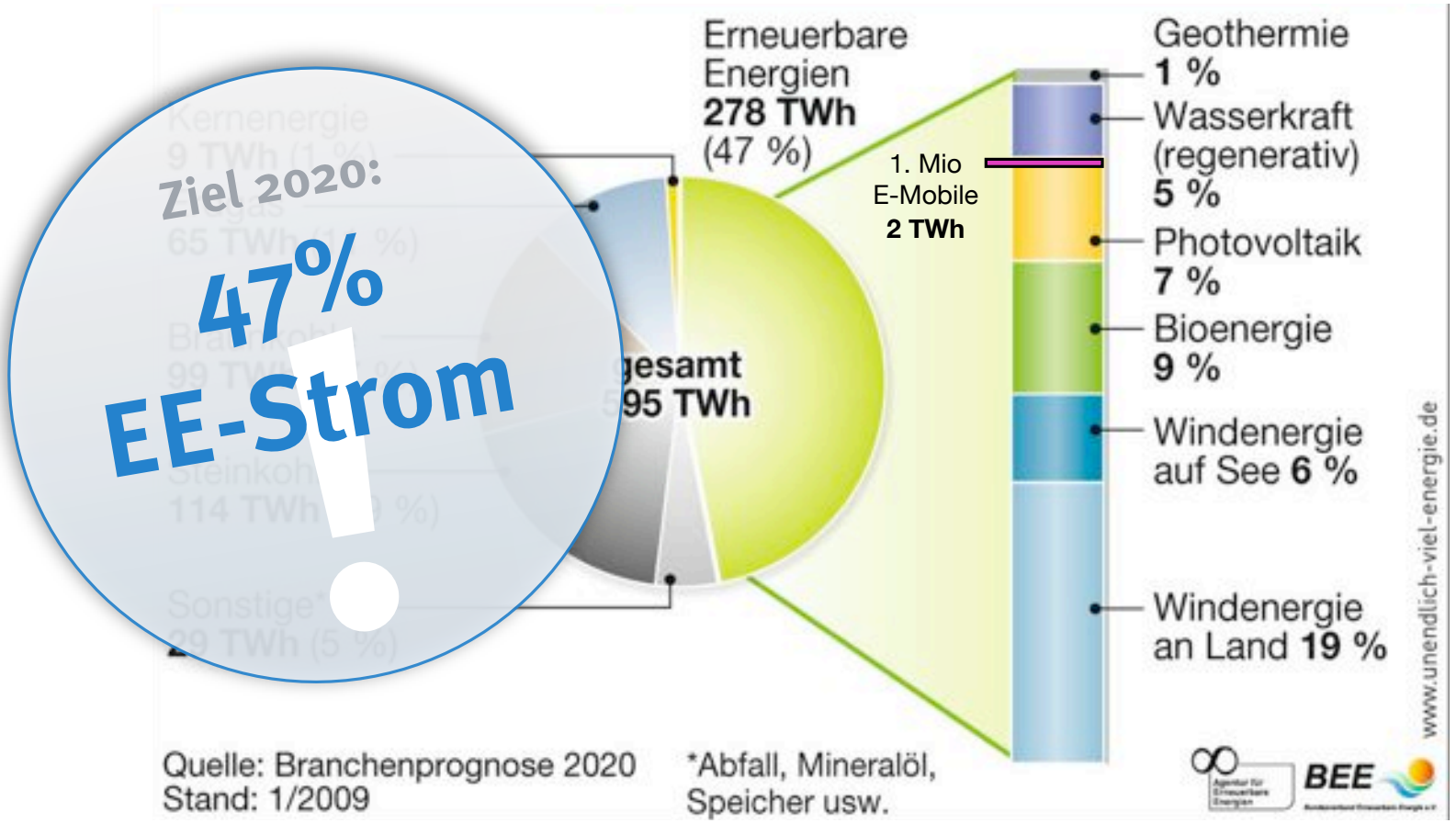
Merke!

"Elektromobile passen optimal zu Erneuerbaren Energien!"

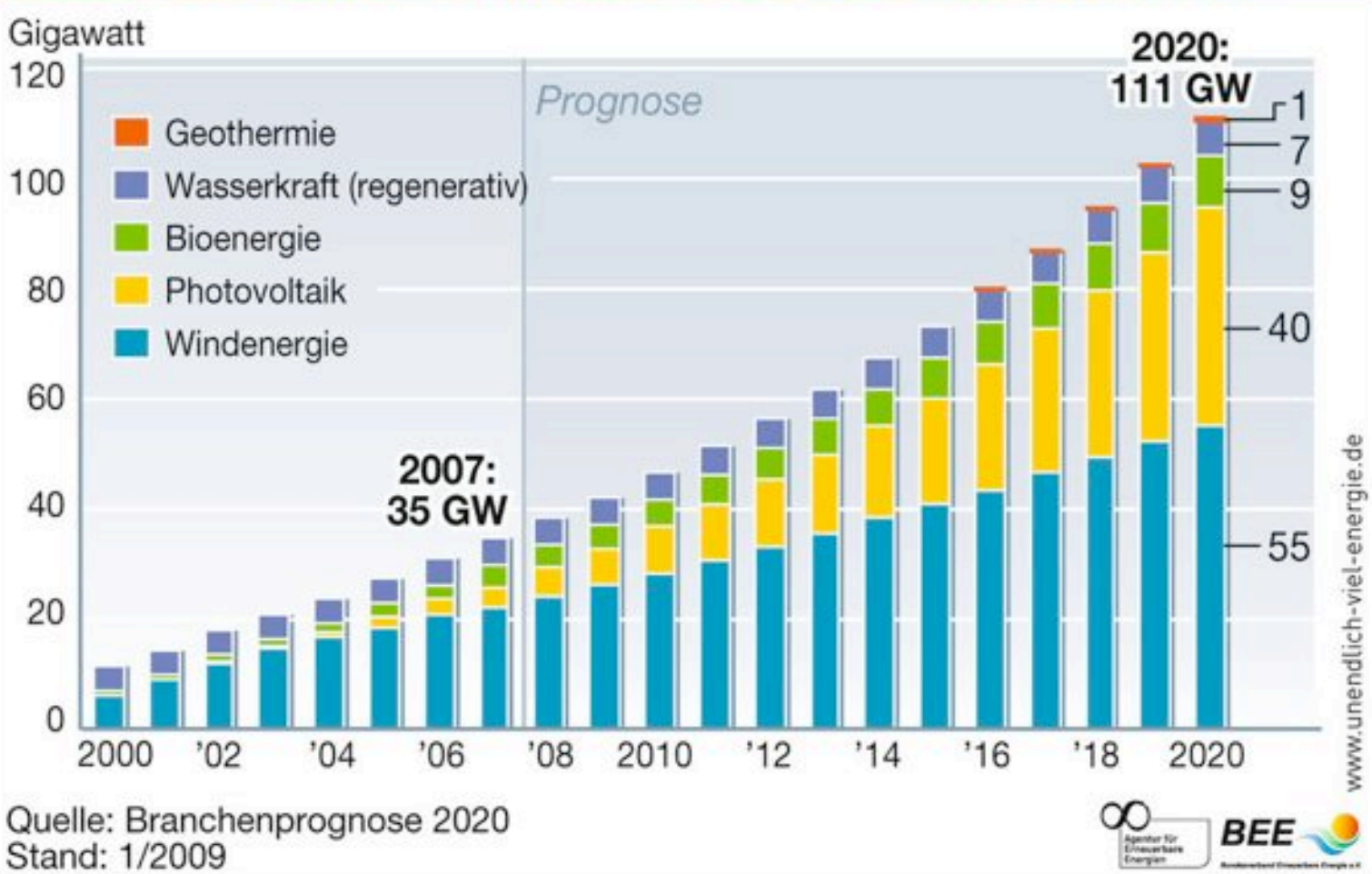
Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



Ausbauziele der Erneuerbaren Energien



Ausbauziele der Erneuerbaren Energien



400.000.000.000 Euro

Was kann man damit machen?

400.000.000.000 Euro

Windkraft:

ca. 400.000 MW (rund 600 TWh Strom)

... wenn man 1 MW für "teuere" 1 Mio. Euro veranschlagt (ca. 60.000 Anlagen a 6 MW)

Elektroautos:

ca. 20 Mio. Fahrzeuge

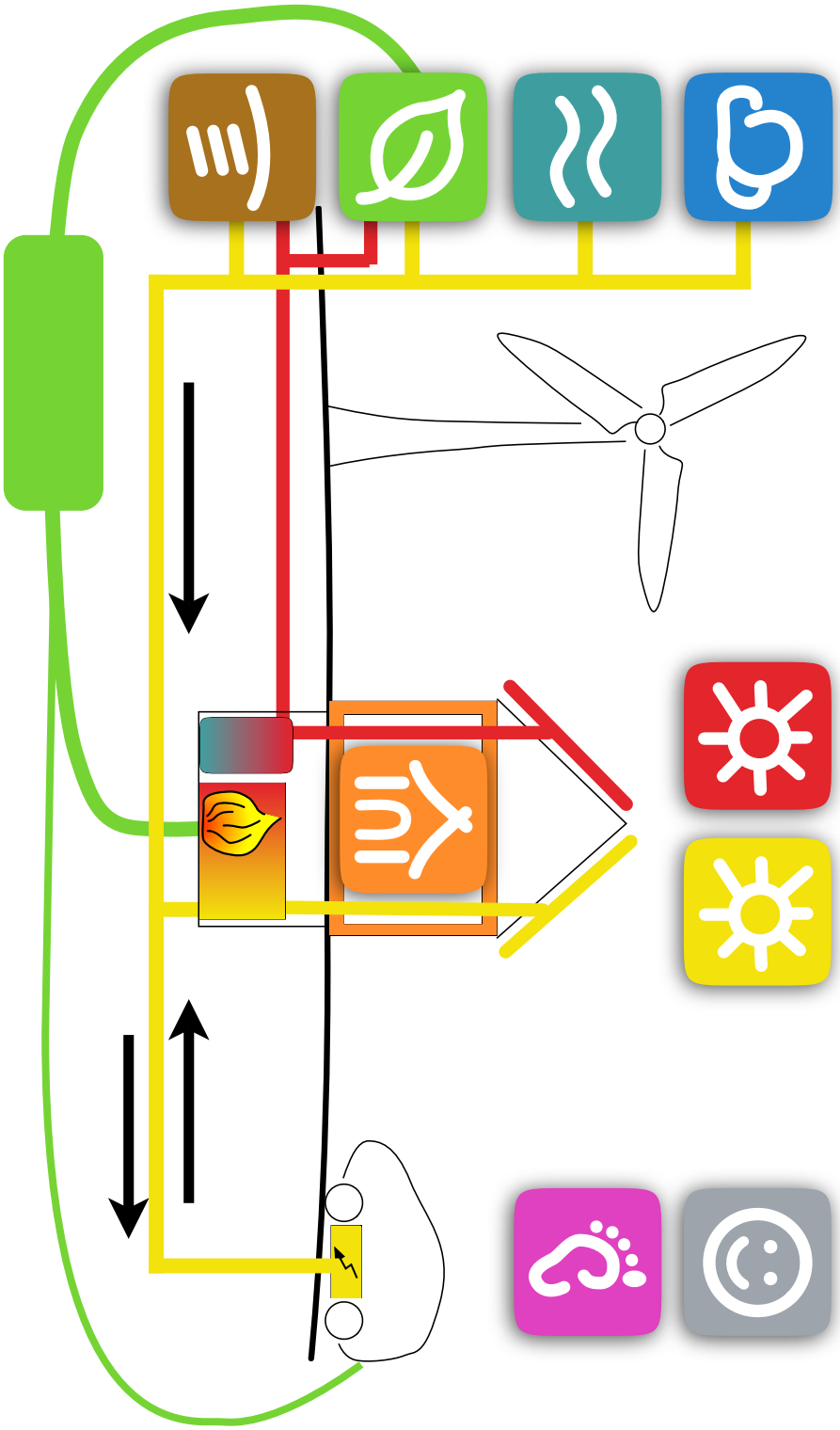
... wenn man pro Fahrzeug 20.000 Euro rechnet

Blockheizkraftwerke:

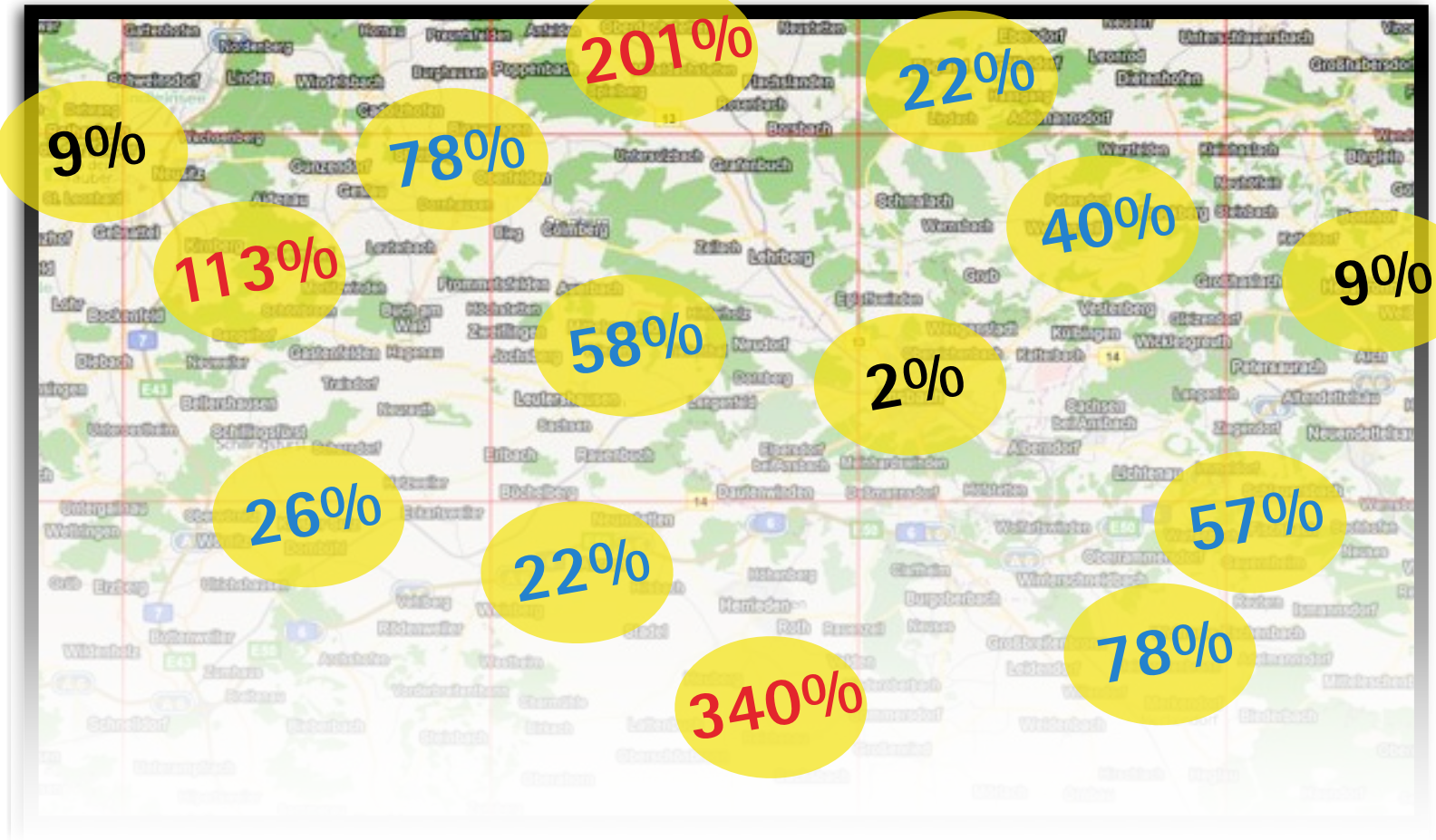
ca. 200.000 MW (min. 600 TWh Strom)

... wenn man pro kW elektrische Leistung (großzügige) 2.000 Euro rechnet (Massenproduktion ... 20 Mio. BHKWs a 10 kW)

Solare Struktur ... Effiziente Netzwerke



100% EE-Strom im Landkreis Ansbach? ... Stand 2008

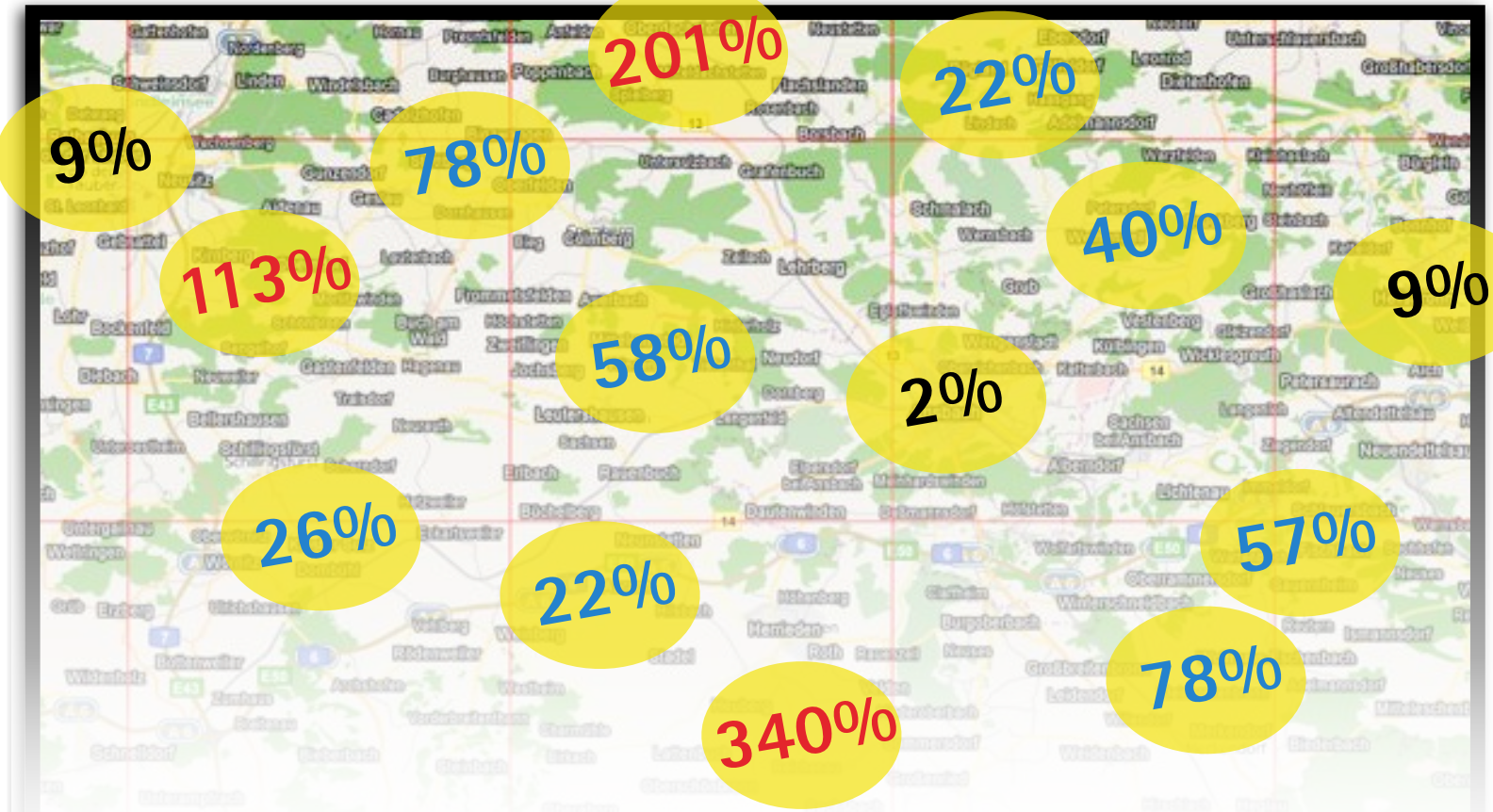


Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

100% EE-Strom im Landkreis Ansbach? ... Stand 2008



Ansbach (Landkreis + Stadt) = 225.000 Einwohner = ca. 1.685.000 MWh Strom/Jahr

EE-Stromproduktion (2008) = ca. 388.000 MWh Strom/Jahr

23% EE

Zukunftsfähige Energieversorgung

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

Zukunftsfähige Energieversorgung

Das Ziel muss lauten ...

100%

Erneuerbare Energie

Ansbach (Landkreis + Stadt) = 225.000 Einwohner = ca. 1.685.000 MWh Strom/Jahr

EE-Stromproduktion (2008) = ca. 388.000 MWh Strom/Jahr

23% EE

DGS

Tomi Engel – Fachausschuss "Solare Mobilität"

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

www.dgs.de

Tomi Engel

tomi@objectfarm.org