

Szenario für 2050 100% EE

Strom – Wärme –
Prozesswärme – Verkehr

BAG Energie 2014

Urheber Hans-Heinrich Schmidt-Kanefendt

www.wattweg.net

Ergänzungen Cornelia Grote-Bichoel

Inhalt

Vorteile 100% EE

Annahmen /Voraussetzungen

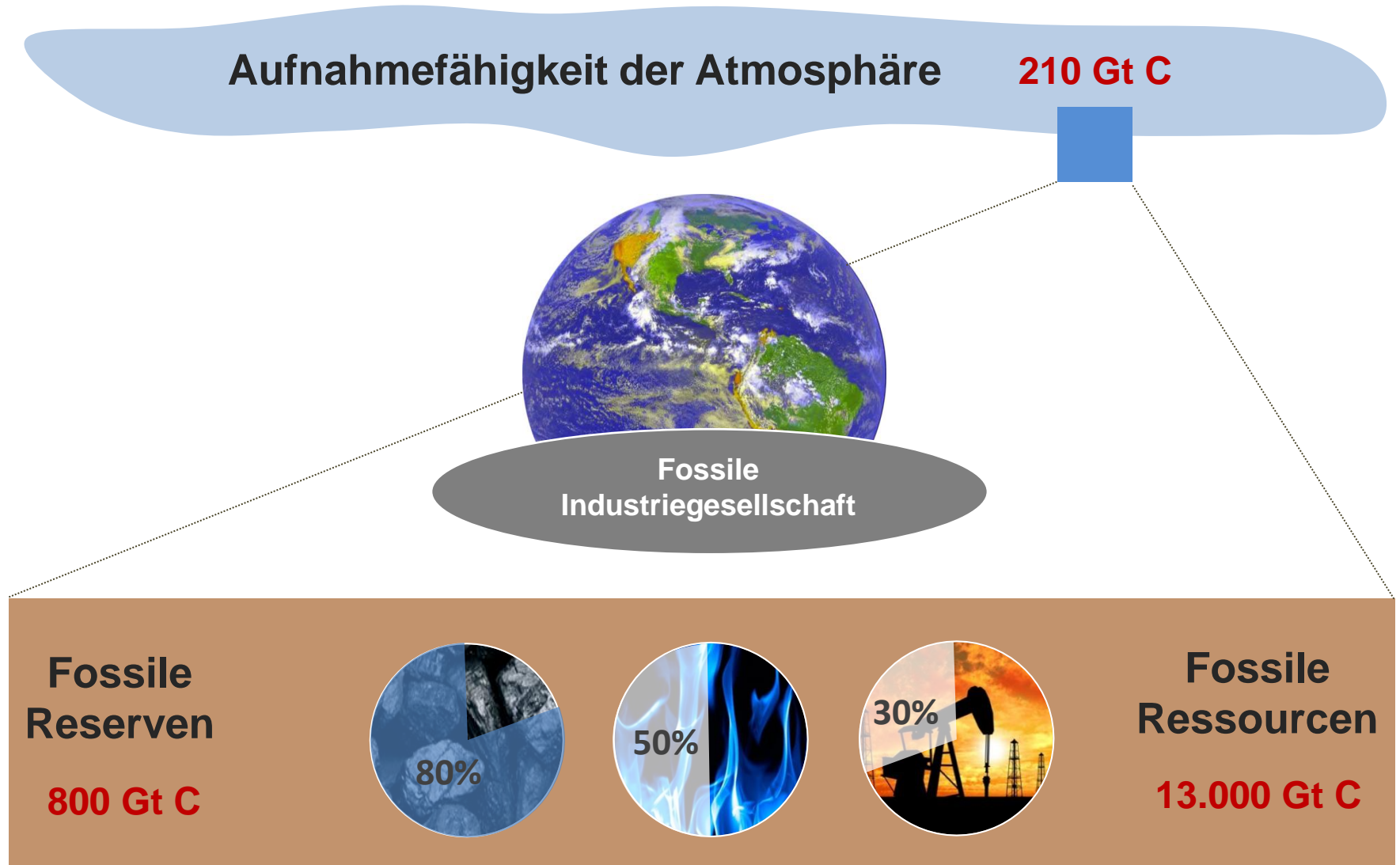
Ergebnisse

Diskussion Umsetzung

Herausforderung Klimawandel

Dekarbonisierung „2-Grad Ziel“

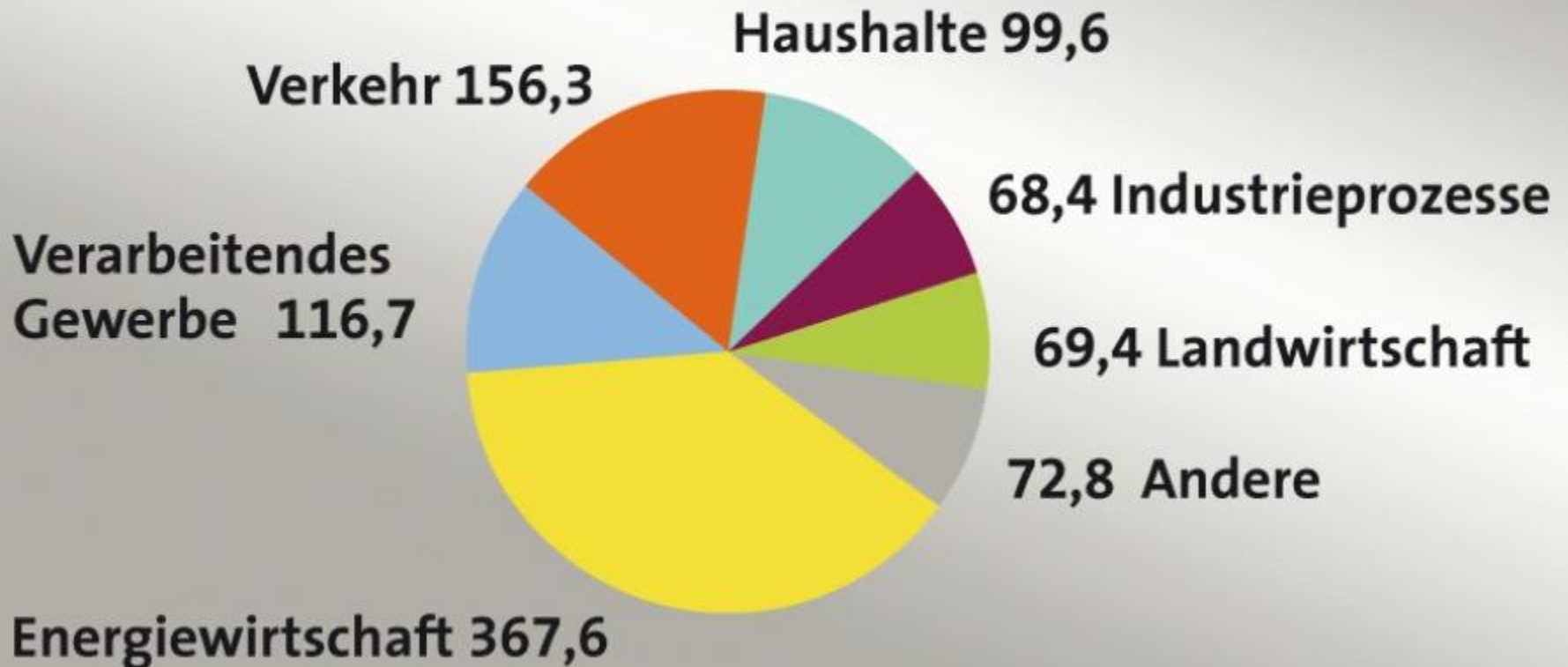
Von den fossilen Ressourcen muss für das 2-Grad-Ziel die dargestellte Menge im Boden bleiben ! (brauner Kasten, maßstabsgerecht)
Quelle Vortrag Prof. Dr. Faulstich SRU



Klimaschutz - wo anfangen

CO₂-Emissionen nach Verursachern

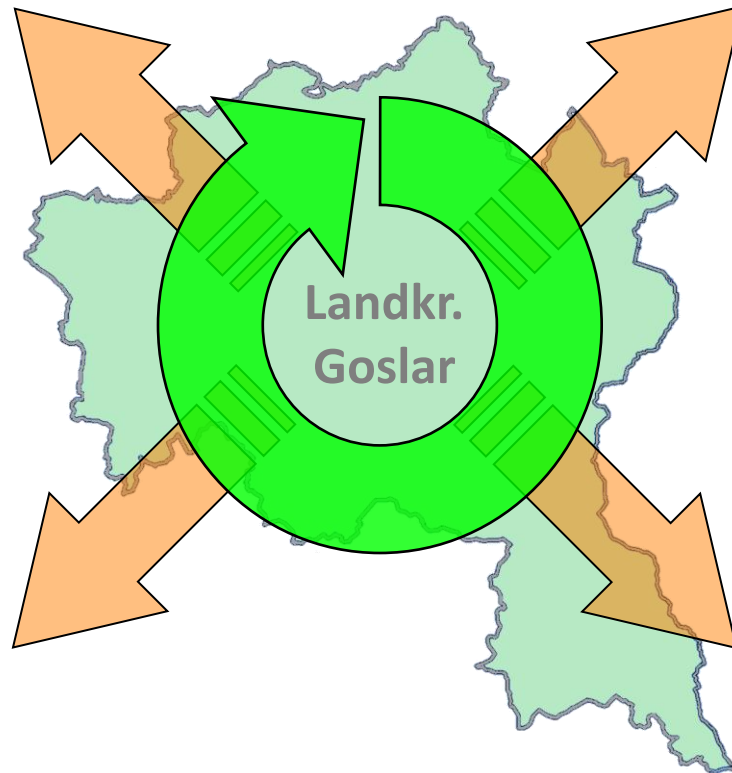
CO₂-ÄQUIVALENT IN MIO. TONNEN



Quelle: Bundesumweltministerium, 2014

1. Wirtschaftskraft stärken

Beispiel:



Bisher:

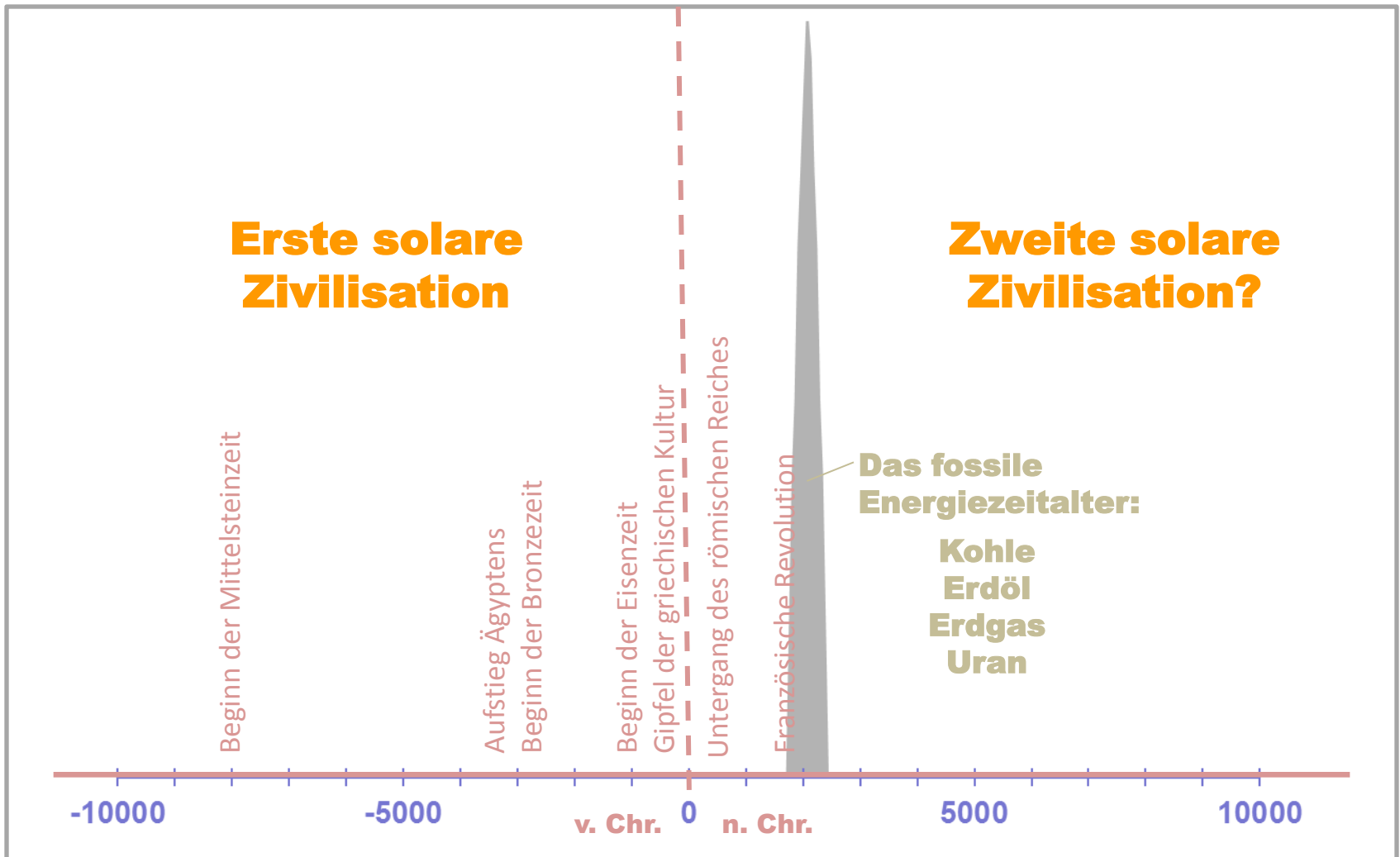
~ **200 Mill. €** jährliche Ausgaben für Energie

~ **130 Mill. €** davon fließen aus der Region ab

Bei 100% Erneuerbaren Energien aus eigenen Quellen:

+ 130 Mill. € für den regionalen Wirtschaftskreislauf

2. Versorgung dauerhaft sichern

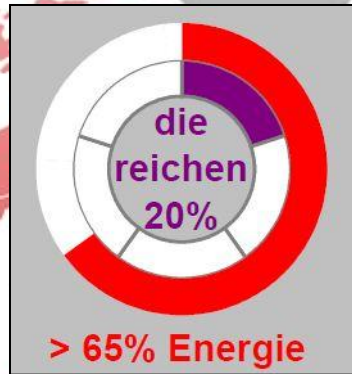


Nach einer Vorlage von Prof. Michael F. Jischa 2005 in "Herausforderung Zukunft"; S. 12.
Schmidt-Kanefendt, 25.10.2014

Simulation 100% EE

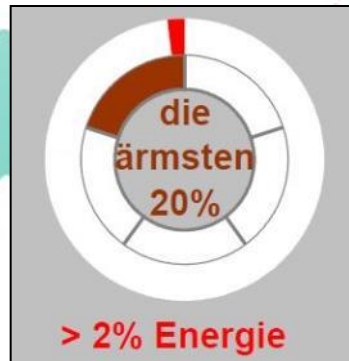
3. Konfliktpotenzial mindern

Anteile der Weltbevölkerung am globalen Energieverbrauch:



„Es geht nicht darum, den Menschen in der Dritten Welt mehr zu geben, sondern **weniger zu stehlen**“

Jean Ziegler
UN-Sonderberichterstatter „Recht auf Nahrung“ (2000-2008)



Gleichverteilung hieße:
Energieverbrauch Deutschlands um 55% reduzieren.

Schmidt-Kanefendt:
"Energieimporte oder Selbstversorgung"; 06.02.2011.

Quellen:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Energy-consumption-per-capita-2003.png?uselang=de> (Karte)

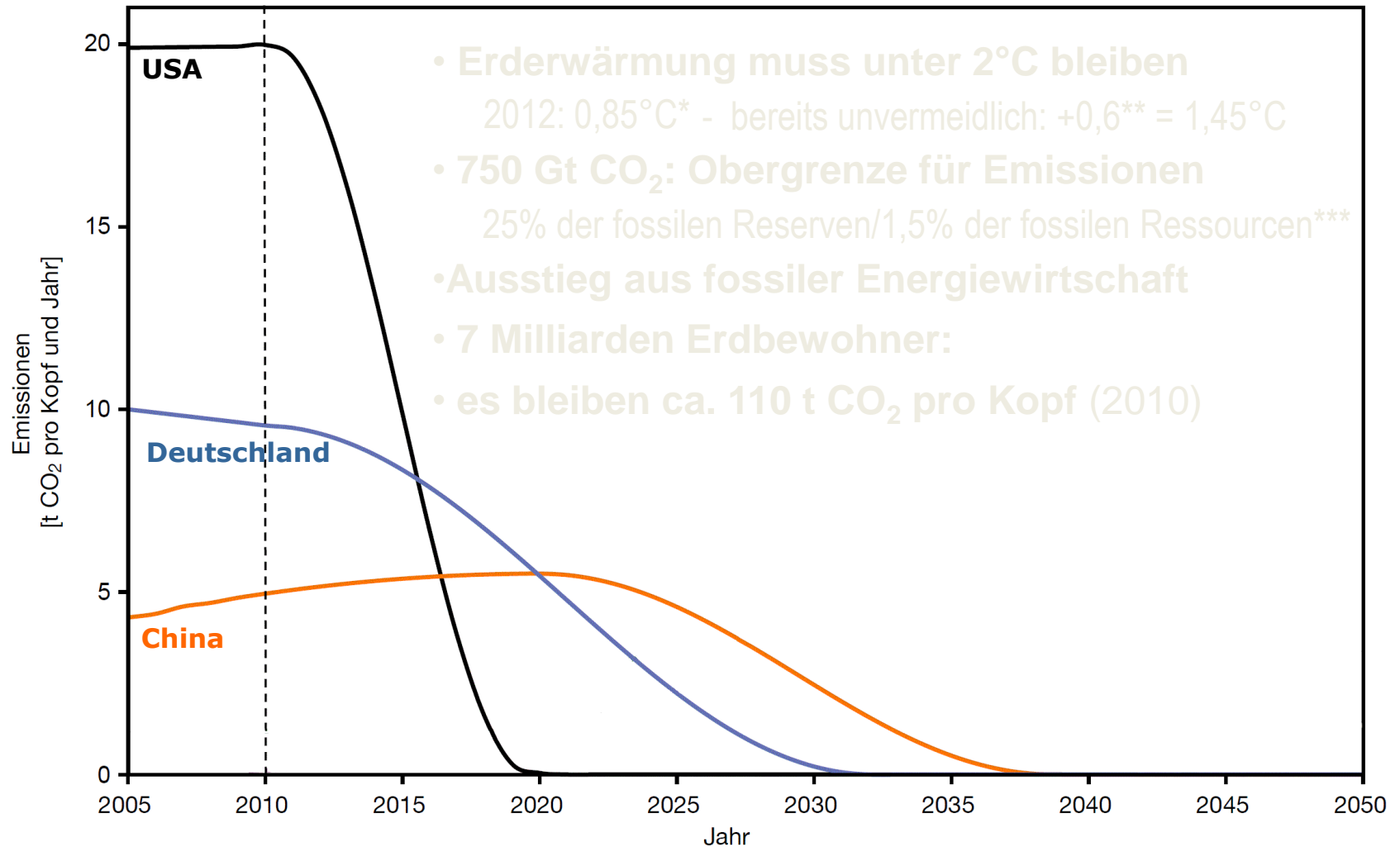
Fischer-Weltalmanach 2002, I.2 Globale Erwärmung. (CO2-Emissionen im Jahr 2000)

Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung, Online-Handbuch Demografie - Umwelt – Energie, 27.08.2010.

Schmidt-Kanefendt, 25.10.2014

Simulation 100% EE

4. Klimawandel begrenzen



- **Erderwärmung muss unter 2°C bleiben**
2012: 0,85°C* - bereits unvermeidlich: +0,6** = 1,45°C
- **750 Gt CO₂: Obergrenze für Emissionen**
25% der fossilen Reserven/1,5% der fossilen Ressourcen***
- **Ausstieg aus fossiler Energiewirtschaft**
- **7 Milliarden Erdbewohner:**
- **es bleiben ca. 110 t CO₂ pro Kopf (2010)**

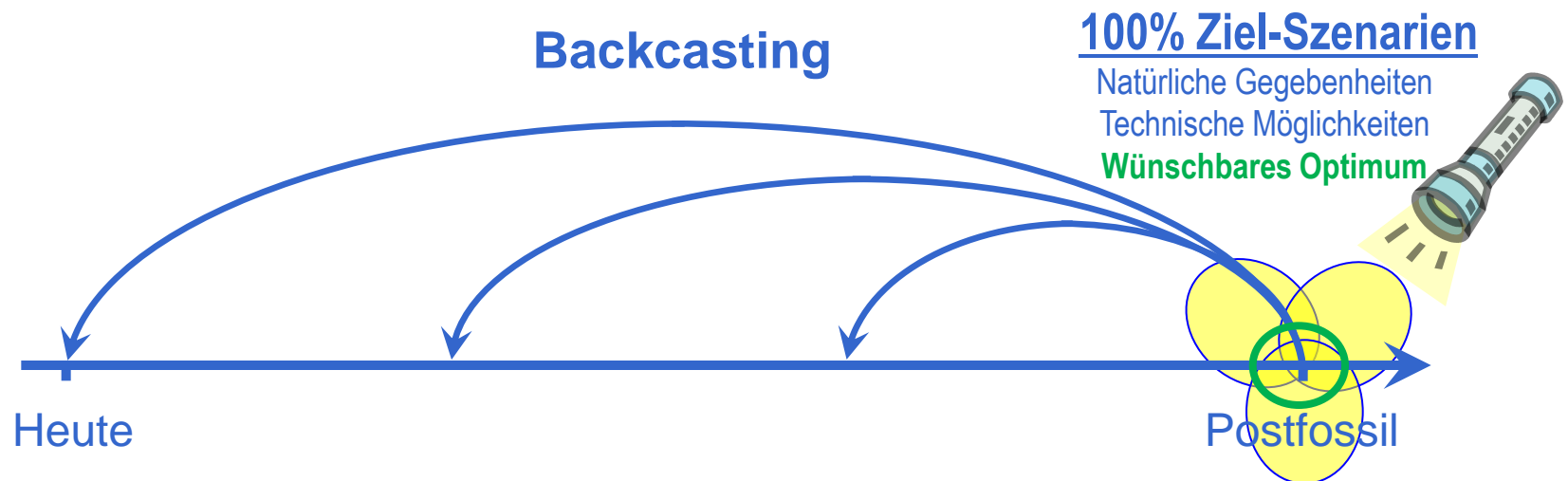
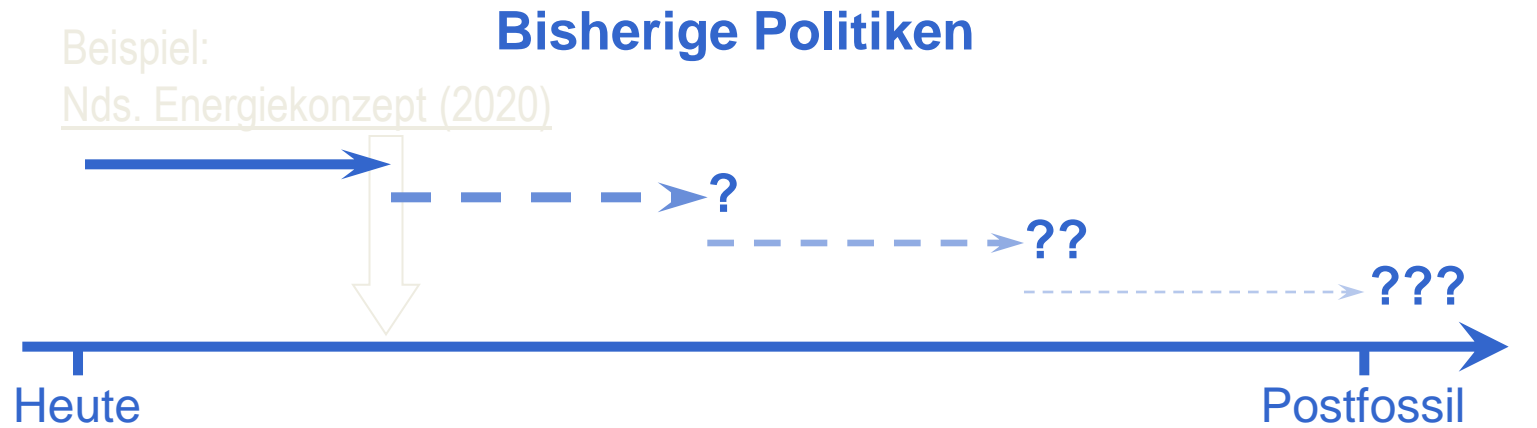
Quellen: Wissenschaftlicher Beirat für globale Umweltveränderungen (WBGU); „Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz“; Sondergutachten 2009, Seite 12, 31 (www.wbgu.de/sondergutachten/sg-2009-budgetansatz/).

*) Umweltbundesamt; „Fünfter Sachstandsbericht des IPCC“, 2013.

**) Christian-Dietrich Schönwiese; „IPCC-Sachstandsbericht 2007“; 2007

***) Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) Umweltgutachten 2013

Vom Ziel her denken



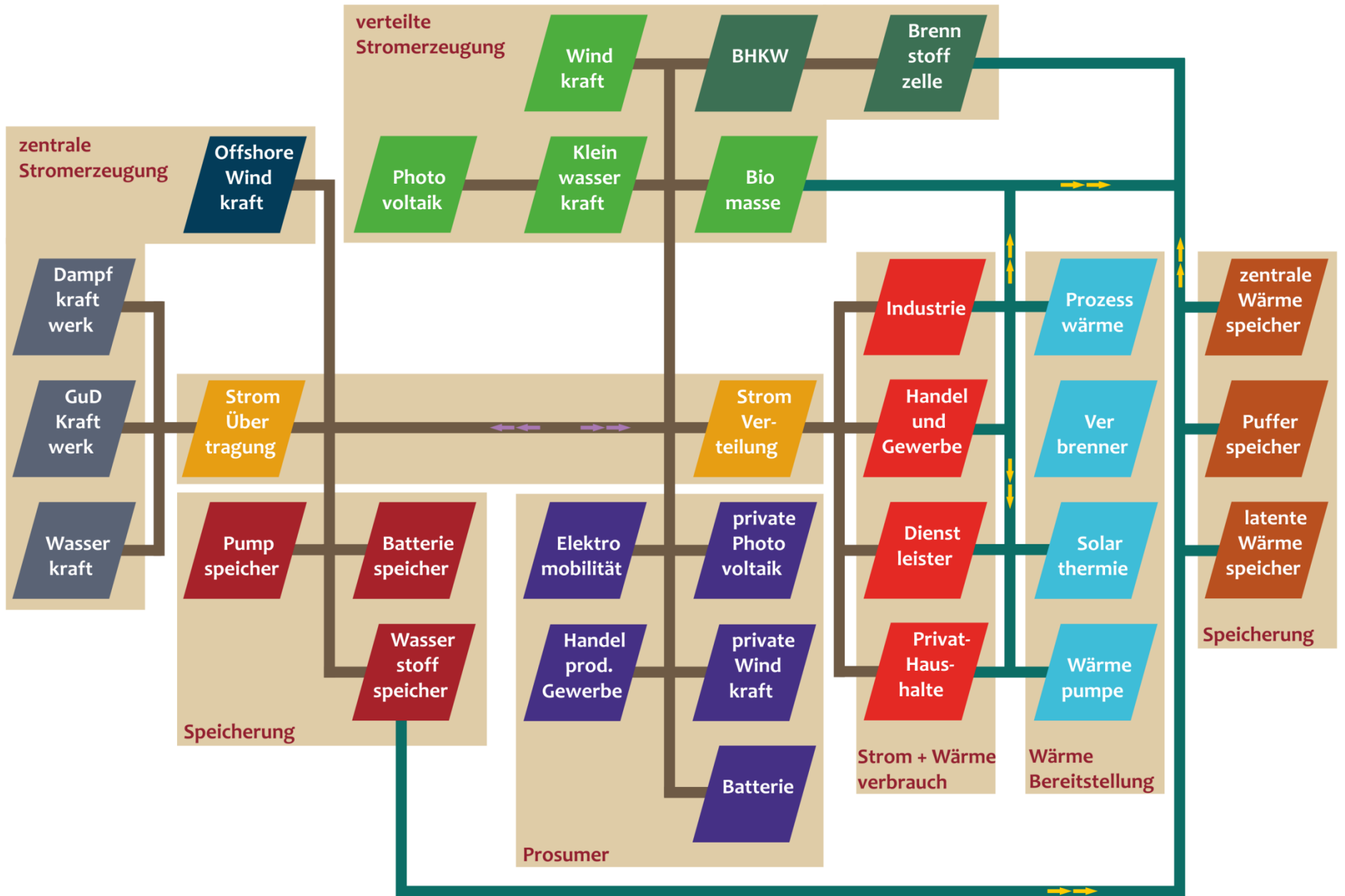
EnergieWECHSEL als gesellschaftliche Herausforderung



Anstehende Veränderungen:

- Visuell
- Akustisch
- Leistungsangebot
- Energiepreise
- Lebensgefühl

- ▶ Jeder wird betroffen sein
- ▶ Erfolg nur gemeinschaftlich
- ▶ Einsicht in Notwendigkeit
- ▶ Aussicht auf neue Chancen
- ▶ Verständnis entwickeln
- ▶ Große Bildungsaufgabe



Inhalt

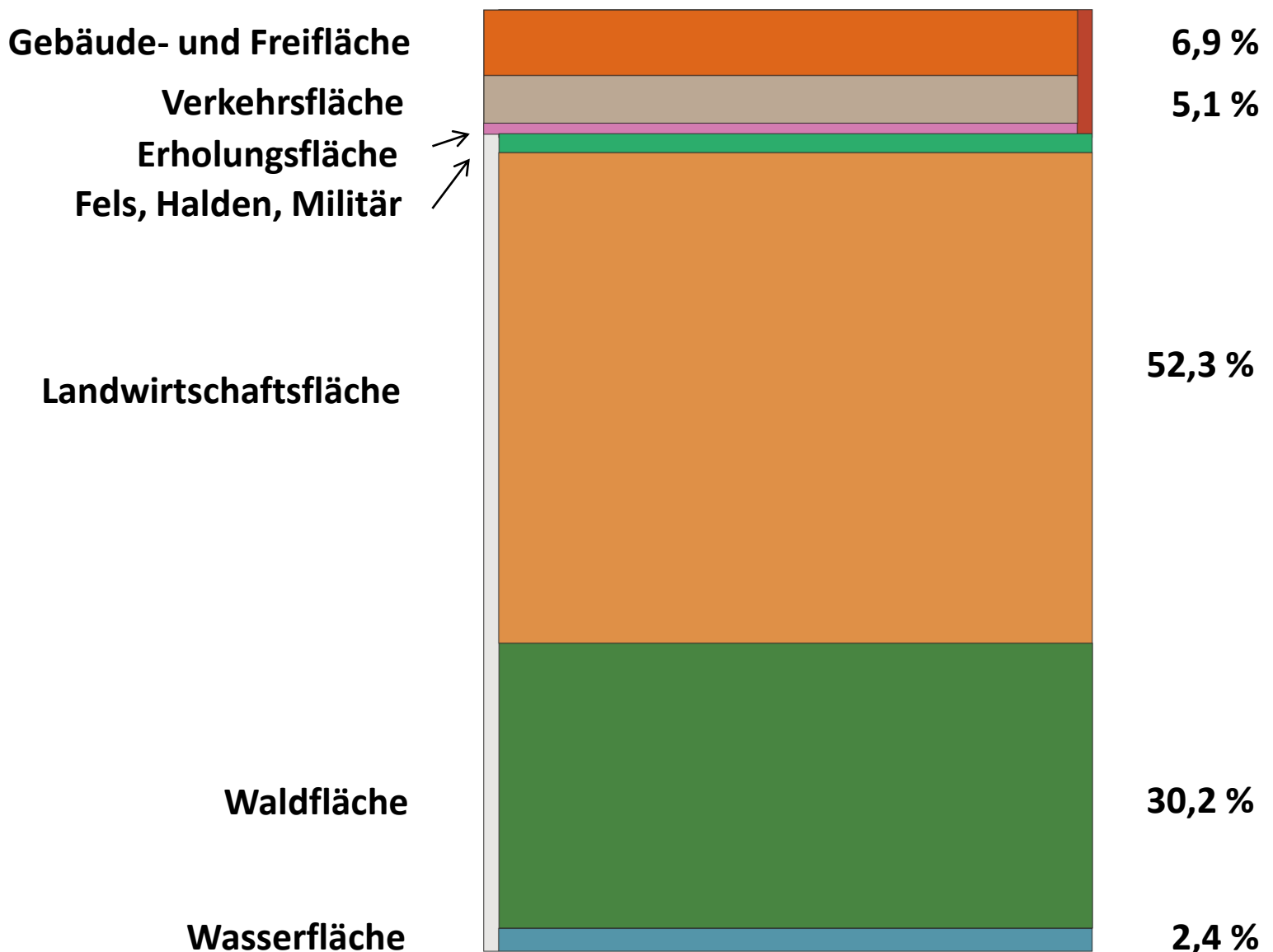
Vorteile 100% EE

Annahmen / Voraussetzungen

Ergebnisse

Diskussion Umsetzung

Flächen - Verhältnisse in Deutschland 2012

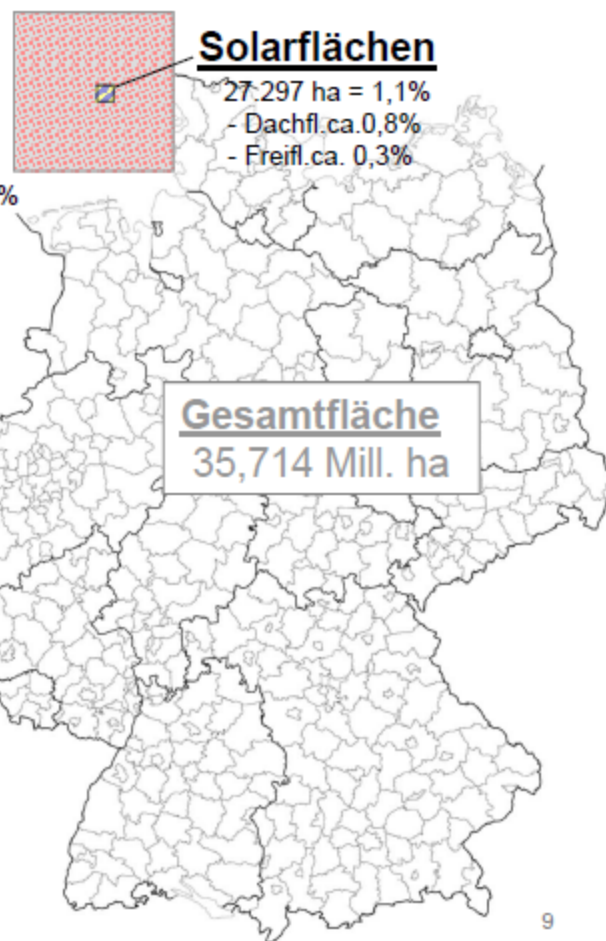
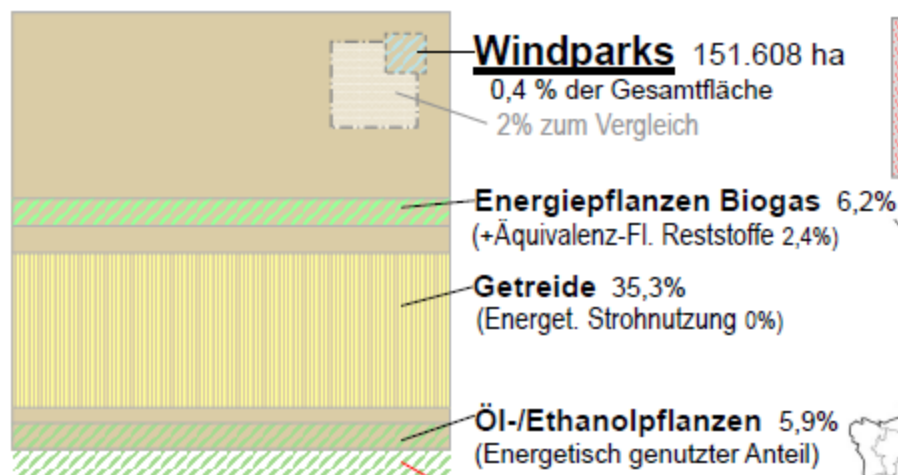


Deutschland: Flächen 2012

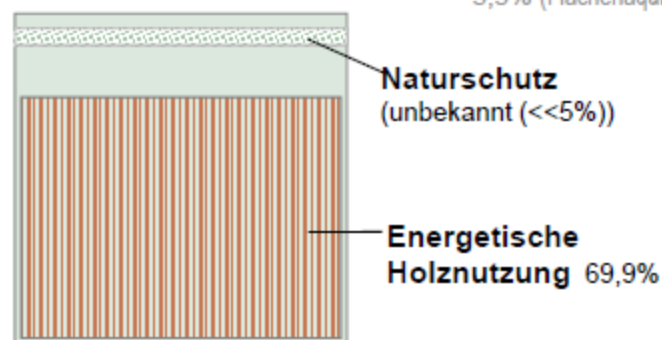


Landwirtschaft 18,677 Mill. ha

Städte/Ortschaften 2,468 Mill. ha



Wald 10,781 Mill. ha

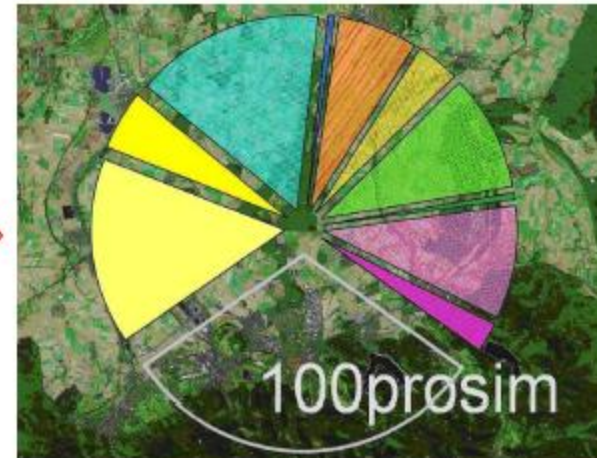


Schmidt-Kanefendt, 25.10.2014

Simulation 100% EE

9

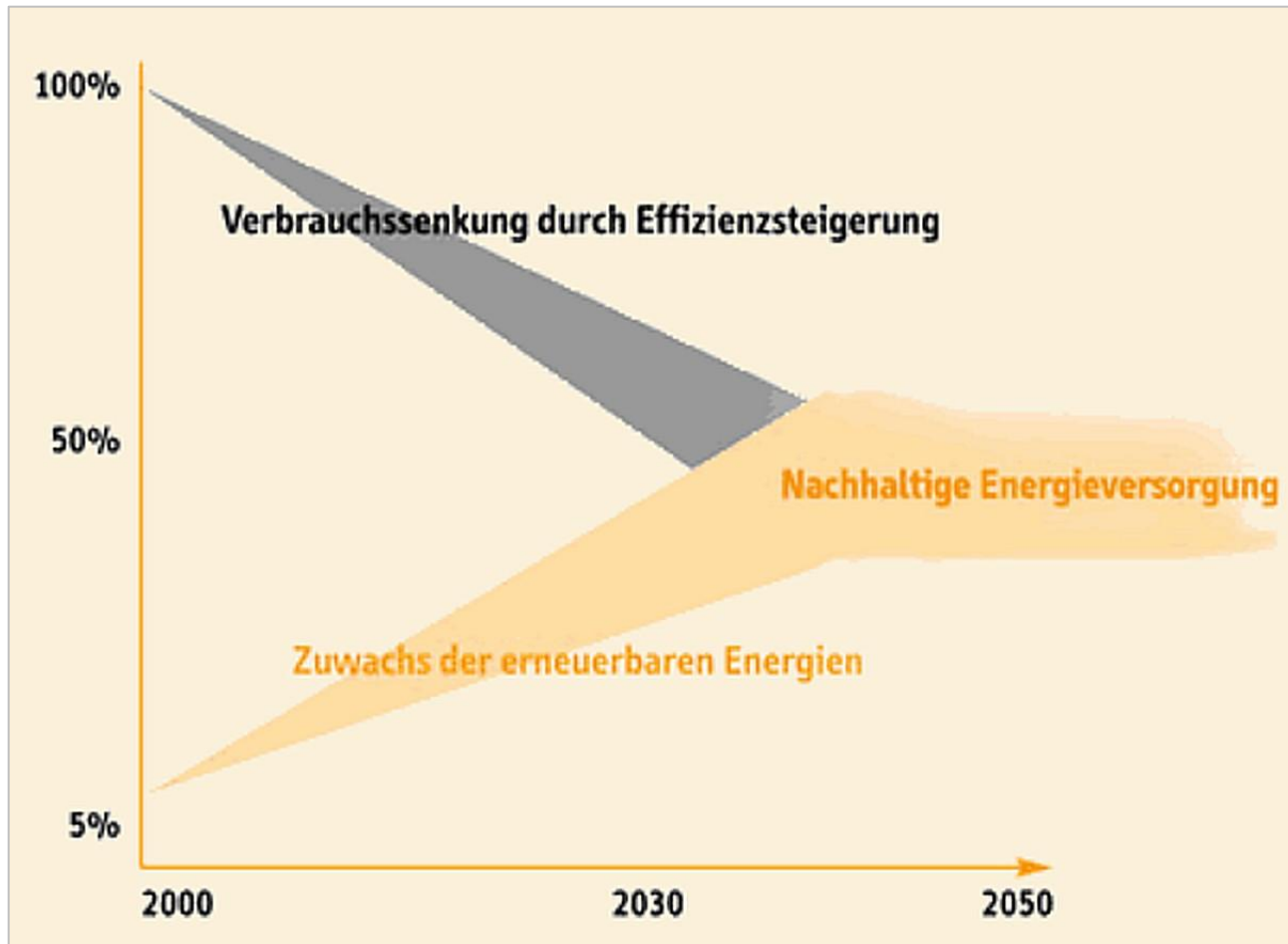
Deutschland: Erneuerbare 2012



Tabellen Status / Ziel:

FL	Flächen	Nutzung für Energiegewinnung
EN	Energie	Produktion = Fläche x Energieertrag pro Hektar x Nutzanteil
BA	Basisdat.	Maßstab für Deckungsgrad = Heutiger Energieverbrauch
BE	Bedarfsminderung	Maßnahmen und resultierende Minderungen

Wieviel ist genug?



Quelle: solarcomplex AG, <http://www.solarcomplex.de/info/solarcomplex/ziel.php> (Zugriff: 11.02.2014)

Schmidt-Kanefendt,
25.10.2014

Simulation 100% EE

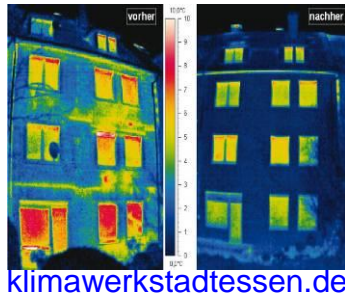
16

Verbrauchs-Minderung:

-50%*

Die großen Hebel

A.



Wärmedämmung: -19%*

50% energetisch sanierter Gebäudebestand (75 kWh/m²)
50% Neubauten im Passivhaus-Standard (15 kWh/m²)
(Jahresheizenergie heute: 150 kWh/m²)

B.



Elektroantrieb: -17%*

Straßenfahrzeuge komplett umgestellt (20% Verlust)
(Verbrennungsmotoren heute: 80% Verlust)

C.



Produkt-Nutzungsdauer: -14%*

Verdopplung der durchschnittlichen Nutzungsdauer:
➤ 50% Energiebedarf** für Produktion
+ 10% Energiebedarf** für Reparaturen

*) Bezogen auf gesamten Endenergie-Verbrauch in Haushalten, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Industrie und Verkehr


**) Strom und Prozesswärme in Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie



Solarflächen

Solar geeignete Dachflächen



 Gebäude- & Freiflächen
als Bezugsfläche

Beispiel LK Osnabrück*:
9,3 % PV-geeignete Dachfl.

*) Landkreis Osnabrück (Zugriff 23.10.2014): Solardachkataster.
<http://www.solardachkataster-lkos.de/#!menubar/stats.html>
Schmidt-Kanefendt, 23.10.2014

Ersatz für fossile Treibstoffe?



Basis: Deutschland-Szenarien 131103.V1-V5

Grundannahmen (in Relation zu heute):

- 80% Verkehrsleistung Straße/Schiene
- 75% Luftverkehrsleistung
- Ambitionierte Ausweitung Solarflächen (x 10,3) und Windparkfl. (x 5,7)
- Ökologische Kreislaufwirtschaft >Mindererträge (67% Biogas, 80% PÖL)

	Anbaufl.von Agrarfläche	Windpark-u. Solarfläche
95% Elektroantrieb + Biomethan <input checked="" type="checkbox"/>	13%	100%
100% Biomethan <input type="checkbox"/>	86%	77%
100% Pflanzenöl <input type="checkbox"/>	215%	77%
100% Wind-/Solar-Wasserstoff <input type="checkbox"/>	0%	184%
95% Elektroantr. + Wasserstoff <input checked="" type="checkbox"/>	0%	122%

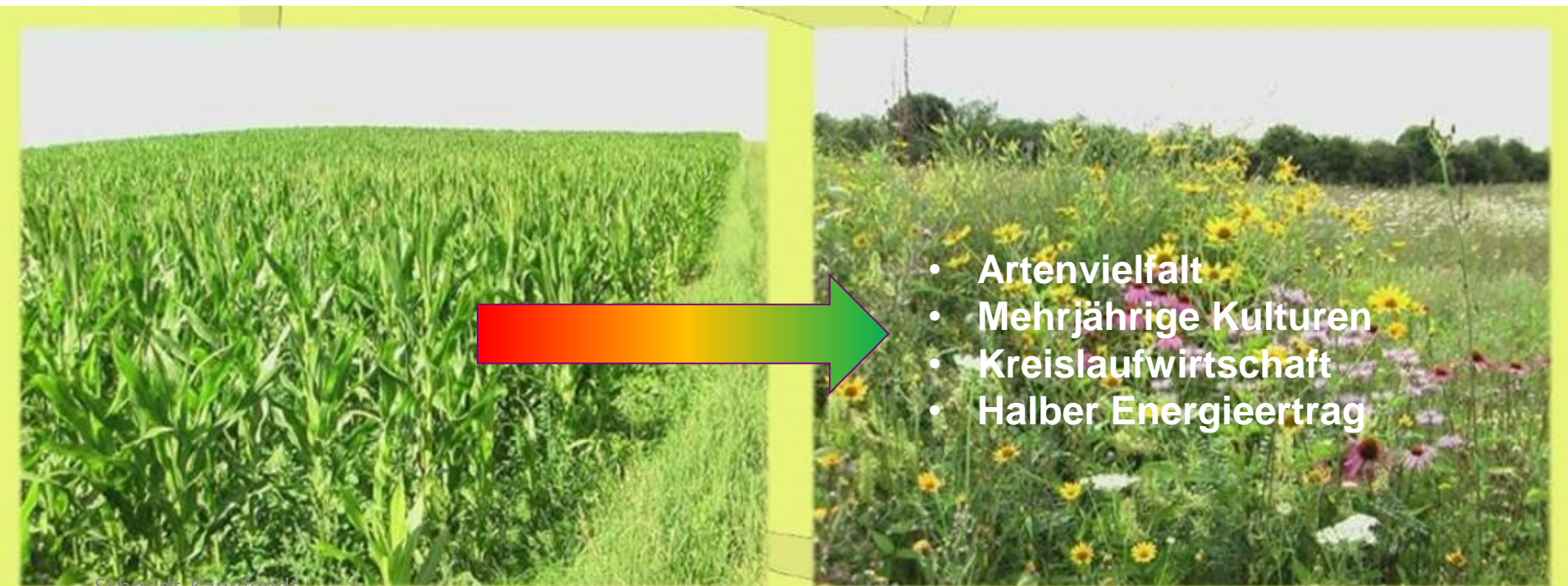
Zukunftsfähiger Energiepflanzen-Anbau

NABU LV Niedersachsen, Uwe Baumert:

Zehn-Punkte-Papier Biogas - Grundsätze für einen naturverträglichen Anbau

Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Dr. Birgit Vollrath et. al.:

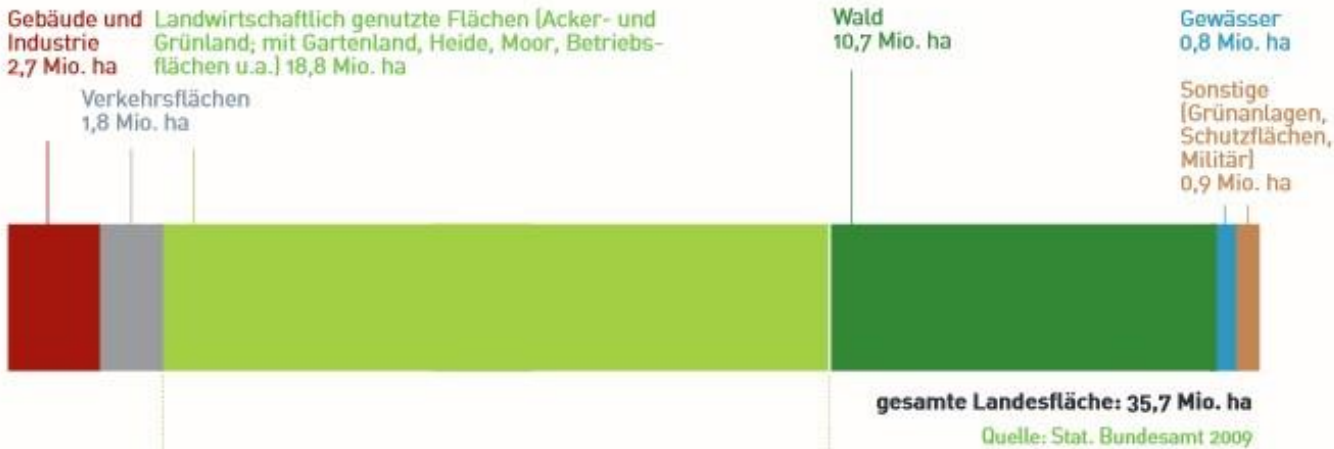
Energie aus Wildpflanzen - mehr Vielfalt bei der Biogasproduktion



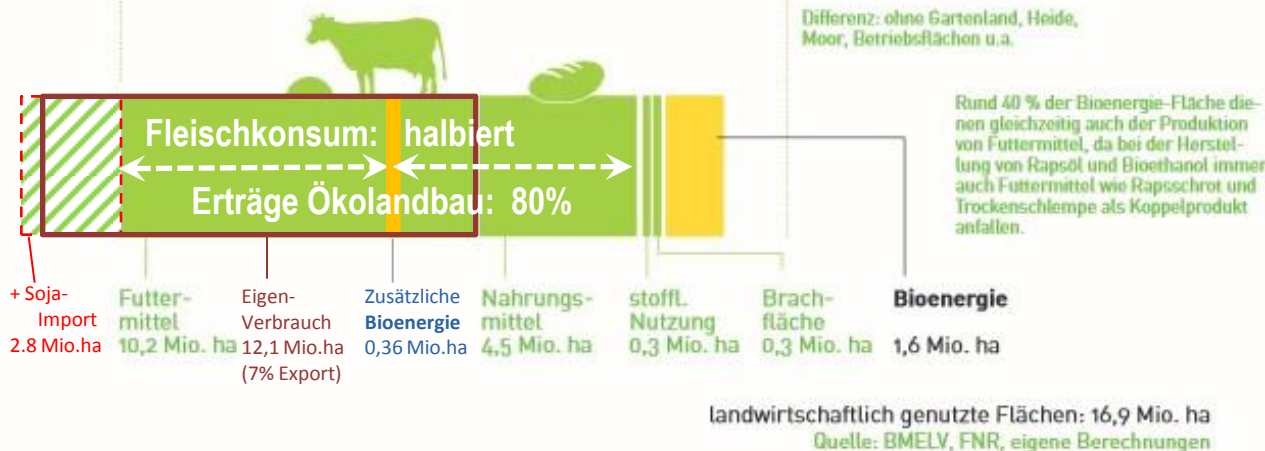
- Artenvielfalt
- Mehrjährige Kulturen
- Kreislaufwirtschaft
- Halber Energieertrag

Anbauflächen

Die deutsche Landesfläche ist vor allem von Ackerland, Grünland und Wald belegt.



Mehr als die Hälfte der landwirtschaftlichen Flächen wird 2008 für Futtermittel genutzt.



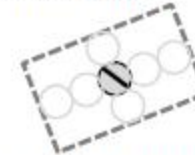
- Zielbeispiel:**
- Keine Soja-Importe
 - Ökolandbau mit 80% heutiger Erträge
 - Fleischkonsum halbiert
 - **Bioenergie-Anbau auf 10,4% der LNF**



Windparkflächen (100prosim)



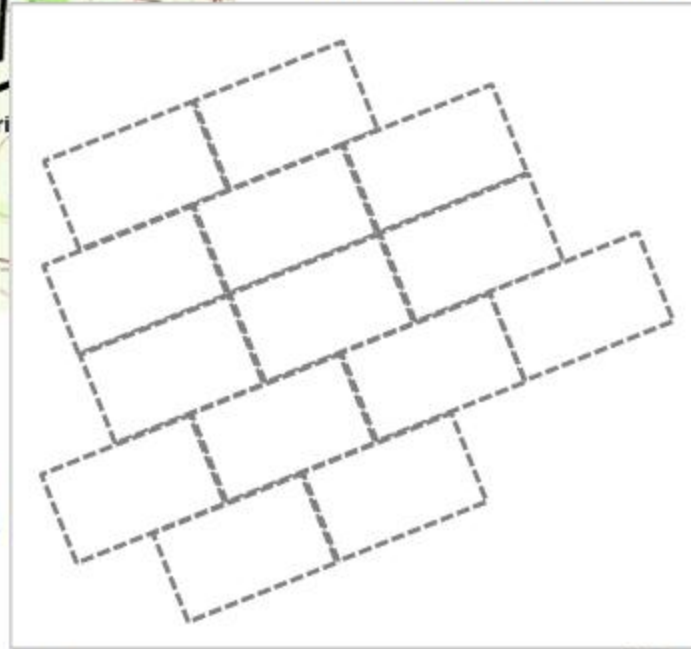
Erntefläche:



5 x 3 Rotordurchmesser

Vorranggebiet Wendeborstel*:
Fläche = 135,1 ha

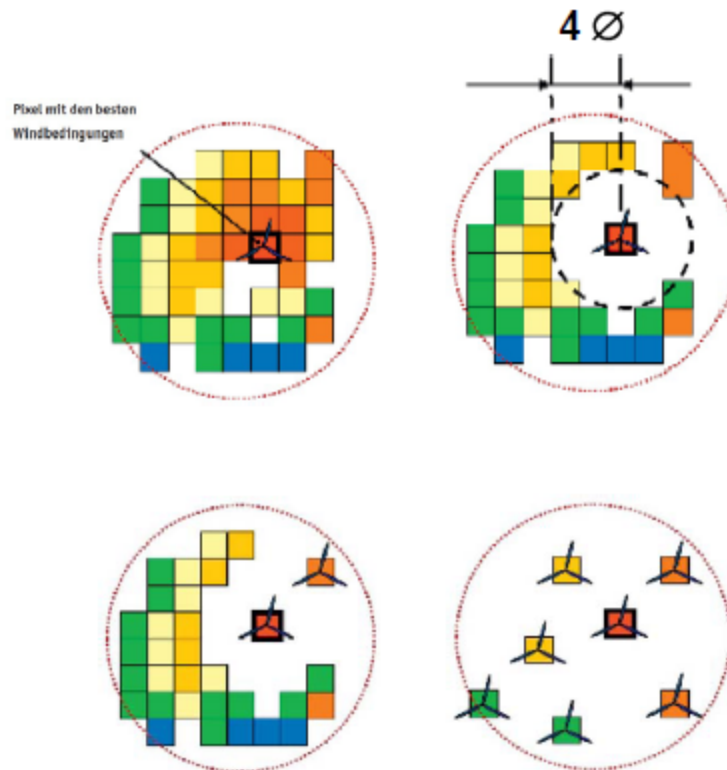
14 Anlagen mit 82m Rotordurchmesser:
Ermittelte Erntefläche = 141,2 ha



*) Schmidt-Kanefendt, Hans-Heinrich (27.02.2011):
Windpotenziale – Referenzregion Nienburg.
Schmidt-Kanefendt, 23.10.2014



Windparkflächen (IWES)



Standardturbine

(Standorte > 1600 h/a)

- 3 MW Nennleistung
- 100 m Rotordurchmesser
- 100 m Nabenhöhe

Schwachwindturbine

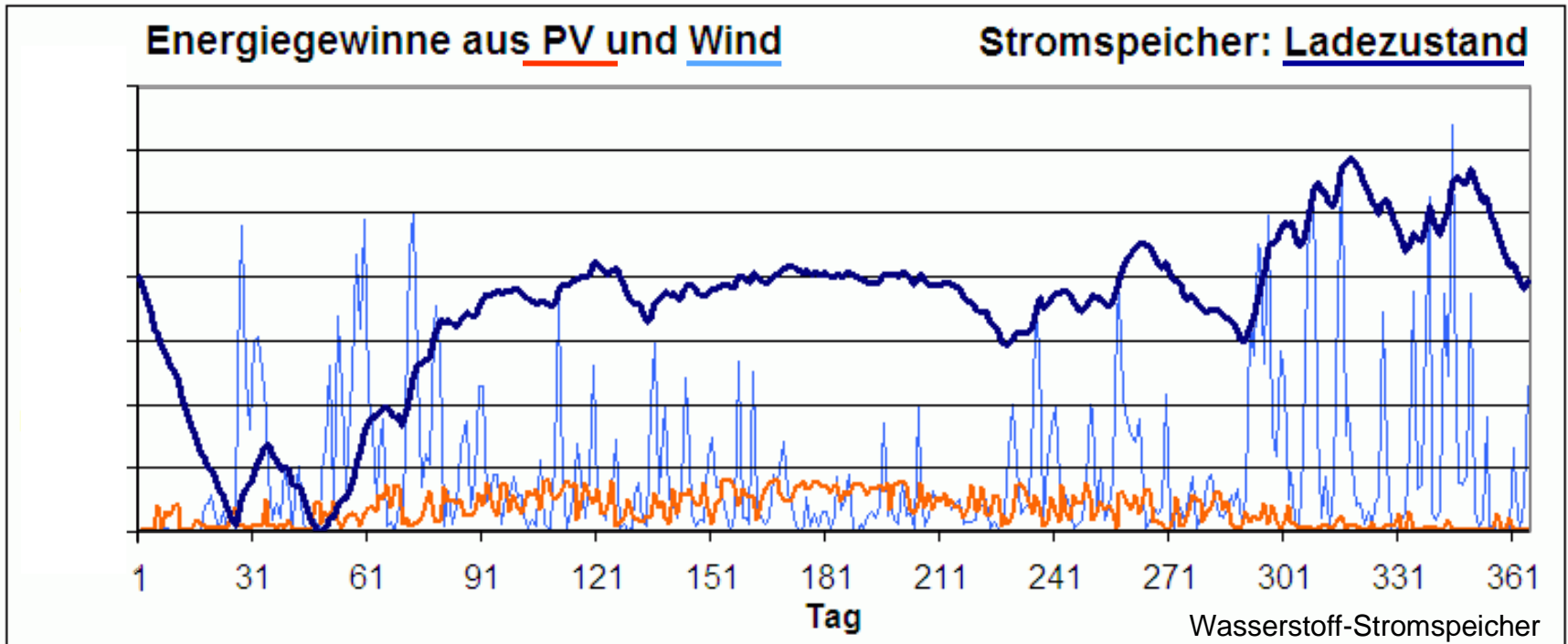
(Standorte > 1600 h/a)

- 3 MW Nennleistung
- 115 m Rotordurchmesser
- 150 m Nabenhöhe

Quelle:

Bofinger, Dr. Stefan et. al. (2011); Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land – Kurzfassung; IWES; Herausgegeben vom BWE e. V...

Schwankungsausgleich

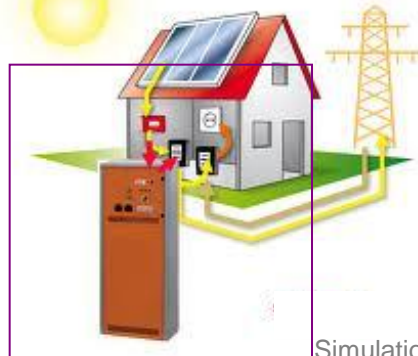


Verbrauchs- Anpassung



Schmidt-Kanefendt, 2014

Batterien



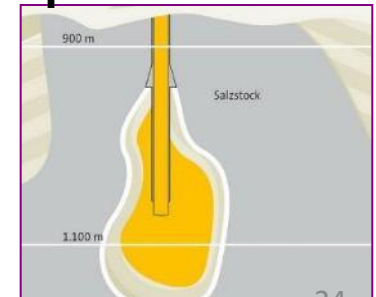
Simulation 100% EE

Pumpspeicher- Kraftwerke



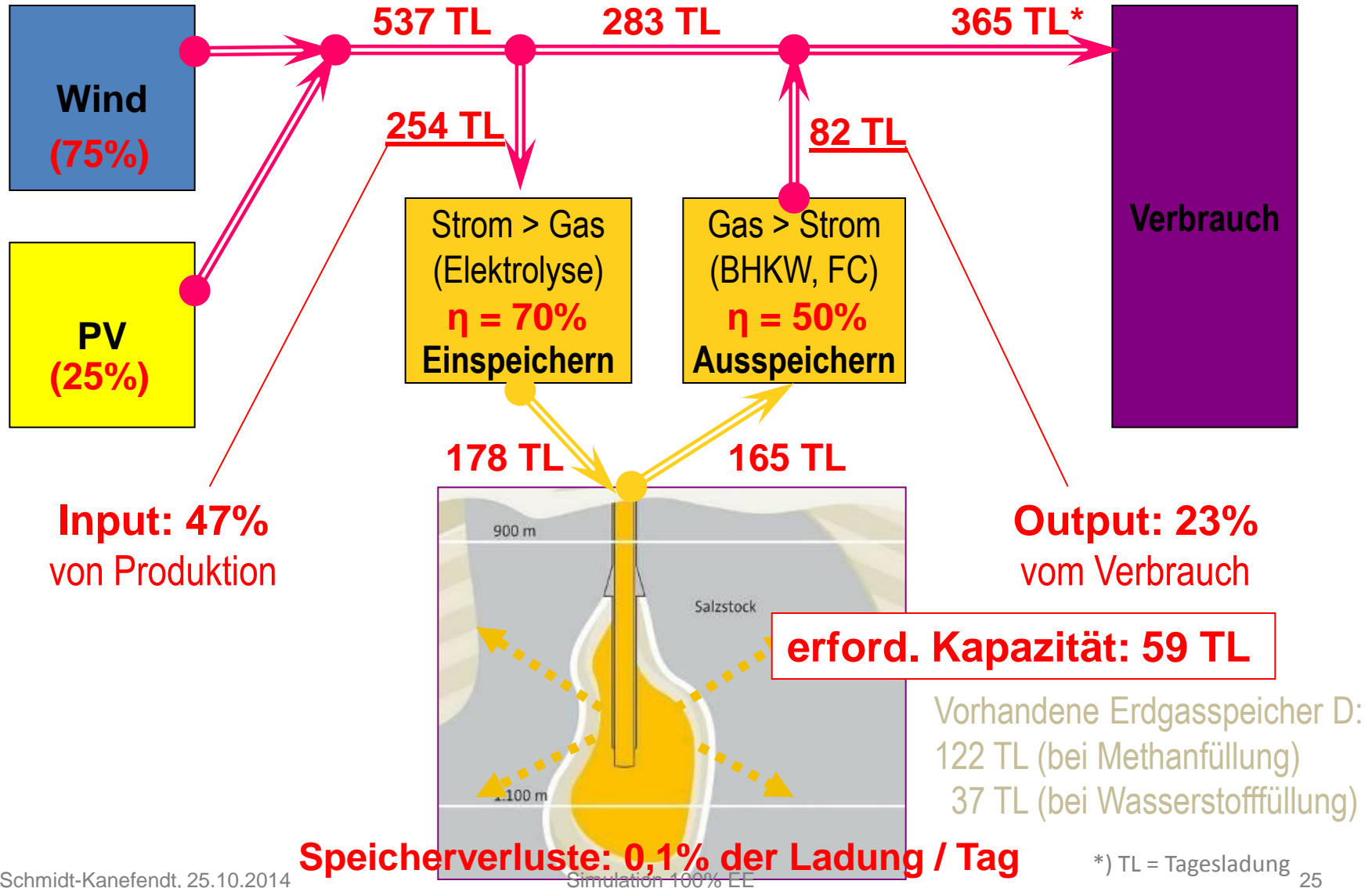
Beispiel: Godisthal

Wasserstoff- Speicher



24

Stromspeicher Wasserstoff



Inhalt

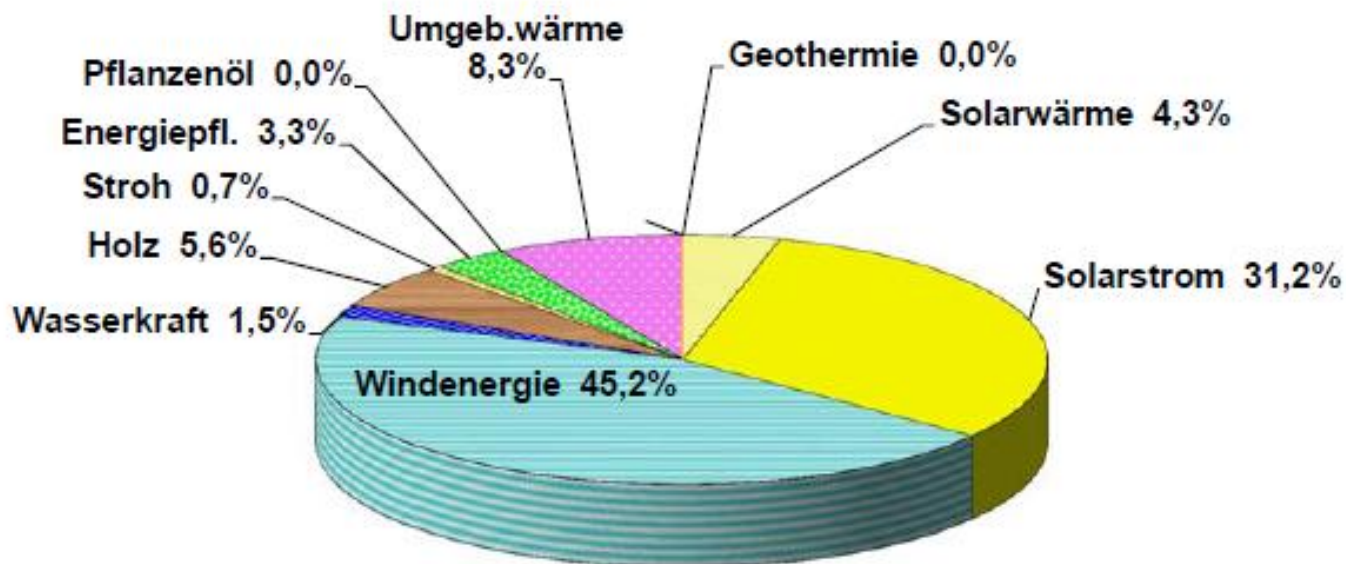
Vorteile 100% EE
Annahmen /Voraussetzungen
Ergebnisse
Diskussion Umsetzung

Gesamtfläche Region	Nutzungsart (1. Ebene)	Status		Ziel		Veränderung		Nutzungsart (2. Ebene)	Status		Ziel		Veränderung			
		ha	%	ha	%	ha	%		ha	%	ha	%	ha	%		
Deutschland 35.713.752	Gebäude- & Freiflächen	2.467.583	6,9	2.467.583	6,91	0	0,0	FL1.1 Solar-Dachflächen	18.833	0,8	246.758	10,0	+227925	1210,2		
								FL1.2 Solar-Freiflächen	8.464	0,3	123.379	5,0	+114916	1357,8		
	Agrar-Flächen	18.677.082	52,3	18.677.082	52,3	0	0,0	FL2.1 Getreide (Stroh)	6.595.447	35,3	6.595.447	35,3	0	0,0		
								FL2.2a Energie-Pfl. Biogas	1.158.000	6,2	1.867.708	10,0	+709708	61,3		
								FL2.2b Äquiv.Fl.Rest-Stoffe Biogas [1]	449.373	2,4	840.469	4,5	-391096	87,0		
								FL2.3 Öl- & Ethanol-Pfl. (energet.)	1.094.000	5,9	0	0,0	-1.094.000	-100,0		
								FL2.4 Agr.-Fl. ohne energet. Nutz.	9.829.635	52,6	10.213.927	54,7	+384292	3,9		
	Wald	10.781.414	30,2	10.781.414	30,2	0	0,0	FL3.1 Forstwirtschaft	10.781.414	100,0	9.703.273	90,0	-1.078.141	-10,0		
								FL3.2 Waldfl. ohne forstwirt. Nutz.	0	0,0	1.078.141	10,0	+1078141	-		
	FL4 Sonstige	3.787.673	10,6	3.787.673	10,6	0	0,0									
										FL5.1 Wasserkraft, Geothermie	(Gesamtfläche) 35.713.752	100,0	(Gesamtfläche) 35.713.752	100,0	0	0,0
										FL5.2 Windpark-Fl. Onshore	151.608	0,42	1.071.413	3,00	+919805	606,7
										FL5.3 Windpark-Fl. Offshore [2]	1.931	0,01	183.147	0,51	+181216	9382,5

[1] Äquivalent der durch Rest- und Abfallstoff-Verwertung vermiedenen Energiepfl.-Anbaufläche

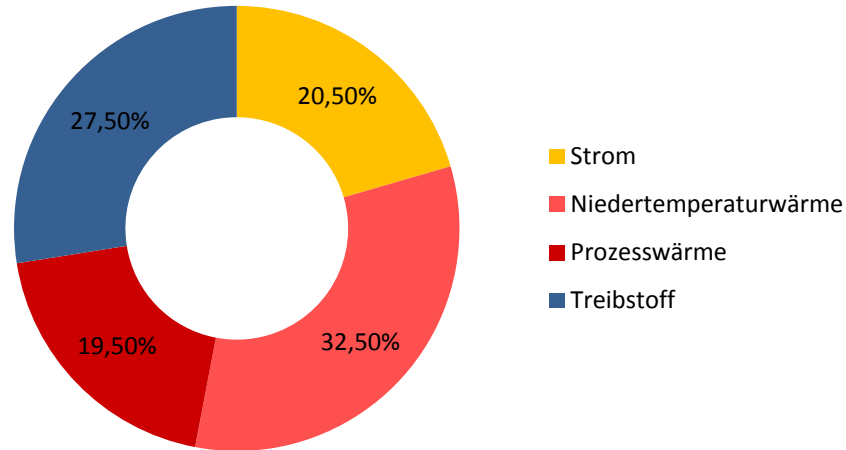
[2] Offshore-Flächenangabe als Onshore-Äquivalent (vermiedene Onshore-Windpark-Fläche)

Ziel-Anteile der Energiequellen:



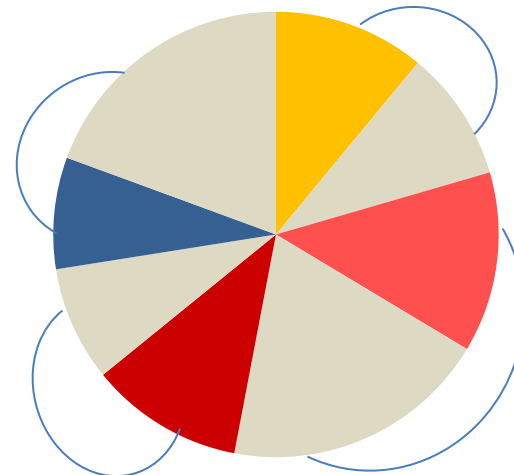
100 % = Gesamte Produktion (1.516.957 GWh)

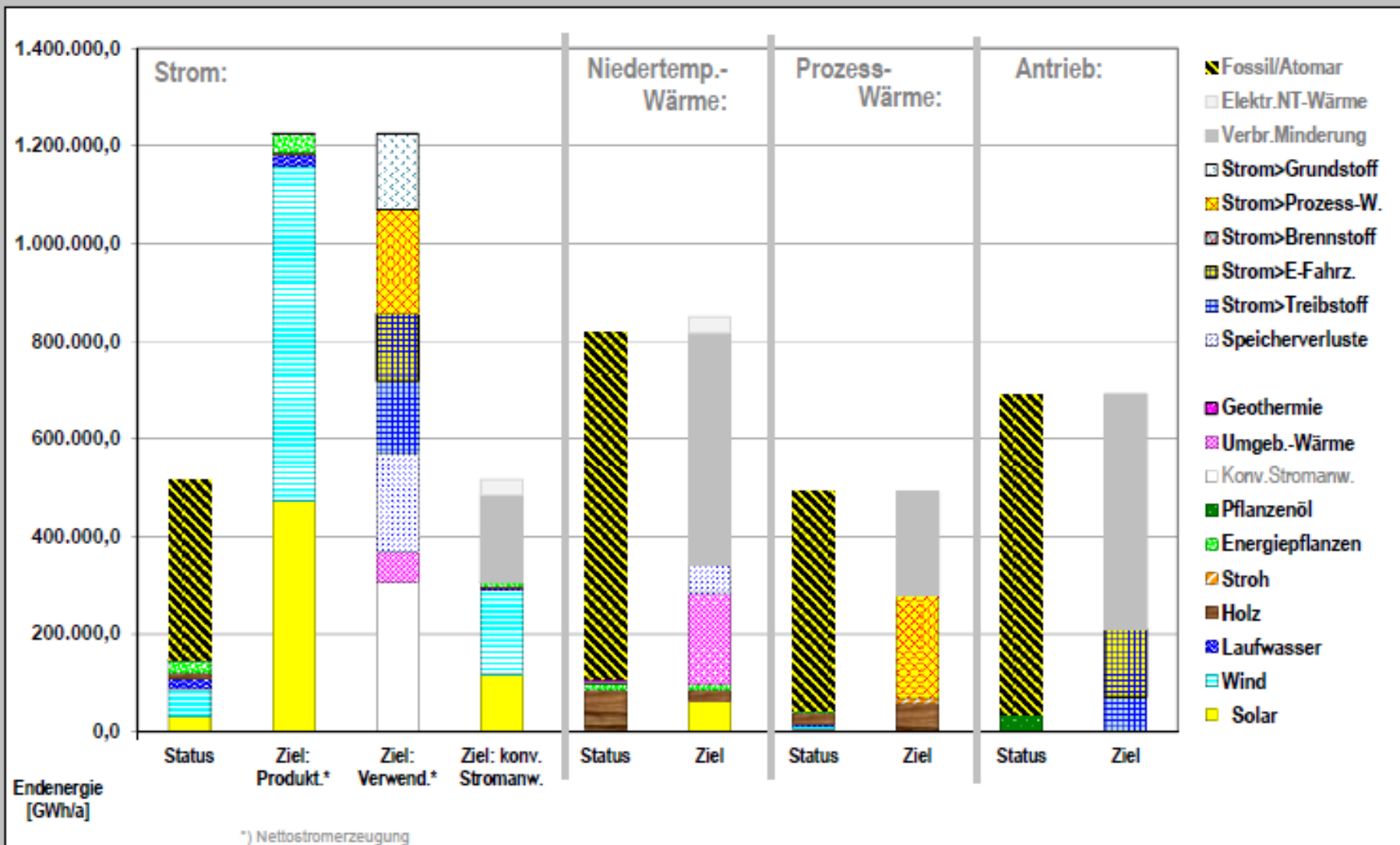
Derzeitiger Endenergiebedarf



Energie-Ertrag aus Erneuerbaren Energien nach dem Szenario Notwendige Einsparung

Stromanwendungen
63,4% (-36,6%)
Niedertemp.-Wärme
40,2% (-59,8%)
Prozess-Wärme
57,2% (-42,8%)
Antriebe
30,4% (-69,6%)

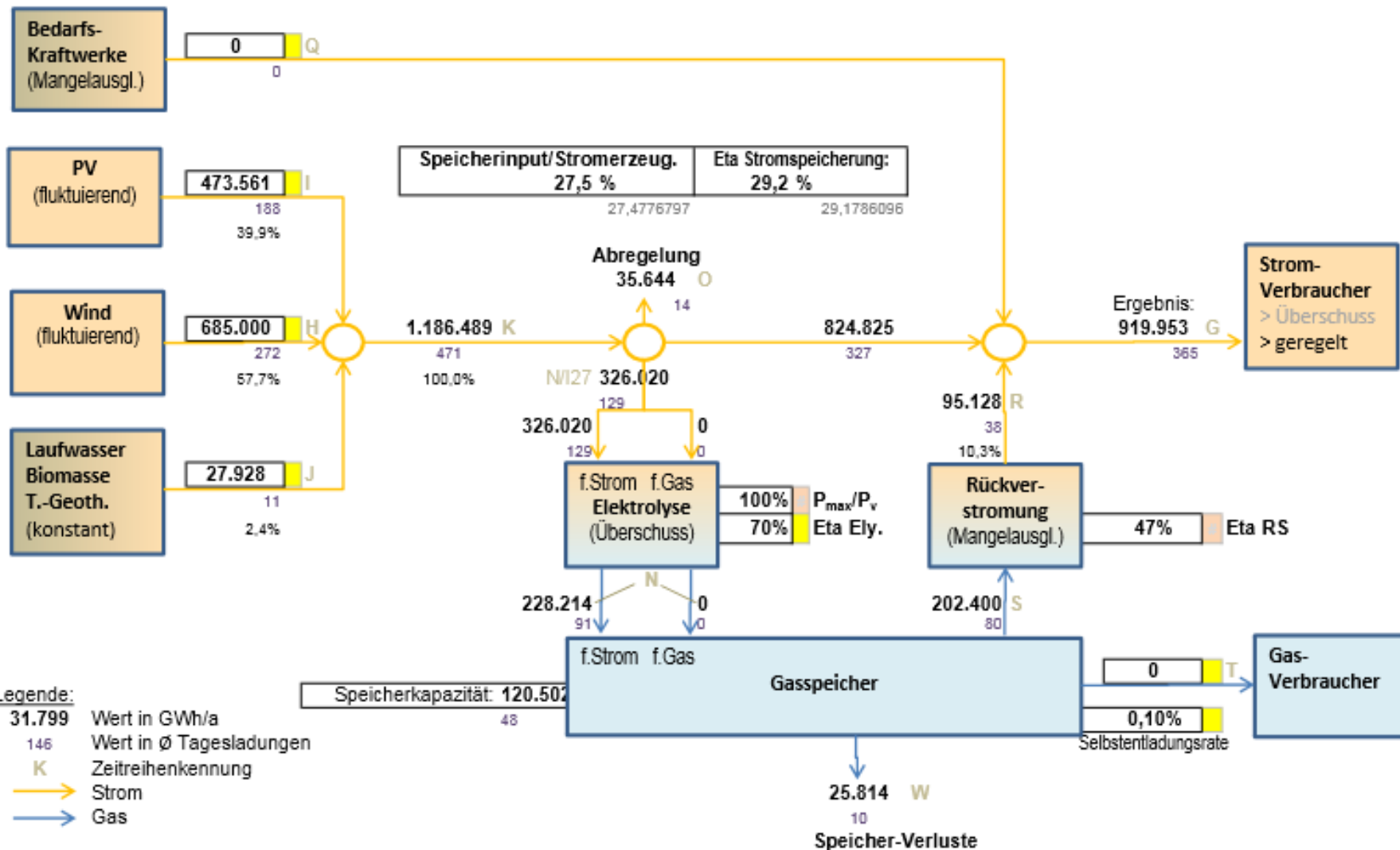




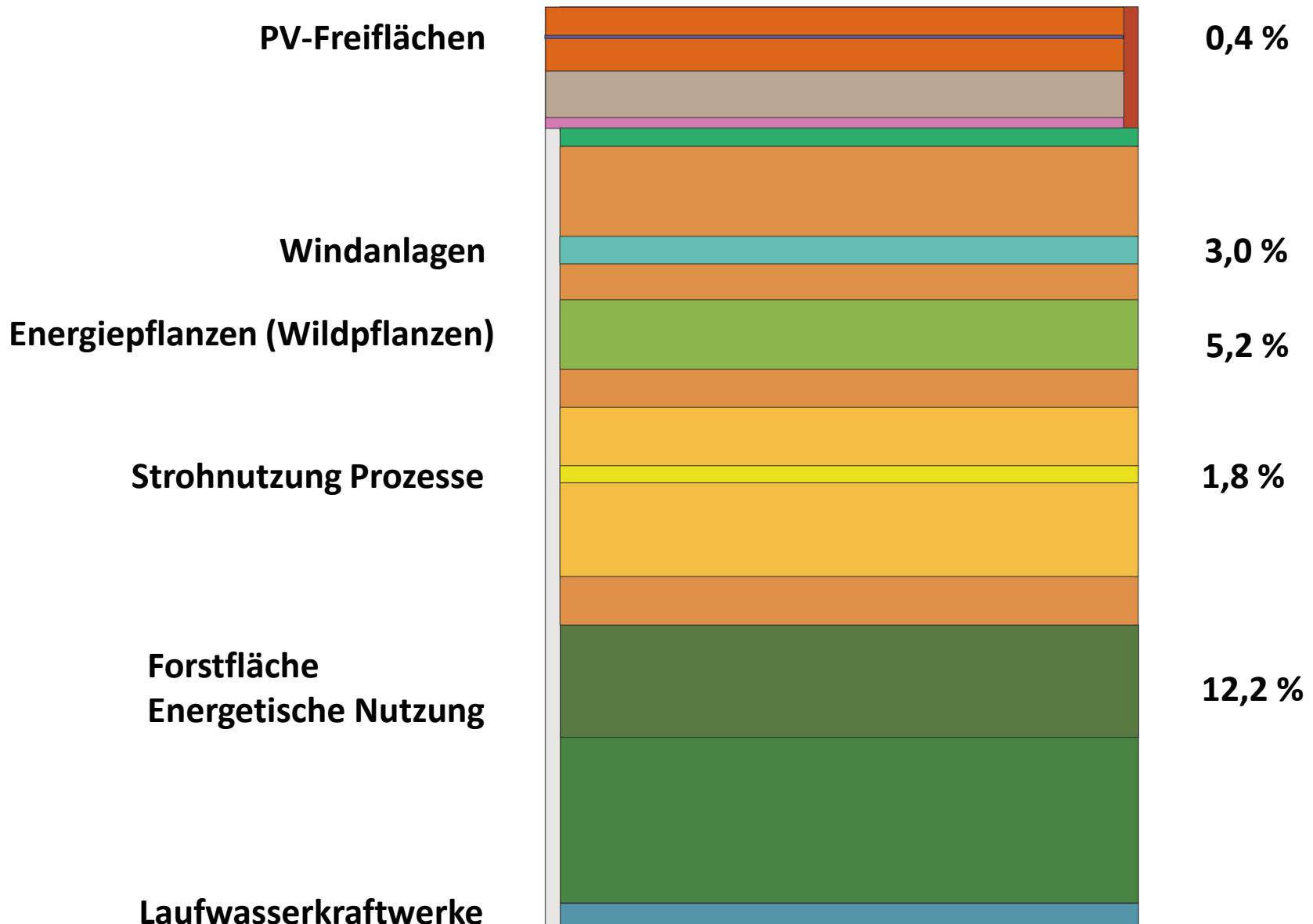
benötigte Speichermenge zur geregelten Stromversorgung

100%EE-Region Deutschland (141025.B1): Jahresbilanz Strom (Ziel)

Verwendete Zeitreihen: Anlagenpark Deutschland 2012 [EEX]



Flächen für Energieträger - Verhältnisse Deutschland



Inhalt

Vorteile 100% EE
Annahmen /Voraussetzungen
Ergebnisse
Diskussion Umsetzung

Fragen Anregungen

Energiemanagement
Lastmanagement

Elektromobilität

Verteilnetze
Übertragungsnetze
Neufestlegung des Szenario-Rahmens für die Netzentwicklung

Neue Märkte
Regionaler Ausgleich
Systemdienlichkeit

Smart Grid
gesamtes Versorgungssystem an das weitere Wachstum der Erneuerbaren anpassen

Effizienz im Gebäudebestand
Fördern und fordern

2012			
Bodenfläche insgesamt	Daten in km ²	357.341	Prozent der Landesfläche
Siedlungs- und Verkehrsfläche insgesamt		48.482	13,6 %
Gebäude- -und Freifläche		24.675	6,9 %
PV Dachflächen		2.468	0,7 %
PV Freiflächen		1.234	0,4 %
			gesamt
Solarthermie Nt-Wärme			64.927 GWh/a
Verkehrsfläche		18.100	5,1 %
Erholungsfläche		4.228	1,2 %
Landwirtschaftsfläche		186.771	52,3 %
Energiepflanzen Biogas Kraftstoffe mit Abfall- und Reststoffen		18.677	5,2 %
Stroh für Prozesswärme		6.595	1,8 %
Waldfläche		107.814	30,2 %
Forstlich genutzt (Szenario)		97.033	
Energetische Nutzung		43.664	12,2 %
Prozesswärme			59.174 GWh/a
Nt-Wärme			19.981 GWh/a
Strom			5.187 GWh/a
Wasserfläche		8.671	2,4 %
Laufwasser			22.715 GWh/a
Windfläche onshore		10.720	3,0 %
Windfläche offshore			
Strom aus Windanlagen gesamt			685.000 GWh/a
Umgebungswärme (Wärmepumpe)			192.471 GWh/a
Tiefen-Geothermie			
Nt-Wärme			340 GWh/a
Strom			25 GWh/a