



# Energieautarkie in Österreich 2050

- Wolfgang Streicher
- Universität Innsbruck

6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

1



## Der Begriff „Autarkie“

### Autarkie (Wikipedia ....)

Autarkie (von altgriechisch αὐτάρκεια *autárkeia*, Selbstgenügsamkeit, Selbständigkeit') im allgemeinen Sinne bedeutet, dass Organisationseinheiten oder Ökosysteme alles, was sie ver- oder gebrauchen, aus eigenen Ressourcen selbst erzeugen oder herstellen. Selbstversorgung muss im Gegensatz zur Autarkie nicht alles zur Lebenserhaltung aus eigenen Ressourcen bereitstellen.

Autarke Systeme sind u. a. wirtschaftliche Einheiten (Volkswirtschaften, Wirtschaftsregionen, Haushalte), die sich ausschließlich mit eigenen wirtschaftlichen Gütern (Lebensmittel, Rohstoffe, Waren, Dienstleistungen, Produktionsfaktoren) versorgen und von Importen unabhängig sind.

6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

2



## Was hieße eigentlich Energieautarkie ?

### Welcher Bedarf wird in das Konzept mit eingeschlossen

- Wärme
- Strom
- Verkehr

### Abdeckung in jedem Moment durch die autarke Einheit (echte Autarkie)

- Speicher für Energie (Strom, Wärme)

### Abdeckung im Mittel über das Jahr (Jahresbilanz Import/Export ausgeglichen)

- Speicher werden räumlich verlagert (Stromnetz)
- Import/Export hält sich die Waage



## Sonstiger „Rucksack“ aus importierter Energie

- Einfamilienhäuser und zersiedelte Landschaft fördern Verkehr ??
- Fleisch braucht 10 mal mehr Energie zur Produktion als pflanzliche Nahrungsmittel
- Urlaub mit dem Flugzeug auf die Malediven ??
- Bekleidung aus China, Äpfel aus Spanien
- Futtermittel
- Importierte Rohstoffe

**Was können (müssen?) wir den Menschen zumuten?**



## Warum sollten wir Energieautarkie erreichen ?

6. Juli 2011

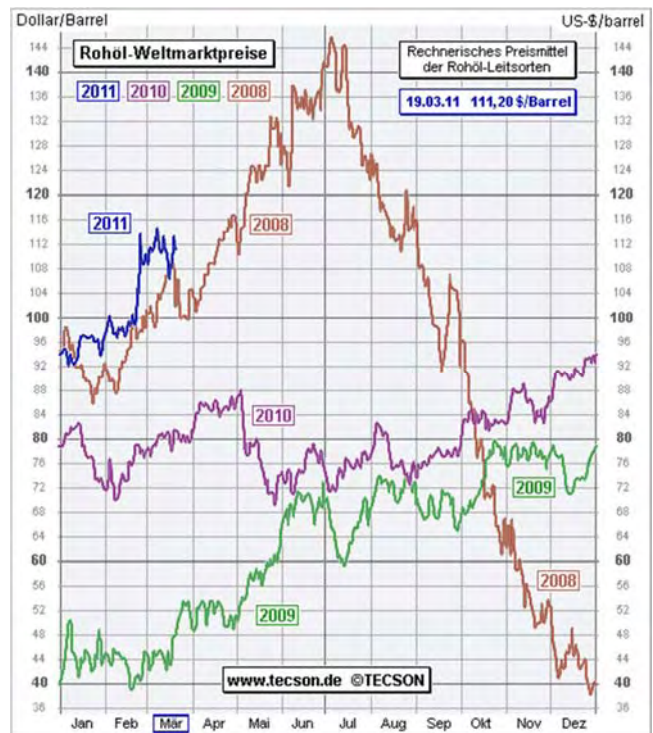
Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

5



## World Nominal Oil Price Chronology: 2008-2011

(<http://www.tecson.de/prohoel.htm>)



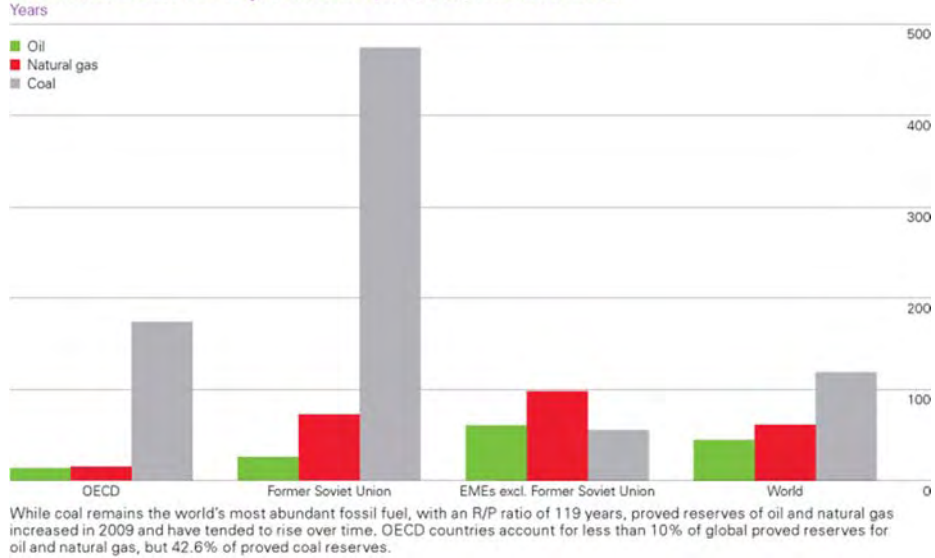
6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

6

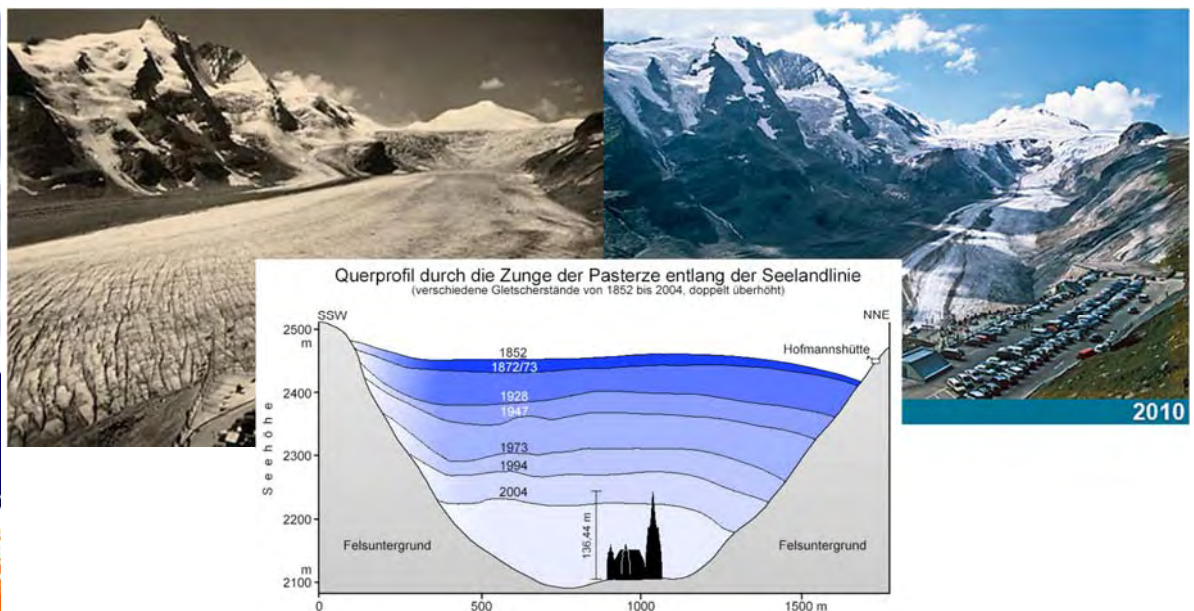
## Fossile Energieträger Reserven zu Produktion Verhältnis (R/P) Ende 2009 (Quelle BP, 2010)

Fossil fuel reserves-to-production (R/P) ratios at end 2009



## Rückgang der Pasterze von 1938 bis 2010

Quelle: www.gletscherarchiv.de



## EU –Ziele



"Es wird zu viel über die Kosten geredet. Aber auf längere Sicht hätte es viele Vorteile, wenn wir ambitionierter darin wären, unsere Energieeffizienz zu verbessern", sagte EU-Klimakommissarin Hedegaard

Vor dem Hintergrund forderte Sie die EU-Länder auf, ihre Anstrengungen zu verstärken. Die EU drohe ihr selbst gestecktes Ziel zu verfehlen, die Effizienz bis 2020 um 20 Prozent zu steigern. Wenn das Ziel aber erreicht werde, sei es möglich, zugleich die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2020 um 25 Prozent zu drücken - und nicht nur um die 20 Prozent, die verabredet sind. Das sei zugleich der "kosteneffizienteste Weg", um wie geplant **bis 2050 Europas Treibhausgasausstoß um 80 Prozent zu senken.** (Financial Times, 7.3.2011)



6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

9

## Energieautarkie Österreich 2050 Feasibility Study



lebensministerium.at

### Leitung, Gesamtmodell

Wolfgang Streicher, Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen

### Bereich Industrie/Produktion

Hans Schnitzer, Michaela Titz, TU Graz, Institut für Prozess- und Partikeltechnik

### Bereich Gebäude

Florian Tatzber, Richard Heimrath, Ina Wetz, TU Graz, Institut für Wärmetechnik

### Bereich Verkehr

Stefan Hausberger, TU Graz, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik

Andrea Damm, Karl Steininger, Universität Graz - Wegener Center for Climate and Global Change

### Bereich Energiewirtschaft

Reinhard Haas, Gerald Kalt, TU Wien, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Energy Economics Group

Stephan Oblasser, Landesenergiebeauftragter Tirol

### Review

Michael Cerveny, Andreas Veigl, ÖGUT, Wien

### Consulting

Martin Kaltschmitt, Universität Hamburg-Harburg

<http://umwelt.lebensministerium.at/article/articleview/86784/1/1467/>



6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

10



## Wie kann man Konzepte zur Energieautarkie erstellen

- **Definition von Randbedingungen**
- **Ist-Zustand Energiebedarf**
- **Erhebung der Verfügbarkeit (Potentiale) von Erneuerbaren Energieträgern**
- **Definition von möglichen Einsparungen des Energiebedarfs**
- **Darstellung von Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger**
- **Aufstellen von Szenarien, sodass das Angebot mit dem Bedarf übereinstimmt.**



## Randbedingungen

- **Potentiale Erneuerbarer Energieträger aus Österreich (Biomasse, Wasser, Wind, Sonne, Umweltwärme, tiefe Geothermie)**
- **Tages- und wochenmäßiger Stromaustausch mit Nachbarländern (Saisonspeicherung in Österreich, europäischer Kontext)**
- **Konstante landwirtschaftliche Fläche für Nahrungs- und Futtermittelproduktion**
- **Keine fossilen Energieträger und keine Kernenergie**
- **„Rucksack“ an Import von Nahrungsmittel- und Gütern wird nicht berücksichtigt (ca. 44 % des heutigen Verbrauchs an fossiler Energie).**
- **Betrachtete Sektoren: Gebäude, Mobilität und Produktion (Industrie)**
- **Keine ökonomische Analyse**



## 2 Szenarien

- **Konstant-Szenario:** Konstante Energiedienstleistung bis 2050 (beheizte m<sup>2</sup> Gebäudefläche, Pkm, tkm, konstante Bruttowertschöpfung der Industrie)
- **Wachstums-Szenario:** Anstieg der Energiedienstleistung um 0,8 %/a (ca. 40 % Anstieg von 2008 bis 2050)

=> keine Einschränkung der Bedürfnisse

# Ausgangslage: Energieflussbild Österreich 2005



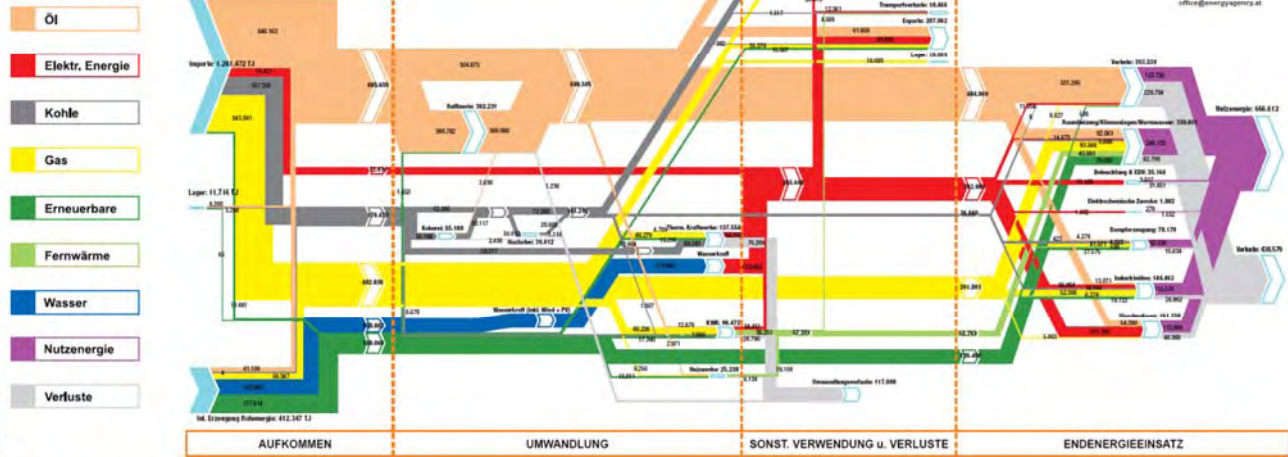
AUSTRIAN ENERGY AGENCY

ÖSTERREICHISCHE  
ENERGIEAGENTUR  
Tel.: +43-1-5801524-0  
Fax.: +43-1-5801524-40  
www.energyagency.at  
office@energyagency.at

## ENERGIEFLUSSBILD ÖSTERREICH 2005

in TJ auf Basis Energiebilanz 2005

Quellen: Statistik Austria, eigene Berechnungen

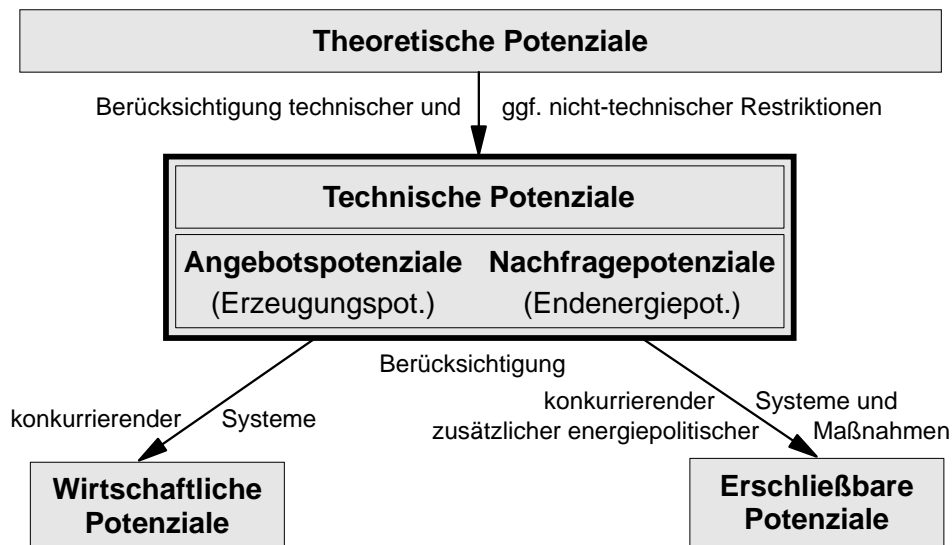


6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

13

## Zusammenhang der Potentialbegriffe (nach Kaltschmitt, Streicher, 2010)



6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

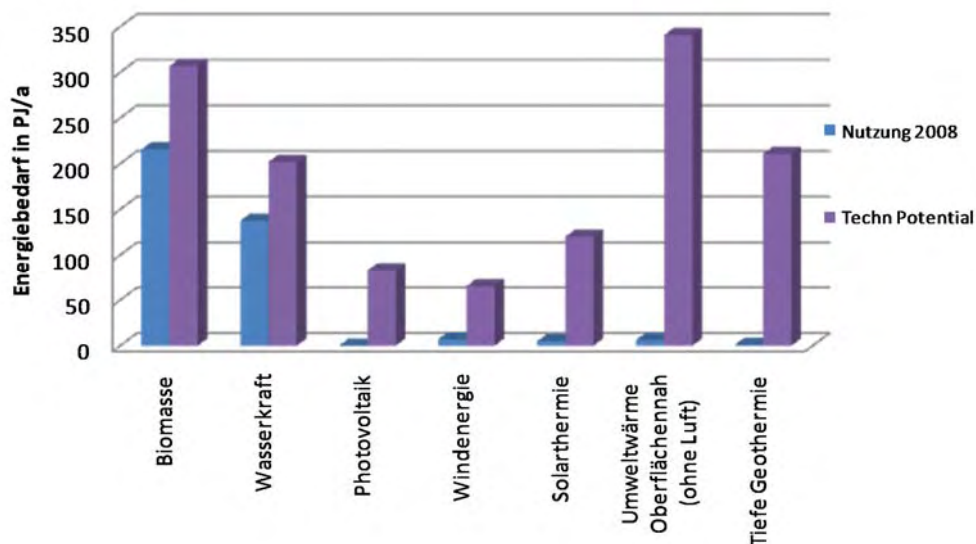
14

## Potentiale Erneuerbarer Energieträger, Beispiel PV

		Gebäudedächer Flach- dächer	Gebäude- Schräg- dächer	Gebäude- fassaden	Frei- flächen <sup>d</sup>	Lärm- schutz- wände	Summe	
Theoretisches Potenzial	in PWh/a <sup>a</sup>						ca. 92	
Theoretisches Stromerzeugungspotenzial	in PWh/a <sup>b</sup>						ca. 26	
Technisches Flächenpotenzial <sup>f</sup>	in km <sup>2</sup>	155	479	809	983	1,53	2427	
Technisch installierbare Leistung	in GW <sup>c</sup>	2,4 - 5,5	5,6 - 12,7	3,6 - 8,3	9,5 - 21,8	0,03 - 0,07	21,2 - 48,5	
Jährlicher Ertrag	in kWh/kW	950	900	650	950	650		
Technisches Angebotspotenzial	in TWh/a	2,3 - 5,3	5,0 - 11,4	2,4 - 5,4	9,1 - 20,7 <sup>e</sup>	0,02 - 0,05	18,8 - 42,9	
<b>50 % Nutzung Dächer und Fassaden für PV</b>								
Techn. Flächenpotential PV <sup>f</sup>	in km <sup>2</sup>	17,5	39,5	26	136	0,46	219,5	
Technisch installierbare Leistung	in GW <sup>c</sup>	1,2 - 2,8	2,8 - 6,3	1,8 - 4,2	9,5 - 21,8	0,03 - 0,07	15,3 - 35,2	
Jährlicher Ertrag	in kWh/kW	950	900	650	950	650		
Technisches Angebotspotenzial	in TWh/a	1,1 - 2,7	2,5 - 5,7	1,2 - 2,7	9,1 - 20,7 <sup>e</sup>	0,02 - 0,05	13,9 - 31,9	
<b>Hier verwendet</b>	<b>in TWh/a</b>							<b>23</b>
<b>Hier verwendet</b>	<b>in PJ/a</b>							<b>83</b>



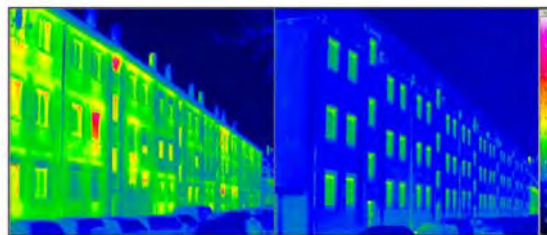
## Nutzung und Technische Potentiale Erneuerbarer Energieträger in Österreich





## Lösungsmöglichkeiten: Reduktion des Wärmebedarfs

- Bauordnung, Raumplanung  
MFH statt EFH
- Thermische Sanierung



6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

17

## Lösungsmöglichkeiten: Reduktion des Energiebedarfs für Mobilität

- Raumplanung (Mischnutzung)
- Modal Split (Umstieg auf ÖV und NMIV)  
(= Infrastruktur)
- Niederer Flottenverbrauch, E-Mobilität
- Überregionaler Transport auf Schiene



6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

18



## Lösungsmöglichkeiten: Reduktion des Energiebedarfs für Industrie

- Energieeffizienzrichtlinie der EU = 1 %/a  
Erhöhung der Energieeffizienz
- Technologischer Fortschritt



## Technische Nutzungen Erneuerbare Energieträger

**Biomasse**

**Wasser**

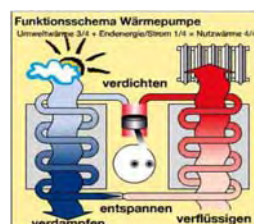
**Wind**

**Photovoltaik**

**Solarthermie**

**Umweltwärme (Wärmepumpen)**

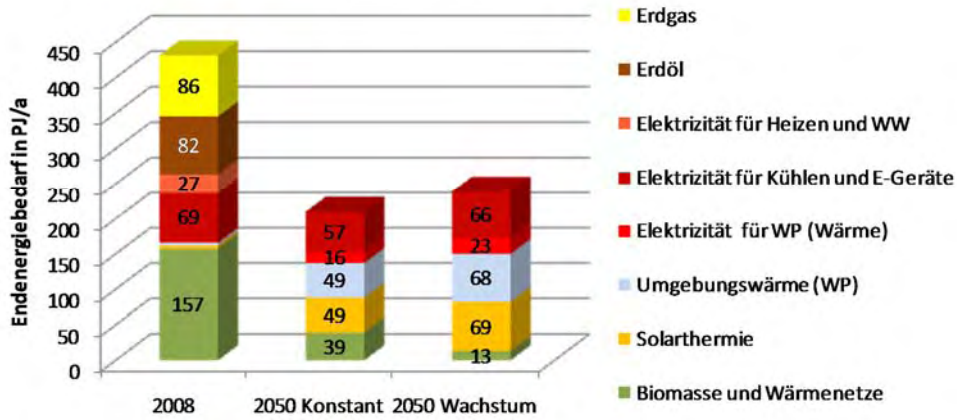
**Tiefe Geothermie**





## Ergebnisse Gebäude

Endenergiebedarf Gebäude

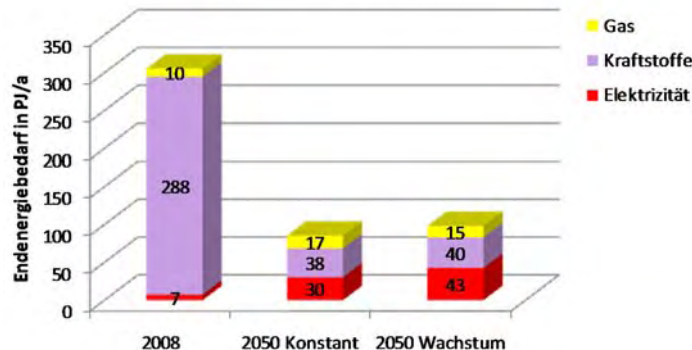


- Ca. 50 % Energieeinsparung => hochwertige Sanierung alter Gebäude, neue Gebäude als Passivhäuser
- Umstieg auf Solarthermie, Wärmepumpe; Einsparung beim Haushaltsstrom (Biomasse wird speziell im Wachstums-Szenario primär für Verkehr und Industrie benötigt)



## Ergebnisse Mobilität

Endenergiebedarf Mobilität



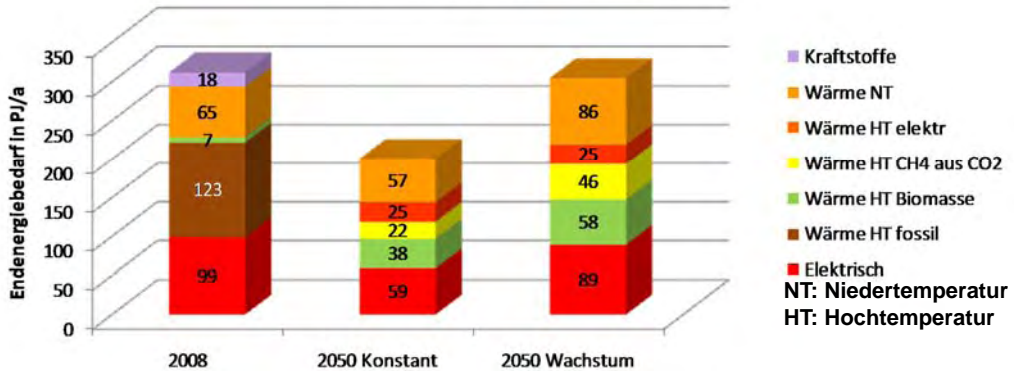
- Ca. 70 % Energieeinsparung => NMIV, ÖV, E-Fahrzeuge (leicht), PKW < 3 ltr/100km, Güterferntransport auf Schiene
- Starker Ausbau des ÖV notwendig (Infrastruktur)
- Kraftstoffe und Gas aus Biomasse bzw. Kraftstoffe aus Strom und CO<sub>2</sub> aus Atmosphäre (Fischer Tropsch)



## Ergebnisse Industrie



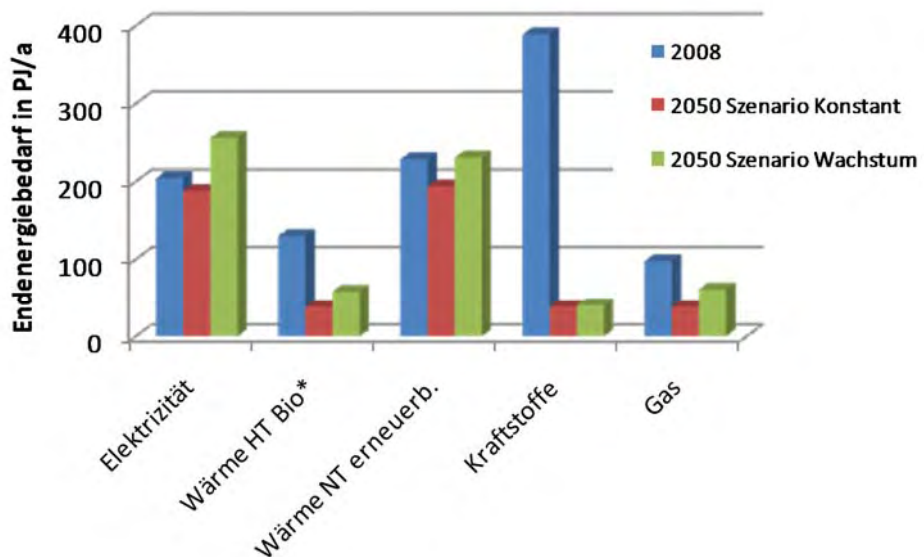
Endenergiebedarf Produktion



- Ca. 35 % Einsparung (Konstant-Szenario) bzw. konstanter Bedarf (Wachstums-Szenario) => Das entspricht etwas der Vorgabe durch die EU Energieeffizienzrichtlinie
- Wärme NT auch aus Solarthermie, Wärme HT aus CH<sub>4</sub> (aus El. + CO<sub>2</sub>), Biomasse, Elektrizität



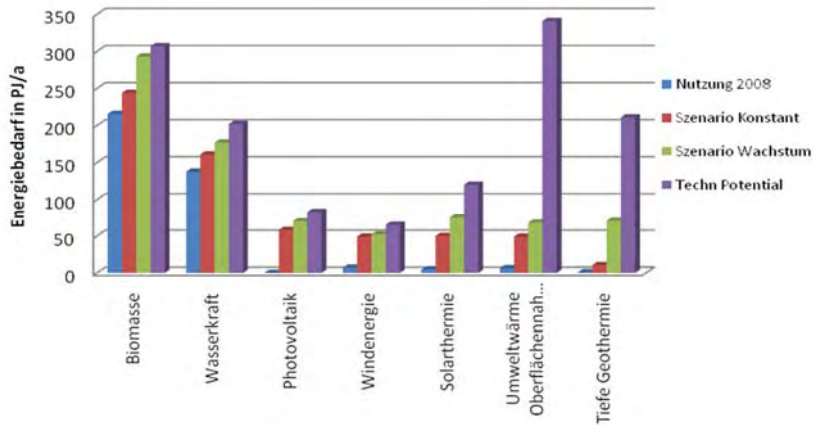
## Ergebnisse: Endenergiebedarf nach Energieträgern



\* Wärme HT Bio für 2008 auch mit fossilen Energieträgern



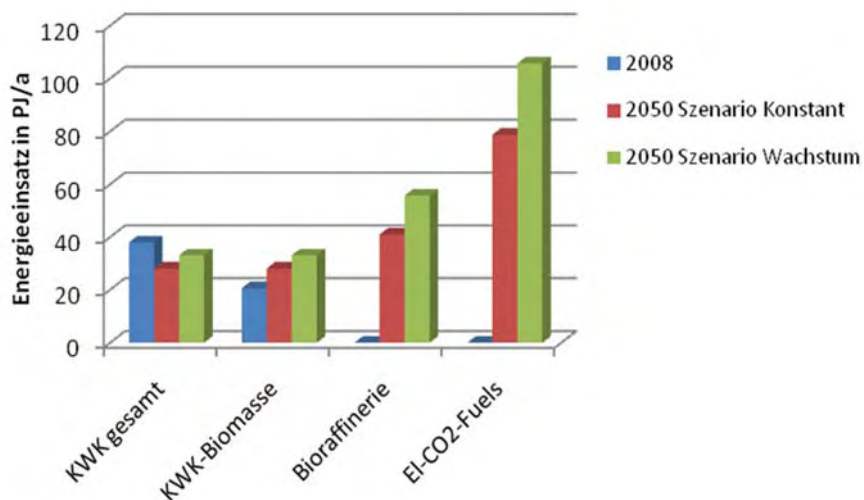
## Ergebnisse: Primärenergieeinsatz Erneuerbarer Energieträger

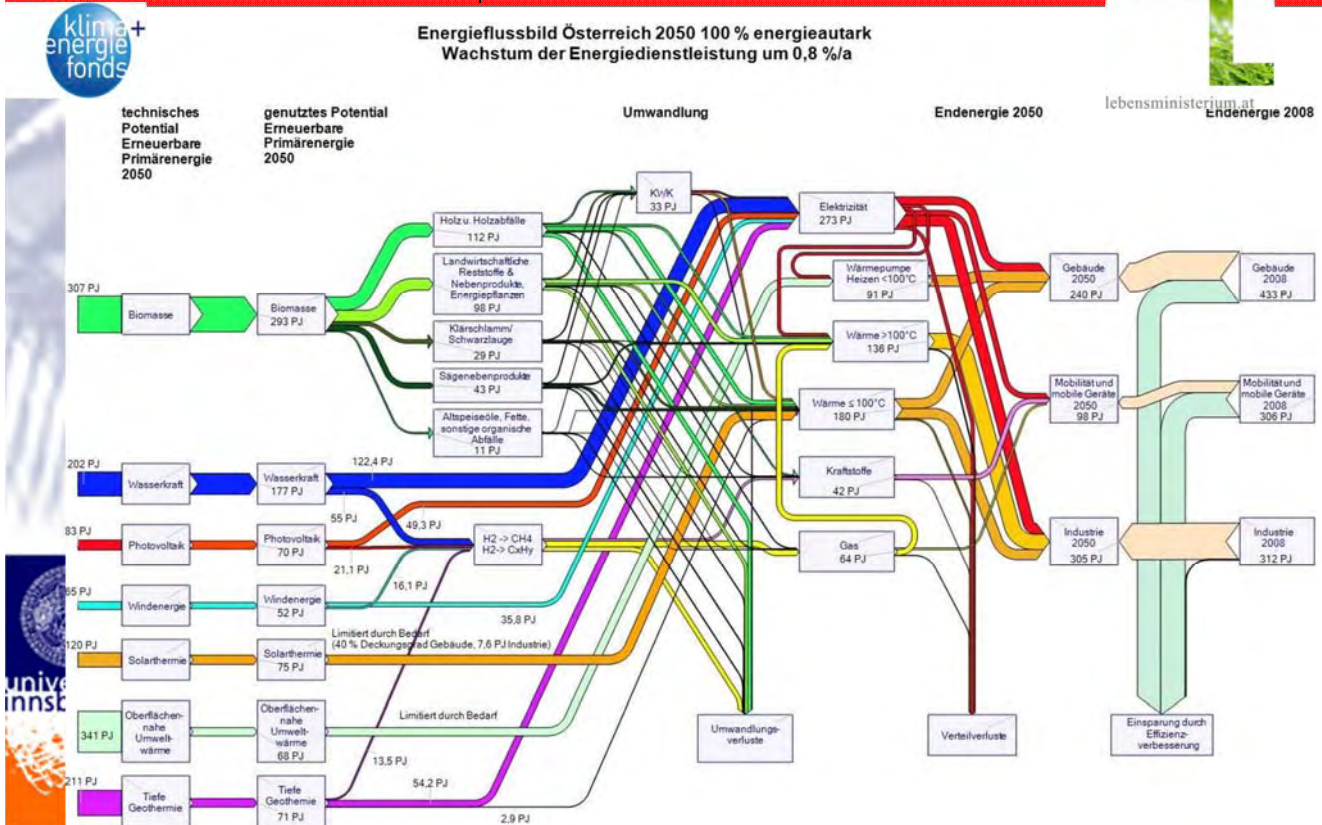


- Annähernde Ausschöpfung der Potenziale bei Wachstums-Szenario
- Starke Steigerung bei PV, Wind, Solarthermie, Umweltwärme, tiefe Geothermie
- Erhöhung der Leistung der Pumpspeicherkraftwerke um 85 % bzw. 130 %



## Ergebnisse: Primärenergieeinsatz für die Umwandlung von Primärenergie





6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

27

## Versuch eines Resümees

- Energieautarkie für Österreich ist theoretisch auch ohne Einbuße an Energiedienstleistung möglich
- Bei einem Wachstum der Energiedienstleistung (durch mehr Bedarf pro Einwohner oder Bevölkerungswachstum) von über 0,8 %/a wird eine Versorgung nur durch über die hier angenommenen Effizienzsteigerungen hinausgehende Maßnahmen möglich.
- Die bereits angenommenen Effizienzsteigerungen bedürfen eine umfassende Änderung des Energiesystems und der Form der Energiedienstleistungen
- Der Handlungsspielraum ist relativ klein, da die Potentiale der Erneuerbaren Energieträger weitgehend genutzt werden müssen
- Die Elektrizitätsversorgung ist immer im Europäischen Kontext zu sehen
- Um Energieautarkie bis 2050 zu erreichen sind politische Rahmenbedingungen bereits heute zu setzen

6. Juli 2011

Kunststoffe als Wachstumsmotor für die Solarthermie, Linz

28