

Isny Allgäu

**Update des Isnyer Energiekonzepts und
Ergebnisse der CO₂ -Messstation auf dem Blaserturm**

- Inventur 2012 -

Vortrag im Kurhaus Isny/Allgäu am 17. März 2013

**Prof. Klaus Pfeilsticker
Institut für Umweltphysik
Universität Heidelberg**

Chronologie der Energiestadt Isny

2004/2005	Bau von 4 Biogasanlagen
28-29.3.2008	1. Isnyer Energiegipfel, der seither jährlich durchgeführt wird
Sept. 2008	Inbetriebnahme der Umweltmeßstation Blaserturm (IUP-HD)
Okt. 2008	Anschluss des Stefanuswerkes an das Isnyer Biogasnetz
Nov. 2008	Gründung des ‚Regionalen EnergieForums Isny‘ (REFI, e.V.)
Frühjahr 2009	PV Dachinventur durch Schüler des Gymnasium ergibt für Isny ein Ausbaupotential circa 30 MW_{peak}
Sommer 2009	Anschluss der Waldburg Zeil’schen Kliniken an das Isnyer Biogasnetz
14.09.09	Die Stadt Isny tritt dem Zertifizierungsverfahren zum European Energy Award bei. Die Ist-Analyse ergibt in Summe 62% Punkte
Juli 2009	Gründung der ‚freien Energiegenossenschaft Isny (FEGI, e.G.) mit heute (Ende 2011) 209 Anteilseignern, einem Zeichnungskapital von ~750.000.- € und Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt 302.4 kW_{peak}‘
2010	Erstellung eines Masterplanes für ein Isnyer Wärmekonzept
Mai 2011	Der neue RVBO Regionalplan sieht für Isny einen Windkraftstandort mit bis zu 3 Windkraftanlagen (Potential 18 GWh/a) vor
Sept. 2011	Verabschiedung des energiepolitischen Leitbild durch die Stadt Isny
Herbst 2011	Diverse größere Energiesparmaßnahmen werden von den Isnyer Gewerbebetriebe umgesetzt.
1.3.2012	Bietergemeinschaft Isnyer Bioenergie erhält Zuschlag für Wärmeversorgung des Schulzentrums (10 GWh/a Holz aus Isnyer Stadtwald)
Ende 2012	Die Isnyer Stromversorgung wird zu ~35% (zz. Anteil der EnBW) aus erneuerbaren Quellen gedeckt, und der Wärmeenergiebedarf der Gebäude sinkt durch energetische Sanierungsmaßnahmen um jährlich ~1.1%
Jan. 2013	Die Leistung der circa Isnyer Photovoltaikanlagen erreicht 7,26 MW_{peak} und PV Strom deckt damit ~7% der Isnyer Stromversorgung

Woher kennen wir den Isnyer Energiebedarf?

1. Elektrischer Strom:

Rechnerischer Bruttostrombedarf: 108 GWh/a (dt. Durchschnitt 2012)

Direkter Verbrauch: 76.41 GWh/a (2012) (Messung durch EnBW)

Eigenproduktion aus EE: 28.75 GWh/a (EE Datenregister)

- Stromproduktion in Isny durch EE (Hydro-, Biogas-, und PV Anlagen):
28.75 GWh/a (bekannt aus EnBW Datenregister, Stand: 30.9.2012)

- **CO₂ Emissionen: 4.310 t**
- **Herstellungswert: 5.582.- Millionen €**

- Isnyer Bruttostrombedarf: 80.25 GWh/a (= 109 - 28.75 GWh/a), bzw. Primärenergiebedarf (171,25 GWh) bekannt aus EnBW Energiemix, Wirkungsgrad der Kraftwerke und spezifische CO₂ Emission pro kWh

- **CO₂ Emissionen: 29.740 t**
- **Warenwert: 14.902.- Millionen € (*)**

(*) Weltmarktpreise Anfang März 2013

Woher kennen wir den Isnyer Energiebedarf?

2. Wärme- und Prozessenergie (226 GWh/a davon 69 GWh/ Eigenproduktion)

- **Gasverbrauch: 78,34 GWh/a wird von THÜGA gemessen**
 - **Ölverbrauch (78.6 GWh/a \pm 10%) kennt man aus Abdeckung des Gasnetzes, statistischen Daten und Abfrage bei den Öllieferanten**
 - **Holzverbrauch (52.7 GWh/a \pm 10%) kennt man aus statistischen Daten**
 - **Wärmeproduktion (2.3 GWh/a) aus thermische Solaranlagen kennt man aus Daten der BAFA**
 - **Wärmegewinnung durch Biogasverstromung (14.4 GWh/a) kennt man durch die Abfrage bei den Erzeugern**
-
- **CO₂ Emissionen: 45.280 t**
 - **Warenwert: 16,96 Millionen € (*)**

(*) Weltmarktpreise Anfang März 2013

Woher kennen wir den Isnyer Energiebedarf?

(3) Bedarf und Energiemix für Verkehr (136 GWh/a) d.h. für Benzin, Diesel, Biokraftstoffe, Kerosin, und Strom kennt man aus statistischen Daten (Daten des Mineralölverbandes und der Energiebilanzen e.V.).

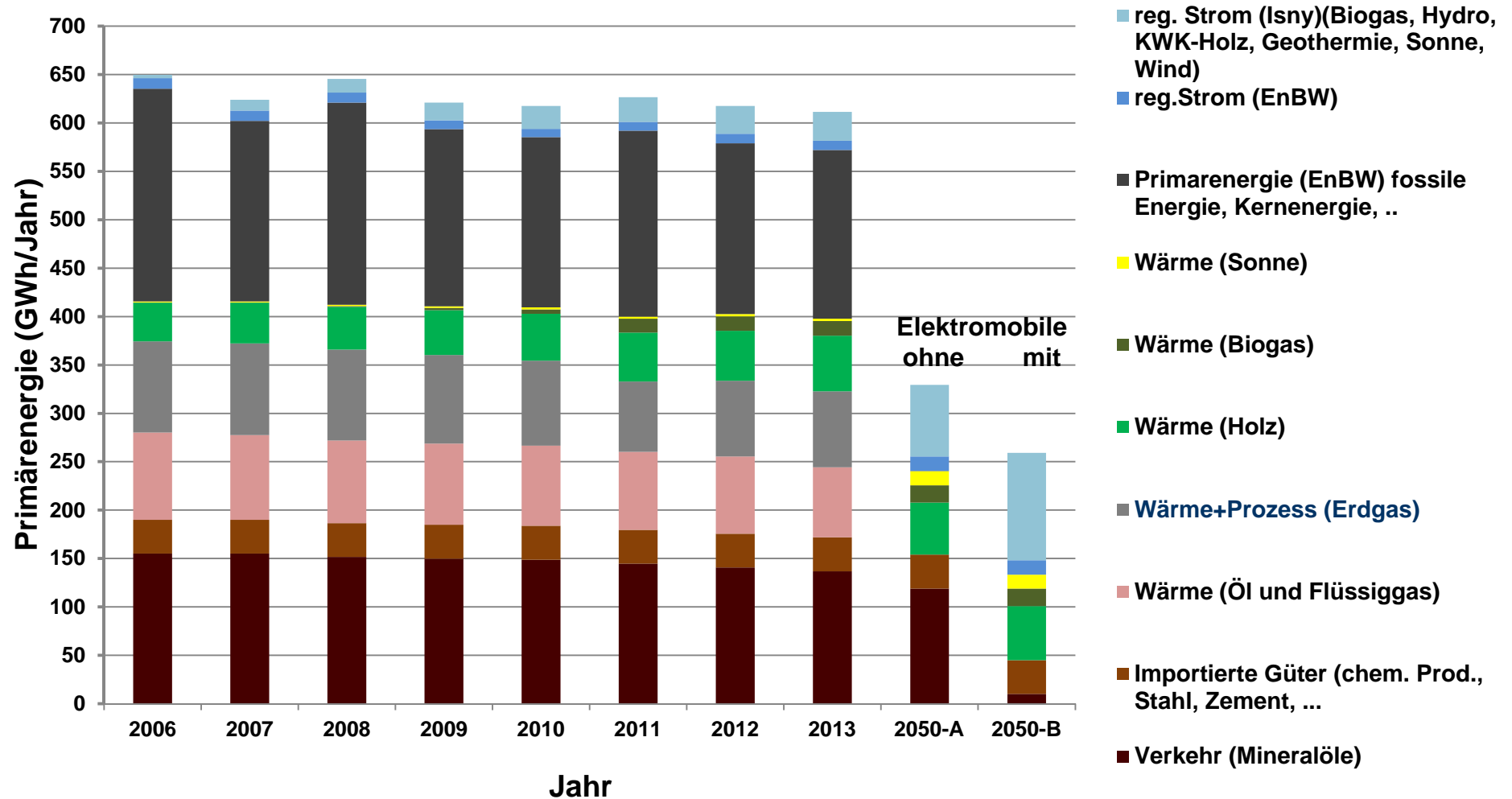
- **CO₂ Emissionen: 35.590 t**
- **Warenwert: 8,160 Millionen € (*)**

(4) Nettoimport an Energie nach Isny durch Güter (35 GWh/a) kennt man aus statistischen Daten (Energiebilanzen e.V.)

- **CO₂ Emissionen: 7.700 t**
- **Warenwert: 2,1 Millionen € (*)**

(*) Weltmarktpreise Anfang März 2013

Primärenergieeinsatz in Isny (2006/2011 vs 2050)



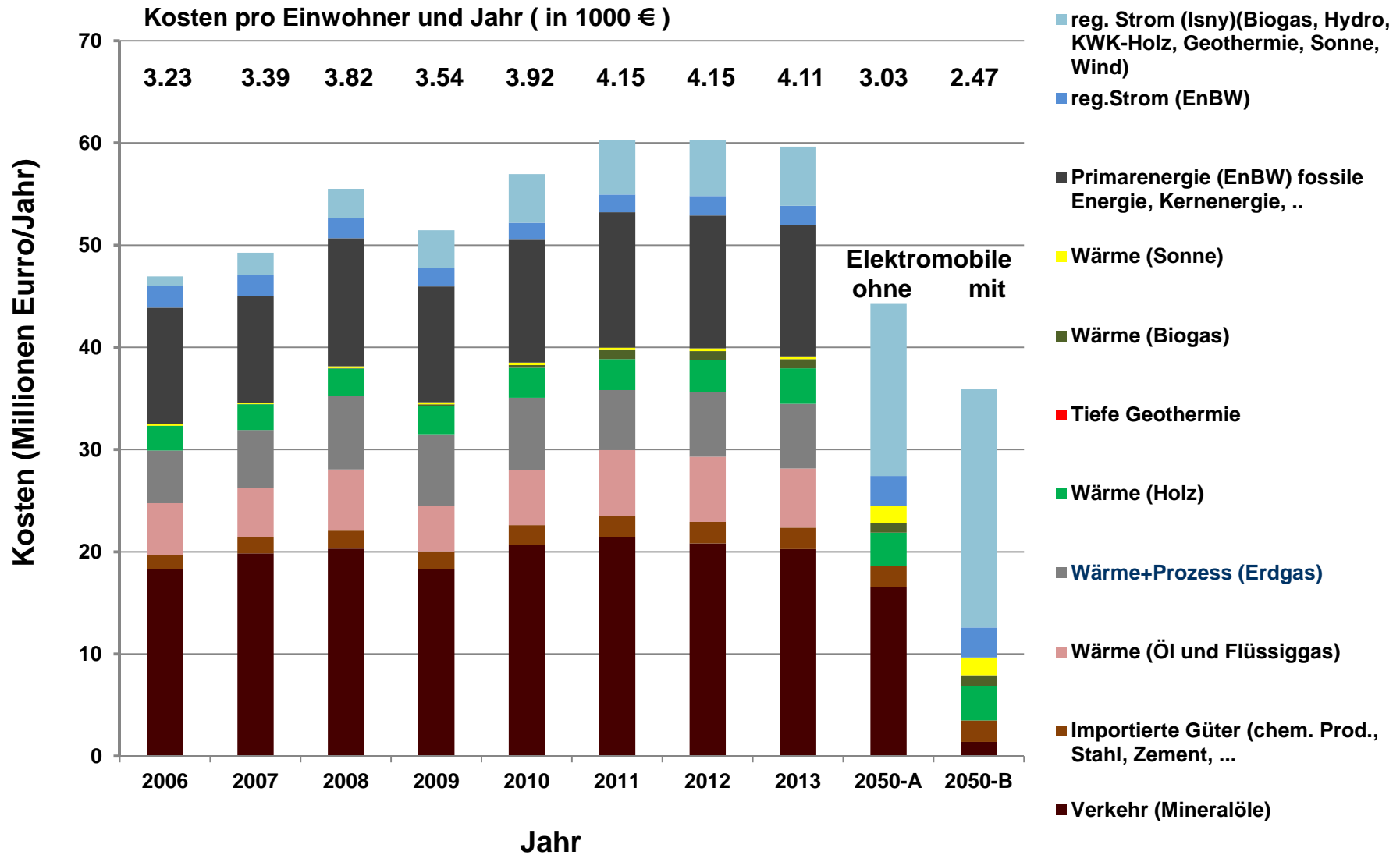
Isnyer Energiekosten (*)

Fakten:

- **Der Energieverbrauch beträgt derzeit jährlich: 611 GWh**
- **Der Warenwert nach heutigen Weltmarktpreisen: 47.700.000.- €**
- **Deckung durch heimische Energiequellen: 104 GWh (17%)**
- **Heimische Wertschöpfung derzeit: 6.240.000.- €**

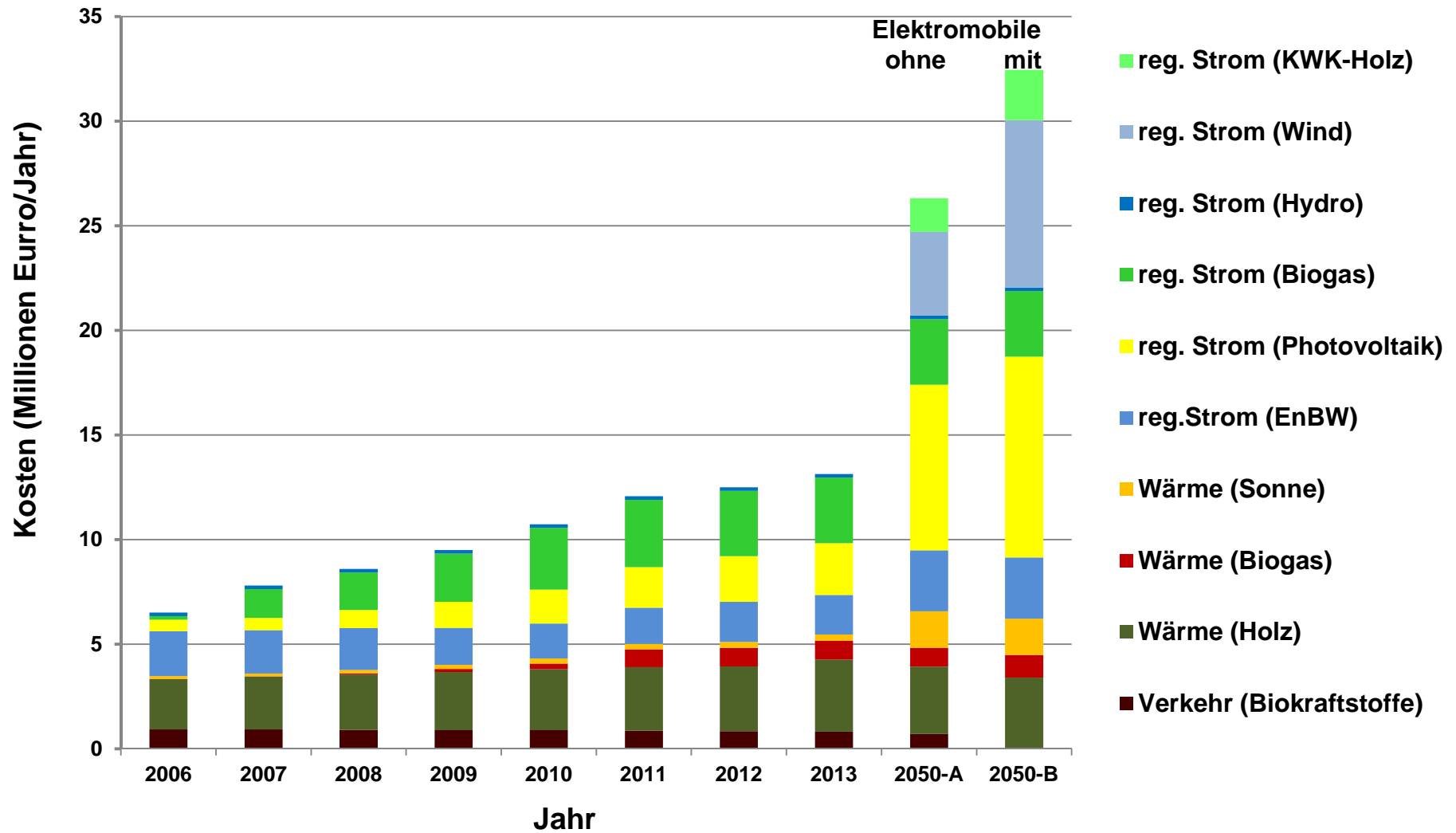
(*) berechnet aus 1 barrel Öl (158,987 Liter) = 111.- \$ US, entspricht = 0.053.- Euro/kWh

Verbraucherpreise für Energie in Isny (2006/201 vs 2050) (*)



(*) in heutigen Kunden- oder Gestehungspreisen, berechnet mit demjenigen Preis der jeweils teurer ist !

Kosten für regenerative Energien (2006/2011 vs 2050) (*)



Weitere Potentiale (Stand der rentablen Technik)

1. Steigerung der Energieeffizienz:

- Umlaufpumpen (- 75%) (normale Pumpe → Hocheffizienzpumpe)
- Beleuchtungsmittel (- 90 %) (Glühbirne → LED)
- Kühlaggregate und Schränke (- 70%) (Standard → A+++)
- Drehzahlgesteuerte Motoren (- 70%)
- Verstärkte Nutzung der bei Kühlung anfallenden Abwärme zur Warmwasserbereitung z.B. in Gaststätten (Einsparung in einem Fall 20.000 kWh/a)
- usw.

→ Isnyer Einsparpotential 20 GWh (oder 20 %)

2. Energiesparen

- Energetische Sanierung im Gebäudebestand

→ Isnyer Einsparpotential: 88.5 GWh (- 50%)

3. Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien

- Strom:
 - Ausbau der PV Anlagen: von derzeit 7 GWh auf 31.5 GWh (oder 29.7 %)
 - Windenergie: von derzeit 0 auf 18 GWh und langfristig 31.5 GWh (oder 29.7%)
- Wärme: Potentiale aus Bioenergie sind weitestgehend ausgeschöpft!

→ Isnyer Erzeugungspotential: 56 GWh

Treibhausgase Sammelstation auf dem Isnyer Blaserturm

Messungen von CO_2 , $^{14}\text{CO}_2$, CO , ^{222}Rn , CH_4 , N_2O , SF_6 , ...
in der Isnyer Stadtluft

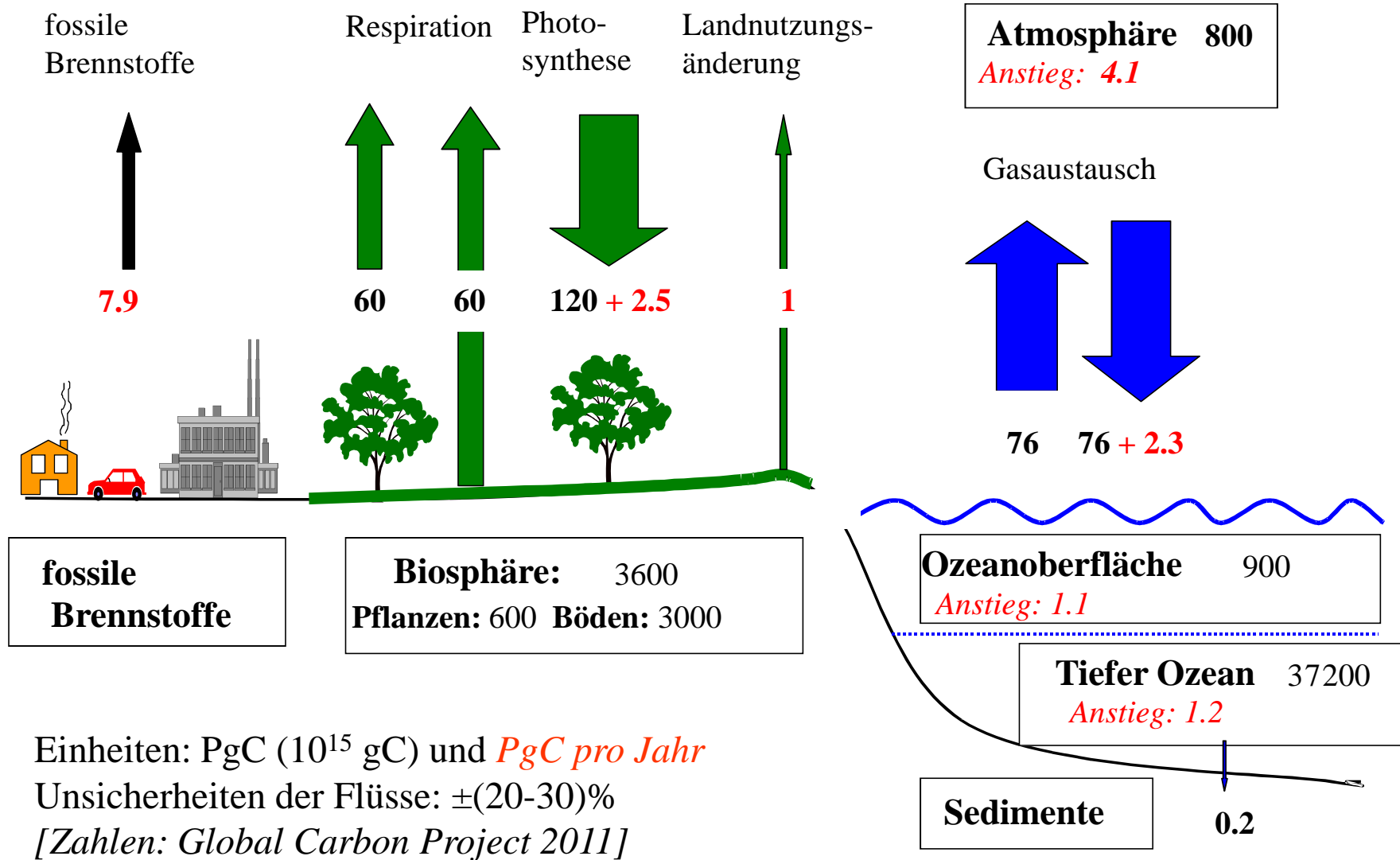


Radon-Monitor

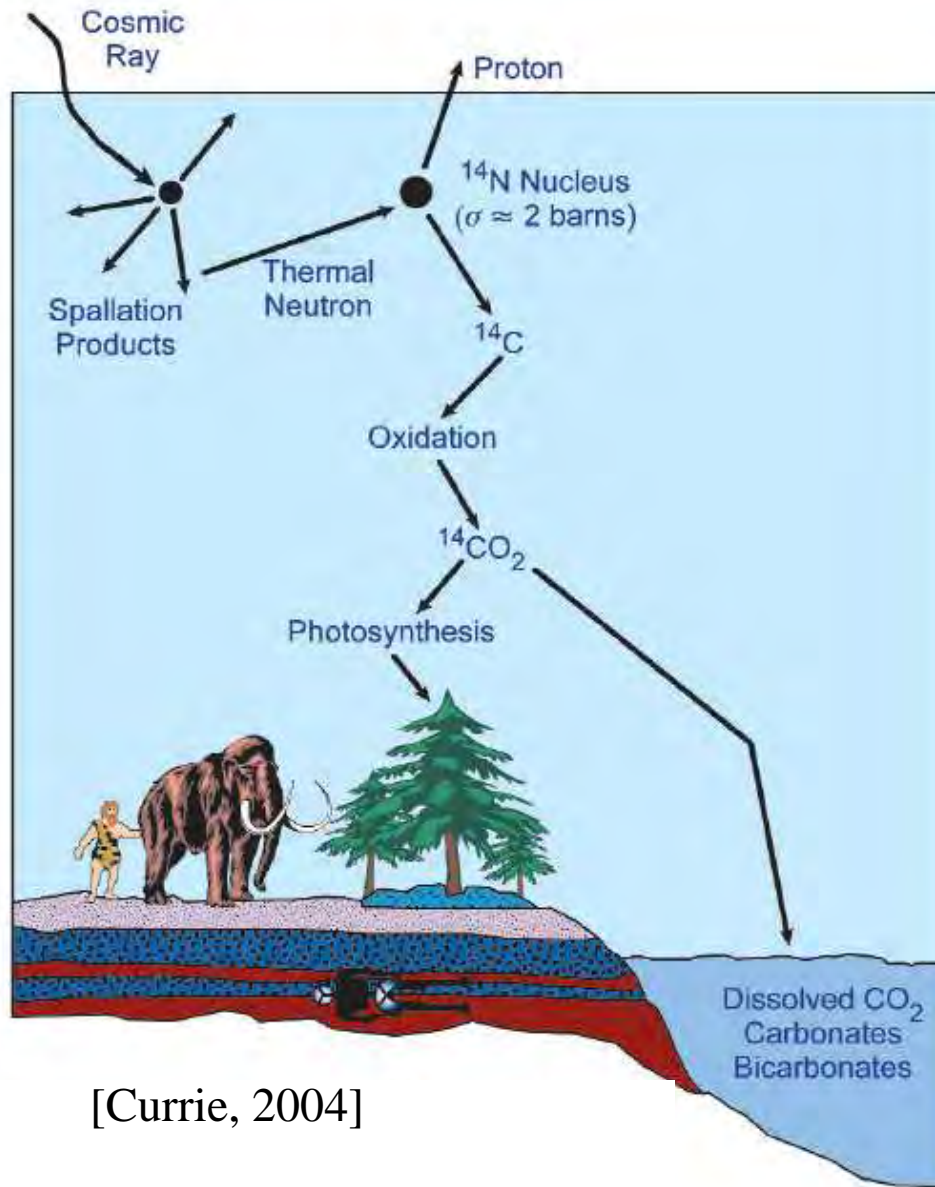


$^{14}\text{CO}_2$ -Sammlung

Globale Kohlenstoff-Flüsse (2000-2010)



P
R
O
D
U
C
T
I
O
N



[Currie, 2004]

D
E
C
A
Y

^{14}C im irdischen System

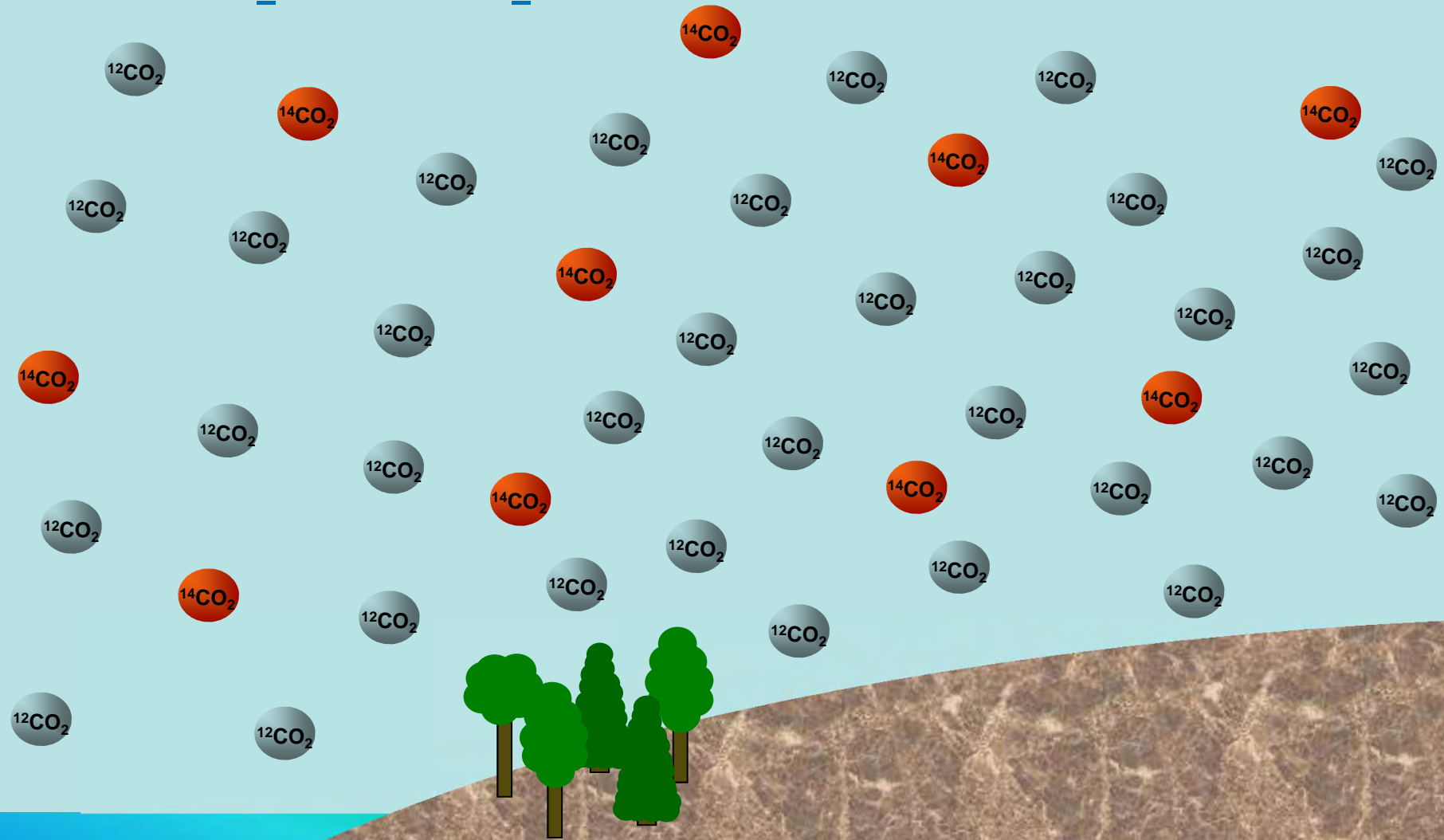
**Gleichgewichts-
Isotopen-Verhältnis:**

$$^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 10^{-12}$$

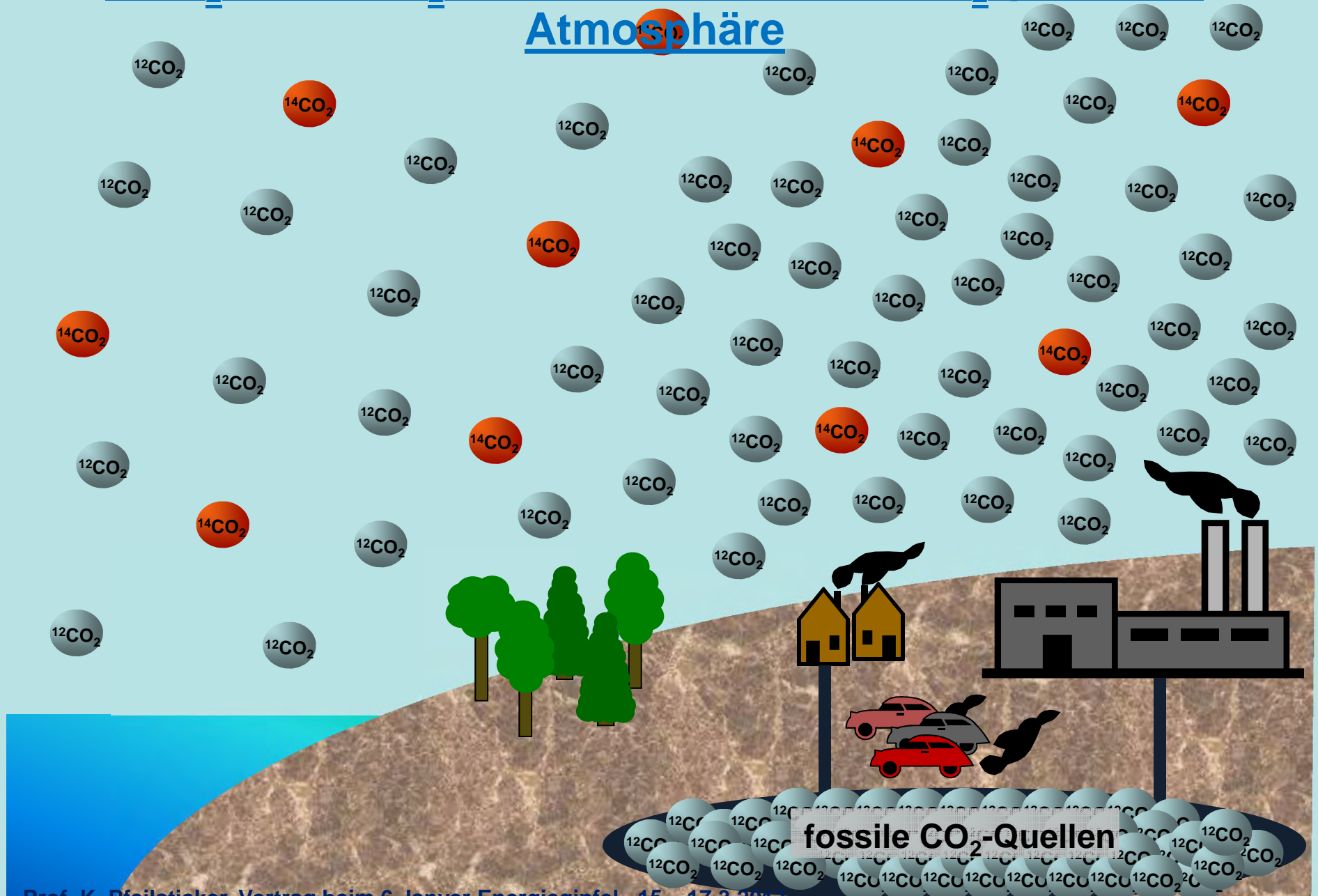
**radioaktive Halbwertszeit:
5700 Jahre**

**Kohle, Erdöl und Erdgas
enthalten kein ^{14}C mehr
(zu alt => fossil)**

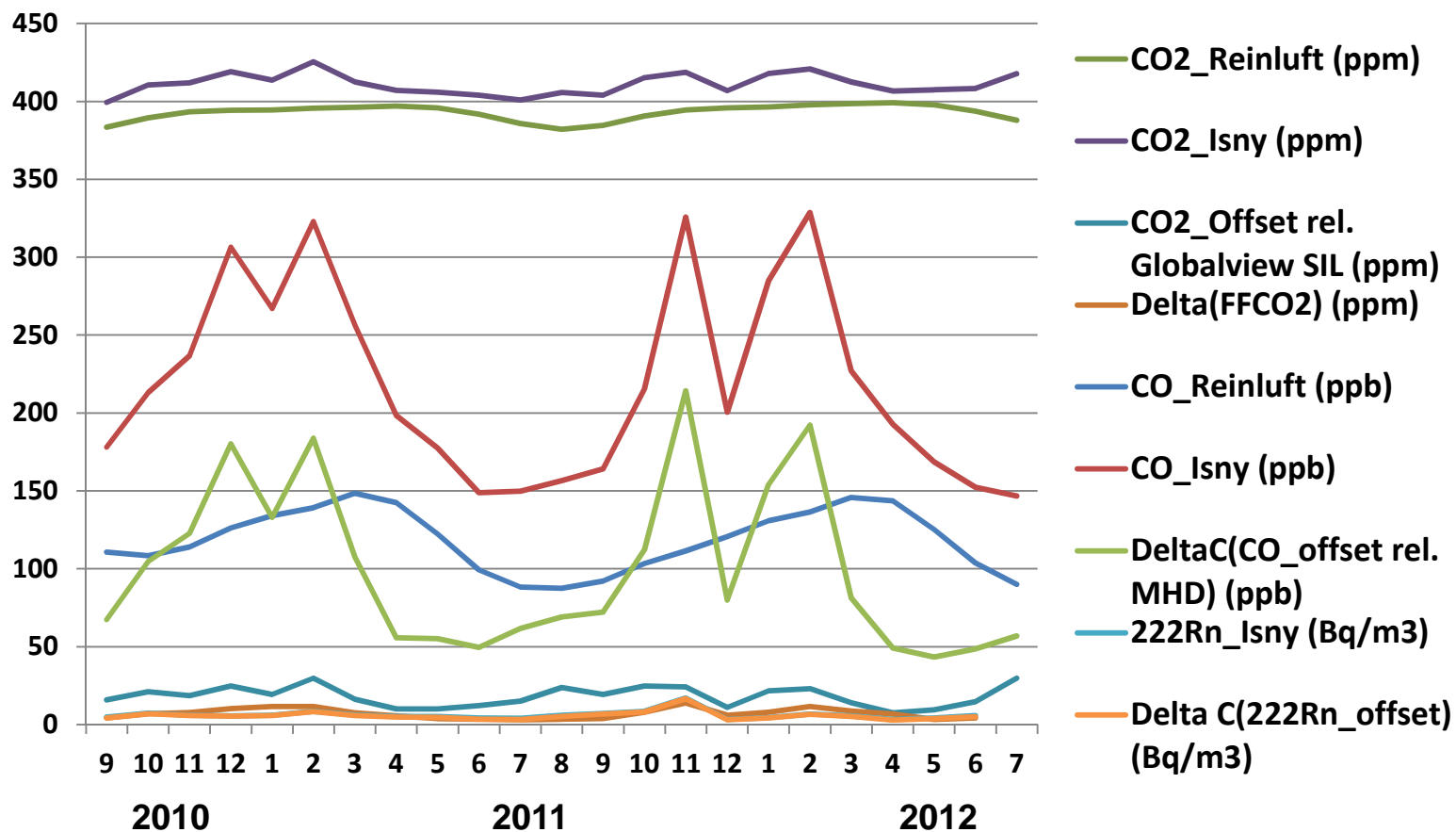
$^{12}\text{CO}_2$ und $^{14}\text{CO}_2$ in der ungestörten Atmosphäre



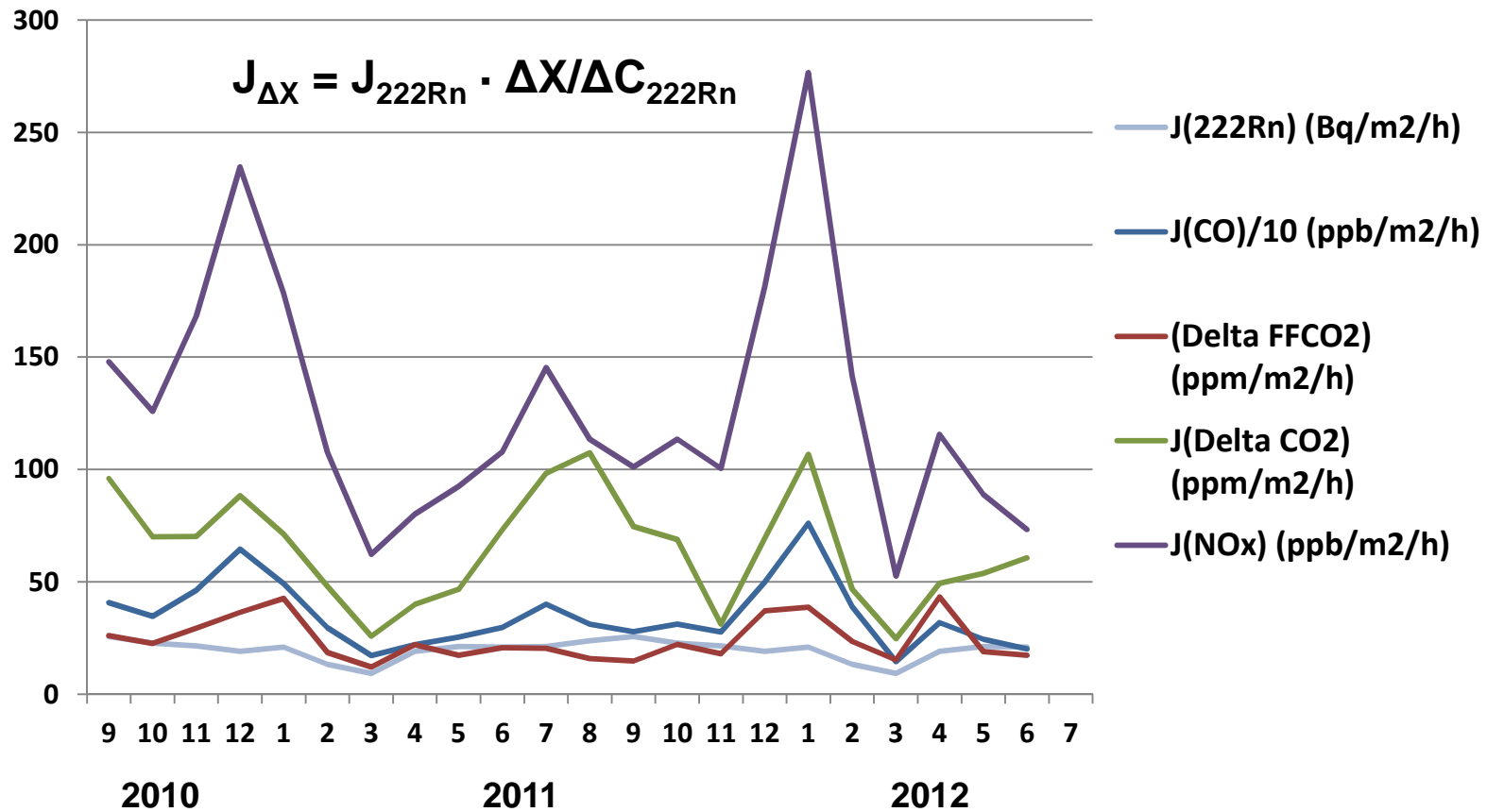
$^{12}\text{CO}_2$ und $^{14}\text{CO}_2$ in der durch fossiles CO_2 gestörten Atmosphäre



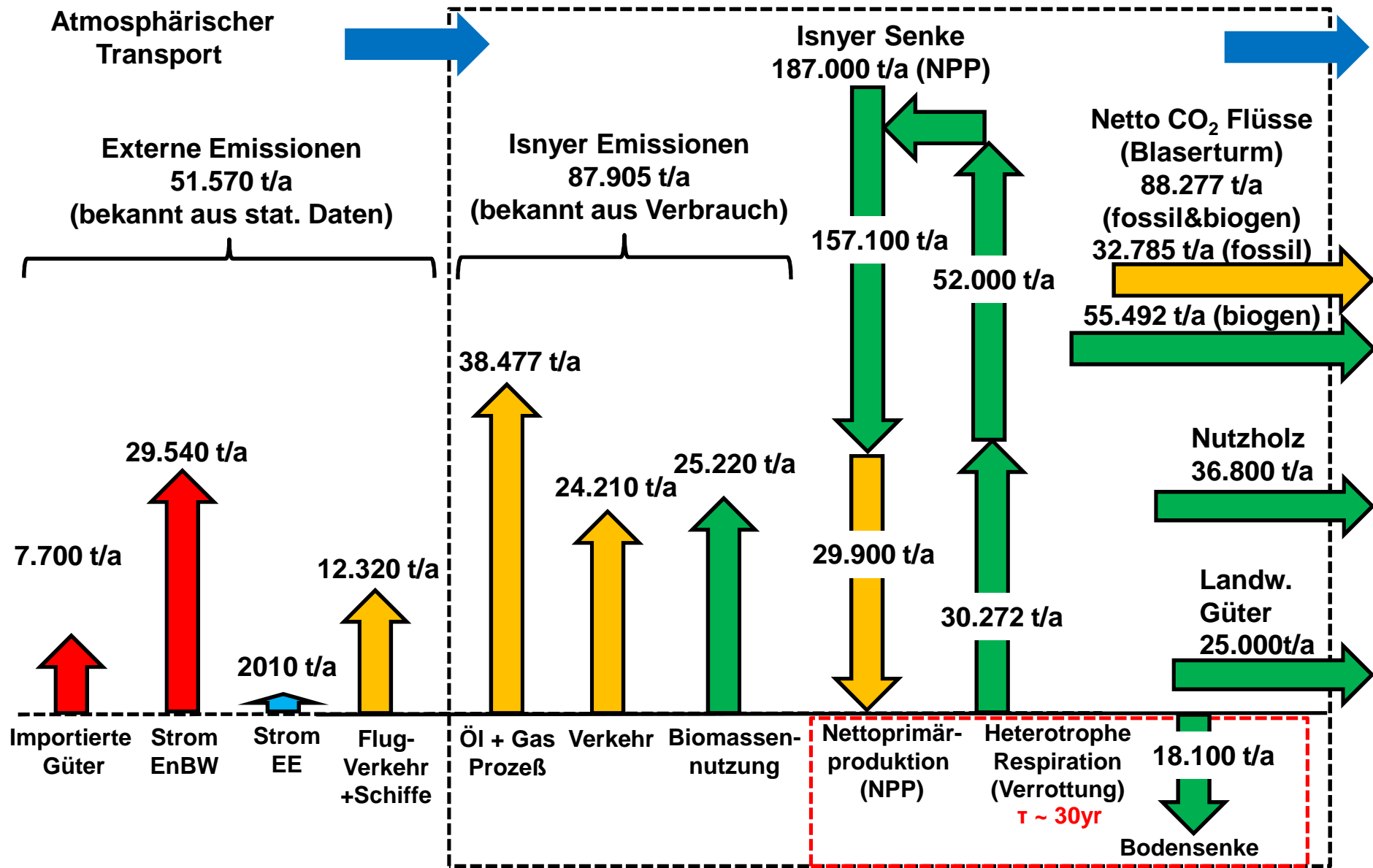
Messungen von CO₂, ¹⁴CO₂, CO, ²²²Rn, CH₄, N₂O, SF₆,auf dem Isnyer Blaserturm (Sept. 2010 – Juli 2012)



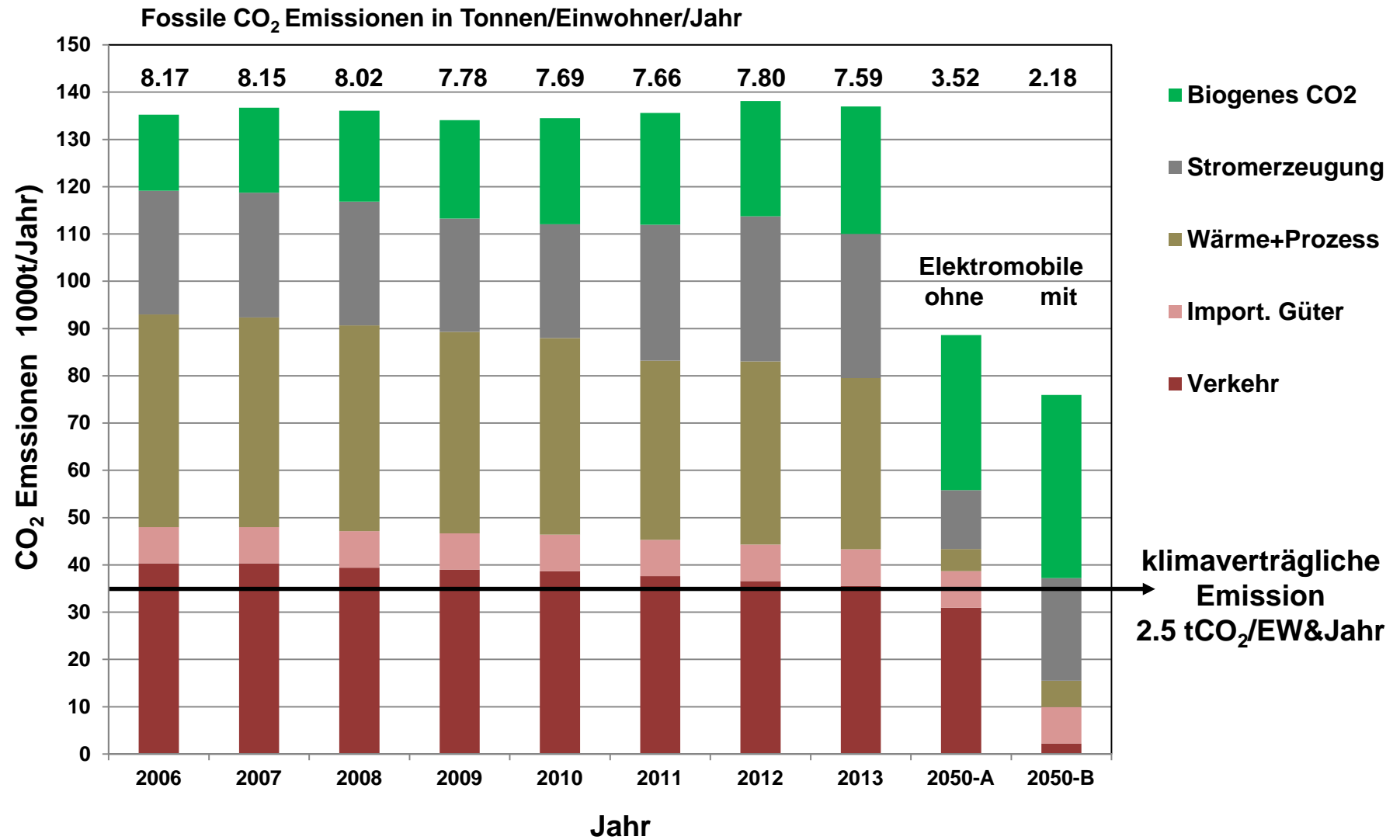
Berechnete Flüsse von CO₂ (biogen und fossil), FFCO₂ (fossil), CO, und NO_x in Isny (Sept. 2010 – Juli 2012) mittels des ²²²Rn Flußes



Isnyer CO₂ Bilanz



CO₂ Emissionen (2006/2011 vs 2050) (*)



Meine Kernaussage

1. Weitgehender **energetische Umstieg** ist im Mikrokosmos **Isny** (und ähnlich strukturierten Gemeinden) mit den heute bekannten Techniken d.h., durch

- Energiesparen und Effizienzgewinne (50%)
- und
- Einsatz von erneuerbaren Energien (25%)

mittelfristig ohne Mehrkosten zu machen.

2. Die derzeitigen Isnyer Energiekosten sind nach Weltmarktpreisen **47.700.000.- €**

3. Dabei lassen sich die jährlichen **CO₂ Emissionen** auf einen klimafreundlichen Wert von $< 2.5 \text{ t}_{\text{CO}_2}/\text{Einwohner}$ drücken (eine Forderung des Inter Governmental Panel of Climate Change, IPCC-2007, siehe www.ipcc.ch)

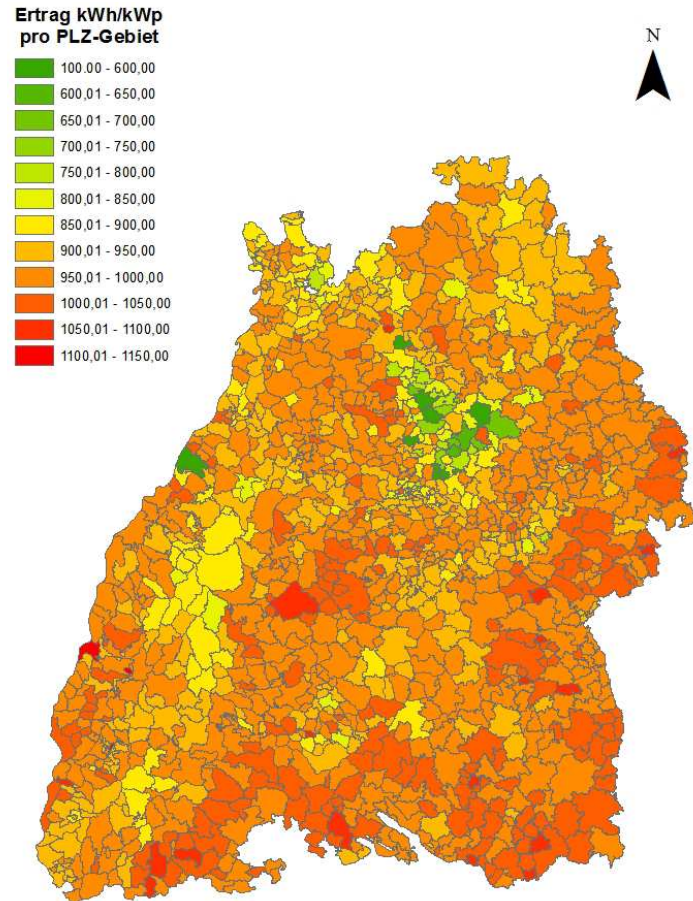
4. Der modellhafte Umstieg der Isnyer Energieversorgung ist ein optimales und dann auch überregional wahrgenommenes **Alleinstellungsmerkmal**, mit allen möglichen positiven (und vielleicht auch manchen negativen) Nebeneffekten !

Einige Gedanken&Fragen

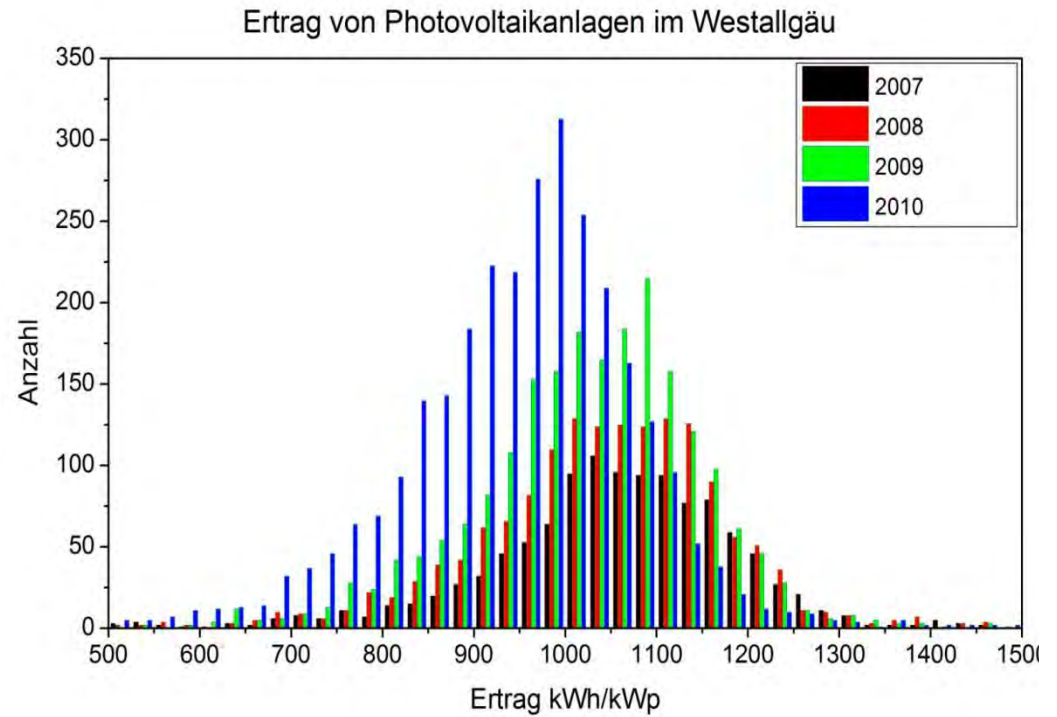
- 1. Lohnen sich noch die Investitionen in PV Dachanlagen?**
- 2. Welchen Einfluß hat die Hackschnitzelanlage am Schulzentrum auf die Isnyer Energie-, und CO₂ Bilanz und heimische Wertschöpfung?**
- 3. Welchen Einfluß hätten Windkraftanlagen auf dem Menzelhofener Hang auf die Isnyer Energie-, und CO₂ Bilanz und heimische Wertschöpfung?**
- 4. Vernetzungsgewinn beim Zusammenschluß der einzelnen Isnyer Wärmequellen und Senken**

1. Stromertrag durch PV Anlagen (2007 - 2010)

Rentabilität aus Entscheiderperspektive



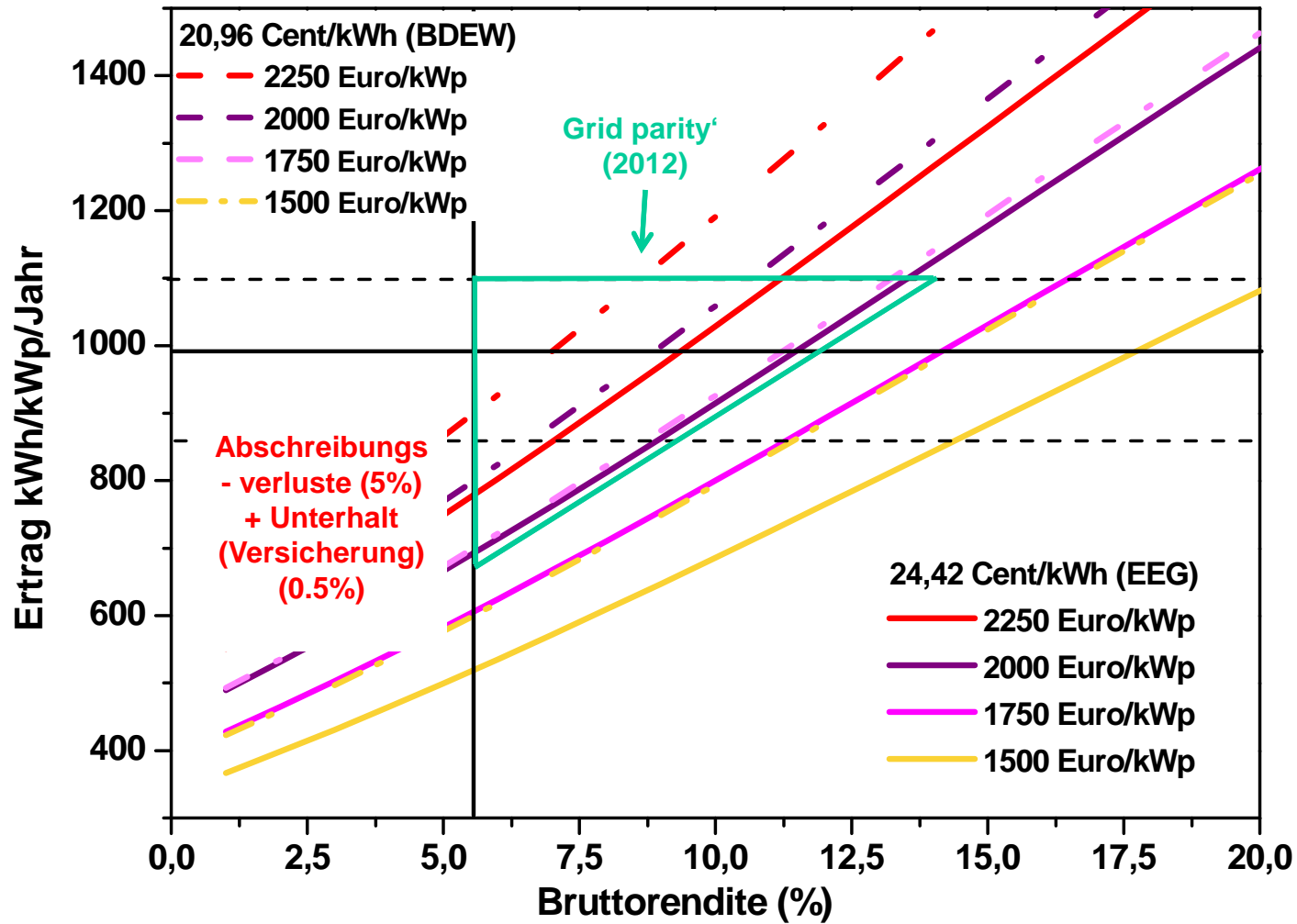
Mittlerer Stromertrag
Ba-Wü: 950,39 kWh/kW_{peak}



Mittlerer Stromertrag
Westallgäu: 1007,96 kWh/kW_{peak}

1. Stromproduktion durch PV Anlagen (2012)

Rentabilität aus Entscheiderperspektive



2. Welchen Einfluß hat die Hackschnitzelanlage am Schulzentrum auf die Isnyer Energie-, und CO₂ Bilanz und die heimische Wertschöpfung?

Annahme:

Jährlich werden 5260 rm Holz in der Hackschnitzelanlage verfeuert!

Energiegehalt:

5620rm/a*1900 kWh/rm = 10 GWh/a entspricht 1000 t Rohöl/Jahr

Verkaufswert/Wertschöpfung (*):

10 GWh/a*(0.069) €/kWh = 690.000.- Euro

CO₂ Emissionsminderung:

2100 t CO₂/Jahr (~2% der Isnyer Emission)

(*) berechnet aus 1 barrel Öl (158,987 Liter) = 127.- \$ US, entspricht = 0.069.- €/kWh

3. Welchen Einfluß hätten Windkraftanlagen auf dem Menzelhofener Hang auf die Isnyer Energie-, und CO₂ Bilanz und heimische Wertschöpfung?

Annahme:

Der Menelzhofener Hang ist für 4 – 5 Windkraftanlagen von jeweils 3 MW Leistung geeignet.

Energieernte:

3 MW Windkraftanlagen produzieren 5.6 GWh/Jahr (siehe Kimratshofen)
Stromernte: 4 – 5*5.6 GWh/Jahr = 22.4 – 28 GWh

Energiepreis auf dem Weltmarkt:

1 barrel Öl (158,987 Liter) = 127.- \$ US, entspricht = 0.069.- €/kWh

Verkaufswert/Wertschöpfung:

0.069.- €/kWh*22.4 – 28 GWh = 1.545.600 bis 1.9320.000.- €

CO₂ Emissionsminderung (zzgl. weitere Schadstoffe, bzw. Umbelastungen) :
11.648 – 14.560t CO₂/Jahr (9 % - 11% der Isnyer CO₂ Emission)

4. Vernetzungsgewinn beim Zusammenschluß der einzelnen Isnyer Wärmequellen und Senken

Fakten:

In Isny gibt es derzeit mehrere größere Wärmequellen und Senken, die unabhängig von einander betrieben werden, u.a.

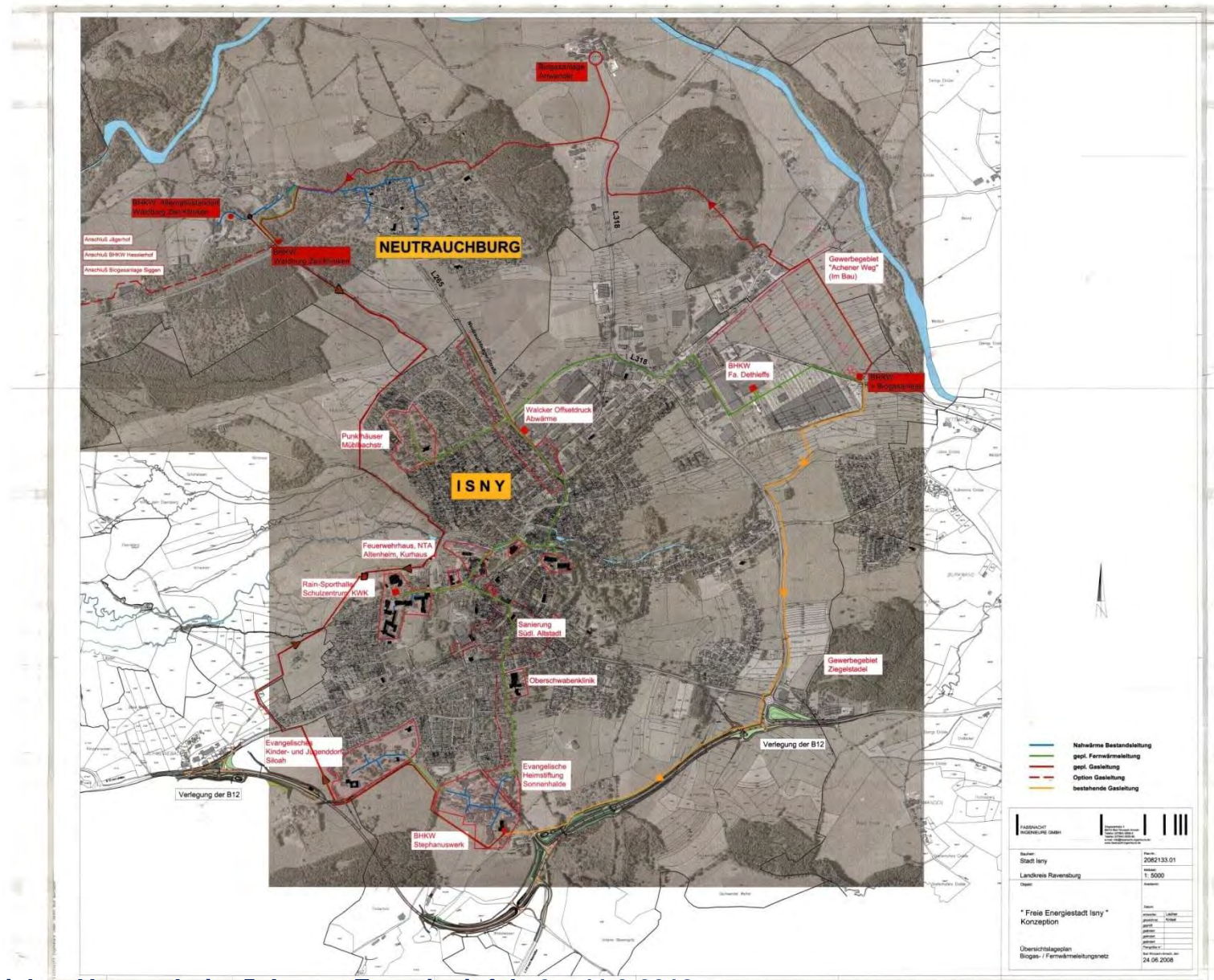
- **Biogasanlagen**
- **4 MW Holzkraftwerk Detleffs**
- **Mehrere mittelgroße (100 kW) BHKWs**
- **Abwärme Firma Walcker!**
- **Zukünftig Holzschnitzelanlage im Schulzentrum**

Energetisch und ökonomisch besser, sowie umweltschonender (u.a. wg Rauchgasreinigung) wäre es diese

- **mit einem Wärmenetz zu verbinden**
- **und tlw. zu zentralisieren**

auch um die Isnyer Grundlast (4 MW), Mittellast (15 MW), Spitzenlast (5 MW) bedarfsgerecht abdecken zu können!

4. Vernetzungsgewinn beim Zusammenschluß der einzelnen Isnyer Wärmequellen und Senken



Möglicher Mix zur Deckung des Strombedarfes von 108 GWh/Jahr

	Zielanteil	Ziel	2007	2012
	%	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr
Hydroenergie	1,1	1,2	1,2	1,2
KWK (Biogas)	17.3	18.4	14	20.122
Photovoltaik	29.7	31.5	1,3	7,2
Sparen	20	21,2	0,0	2
Windenergie	29,7	31,5	0,0	0,0
KWK (Holz)	24,8	9,0	0,0	0,0

In der Summe (1. bis 6.) ließe sich in Isny 113 GWh/Jahr, oder potentiell 105 % des heutigen Bedarfs erzeugen, bzw. einsparen. Im Jahre 2007/2012 wurden 16,5/28.5 GWh/Jahr oder 15.6 %/26.4% des Strombedarfes lokal und erneuerbar produziert!

Möglicher Mix zur Deckung des Wärmebedarfs 177 Mio kWh/Jahr

	Zielanteil	Ziel	2007	2011
	%	GWh/Jahr	GWh/Jahr	GWh/Jahr
Sparen im Gebäudebestand	50,0	88,5	0,0	8,8
Thermische Solarenergie	12,4	11,0	1,2	2,1
Wärme aus KWK Biogas	19,2	17,0	1,3	14,0
Wärme aus KWK Holz	33,8	33,0	0,0	2
Verbrennen von Holz	23,2	20,5	50,0	55,0
flache Geothermie	11,3	10,0	<0,1	1,0

➤ Damit ließen sich in Isny 177 GWh/Jahr (= 100% des Bedarfs) erneuerbar erzeugen, bzw. einsparen, wovon im Jahr 2007/2011 davon 50.2 GWh/79.9 GWh (28%/45 %) realisiert waren, vor allem durch die Verfeuerung von Holz, und heute auch zunehmend durch die Nutzung, der bei der Biogasverstromung anfallenden Wärme (8%), und der thermischen Solarenergie (1.2%).

➤ Die Nutzung von Holz für thermische Zwecke kann aus Gründen der Nachhaltigkeit für unsere Wälder in Zukunft jedoch kaum noch zunehmen, denn schon heute nutzen wir circa 30% des jährlichen Nachwuchses für energetische Zwecke.

➤ Das größte, billigste und zugleich umweltschonende Potential zur Deckung des Energiebedarfs besteht aber in der besseren thermischen Isolation der Isnyer Gebäude. So konnte seit 2007 der Energiebedarf für Gebäude um circa -5% reduziert werden.

➤ Beschränkte, aber wichtige Potentiale liegen auch bei der thermischen Nutzung der Solarenergie sowie der flachen Geothermie.

Schlußfolgerungen

(1) In 2011 wurden weitere wichtige Schritte bei der Umsetzung des Energiekonzeptes unternommen

- ✓ Effiziente Nutzung der Abwärme aus Biogasverstromung (14.4 GWh)
- ✓ Neuinstallation von circa 1250 kW_{peak} PV Anlagen (bis Ende 2011)
- ✓ Einsparung des Gebäudewärmebedarfs um ~ 1.1 % (aus Thüga Daten geschätzt)
- ✓ ‚Freie Energiegenossenschaft Isny (FEGI e.G.)‘ betreibt PV Anlagen mit 302.4 kW_{peak}
- ✓ Zuschlag zur Wärmeversorgung des Schulzentrum mit Bioenergie,....
- ✓ Masterplan für Wärmenetz für Schulzentrum, Altstadt, ...
- ✓ Verabschiedung eines Energieleitbildes durch Gemeinderat
- ✓ Sachkenntnis bei energierelevanten Entscheidungen wurde weiter verbessert!

(2) Mittelfristig sollten vorrangig folgende Dinge voran gebracht werden

- Ausbau und Verknüpfung der Nahwärmenetze
- Einstieg in die KWK Produktion von Strom und Wärme mit Bioenergien (Holz)
- Nutzung von Windenergie, möglich auch durch off-shore Beteiligung

Flächennutzung Isny

Die Gemarkungsfläche Isny 8.537 Hektar

- **Wald: 3.776 Hektar (44,23 %)**
- **landwirtschaftliche Flächen 3.634 Hektar: (42,56 %),**
- **Siedlungsfläche 635 Hektar: (7,3 %)**
- **Naturschutzgebiete und Wasserflächen: 492 Hektar (5,76 %)**

Energie und CO₂ Bilanz der Isnyer Biosphäre

Die Gemarkungsfläche Isny 8.537 Hektar

1. Wald: 3.776 Hektar (44,23 %)

- Nettoprimärproduktion NPP: $5.16 \pm 67 \text{ tC/ha/a} \rightarrow 14.8 \text{ t Zellulose/ha/a} \rightarrow 34.500 \text{ kWh/ha/a} \rightarrow 18.9 \text{ t CO}_2/\text{ha/a}$, $\Sigma 71.400 \text{ tCO}_2/\text{a}$
- Nutzung: Nutz- (2/3) und Energieholz (1/3): $9.34 \text{ fm/ha/a} \rightarrow 26.700 \text{ kWh/ha/a}$

2. Landwirtschaftliche Flächen 3.634 Hektar: (42,56 %)

- NPP: $7.50 \pm 1.5 \text{ tC/ha/a} \rightarrow 21.4 \text{ t Zellulose/ha/a} \rightarrow 50.000 \text{ kWh/ha/a} \rightarrow 27.5 \text{ tCO}_2/\text{ha/a} \rightarrow \Sigma 99.990 \text{ tCO}_2/\text{a}$
- Nutzung: Milch + Fleisch (12500 kWh/a) $\rightarrow 6.88 \text{ tCO}_2/\text{ha/a}$

3. Siedlungsfläche 635 Hektar: (7,3 %)

- NPP: $7.50 \pm 1.5 \text{ tC/ha/a} \rightarrow 21.4 \text{ t Zellulose/ha/a} \rightarrow 50000 \text{ kWh/ha/a} \rightarrow 27.5 \text{ tCO}_2 \text{ ha/a} \rightarrow \Sigma 8.730 \text{ tCO}_2/\text{a}$ (50% bebaut, Rest Grünland)

4. Naturschutzgebiete und Wasserflächen: 492 Hektar (5,76 %)

- NPP: $7.50 \pm 1.5 \text{ tC/ha/a} \rightarrow 21.4 \text{ t Zellulose/ha/a} \rightarrow 50000 \text{ kWh/ha/a} \rightarrow 27.5 \text{ tCO}_2 \text{ ha/a} \rightarrow \Sigma 6.770 \text{ tCO}_2/\text{a}$ (50% Wasser, Rest Grünland)

➤ Σ NPP: $187.000 \text{ tCO}_2/\text{a} \rightarrow 340 \text{ GWh/a}$

➤ Nutzungen:

- Wald: Nutzholz 67.7 GWh $\rightarrow 36.800 \text{ tCO}_2/\text{a}$; Energieholz: 33.7 GWh $\rightarrow 18.400 \text{ tCO}_2/\text{a}$;
Bodensenke 16.200 tCO₂/a
- Ldw Flächen: Milch + Fleisch: $25.000 \text{ tCO}_2/\text{ha/a}$; Bodensenke 1.870 tCO₂/a
-