



## **Isny** Allgäu

## Update des Isnyer Energiekonzepts und Ergebnisse der CO<sub>2</sub> -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 <sub>peak</sub>
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 <sub>peak</sub> .
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 energiepolitisches 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 <sub>peak</sub> 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)

• CO<sub>2</sub> 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

• CO<sub>2</sub> 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 ± 10%) kennt man aus Abdeckung des Gasnetzes, statistischen Daten und Abfrage bei den Öllieferanten
  - > Holzverbrauch (52.7 GWh/a ± 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
    - CO<sub>2</sub> Emissionen: 45.280 t
    - Warenwert: 16,96 Millionen € (\*)

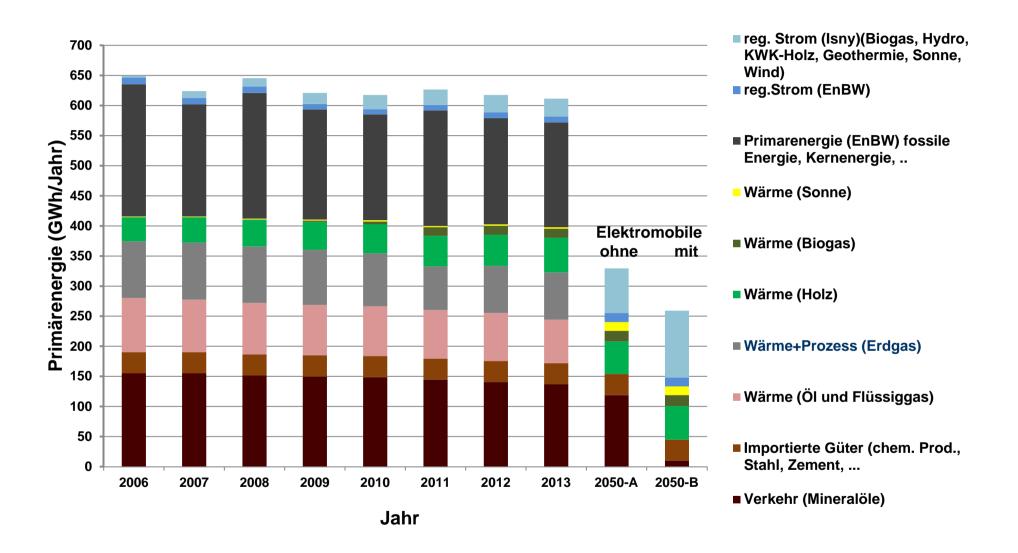
(\*) Weltmarktpreise Anfang März 2013

#### 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.).
  - CO<sub>2</sub> 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.)
  - CO<sub>2</sub> Emissionen: 7.700 t
  - Warenwert: 2,1 Millionen € (\*)

(\*) Weltmarktpreise Anfang März 2013

#### Primärenergieeinsatz in Isny (2006/2011 vs 2050)



Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

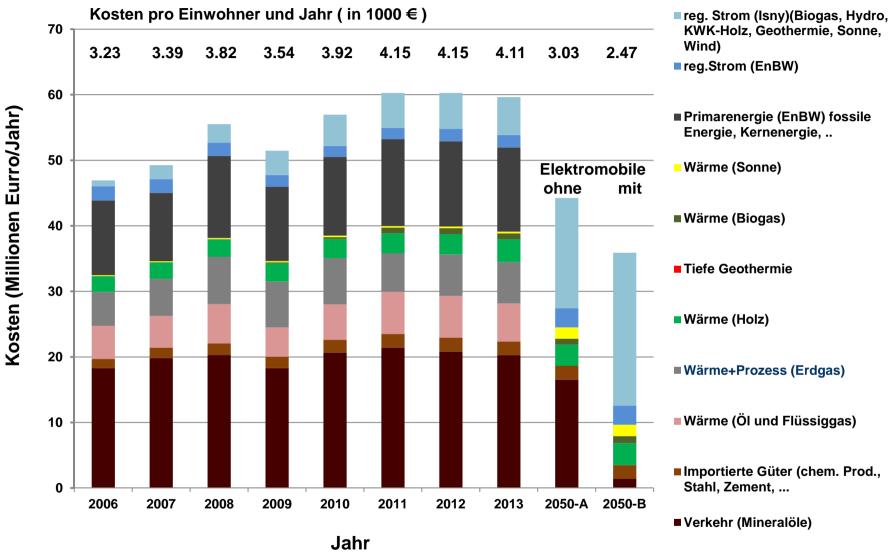
#### **Isnyer Energiekosten (\*)**

#### Fakten:

- > Der Energieverbrauch beträgt derzeit jährlich: 611 GWh
- > Der Warenwert nach heutigen Weltmarkpreisen: 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

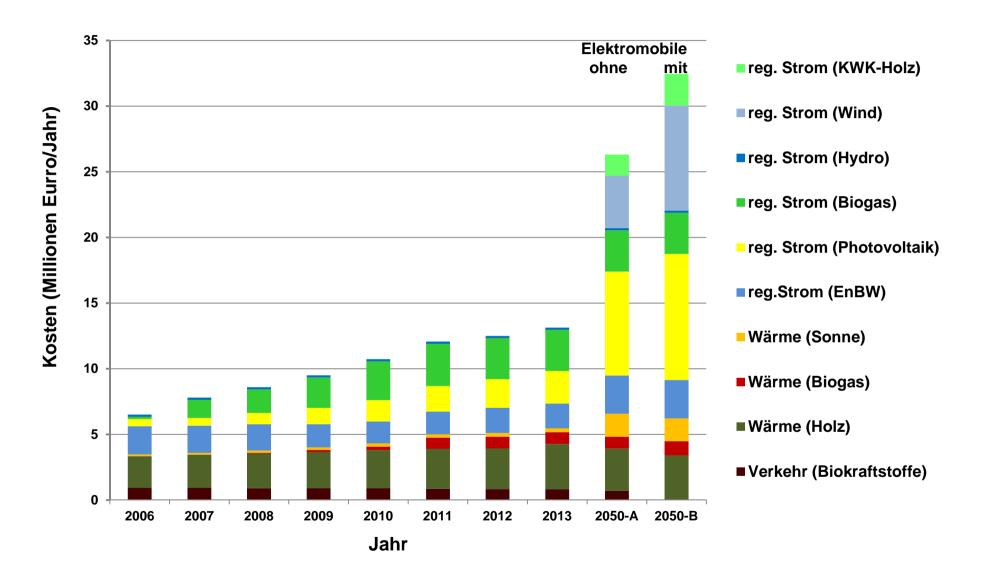
#### Verbraucherpreise für Energie in Isny (2006/201 vs 2050) (\*)



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

Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

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



Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

#### 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  $CO_2$ ,  $^{14}CO_2$ , CO,  $^{222}Rn$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ ,  $SF_6$ ,... in der Isnyer Stadtluft







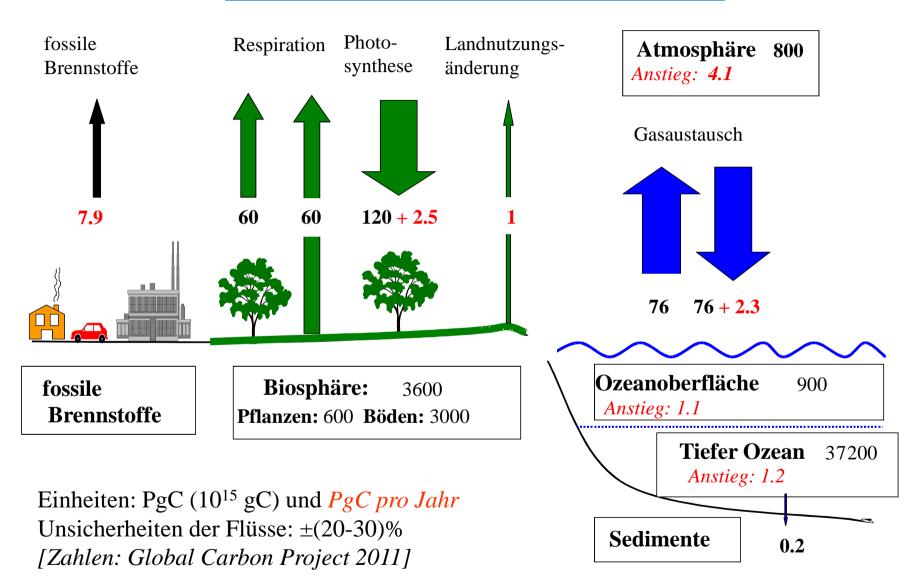


Radon-Monitor

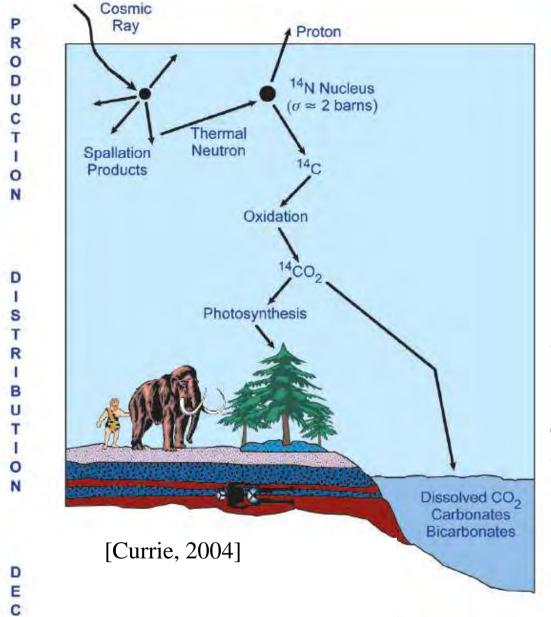
<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>-Sammlung

Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

#### Globale Kohlenstoff-Flüsse (2000-2010)



Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013



#### <sup>14</sup>C im irdischen System

Gleichgewichts-Isotopen-Verhältnis:

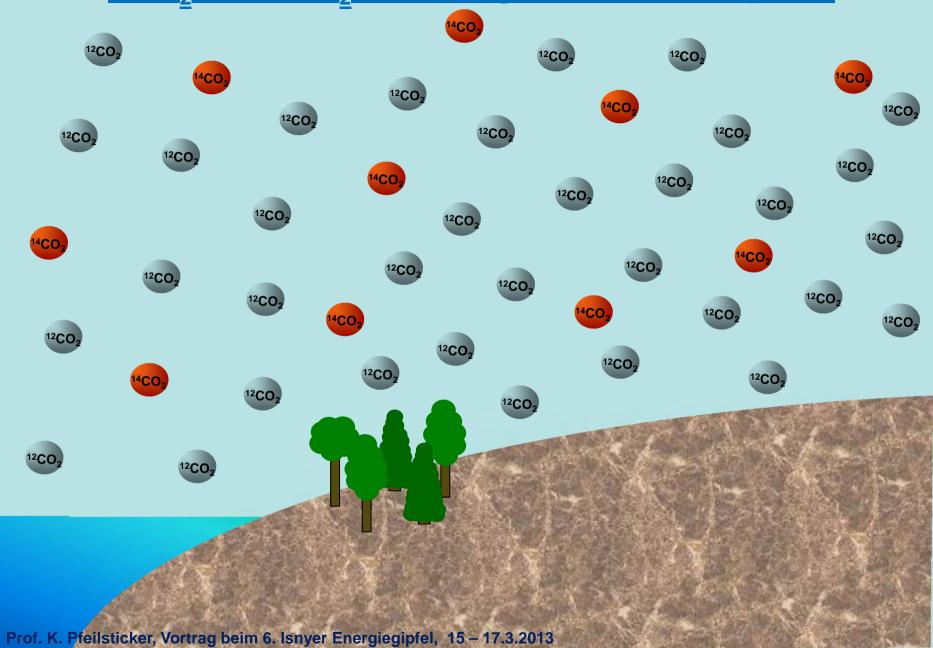
 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = 10^{-12}$ 

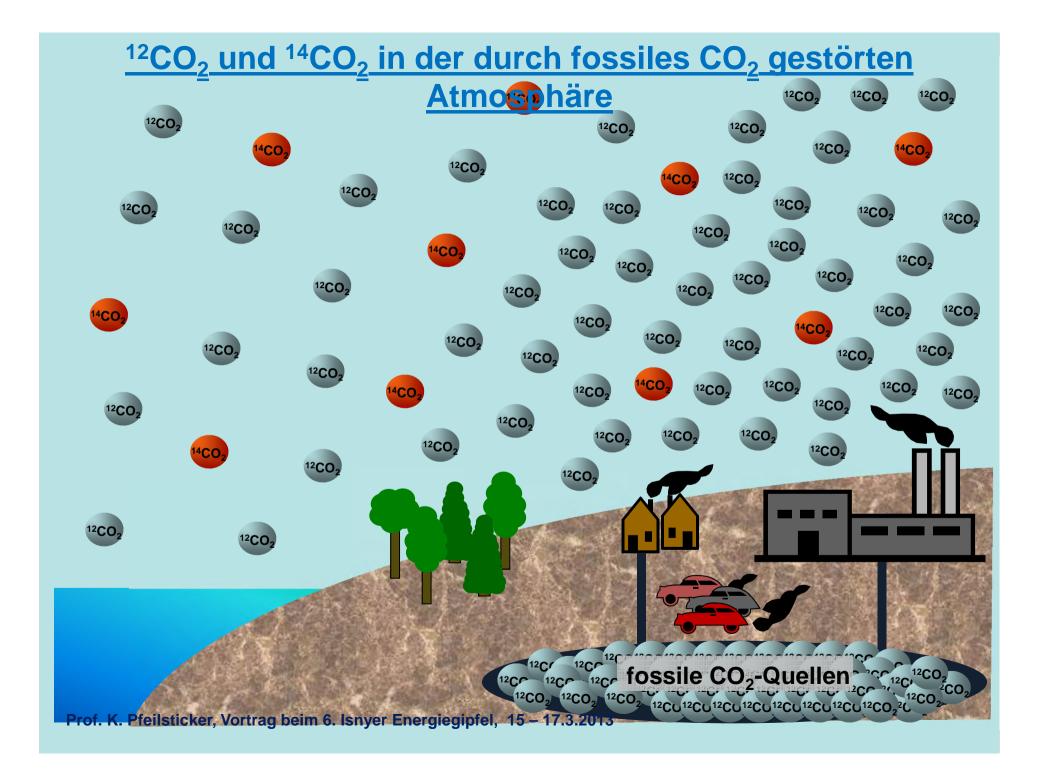
radioaktive Halbwertszeit: 5700 Jahre

Kohle, Erdöl und Erdgas enthalten kein <sup>14</sup>C mehr (zu alt => fossil)

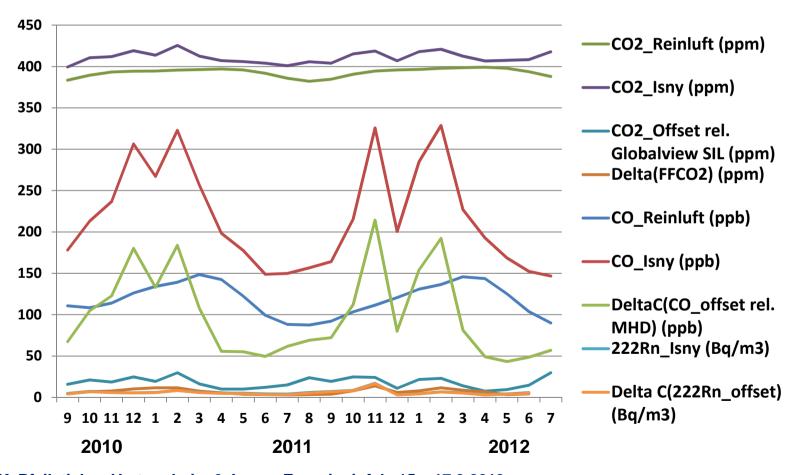
Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

### <sup>12</sup>CO<sub>2</sub> und <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> in der ungestörten Atmosphäre



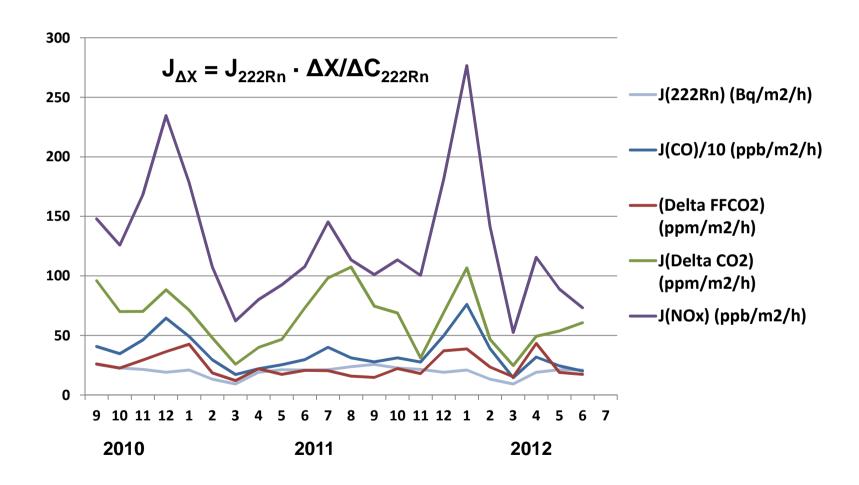


## Messungen von CO<sub>2</sub>, <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>, CO, <sup>222</sup>Rn, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, .....auf dem Isnyer Blaserturm (Sept. 2010 – Juli 2012)



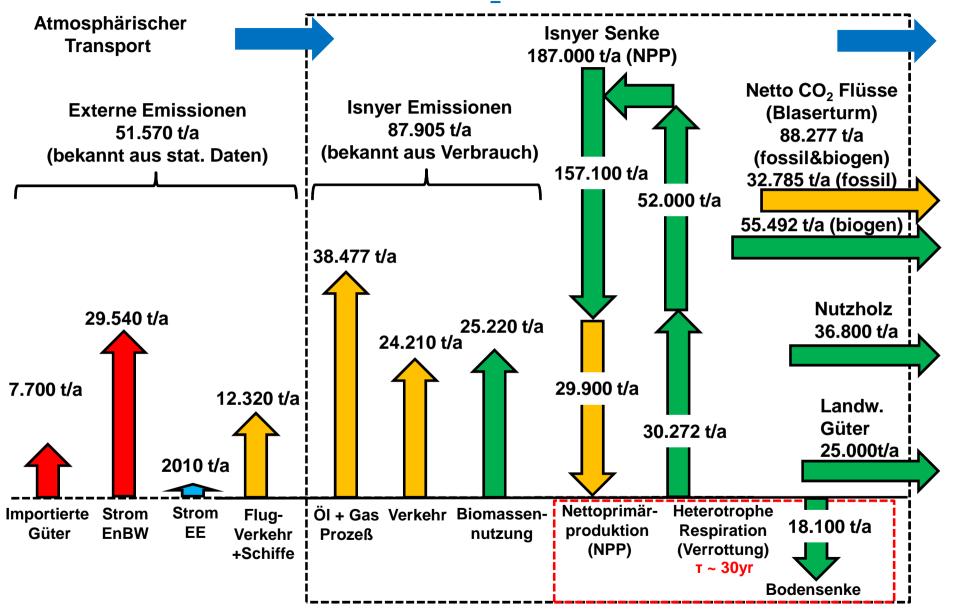
Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

## Berechnete Flüsse von CO<sub>2</sub> (biogen und fossil), FFCO<sub>2</sub> (fossil), CO, und NO<sub>x</sub> in Isny (Sept. 2010 – Juli 2012) mittels des <sup>222</sup>Rn Flußes



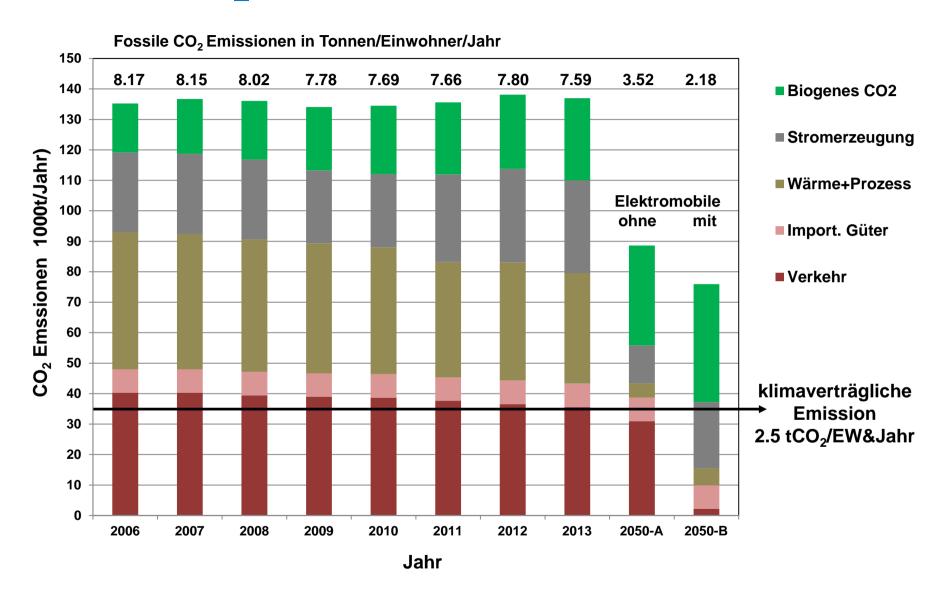
Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

#### Isnyer CO<sub>2</sub> Bilanz



Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

#### CO<sub>2</sub> Emissionen (2006/2011 vs 2050) (\*)



Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 6. Isnyer Energiegipfel, 15 – 17.3.2013

#### 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%)

> Einsatz von erneuerbaren Energien (25%)

mittelfristig ohne Mehrkosten zu machen.

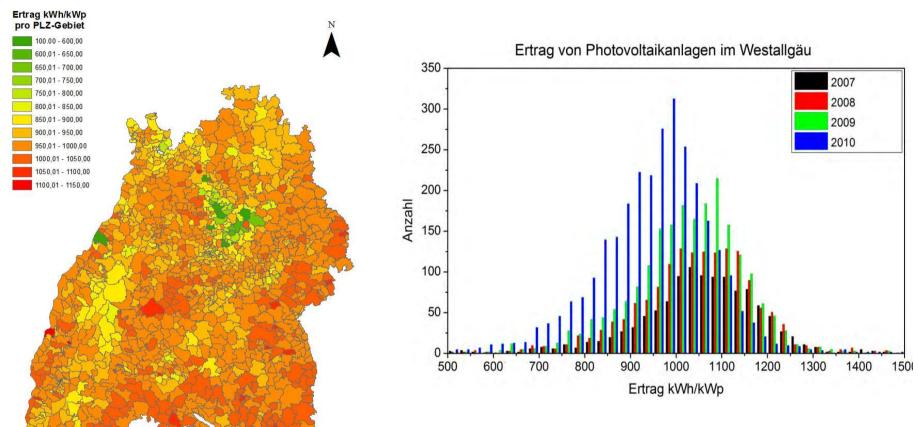
und

- 2. Die derzeitigen Isnyer Energiekosten sind nach Weltmarktpreisen 47.700.000.- €
- 3. Dabei lassen sich die jährlichen CO<sub>2</sub> Emissionen auf einen klimafreundlichen Wert von < 2.5 t<sub>CO2</sub>/Einwohner drücken (eine Forderung des Inter Governmental Panel of Climate Change, IPCC-2007, siehe <a href="https://www.ipcc.ch">www.ipcc.ch</a>)
- 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**

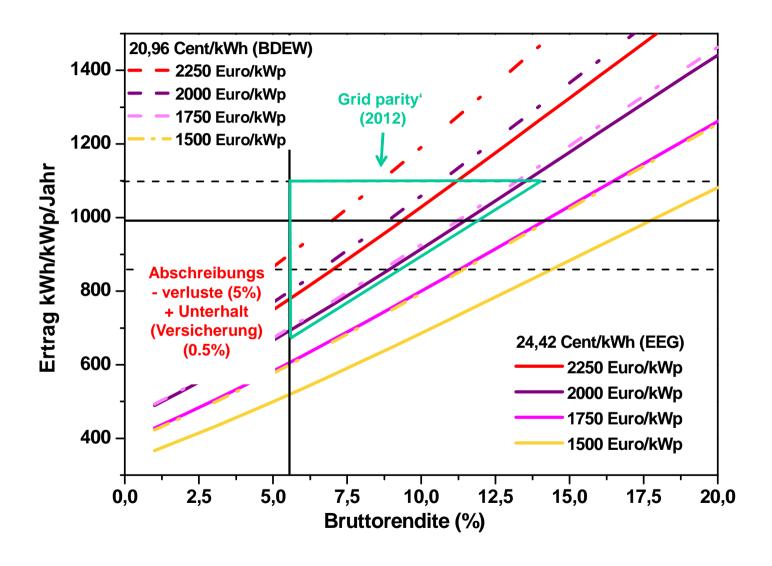
- 1. Lohnen sich noch die Investitionen in PV Dachanlagen?
- 2. Welchen Einfluß hat die Hackschnitzelanlage am Schulzentrum auf die Isnyer Energie-, und CO<sub>2</sub> Bilanz und heimische Wertschöpfung?
- 3. Welchen Einfluß hätten Windkraftanlagen auf dem Menzelhofener Hang auf die Isnyer Energie-, und CO<sub>2</sub> 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<sub>peak</sub> Mittlerer Stromertrag Westallgäu: 1007,96 kWh/kW<sub>peak</sub>

## 1. Stromproduktion durch PV Anlagen (2012) Rentabilität aus Entscheiderperspektive



Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 5. Isnyer Energiegipfel, 9 – 11.3.2012

## 2. Welchen Einfluß hat die Hackschnitzelanlage am Schulzentrum auf die Isnyer Energie-, und CO<sub>2</sub> 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

CO<sub>2</sub> Emissionsminderung: 2100 t CO<sub>2</sub>/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 CO<sub>2</sub> 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.- €

CO<sub>2</sub> Emissionsminderung (zzgl. weitere Schadstoffe, bzw. Umbelastungen) : 11.648 – 14.560t CO<sub>2</sub>/Jahr (9 % - 11% der Isnyer CO<sub>2</sub> 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.

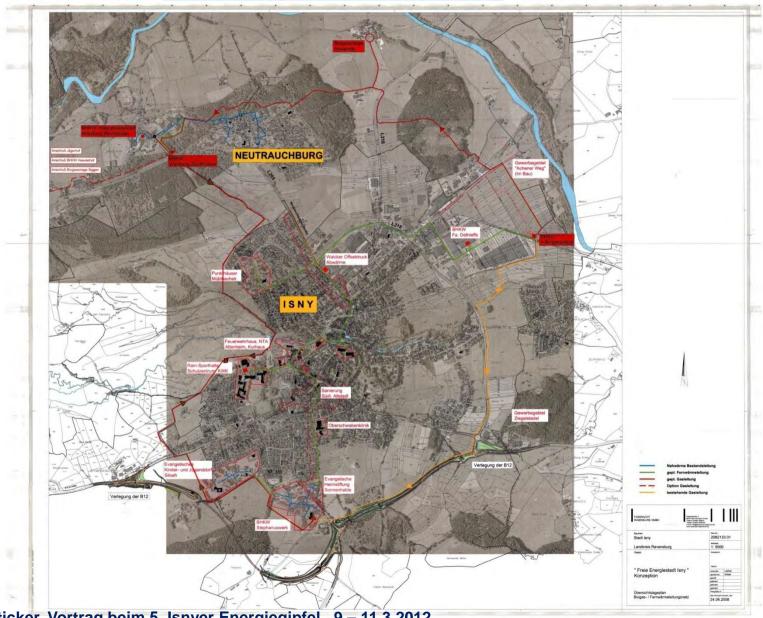
- > Biogasanlagen
- > 4 MW Holzkraftwerk Detleffs
- ➤ Mehrere mittelgroße (100 kW) BHKWs
- > Abwärme Firma Walcker!
- > Zukünftig Holzschnitzelanlage im Schulzentrum

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



Prof. K. Pfeilsticker, Vortrag beim 5. Isnyer Energiegipfel, 9 – 11.3.2012

#### 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 Strombedarfs 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

<sup>➤</sup> 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%).

<sup>➤</sup> 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.

<sup>➤</sup> 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.

<sup>➤</sup> 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<sub>peak</sub> 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<sub>peak</sub>
- ✓ 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

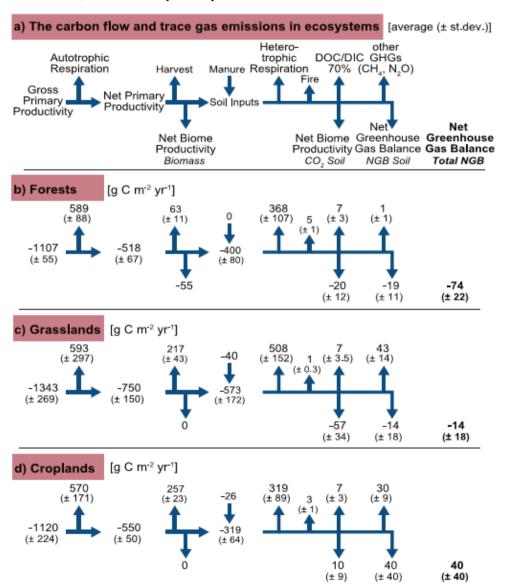
#### Flächennutzung Isny

#### Die Gemarkungfläche 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 %)

#### **Kohlenstoff und anderer GHG**

Schulze, E.D. et al. Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhousegas balance. Nature Geosci. 2, 842-850 (2009).



#### Energie und CO<sub>2</sub> Bilanz der Isnyer Biosphäre

#### Die Gemarkungsfläche Isny 8.537 Hektar

- 1. Wald: 3.776 Hektar (44,23 %)
  - ightharpoonup Nettoprimärproduktion NPP: 5.16±67tC/ha/a ightharpoonup 14.8t Zellulose/ha/a ightharpoonup 34.500 kWh/ha/a ightharpoonup 18.9t CO<sub>2</sub>/ha/a , Σ 71.400tCO2/a
  - ightharpoonup Nutzung: Nutz- (2/3) und Energieholz (1/3): 9.34fm/ha/a ightharpoonup 26.700 kWh/ha/a
- 2. Landwirtschaftliche Flächen 3.634 Hektar: (42,56 %)
  - $\triangleright$  NPP: 7.50±1.5tC/ha/a  $\rightarrow$  21.4t Zellulose/ha/a  $\rightarrow$  50.000 kWh/ha/a $\rightarrow$  27.5tCO₂/ha/a  $\rightarrow$  Σ 99.990tCO2/a
  - Nutzung: Milch + Fleisch (12500 kWh/a) → 6.88tCO₂/ha/a
- 3. Siedlungsfläche 635 Hektar: (7,3 %)
  - ightharpoonup NPP: 7.50±1.5tC/ha/a ightharpoonup 21.4t Zellulose/ha/a ightharpoonup 50000 kWh/ha/aightharpoonup 27.5tCO $_2$  ha/a ightharpoonup 8.730tCO2/a (50% bebaut, Rest Grünland)
- 4. Naturschutzgebiete und Wasserflächen: 492 Hektar (5,76 %)
  - NPP: 7.50±1.5tC/ha/a  $\rightarrow$  21.4t Zellulose/ha/a  $\rightarrow$  50000 kWh/ha/a $\rightarrow$  27.5tCO $_2$  ha/a  $\rightarrow$  5.770tCO2/a (50% Wasser, Rest Grünland)
- $\triangleright$  S NPP: 187.000tCO2/a  $\rightarrow$  340 GWh/a
- > Nutzungen:
  - Wald: Nutzholz 67.7 GWh → 36.800tCO2/a; Energieholz: 33.7 GWh → 18.400tCO2/a; Bodensenke 16.200 tCO2/a
  - ► Ldw Flächen: Milch + Fleisch: 25.000tCO₂/ha/a; Bodensenke 1.870 tCO2/a