

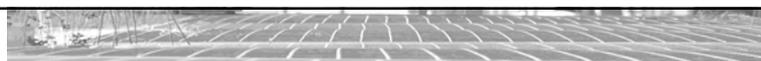
## Nachhaltige Energieversorgung als Instrument der Regionalentwicklung

Rosport  
Samstag 25.4.2010  
Prof. Dr. Peter Heck



Fachhochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld  
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Internet: [www.stoffstrom.org](http://www.stoffstrom.org)



## Inhalte

- Vorstellung Null-Emissions-Campus
- Energie und Klimaschutz
- Stoffstrommanagement
- Regionale Projektbeispiele

## Der „Umwelt-Campus Birkenfeld“



- Konversionsmaßnahme des Landes RLP
- Außenstandort der FH Trier
- Gegründet 1996

## Null-Emissions-Campus



- Versorgung des gesamten Umwelt-Campus zu 100 % aus regenerativen Energien
  - Holz- und Biogasnutzung zur Strom- u. Wärmeerzeugung
  - Solare Strom- und Wärmeerzeugung, Wärmepumpen
- 100 % Regenwassernutzung (Mulden, Rigolen, Zisternen, Teiche)
- Passiv- und Null-Emissions-Studentenwohnheime
- Campus als Biotop (standortgerechte Pflanzen nachhaltige Pflege)

## Vogelperspektive: Ökompark Neubrück

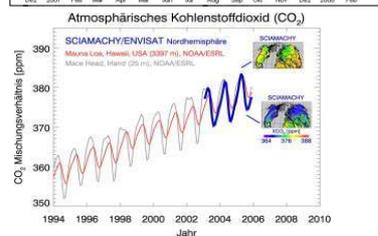


## Probleme der fossilen Energieversorgung

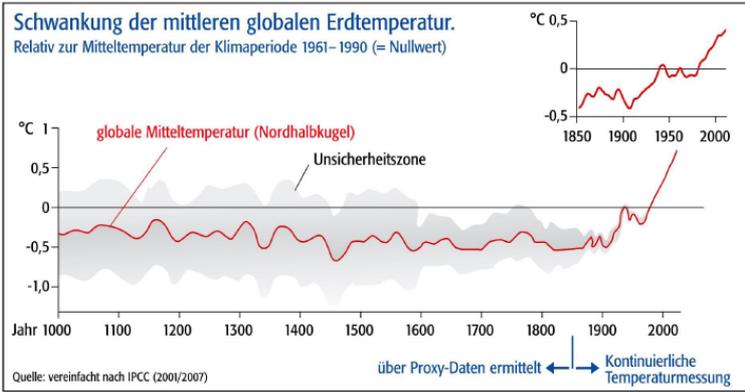
**Versorgungssicherheit gefährdet** aufgrund stark steigender Importabhängigkeit - insbesondere aus Krisenregionen

Endlichkeit fossiler Brennstoffe birgt - bei gleichzeitig steigendem Bedarf - das Risiko **explodierender Energiepreise**

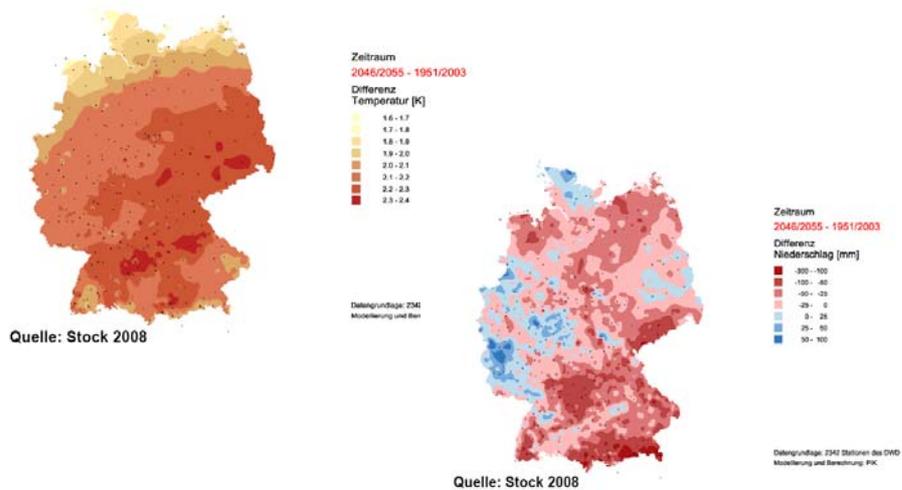
**Klimawandel** Resultat fossiler Energieversorgung (IPCC Report) + schreitet schneller voran als erwartet



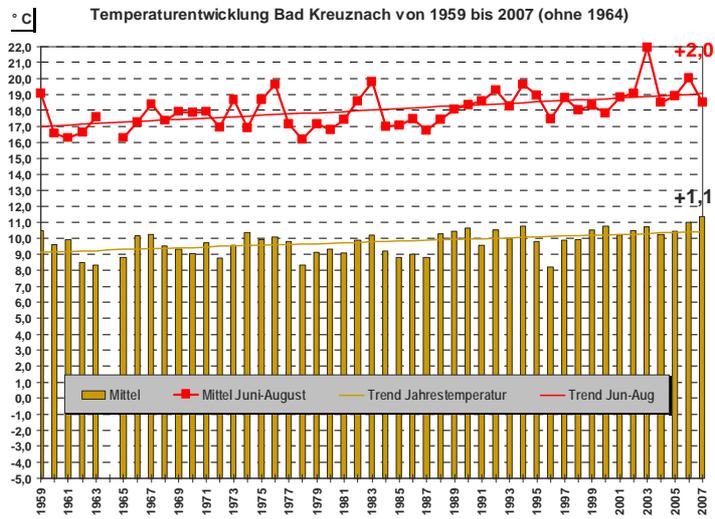
## Temperaturanstieg ist Fakt



## Temperatur- und Niederschlagsänderungen durch Klimawandel



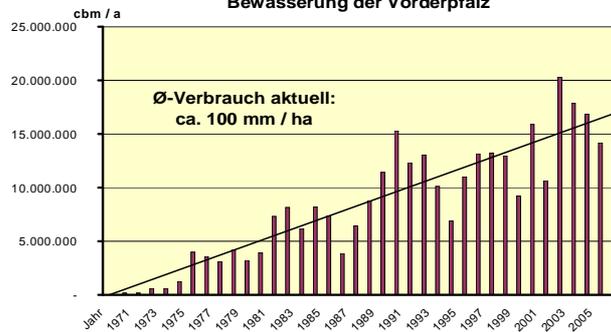
## Temperaturanstieg



## Bedarf an Wasser steigt!

### Anpassungsreaktionen : Bewässerung / Entwicklung Verbrauch

Wasserabgabe des Wasser- und Bodenverbandes zur  
Bewässerung der Vorderpfalz



DLR Rheinpfalz  
Neustadt / Weinstraße

## Effekte des Klimawandels in RLP

### Niederschläge

- Veränderungen hauptsächlich in der Verteilung:
  - Abnahme im Sommer
  - Verschiebung in Richtung Frühjahr, Herbst & Winter
- Trend für fast ganz RLP

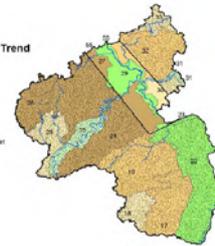
#### Frühjahr, Herbst, Winter

/// starker positiver Trend



#### Sommer

■ deutlicher negativer Trend



#### Naturräumliche Gliederung

- 17 - Haardtgebirge
- 18 - Mittel- und Südrheinisches Muschelkalkgebiet
- 19 - Saarhain-Beckene
- 22 - Norddeutsches Oberrheinbecken
- 23 - Rhein-Main-Talraum
- 24 - Hainebene
- 25 - Moselle
- 26 - Oberrhein
- 27 - Oberrhein
- 28 - Oberrhein
- 29 - Mittelrheingebiet
- 30 - Rheine
- 31 - Oberrhein-Rheinland
- 32 - Oberrhein
- 33 - Oberrhein-Rheinland
- 34 - Oberrhein-Rheinland
- 35 - Oberrhein-Rheinland

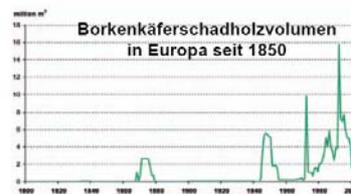
Regionale Unterschiede des prozentualen Trends (Trendzeitraum: 1951-2000) bei den jahreszeitlichen Niederschlagshöhen

Quelle: MUFV, Klimabericht RLP, 2007

## Der Klimawandel wirkt...



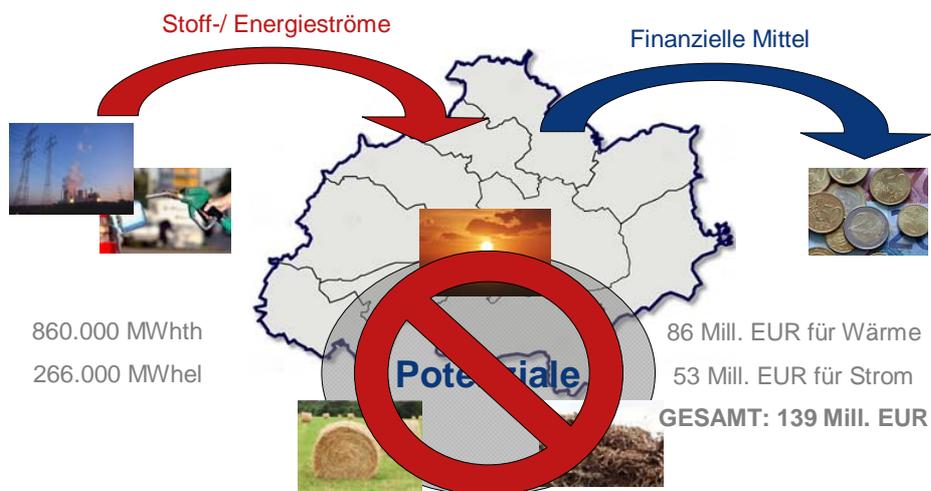
Quelle: Dobbertin und DeVries 2008



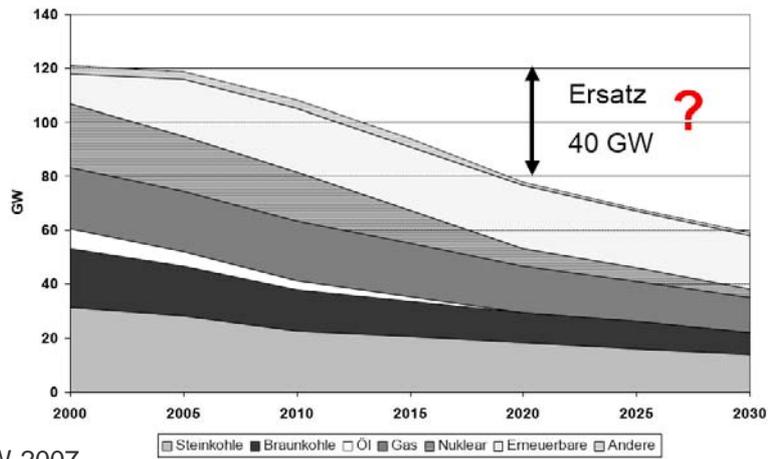
## Gegenmaßnahmen

- **Anthropogener Klimawandel ist Fakt! Nur das Ausmaß der Veränderungen kann noch beeinflusst werden**
- Reduktion der Emissionen (hat bisher nicht funktioniert!) Alle Trends eher gegenläufig.
- Suffizienz, Effizienz und Dekarbonisierung (EE)
- Anpassung an den Wandel (für Schwellenländer und EL sehr schwierig und teuer!)
- Aktiver Entzug von Kohlenstoff aus der Atmosphäre durch Aktivierung alter und Schaffung neuer Senken

## Derzeitige Stoff-/Energieströme (ohne SSM)



## Ersatzinvestitionen: erneuerbar oder fossil/nuklear?



## Herausforderung Regionale Wertschöpfung

- Geldstrom für fossile Energie aus Deutschland heraus:
- (Quelle: LZU RLP 2005; 2007: eigene Berechnung)

- in 2000: 44 Mrd. Euro
- in 2004: 76 Mrd. Euro
- in 2005: 91 Mrd. Euro
- in 2007: 145 Mrd. Euro

Übertragen auf Einwohnergleichwerte in der VG Sprendlingen-Gensingen:

- in 2000: ~ 6,9 Mio. Euro
- in 2004: ~ 12,5 Mio. Euro
- in 2005: ~ 15,1 Mio. Euro
- in 2007: ~ 24,5 Mio. Euro



## Wo bleibt das Geld?

- Gewinne **nach** Steuern der großen Energieversorger in Deutschland (2007; 3.Quartal)
  
- EON : **4,2 Milliarden €**
- RWE (VSE): **2,8 Milliarden €**
- Vattenfall: **1,4 Milliarden €**
- EnBW: **1,1 Milliarden €**
  


---

- **Gesamt ca. 9,5 Mrd €**

## Regionale Wertschöpfung durch die Nutzung von regionaler Biomasse

### Wo bleibt unser Geld?

Geldempfänger	Holzheizung	Ölheizung
Region	60 €	15 €
Rest der BRD	35 €	25 €
Ausland	5 €	60 €
Summe :	100 €	100 €

## Substitution fossiler Energieträger

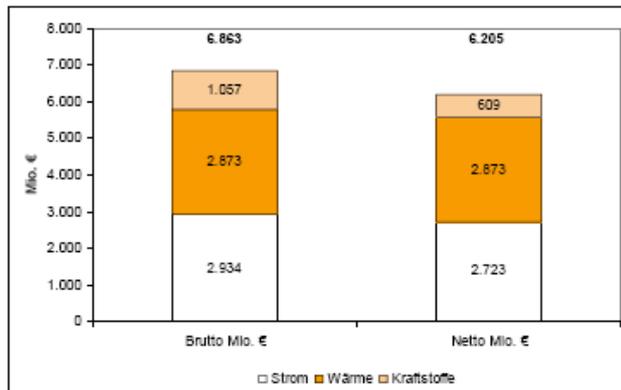
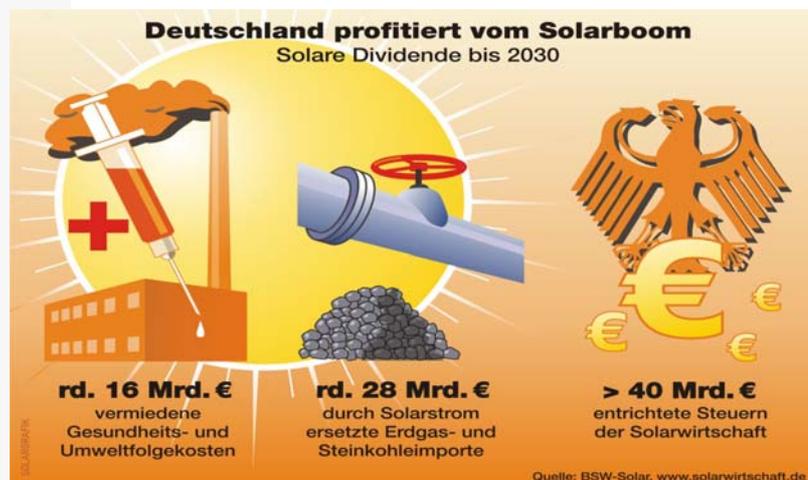


Abb. 3-1: Gegenüberstellung der Brutto- und Nettoeinsparung bei den eingesparten Energieimporten im Jahr 2008

## Strategie mit Payback!



## Regionale Wertschöpfung



- Alle investiven Maßnahmen stellen sich wirtschaftlich dar (Amortisation im Rahmen der Nutzungsdauer)

## Potenziale kleiner Kommunen

- Mittelzufluss durch Nutzung der Förderung erneuerbarer Energien → mehr Kapital im Dorf
- Mittelfristige Verringerung der Ausgaben für Strom und Wärme → **Kaufkraftsteigerung**
- Investition der Heizkostenausgaben in eine eigene Infrastruktur → Schaffung von Eigentum
- Etablierung der Kommunen als Nachfrager regionaler Biomassen und technischer Dienstleistungen → neue regionale Märkte
- Direkte und indirekte Arbeitsplätze
- Einsparung und Vermarktung von Kohlendioxidemissionen
- Schaffung lokaler Innovationskerne

## Regionale Stoff-/Energieröme - Potenziale

- Wasser, Abwasser, Abfall
- Waldholz, Resthölzer,...
- Landwirtschaftliche Produkte
- Landwirtschaftliche Reststoffe
- Sonnenenergie
  - zur Stromgewinnung
  - zur Warmwasserbereitung
  - zur Lufterwärmung
- Windenergie
- Erdwärme
- Grünschnitt, Straßenbegleitgrün, ...
- Pflanzliche und tierische Altfette etc.

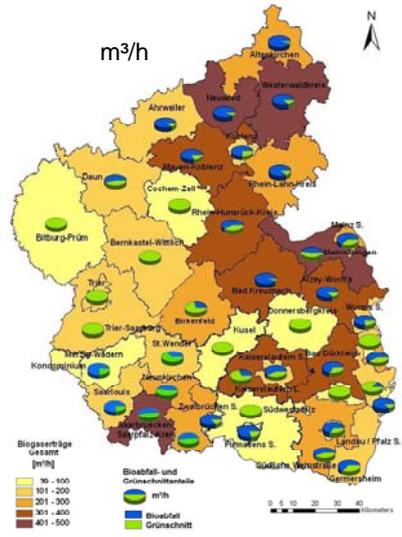
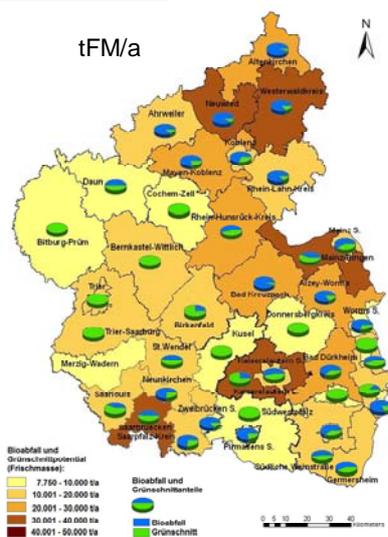
**➔ Regionale Energieressourcen sind erneuerbar und klimafreundlich!**



## Potenzialübersicht RLP und Saarland

tFM/a

m<sup>3</sup>/h



## Biomassepotenziale

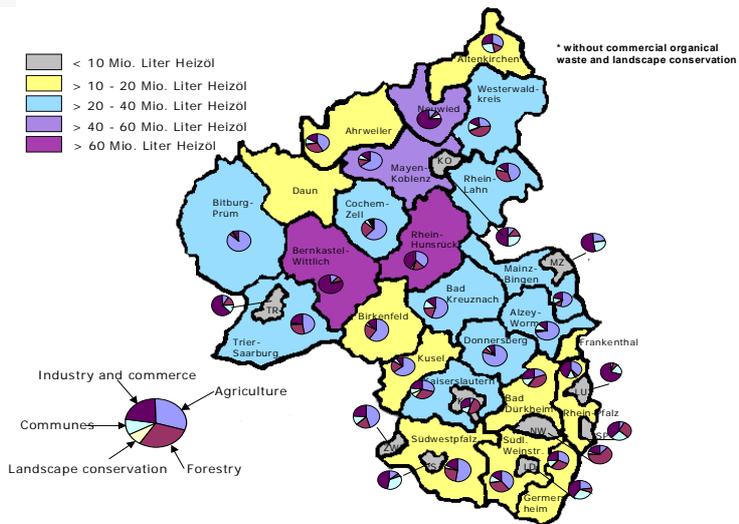


Quelle: IfaS

Potenziale erkennen! Prozesse optimieren! Mehrwert schaffen!

©2010 Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

## Kurzfristig verfügbare Biomassepotenziale pro Jahr ausgedrückt in Heizöläquivalenten

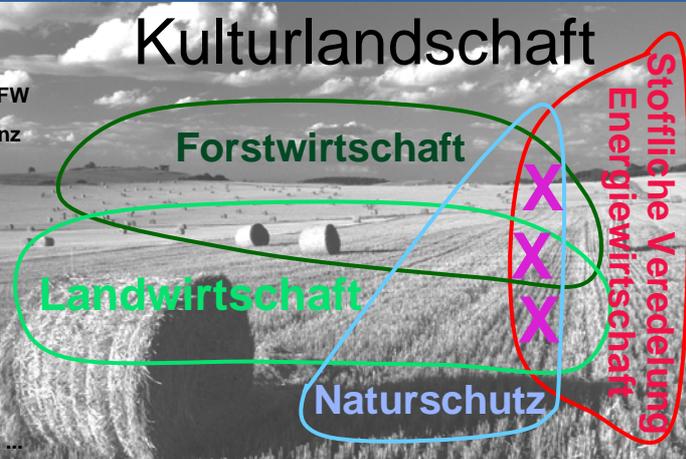


Potenziale erkennen! Prozesse optimieren! Mehrwert schaffen!

©2010 Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

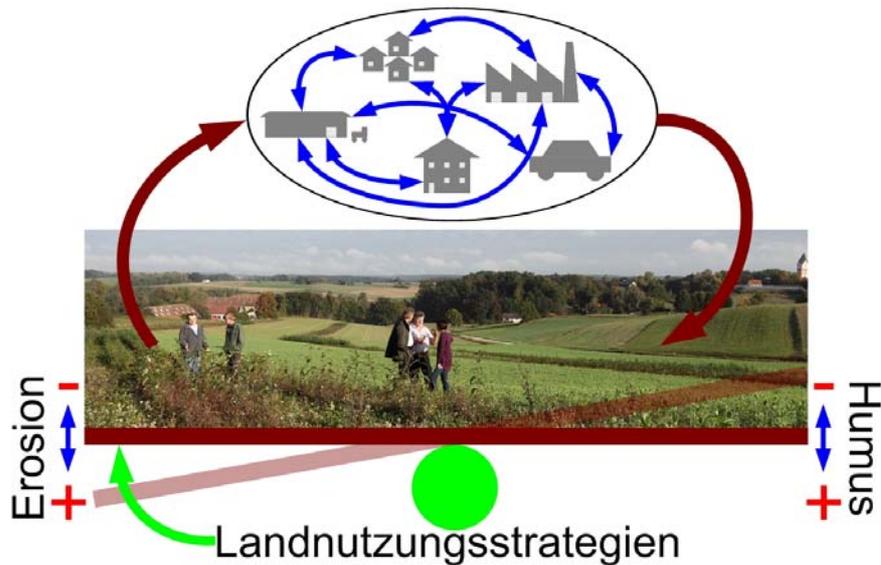
## Ansprüche an die Kulturlandschaft

- Biodiversität
- Flächenproduktivität LW/FW
- Flächeneffizienz
- Naturschutz
- Infrastruktur
- Erholung
- Tourismus
- Bebauung
- Bodenschutz
- Klimaschutz
- Wasserschutz ...

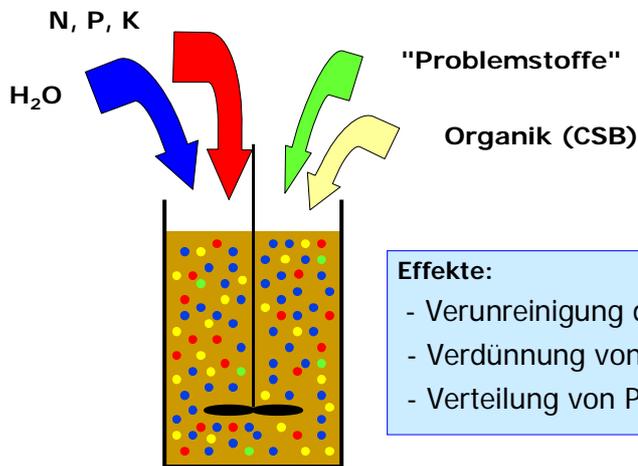


Flankierende Programme/Gesetze EU/Bund/Land/Kreis/Kommune: EEG, MAP, Cross Compliance, Ausgleich und Ersatz, Schutzgebiete, Landschafts-/Flächennutzungsplanung, Integrierte ländliche Entwicklung, Naturschutzsonderprogramme usw.

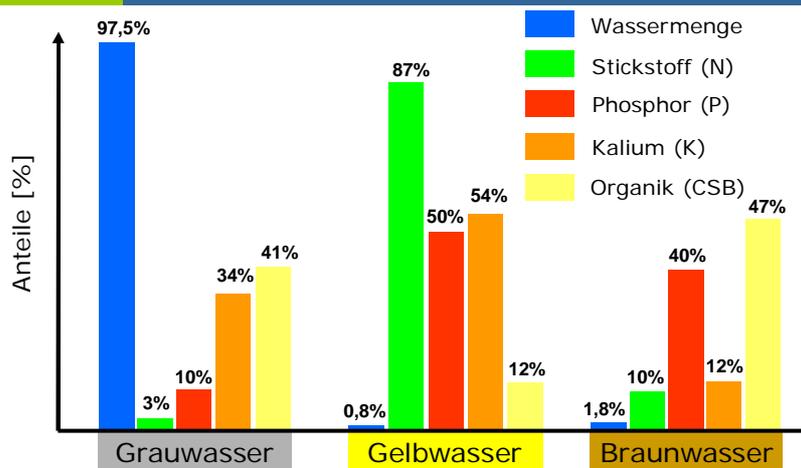
## Kulturlandschaftsmanagement durch regionales Stoffstrommanagement



## Abwasser als Gemisch unterschiedlicher Ressourcen



## Stoffstromanalyse kommunales Abwasser



## 1 m<sup>3</sup> Urin enthält im Durchschnitt reine

9,2	kg	Stickstoff
1,0	kg	Phosphor
2,2	kg	Kalium

Die „Reinigung“ (Eliminierung von Nährstoffen) von einem 1 m<sup>3</sup> Abwasser verschlingt im Durchschnitt 0,5 kWh Energie. Die Herstellung von 1 kg Stickstoff benötigt ca. 10 kWh. Die Exploration von 1 kg Phosphor verbraucht ca. 10 kWh. Usw., usw., usw.



**De Facto**, eliminiert die konventionelle Abwasserreinigung wertvolle Rohstoffe und verbraucht dabei (fossile) Energie.

## Ökonomischer Wert der Ressourcen ( 2006, Tendenz: steigende Weltmarktpreise)

Ressource	Marktwert
Phosphor (P)	0,78 €/kg P
Stickstoff (N)	0,54 €/kg N
Kalium (K)	0,38 €/kg K
Org. Stoffe (CSB)	0,08 €/kg CSB

Quelle: Dockhorn

## ...und Entsorgungskosten

Wert der Ressourcen  
44,7 Mrd. €/a

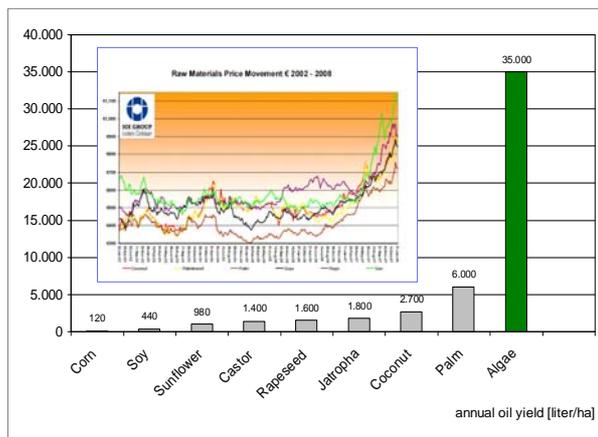


495 Mrd. €/a  
Entsorgungskosten  
(bei 75 €/EW\*a)  
für herkömmliche  
Abwasserreinigung

Quelle: Dockhorn

## Mikroalgen: die nächste Generation von Treibstoff

the  
opportunity:  
use of algae  
based  
biomass



## Null-Emission als Managementansatz

- „Null Emission“ = **Management- und Politikphilosophie** für nachhaltige Wirtschafts- und Gesellschaftsentwicklung
- **SSM = Umsetzungswerkzeug für Null-Emissions (NE)-** Projekte und Politikstrategien

„Stoffstrommanagement ist das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen,

wobei die Zielvorgaben aus dem **ökologischen** und **ökonomischen** Bereich kommen, unter Berücksichtigung von **sozialen** Aspekten.“

Definition der Enquête-Kommission des deutschen Bundestages, 1994

➔ Stoffstrommanagement im Sinne NE ist ein Werkzeug zur nachhaltigen Entwicklung, insbesondere auf lokaler Ebene

## Null Emission als absolute Zielmarke

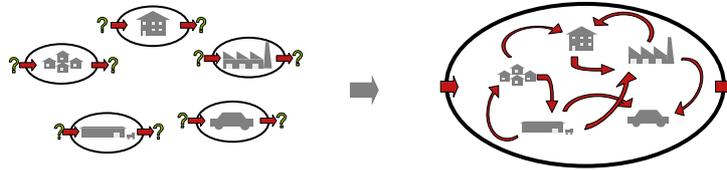
- ... bedarf **kontinuierlicher Optimierung** von Energie-, Stoff- und Finanzflüssen in betriebswirtschaftlich und regional sinnvoll abgrenzbaren Systemen.
- ... erfordert Abkehr von re-aktiver hin zu **pro-aktiver Ressourcen- und Stoffpolitik**.
- ... führt zur **lokalen/regionalen Umsetzung bundesweiter Zielvorgaben**:
  - Verdopplung der Rohstoffproduktivität bis 2020,
  - Reduzierung des Flächenverbrauchs auf max. 30 ha/Tag bis 2020,
  - Verdopplung der Energieproduktivität bis 2020,
  - Reduktion der Treibhausgase von 40 % bis 2020, 80-95% bis 2050
- ... schafft **Innovation und Investition in lokales regionales System** und löst damit **regionale Wertschöpfung** aus.

## Umsetzung von Null-Emissions (NE) - Projekten

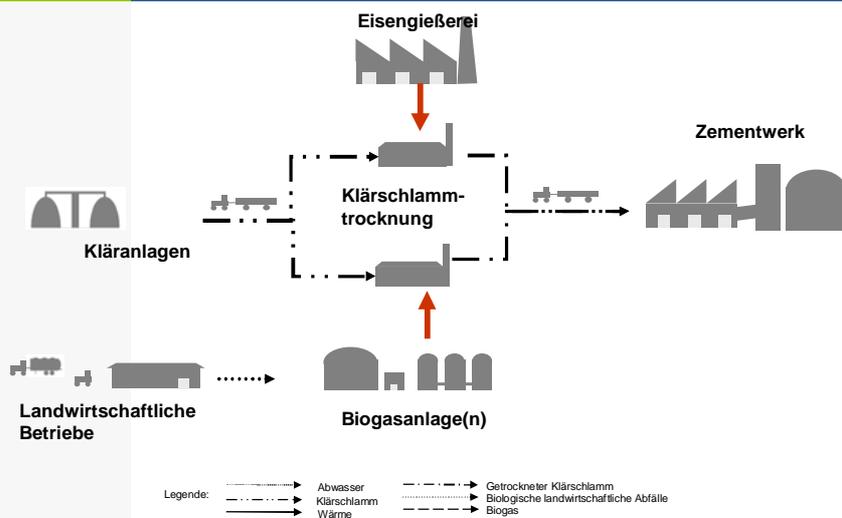
„Null-Emissions-Projekte“ sollten sich durch quantitative Optimierung

- der Umweltauswirkungen,
- des Ressourcenverbrauchs,
- der Zahl und Qualität der Arbeitsplätze,
- der Wahrung der ökonomischen Interessen aller Projektpartner
- im gesamten Lebensweg des analysierten Systems
- unter Anwendung systemischer Managementansätze und innovativer Systemlösungen

auszeichnen bzw. dies in Teilbereichen unterstützen/vorbereiten  
(Minimalziel: Erfüllung bundesweiter Zielvorgaben)



## Beispiel SSM: Innovatives Klärschlammverwertungskonzept



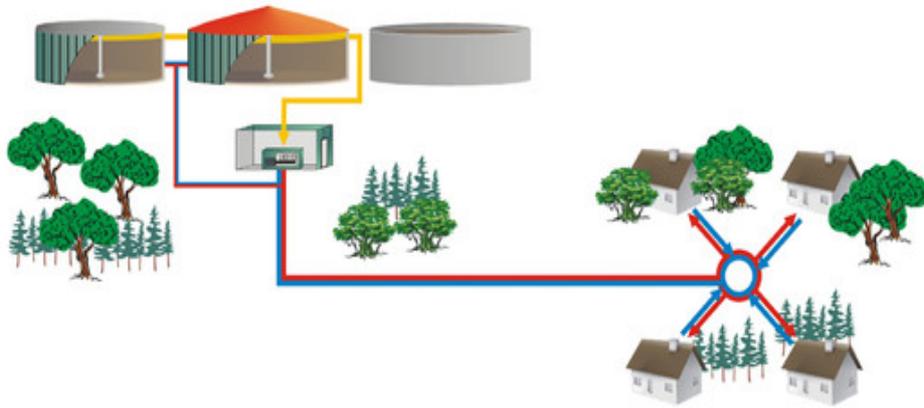
## Betrachtungsebenen (Bio)EnergieDörfer



## Vorteile Strategie BED

- Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen
- Erhalt der ländlichen Strukturen in M-V
- Stärkung regionaler Wirtschaftskreisläufe
- Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen in der Landwirtschaft
- Steigerung der Lebensqualität und langfristige finanzielle Sicherheit durch Beteiligung der Bürger
- Nachhaltige Nutzung und Aufwertung der Kulturlandschaft durch alternative Landnutzungsstrategien
- Beitrag zum Klimaschutz

## Nahwärme

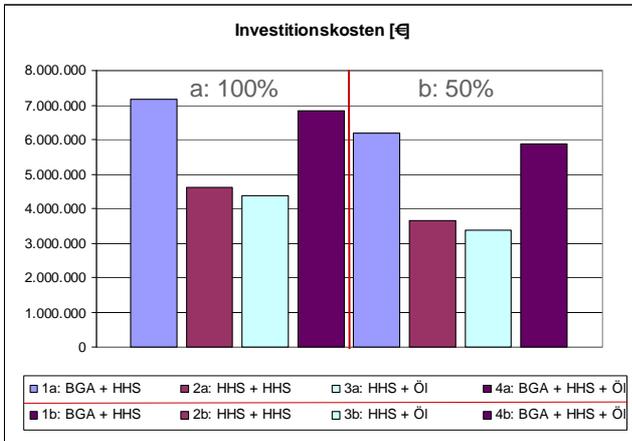


www.novatechgbmh.com

## BED Gisingen – Lageplan

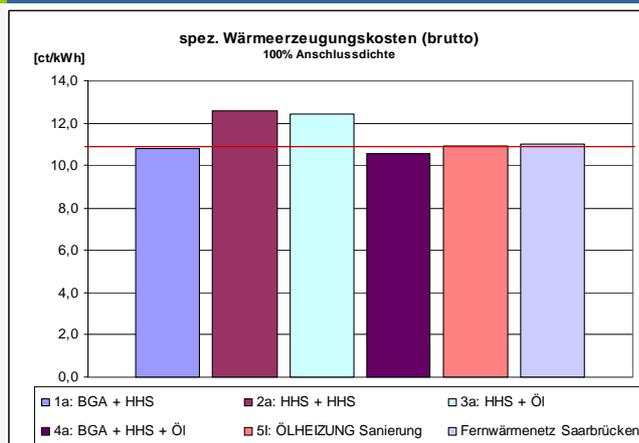


## BED Gisingen – Investitionskosten



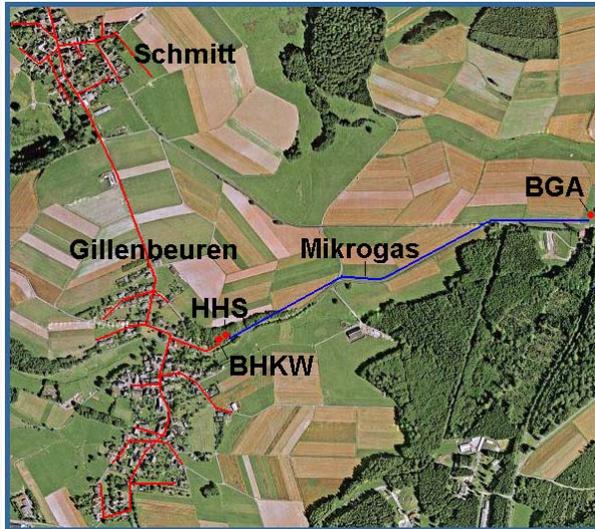
- BGA mit höheren Investitionskosten verbunden
- Varianten b günstiger durch weniger Leitung und HÜ-Stationen
- Variante 3 etwas günstiger als 2 durch Ölspitzenlast

## BED Gisingen – Wärmeerzeugungskosten (a)



- Variante 1a und 4a günstiger als Sanierung Ölheizung
- Fernwärme Saarbrücken teurer als Nahwärme Gisingen
- Varianten ohne BGA teuersten

## BED Schmitt/Gillenbeuren – Lageplan

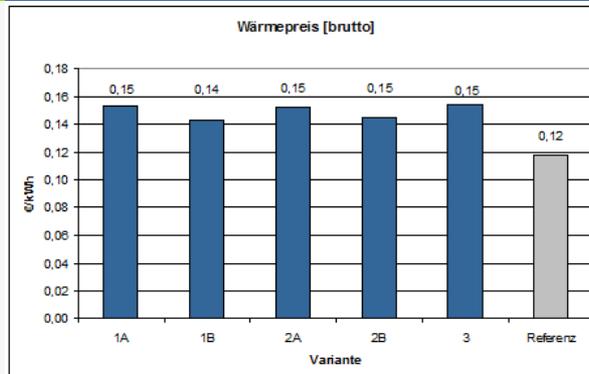


## BED Schmitt/Gillenbeuren – Varianten

	Untersuchungsvarianten	Beschreibung
Energieträger	1A - BGA, HKW, HHS, Öl	Beide Orte angebunden an Nahwärmenetz ab Standort BGA
	1B - BGA, HHS, Öl	Beide Orte angebunden an ein Nahwärmenetz ab Ortsanfang Gillenbeuren, Verbindung BGA mit Mikrogasleitung
	2A - BGA, HKW, HHS, Öl	Gillenbeuren angebunden an Nahwärmenetz ab Standort BGA
	2B - BGA, HHS, Öl	Gillenbeuren angebunden an Nahwärmenetz ab Ortsanfang, Verbindung BGA mit Mikrogasleitung
	3 - HHS, Öl	Schmitt angebunden an Nahwärmenetz ab Ortsanfang
	Referenz Öl (Sanierung)	Sanierung einer Ölzentralheizung (Durchschnittsverbrauch aller Wohngebäude)

- 5 Varianten verschiedener Energieträger(kombinationen)
- Einzelversorgung mit Heizöl als Referenzvariante
- BGA: Biogasanlage mit Blockheizkraftwerk
- HKW: Holzheizkraftwerk
- HHS: Holzhackschnitzelheizwerk

## BED Schmitt/Gillenbeuren – Wärmekosten



Öl Nahwärme (20.000 l): 55 ct/l  
 Öl für Referenz (3.000 l): 56 ct/l  
 HHS: 22,50 €/Srm (2,8 ct/kWh)  
 Abwärme BGA: 3,0 ct/kWh (Annahme)  
 Abwärme HKW: 3,0 ct/kWh (Annahme)

## Wärmenutzung: Kühlungsprozesse

- Erzeugung von Kälte mittels Wärmeenergie (Hier: Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung)
- Möglich durch Absorptionskältemaschinen
- Wärmeenergie anstatt Strom als Antrieb des Kühlprozesses
- Relativ hohe Investitionskosten, aber Einsparung von Stromkosten
- Wärmebedarf besonders im Sommer, wenn hohe Überschüsse anfallen

## Wärmenutzung: Kühlungsprozesse

### Beispiele:

- Gefrier- und Kühlagerung von Lebensmittelprodukten
- Einfrieren von Lebensmittelprodukten
- Gebäudeklimatisierung, z. B. Verwaltung
- Prozesskühlung in Industrie und Gewerbe, z. B. bei Brauereien
- Anlagenkühlung in Industrie und Gewerbe

## Wärmenutzung: Trocknungsprozesse

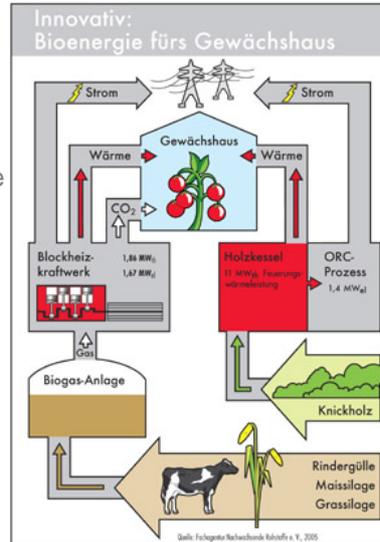


Abb: Bandrockner von Watropur

- Abgaswärme kann direkt für die Beheizung von Trocknern eingesetzt werden
- Fossile Energieträger werden substituiert
- Wärme kann ganzjährig genutzt werden

## Pflanzenproduktion im Unterglasbau

- Ganzjähriger Wärmebedarf
- Ca. 500 kWh/m<sup>2</sup>\*a für konstante 16° C Temperatur
- Wärmebedarf schwankt (je nach Anbaufläche und Pflanzenkultur)
- Kombination von biologischem Anbau und ökologischer Wärmeversorgung als Wettbewerbsvorteil
- Versuchsaufzucht (Stecklinge) der „Durchwachsenen Silphie“ (alt. zum Energiemais)



## Warmwasser-Aquakulturen



- Beheizung von Kreislaufanlagen zur Aufzucht und Mast von Fischen, Algen oder Krustentieren
- Ganzjähriger Wärmebedarf zur Einhaltung des optimalen Temperaturniveaus

## Warmwasser-Aquakulturen

Beispiel: Geplante Meeresfischzucht in Völklingen (Saarland)

- Gemeinschaftsprojekt der Stadtwerke Völklingen und der International Fish Farming Technology
- Wärmeerzeugung durch Biogasanlage geplant
  - Verwertung der Biomassen aus der Zucht
- Für eine Produktionsexpansion steht Überschussabwärme aus dem nahe gelegenen Kraftwerk zur Verfügung

## Mobile Wärmespeicher

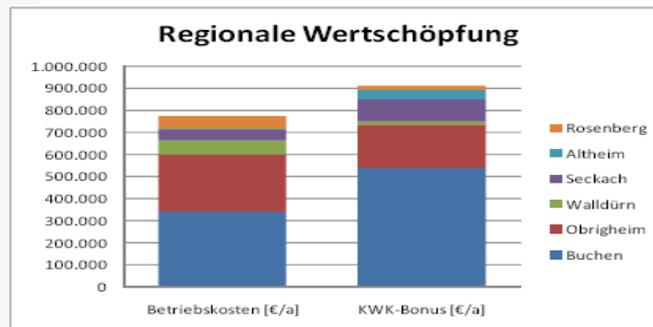
- Latentwärmespeicher nutzen den Phasenwechsel eines Stoffes um Wärme zu speichern
- z.B. Übergang von flüssig nach fest eines PCM (Phase Change Material)(Wärmeabgabe)
- Ab 25 Tonnen PCM viel größere Speicherdichte als bei Wasserspeichern
- Mobile Speicher sind eine Alternative zu Nahwärmenetzen, bei größeren Entfernungen zwischen Wärmequelle und –senke
- Transport erfolgt über Sattelzug
- Durch Verbundsystem mobiler Wärmespeicher Versorgung mehrerer Wärmesenken durch eine Wärmequelle möglich



## Fazit

Standort	Varianten	Investitionen [Mio. €]	Betriebskosten [€/a]	Arbeitsplätze	KWK-Boni [€/a]	CO <sub>2</sub> -Reduktion [t/a]	Wärmepreis/ Gewinn-erwartung
Buchen	Nahwärme Bödighheim	3,04	39.397	0,25	180.897	1.612	5,7 ct/kWh
Buchen	Klärschlamm-trocknung	1,05	32.175	0,50	145.000		285.561 €/a
Buchen	Tomatenproduktion	1,54	142.722	7,00	74.250		42.584 €/a
Buchen	Mobil Kaserne Walldürn	1,60	128.101	2,50	140.198	1.577	6,0 ct/kWh
Obrigheim	Nahwärme Obrigheim	0,88	8.786	0,25	58.014	628	3,5 ct/kWh
Obrigheim	Gemüseproduktion	1,11	119.525	6,00	40.067		32.748 €/a
Obrigheim	Aalproduktion	1,42	58.923	1,50	9.469		465.375 €/a
Obrigheim	Mobil KKH Mosbach u. FB	1,38	74.277	1,50	84.623	867	6,5 ct/kWh
Walldürn	Produktion afr. Wels	1,42	58.923	1,50	16.060		434.175 €/a
Seckach	Nahwärme Großeicholzheim	5,11	49.401	0,50	100.518	2.632	8,5 ct/kWh
Altheim	Kühlung Produktionsbetrieb	0,17	1.723	0,00	42.698	198	3,3 ct/kWh
Rosenberg	Barschproduktion	1,42	58.923	1,50	17.190		180.075 €/a
<b>N-O-K Gesamt</b>		<b>21,05</b>	<b>772.900</b>	<b>23</b>	<b>909.200</b>	<b>7.510</b>	

## Mehr Geld in der Region!



- KWK-Bonus fließt über Umlage des EEG in die Region
- Wartung und Instandhaltung durch regionale Betriebe
- Summe: 1.680.000 €/a

## Projektbeispiele IfaS



Übertragung der Vorgestellten Gedanken in Projekte:

- Ansatz regionales Stoffstrommanagement
- Leitbild Null-Emission

Die Projekte:

- Null-Emissions-Netzwerk (BMU)
- Null-Emissions-Landkreis Cochem-Zell
- Null-Emissions-Landkreis Barnim
- Null-Emissions-Gemeinde Nalbach
- ZEV/Klimaschutzkonzept - Stadt Kaiserslautern
- ZEV – VG Weilerbach

...nur einige Beispiele...



## Nalbach ZEV: Theoretisches Wärmepotenzial Solarthermie

- Gesamtwärmebedarf für Heizung und Trinkwasser\*:
  - **75.500 MWh/a** (entspricht ~ 7.550.000 l Heizöl jährlich)
- Theoretisches Wärmepotenzial durch Solarthermie bei Ausnutzung aller verfügbaren Dachflächen (ohne Berücksichtigung der Nutzung der Photovoltaik)
  - **73.200 MWh/a** (entspricht ~ 7.320.000 l Heizöl jährlich)
- Technisches Wärmepotenzial der privaten + öffentlichen Gebäude
  - **15.400 MWh/a** (entspricht ~ 1.540.000 l Heizöl jährlich)

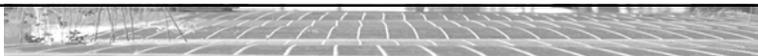
**Technisch könnte bereits ohne Energieeinsparung ca. 20 % des Wärmeenergiebedarfs nur durch die Sonne bereitgestellt werden**

\*(Erste Grobkalkulation auf Basis der Gesamtwohnfläche)



## Deutsche Dächer: ein Riesenpotenzial!!!

- Die Leistung von etwa 12 AKW findet auf deutschen Dächern Platz.
- Der Strombedarf aller Privathaushalte in Deutschland könnte mit PV auf privaten Dächern gedeckt werden ( SWW, August 2009)



## Nalbach ZEV: Theoretisches Strompotenzial Photovoltaik

- Gesamtstrombedarf der Gemeinde Nalbach 2006
  - **24.800 MWh/a**
- Theoretisches Strompotenzial durch Photovoltaik bei Ausnutzung aller verfügbaren Dachflächen (ohne Nutzung der Solarthermie)
  - **20.880 MWh/a**

Theoretisch könnte bereits ohne Energieeinsparung ca. 85 % des Strombedarfs nur durch die Sonne bereitgestellt werden

## Wirtschaftliche Auswirkungen Strompreis

- **Heute**
- Gesamtstromverbrauch 2006: 24.800.562 kWh
- Strompreis 2006: 0,1827 €/kWh
- **Kosten 2006: ca. 4.500.000 €**
- Durchschnittliche Strompreissteigerungsrate: 6%
- Ziel: Stromeinsparung bis 2029: 1% / Jahr
  
- **Zukunft:**
- Gesamtstromverbrauch 2029: 19.682.080 kWh
- Strompreis 2029: 0,6979 €/kWh
- **Kosten 2029: ca. 14.000.000 €**

## Mögliches Realisierungsszenario

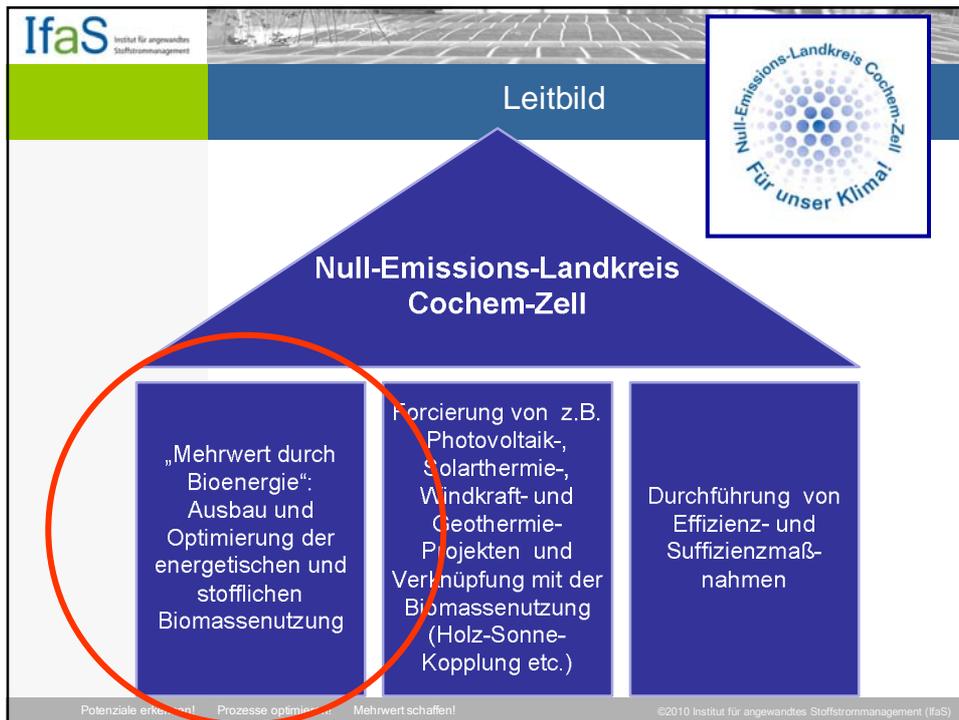
- Nutzung des Dachflächenpotenzials zur Stromerzeugung:
  - Gesamtleistung: ~ 20 MWp
  - Stromertrag: ~ 16.900 MWh/a
  - **~67 % Deckung des Bedarfs**
  - **Investitionsvolumen: 78,0 Mio. €**
  - Vergütung durch EEG 2009: 7,3 Mio. € pro Jahr
  
- Nutzung der Dachflächen zur Wärmeerzeugung  
(~ technisches Potenzial):
  - Erzeugung von 15.400 MWh Wärme
  - Einsparung von 1.540.000 l Heizöl
  - **20% Deckung des aktuellen Bedarfs**
  - **Investitionsvolumen ~31,5 Mio €**
  - Heutiges Fördervolumen: ~ 4,31 Mio €

## Energie-Vision Nalbach: Strom (bis 2029)

- Gesamtstromverbrauch: ~ 25.000 MWh
    - PV Dachflächen (20 MW): ~ 16.900 MWh 78 Mio. Euro
    - PV Freiflächen (6 MW): ~ 5.000 MWh 15 Mio. Euro
    - Einsparung (20%) ~ 5.000 MWh ?
    - Windkraft (4,5 MW) ~ 6.000 MWh 9 Mio. Euro
    - Biogas (0,5 MW) ~ 4.000 MWh 2 Mio. Euro
    - **Gesamt** ~ **36.900 MWh** **104 Mio. Euro**
- 
- Nalbach wird zum CO<sub>2</sub>-neutralen Energieexporteur
  - „Wert“ der eingesparten und produzierten Energie als Haushaltsstrom:
    - 2009 : ca 7,6 Millionen € pro Jahr
    - **2029: ca. 22 Millionen € pro Jahr !**

## Energie-Vision Nalbach: Wärme

- Gesamtwärmebedarf: ~ 75.500 MWh/a
  - Einsparung (40%): ~ 30.200 MWh
  - Solarthermie ~ 15.400 MWh  
31,5 Mio Euro
  - Nahwärme ?
  - Kleinfeuerungsanlagen ?
  - Geothermie / Wärmepumpen ?



**IfaS** Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

**Auftakt Klimaschutzkonferenz 05.05.2009**



- ✦ Unterzeichnung Cochemer Protokoll
- ✦ auf Anhieb 38 Netzwerkpartner geworben
- ✦ weitere Partnerschaften, auch mit namhaften Unternehmen folgen

Potenziale erkennen! Prozesse optimieren! Mehrwert schaffen!

©2010 Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

## Klimaschutzkonzept Stadt Kaiserslautern



Ziel: Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40% + X bis 2020

Handlungsfelder:



## Ausgangssituation und Rahmendaten

- Identifizierung von relevanten Akteuren
- Benchmark Klimaschutzmaßnahmen in Kaiserslautern
- CO<sub>2</sub>-Bilanzierung mit ECO<sub>2</sub>-Regionen
  - Emissionen pro Kopf sind Bundesdurchschnitt
  - Wo wird angesetzt, was muss eingespart werden?

CO <sub>2</sub> Bilanz KL			
Bilanzjahr	1990	2007	Zielbilanz 2020
CO <sub>2</sub> -Emissionen	1.322.858 t/a	1.065.555 t/a	793.715 t/a



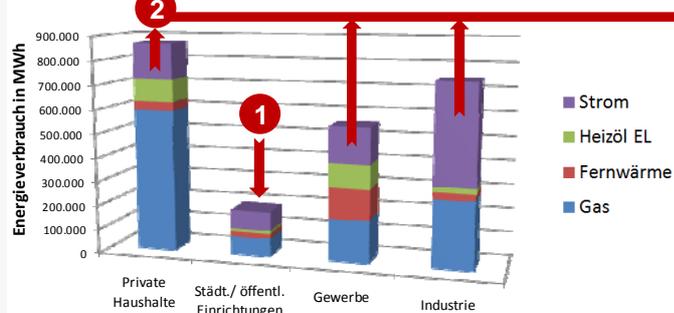
Einsparung IST  
257.303 t/a

Einsparung SOLL  
271.840 t/a

Einsparziel GESAMT 529.143 t/a

## Energieverbrauch nach Sektoren in KL 2007

### Maßgebliche Einflussfaktoren auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen



#### 1 Handlungsmöglichkeiten der Stadt – GERING ?

- CO<sub>2</sub>-Minderung in den städtischen Liegenschaften
- CO<sub>2</sub>-Minderung in der Stadtverwaltung
- Stadt als Vorbild

#### 2 Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Minderung durch Akteure im Netzwerk

## CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial städtischer Gebäude



#### Einbindung Ingenieurbüro Schaumlöffel:

- Begehung 150 von 450 Gebäuden
- Auf diese entfallen 90% des Energieverbrauchs
- Ableiten von Maßnahmen Energie- und Kostensenkung
- Wirtschaftlichkeitsprüfung etc.
- 65 aktuelle Maßnahmenblätter liegen vor
- nicht umsetzbare Maßnahmen aus diversen Gründen vorhanden (Denkmalschutz, bereits saniert etc.)



Maßnahmenübersicht	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Kosten [€]	Einsparung [€/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]
Dämmung oberste Geschoßdecke	20.256	761.126	89.515	371,07
Dämmung Außenwände	30.487	3.100.000	81.006	328,96
Austausch Fenster	4.113	1.913.500	32.446	129,26
Dämmung Kellerdecke	13.207	537.119	41.732	118,18

- Erarbeitete Vorschläge werden im Haushaltsplan eingestellt und sukzessive bis zum Jahr 2015 umgesetzt

## Rückblick Workshops und Beratungsgespräche



06. Mai 2009

Workshops



- Erarbeiten des Maßnahmenkatalogs



Potenziale erkennen!

Prozesse optimieren!

Mehrwert schaffen!

©2010 Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

## Beratungs- und Akteursgespräche



- Beratungsgespräche mit 56 Unternehmen und Institutionen
- Beispiele und Maßnahmeninitiierung:
  - FH Kaiserslautern → Neubau CO<sub>2</sub>-neutrale Hochschule
  - LBB → Sanierungskonzept UNI KL
  - Modellbau Zimmermann → Holzheizung
  - Dietrich Bonhöfer Gemeinde → PV Anlage
  - Ev. Landesjugendpfarramt → „Grüner Gockel“
  - Sportbund Pfalz → Initiative 20 Solaranlagen Vereine
  - ZAK, Kreis, Stadt → Biomassepotenzialanalyse
  - Stadtverwaltung → Solarkataster und PV Großanlagen Deponie Schweinsdell und Siegelbach

und vieles mehr ...

Potenziale erkennen!

Prozesse optimieren!

Mehrwert schaffen!

©2010 Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

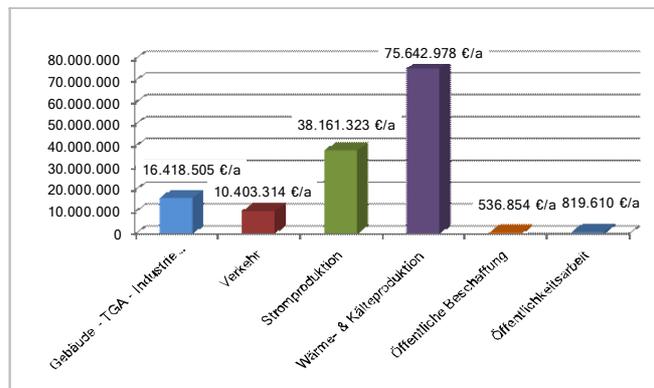
## Maßnahmenkatalog zur CO<sub>2</sub>-Minderung

### Kategorien des „Convenant of Mayors“

Register				
lfd. Nr.	Themenbereich / Kurztitel	Investitionskosten	Regionale Wertschöpfung	CO <sub>2</sub> Einsparung
1	Gebäude - TGA - Industrie & Gewerbe			
	88 Maßnahmen	572.373.392 €	16.418.505 €/a	98.397 t
2	Verkehr			
	15 Maßnahmen	54.421.240 €	10.525.416 €/a	32.468 t
3	Stromproduktion			
	33 Maßnahmen	102.620.412 €	38.161.323 €/a	136.209 t
4	Wärme- & Kälteproduktion			
	28 Maßnahmen	148.856.536 €	75.642.978 €/a	114.068 t
5	Flächennutzungs- & Bauleitplanung			
	19 Maßnahmen	0 €	0 €/a	0 t
6	Öffentliche Beschaffung			
	16 Maßnahmen	191.644 €	536.854 €/a	36.274 t
7	Öffentlichkeitsarbeit			
	40 Maßnahmen	0 €	819.610 €/a	4.315 t
8	Abfall- & Abwassermanagement			
	1 Maßnahme	0 €	0 €/a	0 t
	<b>Summe Maßnahmenkatalog</b>			
	<b>240 Maßnahmen</b>	<b>878.463.223 €</b>	<b>142.104.687 €/a</b>	<b>421.732 t</b>

## Regionale Wertschöpfung

- Regionale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien bei Strom- und Wärmeproduktion am höchsten



## Photovoltaikinitiative Kaiserslautern

Umgesetzt

Solarstadt Kaiserslautern



111 Dächer für Kaiserslautern



Neue Initiative seit März 2010:

- 111 Dächer für Kaiserslautern
- Kreditprogramm der Stadtsparkasse

Realisierte Projekte in KL, z.B.

- TWK Busdepot (136 kWp)
- Kläranlage KL (40 kWp)
- Kindertagesstätte Lebenshilfe (42 kWp)
- Weiterer Ausbau (z.B. Feuerwache)



## Leistungsgeregelte Pumpen – Bsp. Kaiserslautern

Ausgangssituation

- 68.000 Stck. unregelte Pumpen - ca. 40 W pro Haushalt
- Strombedarf: ca. 23.500 MWh/a
- Ziel: Austausch von 5% p.a. bis 2020 - ca. 35.000 Stck.

Pro Pumpe:

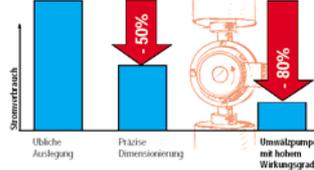
Einsparung p.a.:

- 280 kWh
- 56 €

Amortisationszeit

ca. 4 Jahre

Riesige Sparpotentiale



Hocheffizienzpumpe

Pumpe	260 €
Einbau	60 €
<b>Summe</b>	<b>320 €</b>
Förderung	100 €
<b>Kosten</b>	<b>220 €</b>

- Investition: ca. 7,5 Mio. €
- Einsparung: ca. 9.500 MWh/a  
ca. 1,9 Mio. €/a  
ca. 5.000 t CO<sub>2</sub>/a
- Regionale Wertschöpfung: ca. 2 Mio €

## Wohnen nach dem Öl!?

2 Gebäude mit je 6 Wohnungen, Bj. 1960, Sanierungsdurchführung 2005, Wiedervermietung März 2006; Berechnung gem. PHPP (PHI Darmstadt).



### Energieverbrauch vorher:

250 kWh/(m<sup>2</sup>a), das entspricht 20.000 Liter Heizöl (54 t CO<sub>2</sub> p.a.)

### Energiegewinn nachher:

42 kWh/(m<sup>2</sup>a), das entspricht 3.200 Liter Heizöl (+ 8,6 t CO<sub>2</sub> p.a.)

## CO<sub>2</sub> frei arbeiten

Ohne:

- Heizung
- Klimaanlage
- Öltank
- Gasanschluss
- fossilen Energien (keine Umweltbelastung)



„lu-teco“, das „Null-Liter-Bürohaus“ in Ludwigshafen am Rhein

ist mit 11.250 m<sup>2</sup> Nutzfläche das größte Passivhaus der Welt, geeignet für 600 Büroarbeitsplätze. Beim Zielkonflikt zwischen den statischen Lasten und der Dämmung gegen das kalte Erdreich wurden Maßstäbe gesetzt und bestehende bauphysikalische Grenzen neu definiert. Vollbezug trotz Büroflächenleerstand in Ludwigshafen

## Nahwärmenetz Wolfsangel

- 110 Wohneinheiten
  - 1.500 MWh Endenergiebedarf
- Abdeckung über
  - Holzhackschnitzel Grundlast - 280 kW
  - Öl-Kessel Spitzenlast - 410 kW
- Investition: 550.000 €
- lfd. Kosten: 75.000 € p.a.
- Erträge: 115.000 € p.a.
- Amortisationszeit: ca. 15 Jahre
- Regionale Wertschöpfung: 200.000 € p.a.
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 280t p.a.

## LED Straßenbeleuchtung

Umsetzung  
angelaufen



- Umrüstung von 15.000 Straßenlaternen in Kaiserslautern
- Einsparung gegenüber einer HQL-Leuchte 30 %
- Kosten
  - LED Substitutionseinsatz: 400 €
  - HQL Leuchte: 58 €
- Investition: 6 Mio. €
- Verbrauchseinsparung: 580.000 € p.a.
- Amortisationszeit der Mehrkosten: ca. 9 Jahre
  - Wirtschaftlichkeit nur über Einsparung berechnet
  - Zzgl. der Berechnung von Wartungsintervallen kann ein besserer Return on Invest erwartet werden
- Regionale Wertschöpfung: 400.000 € p.a.



Polylum, 2009

## Versorgungskonzept - Betzenberg I

Umgesetzt

### Energieeffizienz durch Kraft-Wärme-Kopplung

- Heizzentrale
  - 2 BHKW à 50 kW<sub>el</sub>
  - 1 Spitzenlastkessel
  - mind. 60% Wärme aus KWK
- Nahwärme
  - 1.800 m Leitungslänge
- Umwelt- und Klimaschutz
  - CO<sub>2</sub>-Einsparung pro Jahr ca. 80 t



## Sanierung öffentlicher Gebäude Beispiel: Schulzentrum Nord

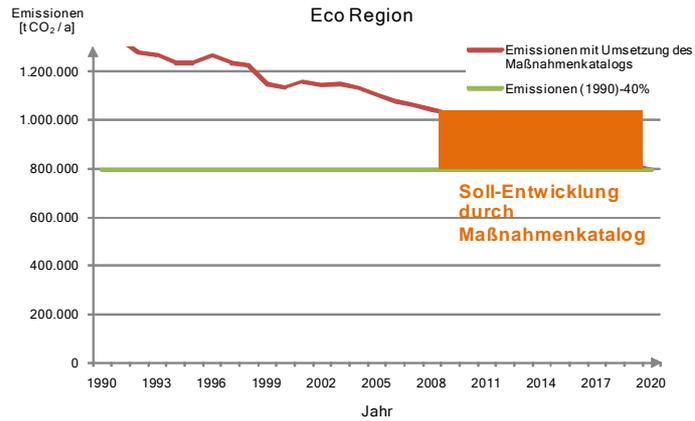
Umgesetzt



- Rückbau der alten Lüftungsgeräte und Dachabdichtung
- Neue Dämmung und Abdichtung
- Erneuerung der Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung und hocheffizienten Antrieben
- Aufschaltung der Lüftung auf Gebäudeleittechnik-Zentrale
- Installation von Photovoltaik-Anlagen auf den Dachflächen

## CO<sub>2</sub>-Gesamtemissionen in Kaiserslautern

- Soll Entwicklung (40%) wird durch Maßnahmen des Maßnahmenkataloges um ca. 11% überschritten



## Klimaschutz eine Frage des lokalen/regionalen Engagements

Prof. Dr. Peter Heck  
 Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)  
 Fachhochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld  
 Postfach 1380, D- 55761 Birkenfeld  
 Tel.: 0049 (0)6782 / 17 - 1221  
 Fax: 0049 (0)6782 / 17 - 1264