

# Praxisbasiertes Stoffstrommanagement



## Ökologische Bewertung der Stoffstromszenarien im Verbundprojekt LaTerra

Workshop  
Biochar goes practise  
Felix Flesch (IfaS)  
Berlin, *09. Dezember 2014*

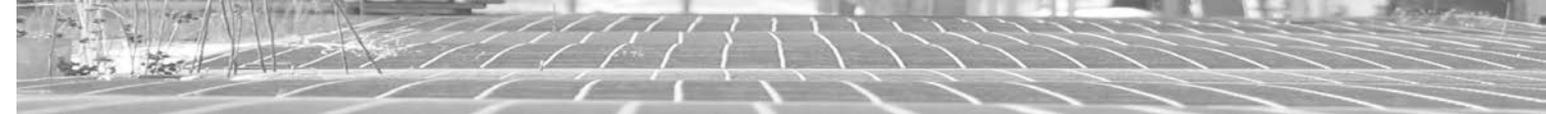


Hochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld  
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Internet: <http://www.stoffstrom.org>



HOCHSCHULE TRIER  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
Umwelt macht Karriere.



# Das IfaS am Umwelt-Campus Birkenfeld



HOCHSCHULE TRIER  
**Umwelt-Campus Birkenfeld**  
Umwelt macht Karriere.

# Anspruchsvolle Ziele „Null-Emissions-Campus“



- 100% Wärme aus Biogas, Holz, Solarthermie...
- 100% Strom aus Photovoltaik und KWK
- 100% Effizienz als Ziel
  - ✓ Wärmerückgewinnung
  - ✓ Klimatisierung über Erdwärme und Solar (Adsorption)
  - ✓ Regenwassernutzung (Zisternen, Mulden, Rigolen, Teiche)
  - ✓ Passiv und Null-Energie Studentenwohnheime,
  - ✓ Campus als Biotop (standortgerechte Pflanzen nachhaltige Pflege)
  - Null Abwasser und Nährstoffrückgewinnung (ab 2015 geplant)

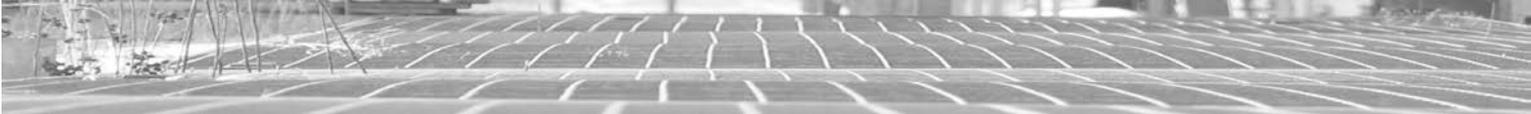
# „Null-Emissions-Campus“



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



„Gelebtes“ Stoffstrommanagement



# Institut für angewandtes Stoffstrommanagement



## In-Institut der Fachhochschule Trier

- Gründung Ende 2001
- 9 Professoren
- 80 Mitarbeiter

## 7 Abteilungen:

- EE & Energieeffizienz
- **Biomasse u. Kulturlandschafts-entwicklung**
- Strategisches SSM und Zero Emission
- Zukunftsfähige Mobilität
- Nachhaltige Wasserwirtschaft
- Internationale Projekte
- Aus-/Fort- und Weiterbildung

## Schwerpunkte:

- Beratung, Projektentwicklung
- Akteursmanagement
- Technische Machbarkeit
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- Weiterbildung (IMAT)



Null-Emissions-Gemeinden



# IfaS – Bereiche & Arbeitsfelder

## ■ In-Institut der Hochschule Trier

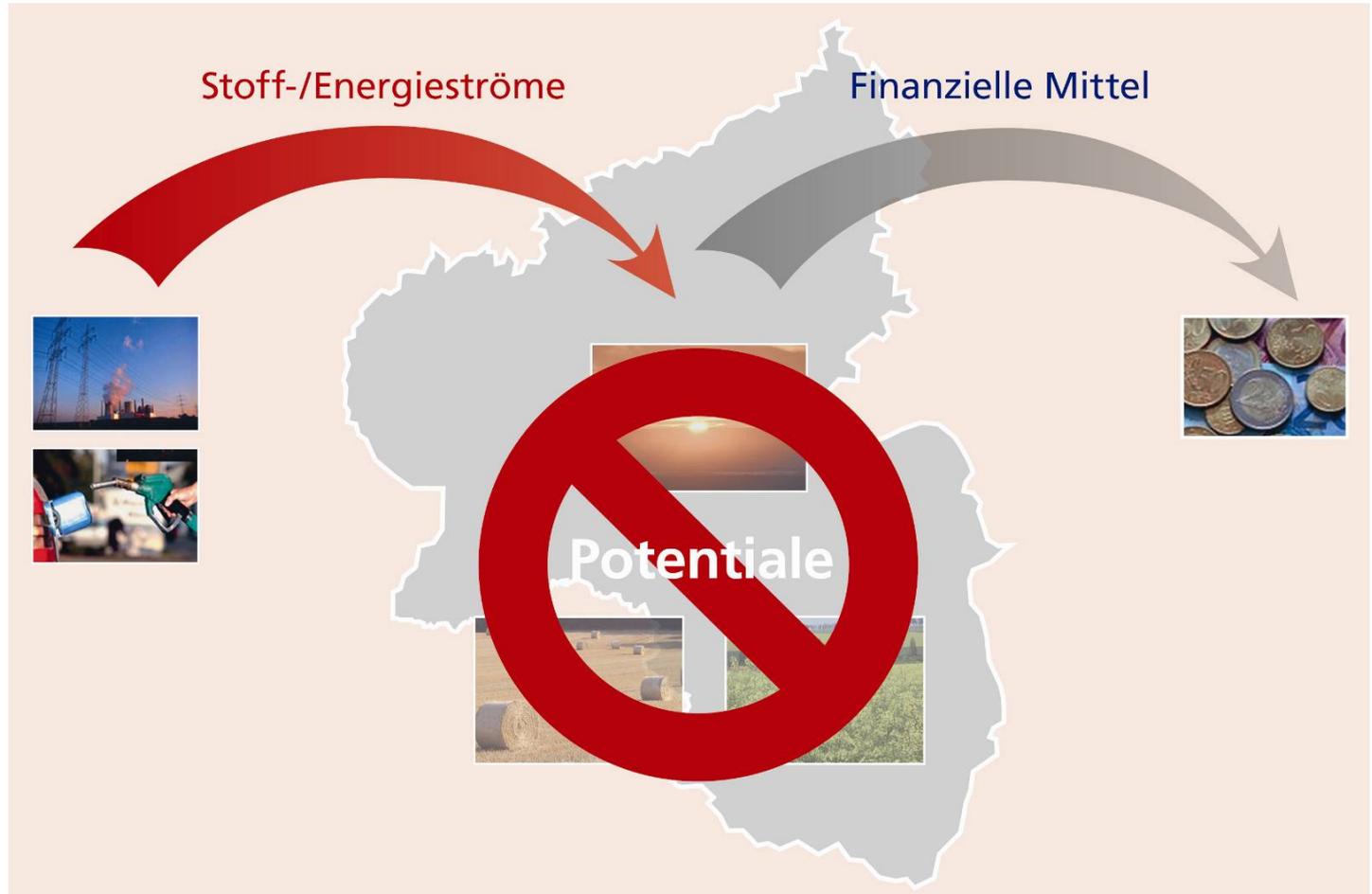
- Gründung Ende 2001
- 9 Professoren
- 62 Mitarbeiter
- inkl. HIWIs und Praktikanten 100 Mitarbeiter

## ■ Schwerpunkte:

- Beratung, Projektentwicklung
- Akteursmanagement
- Energie- und Klimaschutzkonzepte
- Technische Machbarkeit
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- Weiterbildung



# Derzeitige Stoff-/Energieröme (ohne SSM)



# Endwert jährlicher Aufwendungen für Heizkosten



**Laufzeit** 30 Jahre

Heizkosten Preissteigerung	1.000 €	1.500 €	2.000 €	2.500 €	3.000 €	Vervielfachung
1%	34.785 €	52.177 €	69.570 €	86.962 €	104.355 €	1,16
2%	40.568 €	60.852 €	81.136 €	101.420 €	121.704 €	1,35
3%	47.575 €	71.363 €	95.151 €	118.939 €	142.726 €	1,59
4%	55.085 €	84.127 €	112.170 €	140.212 €	168.255 €	1,87
5%	63.439 €	99.658 €	132.878 €	166.097 €	199.317 €	2,21
6%	72.858 €	118.587 €	159.713 €	197.645 €	237.175 €	2,64
7%	94.461 €	141.691 €	188.922 €	236.152 €	283.382 €	3,15
8%	113.283 €	169.925 €	226.566 €	283.208 €	339.850 €	3,78
9%	136.308 €	204.461 €	272.615 €	340.769 €	408.923 €	4,54
10%	164.494 €	246.741 €	328.988 €	411.235 €	493.482 €	5,48
11%	199.021 €	298.531 €	398.042 €	497.552 €	597.063 €	6,63
12%	241.333 €	361.999 €	482.665 €	603.332 €	723.998 €	8,04

## Kleines Dorf – hohe Kosten!!!



500 Einwohner, 300 Wohnhäuser,

Heizkosten: 2.000 € pro Haus und Jahr  
= 600.000 €/a

Stromkosten: 750 € pro Haus und Jahr  
= 225.000 €/a

---

➔ **Gesamt:** ca. 825.000 €/a

**Heute: Keine regionale Wertschöpfung, keine  
Entwicklungsperspektive, keine Innovation, kein  
Klimaschutz, keine Ressourcensicherheit etc.**

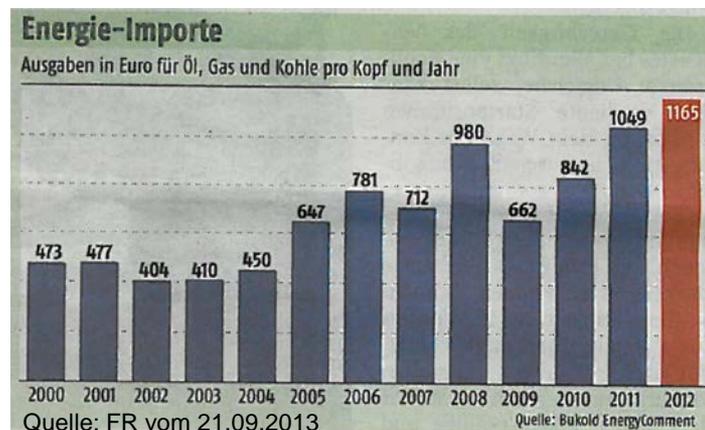
# Herausforderung Regionale Wertschöpfung



Geldstrom für fossile Energie aus Deutschland heraus  
(Erdöl, Erdgas und Kohle):

- 2000: 32,3 Mrd. Euro
- 2008: 83,6 Mrd. Euro
- 2010: 63,2 Mrd. Euro
- 2012: 92,7 Mrd. Euro

(Quelle: Statistisches Bundesamt)



Übertragen auf Einwohnergleichwerte für Bad Neuenahr-Ahrweiler

- in 2000: ~ 11,0 Mio. €
- in 2008: ~ 28,5 Mio. €
- in 2010: ~ 21,5 Mio. €
- in 2012: ~ 31,5 Mio. €

(bezogen auf 27.457 Einwohner zum Stand 31.12.2012; Quelle: Statistik RLP)

## Herausforderung Regionale Wertschöpfung

Geldstrom für fossile Energie aus dem Landkreis heraus  
(Erdgas, Erdöl und Kohle):

Übertragen auf Einwohnergleichwerte für LK Birkenfeld

- in 2000: ~ 32,8 Mio. €
- in 2005: ~ 52,2 Mio. €
- in 2008: ~ 85,1 Mio. €
- in 2010: ~ 64,3 Mio. €

*(bezogen auf 83.243 Einwohner zum Stand 31.12.2010; Quelle: Statistik RLP)*

- ...
- *in 2020: ~ .....Mio. € → 4% steigend!*
- *in 2050: ~ .....Mio. € → oder mehr ?*
- *Löhne, Gehälter, BaföG, Renten → 4% bis 8%/a steigend?*

# Optimierte regionale Energie- und Stoffströme



# (Bio)Energie- und Nährstoffträger



## Friedrich Wilhelm Raiffeisen (1818 - 1888)

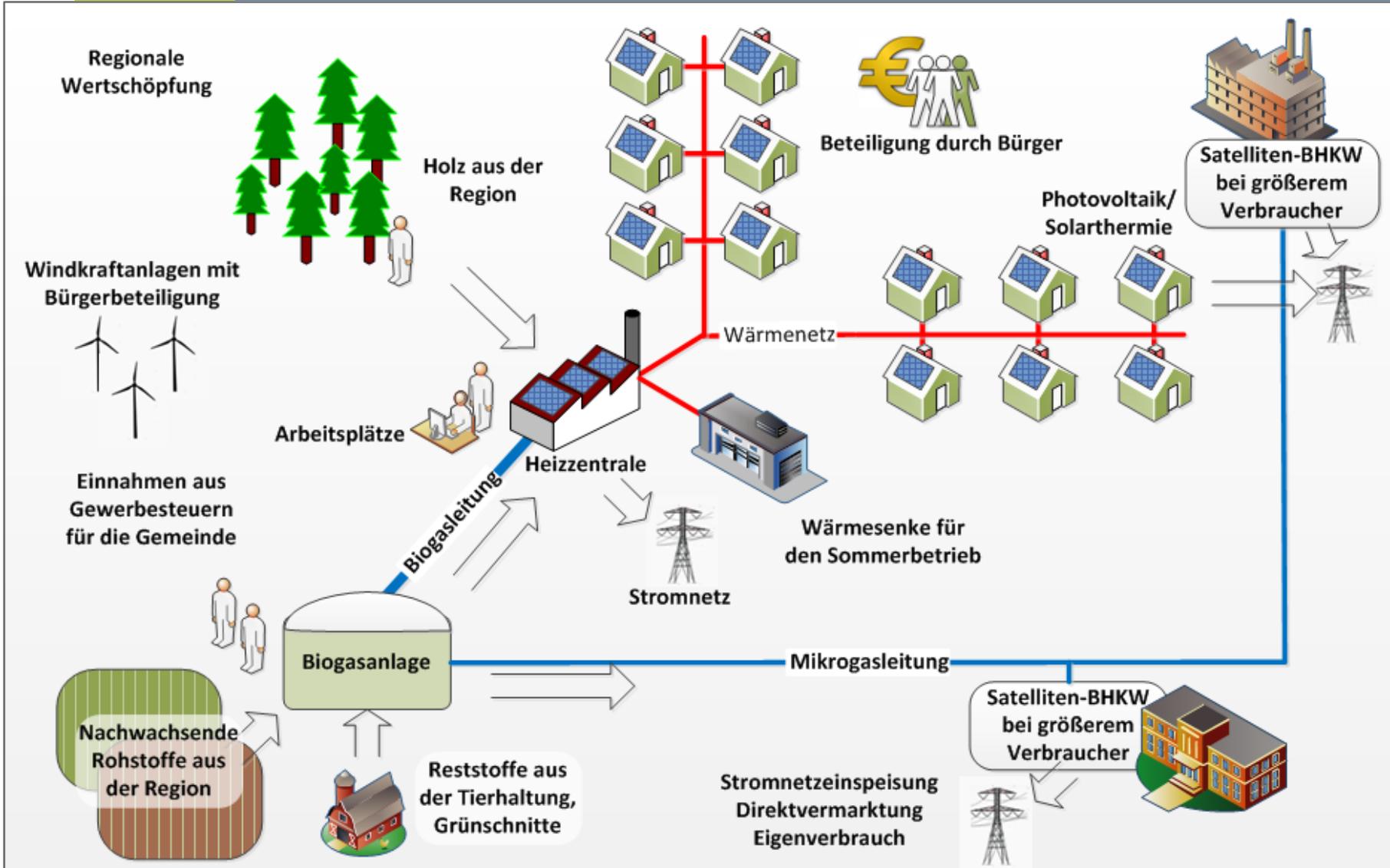
Das Geld  
des Dorfes  
dem Dorfe!

Spart  
bei Eurem  
Darlehenskassenverein



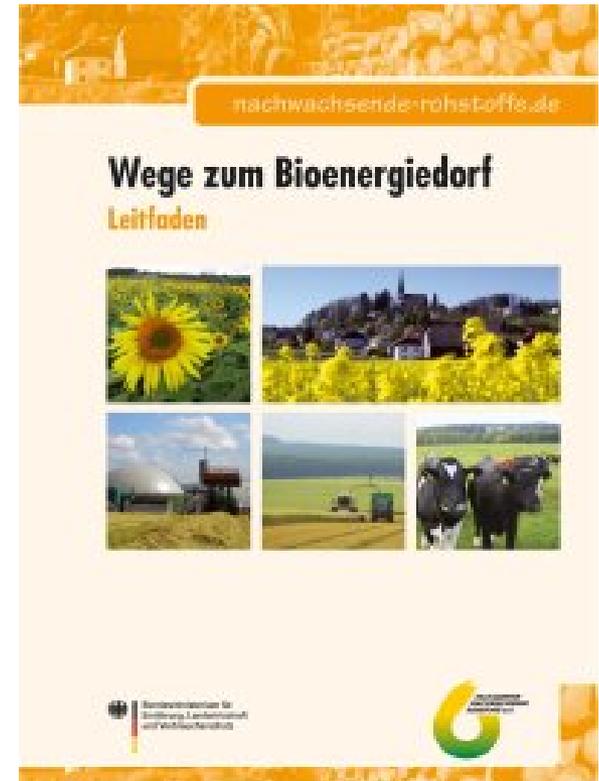
Vortrag von Landrat Bertram Fleck Rhein Hunsrück Kreis

# Das (Bio)Energiedorf der Zukunft



# Leitfaden Bioenergiedörfer FNR & BMELV

- Neufassung März 2014 durch IfaS
- Zielgruppe: Projektentwickler u. Kommunen
- Recherche innovativer Ansätze in Deutschland
- Zusammenführung von Handlungswissen



Quelle: FNR

# Stoffstrommanagement

## Beispiel: Nahwärmeverbünde der RHE

Öffentliche Gebäudekomplexe werden zu Nahwärmeverbänden zusammengeführt und mit **Baum- und Strauchschnitt** beheizt (120 Sammelpunkte, zentraler Aufbereitungsplatz)



**Nahwärmeverbund Simmern:**  
9 Schulgebäude,  
3 Sporthallen

**ähnliches Projekt im Schulzentrum Kirchberg in Betrieb** (7 Schulgebäude, 3 Sporthallen, 1 Hallen- und Freibad)

**ähnliches Projekt im Schulzentrum Emmelshausen in Betrieb** (6 Schulgebäude, 2 Sporthallen, 1 Mensagebäude, 1 Bibliothek)

➔ Gesamtinvestition  
**7,5 Millionen €**

➔ Jährliche Ersparnis  
**673.500 Liter**  
Heizöläquivalent

➔ Im Laufe der nächsten 20 Jahre verbleiben mind. **12,1 Millionen € Energiebezugskosten** in der Region

# Wirtschaftliche Auswirkungen bis zum Jahr 2050 im Landkreis Birkenfeld

Durch den Ausbau regenerativer Energieträger im Strom- und Wärmebereich kann die **regionale Wertschöpfung** in 2050 auf ca. 25 Mrd. € gesteigert werden!

■ **Investitionen:**

ca. 7,2 Mrd. €

■ **Einsparungen / Erlöse:**

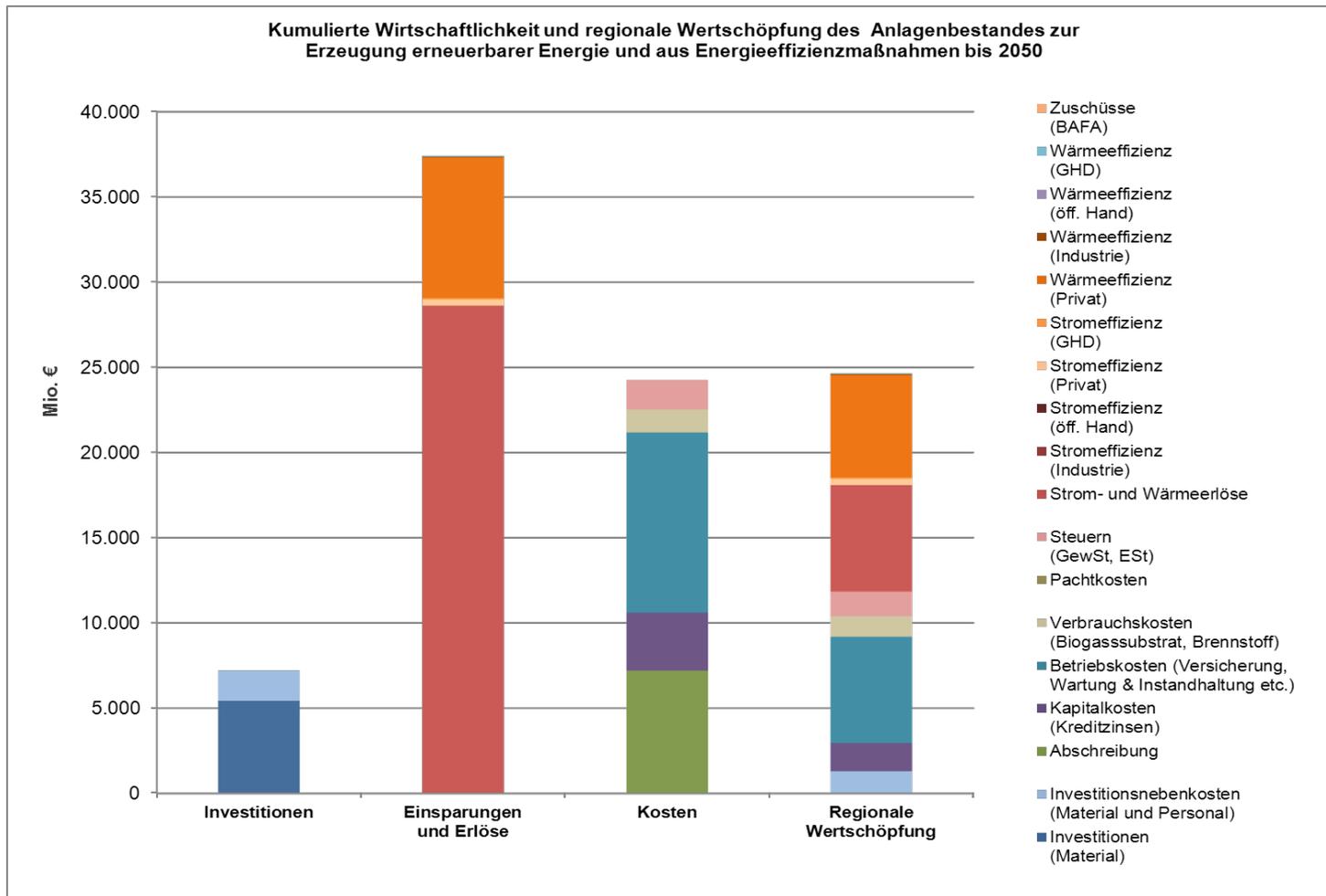
ca. 37 Mrd. €

■ **Kosten:**

ca. 24 Mrd. €

■ **RWS:**

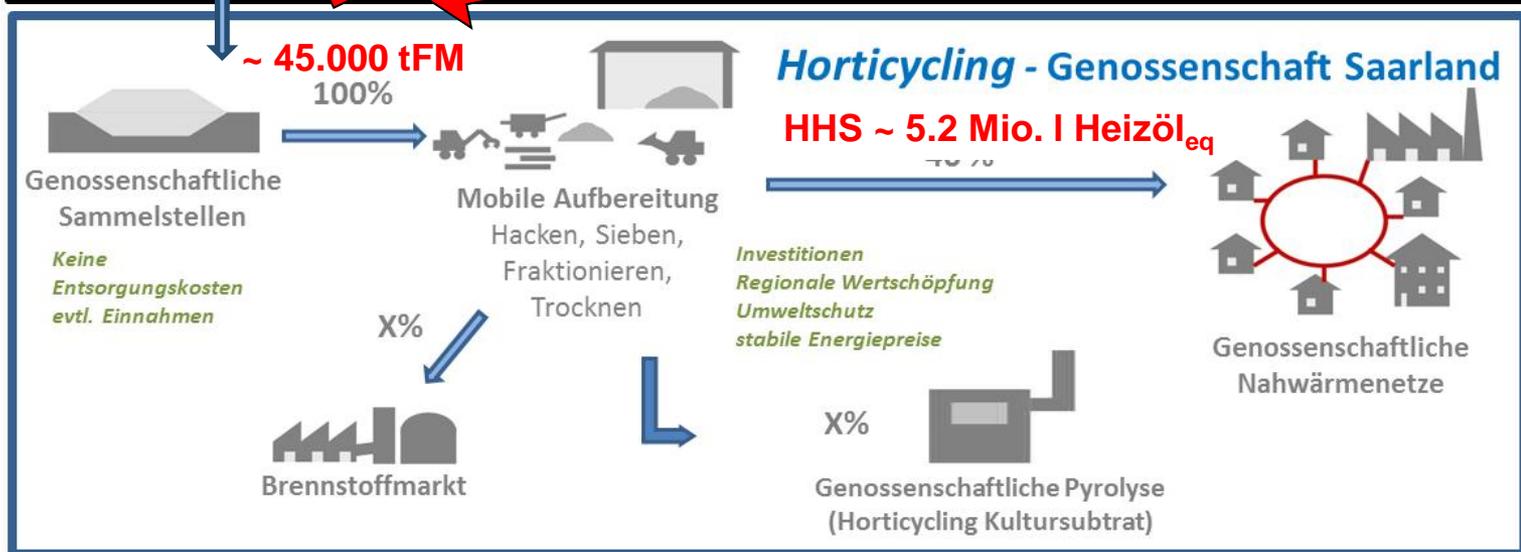
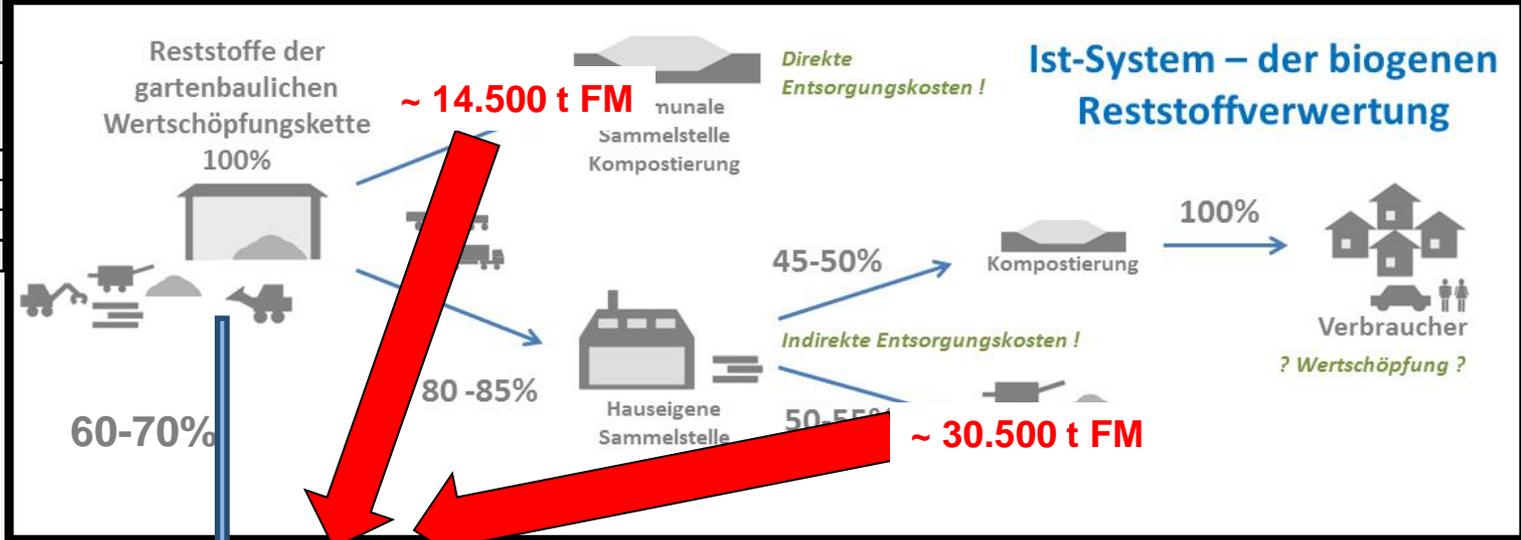
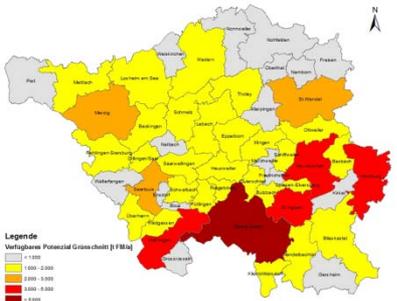
ca. 25 Mrd. €



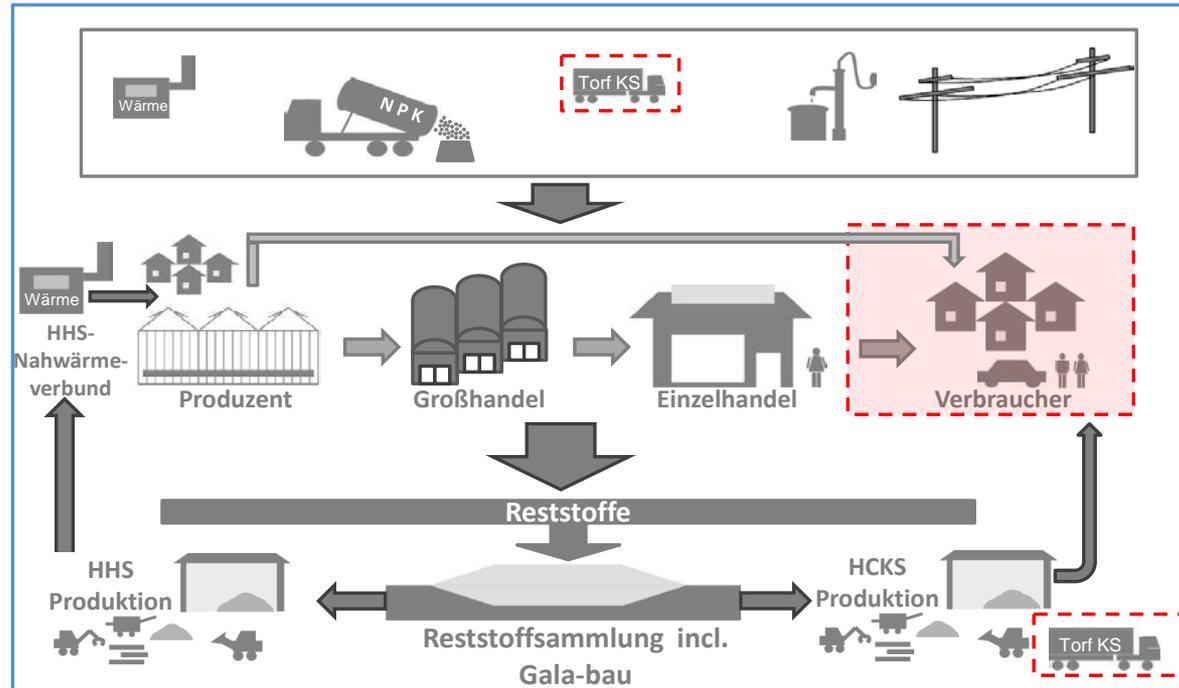
# Gartenbau Saarland - Projektergebnisse Biomassepotenziale (Ist-Soll-System)

## Ausbaupotenzial in Biomassefraktionen

Biomassefraktion	Ausbaupotenzial [tFM]
Substratartige Biomasse	18.380
Grasartige Biomasse	9.080
Holzartige Biomasse	17.580
<b>Summe (gerundet)</b>	<b>45.000</b>



# Projekte IfaS: CO<sub>2</sub> –Bilanzierung Gartenbau Saarland



## CO<sub>2eq</sub> nach der Systemänderung:

→ 41,84 kg CO<sub>2eq</sub> / brutto m<sup>2</sup>/a

→ Reduktion um 6,92 kg/ brutto m<sup>2</sup> CO<sub>2eq</sub>

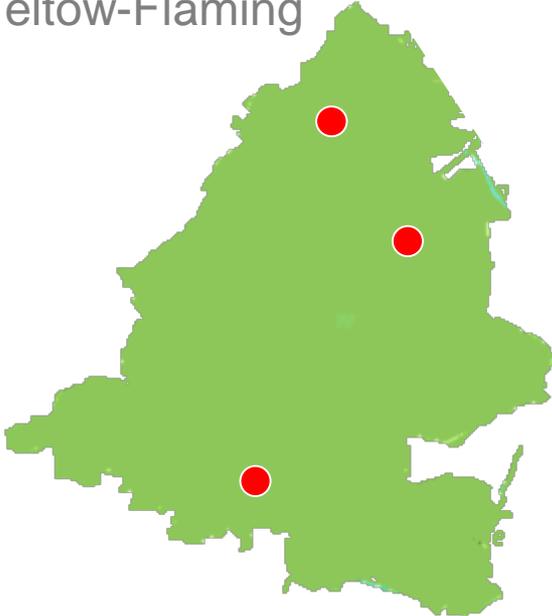
## Bezogen auf die saarländische Produktionsfläche:

→ ~8.790 t CO<sub>2eq</sub> / a

→ Reduktion um ~1.450 t CO<sub>2eq</sub> / a

# Untersuchungsregionen LaTerra

## LK Teltow-Fläming



- Nuthe-Urstromtal
- Niedergörsdorf-Oehna
- Rangsdorf

## Regionaler Wachstumskern (Niederlausitz)



- Lauchhammer
- Finsterwalde
- Großräschen
- Uebigau-Wahrenbrück

Durchführung von Vor-Ort Untersuchungen für 7 Standorte  
Stoffströme, Stoffeigenschaften, stoffspezifische Kosten

# Ohne Kulturlandschaftsmanagement

Durch **lokale Integration** der Kulturlandschaft können bislang **isolierte Stoffströme**, aus Siedlung, Verkehr und Landwirtschaft ...



# Stoffauswahl

## Stoffe für Pyrolyse

- Landschaftspflegematerial (holzartig)
  - Grünschnitte aus der Pflege öfftl. Liegenschaften
  - Grünschnitte der Haushalte
  - Straßenbegleitgrün
  - Gewässerpflegematerial
- Waldrestholz
- Stroh
- Produktionsreste (Spelzen, Sägemehl etc.)

### Eigenschaften

Ligninhaltige Biomasse  
Ts-Gehalt > 50%  
Materialgröße < 30mm  
Heizwert > 10 MJ  
Schadstoffarm  
(Richtlinien des Biochar Network)

## Stoffe für TP-Fermentation

- Gärsubstrate aus Biogasanlagen
- Organische Haushaltsabfälle
- Rinder/ Schweinegülle, Hühnerkot, Pferdemist
- Produktionsreste (Fruchtschalen etc..)
- Landschaftspflegematerial (grasartig)
  - Grünschnitte aus der Pflege öfftl. Liegenschaften
  - Grünschnitte der Haushalte
  - Grabenaushub/ Gewässerpflegematerial

### Eigenschaften

Nährstoffreiche Biomasse  
Materialgröße < 15 – 40mm  
Schadstoffarm  
(Richtlinien des Biochar Network)

# Stoffpotenziale am Bsp. Uebigau-Wahrenbrück

## Aktuelle Nutzung/Behandlung:

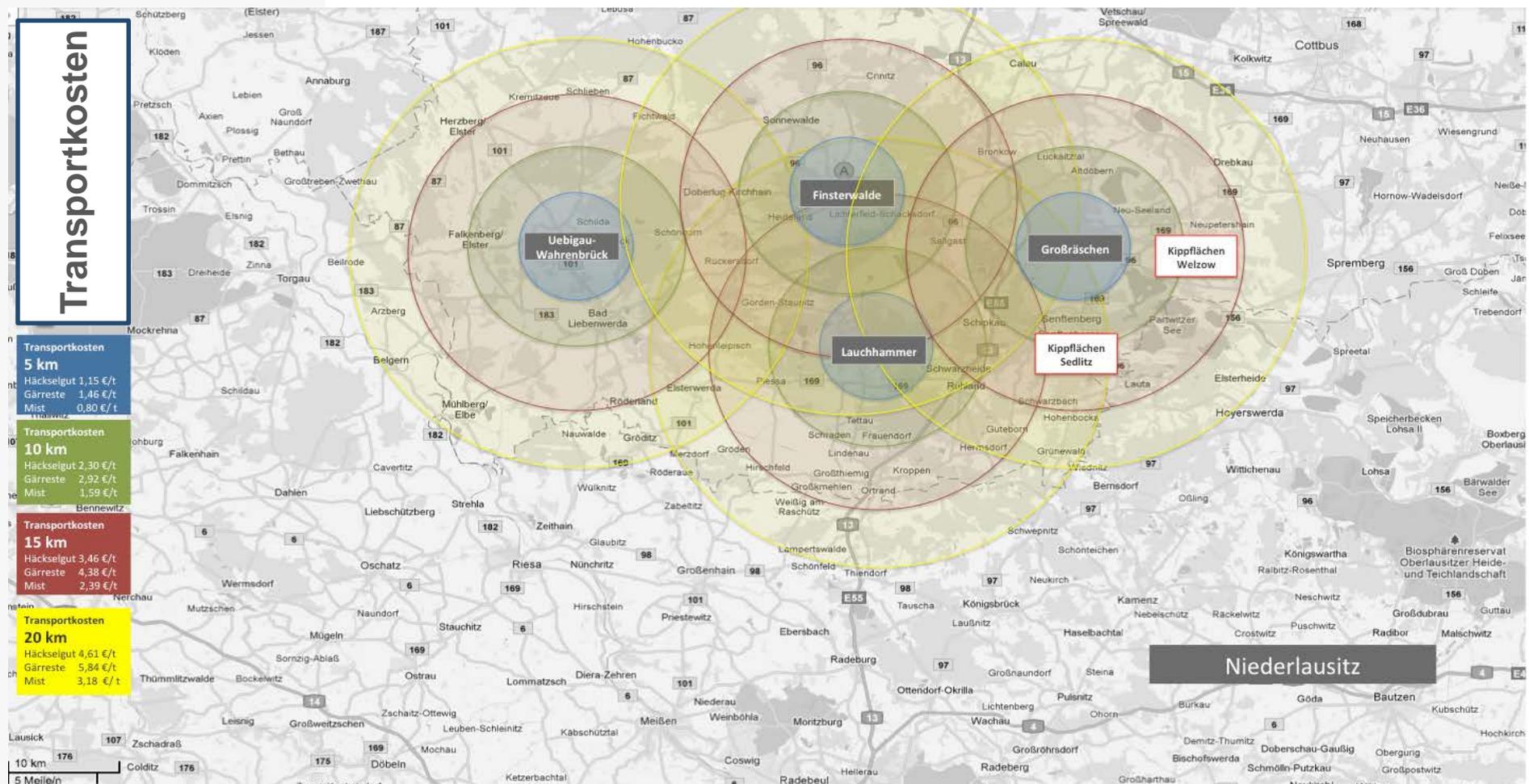
- kostenpflichtige Entsorgung (Verbrennung)
- Flächenkompostierung
- offene (teilweise illegale) Verrottung (Nichtnutzung)

**FAZIT: GRINGE BIS KEINE WERTSCHÖPUNG!**

Stoffe	Mengen	Einheit
Gewässerpflegematerial (schlammartig)	47.940	t
Grünschnitt (holzartig)	105.800	t
Grünschnitt (grasartig)	27	t
Waldrestholz	53	t
Gärsubstrate	5.000	t <sub>atro</sub>
Rindermist	242	t
	4.000	t
	6.800	t



# Übigau-Wahrenbrück - Transportradien



# BKS Mischungsverhältnis

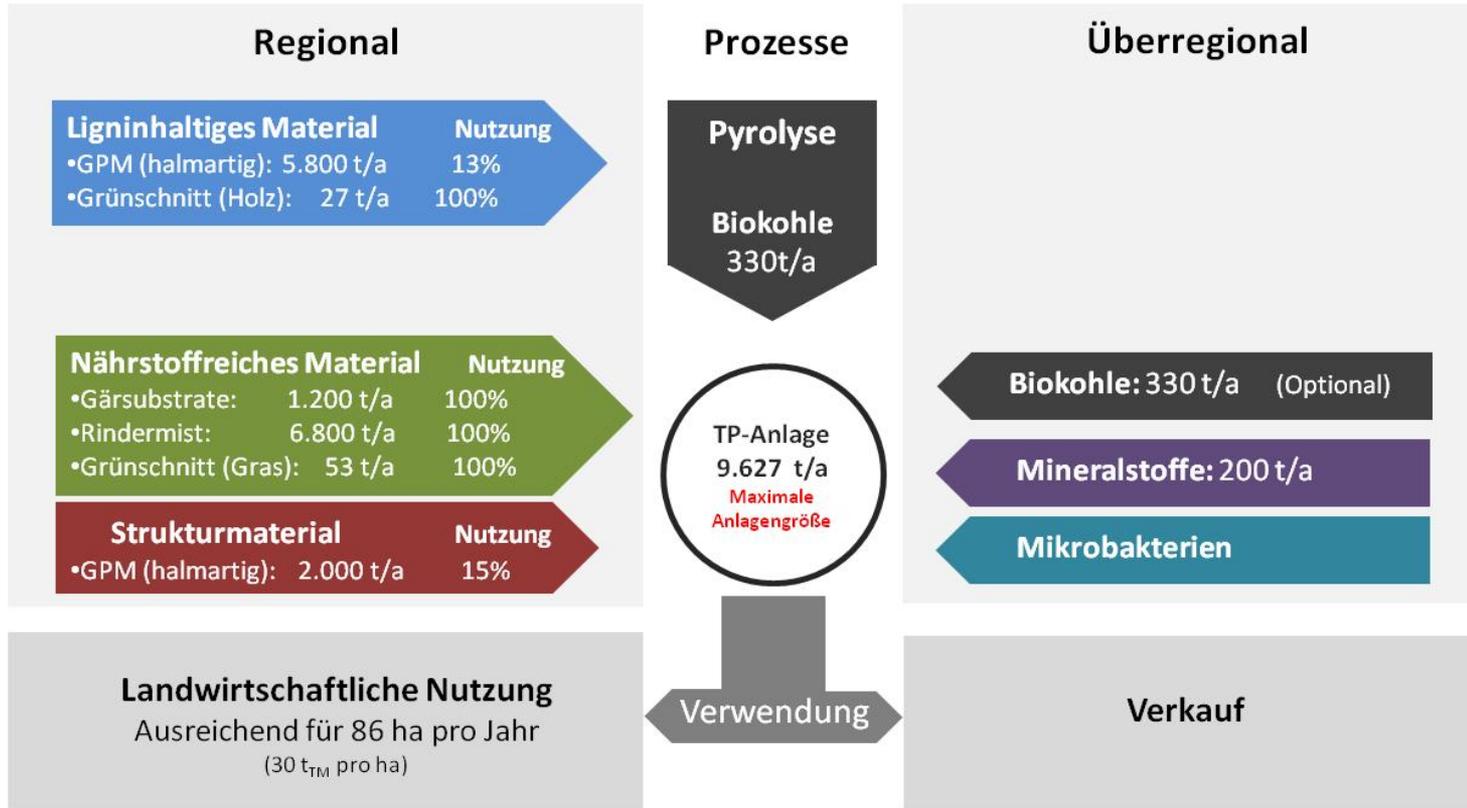
Anteilstoff	Ist ( $t_{TM}$ )	Soll
Ist Anteil Kohle in BKS <sub>TM</sub> [%]	12,86%	10-15%
Holzkohle [ $t_{TM}$ ]	329	
Ist Anteil Nährstoffr. Material in BKS [%]	62,52%	50-70%
Nährstoffreiches Material [t]	1.599	
IST-Anteil Strukturmaterial in BKS [%]	19,92%	10-20%
Strukturmaterial [t]	510	
Ist-Anteil Mineralstoffe in BKS [%]	4,69%	5%
Mineralstoffe [t]	120	

Herangehensweisen:

Mas% i.d. TM

Vol% i.d. FM

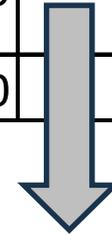
# Biokohlesubstratproduktion am Bsp: Uebigau-Wahrenbrück



## 9.600 t Biokohlesubstrat pro Jahr

## Restmengen – Uebigau-Wahrenbrück

Biomasse	Mengen [t <sub>FM</sub> ]	Restmenge v. Potenzial
Gewässerpflegematerial (halmartig)	40.140	84%
Gewässerpflegematerial (schlammartig)	105.800	100%



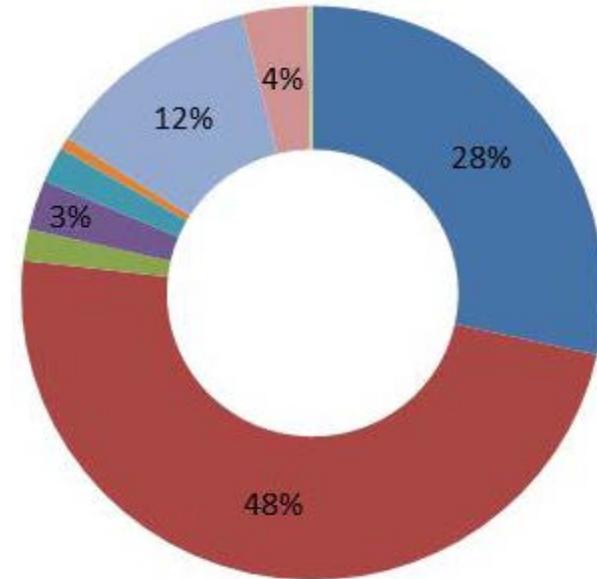
Eisenhydroxidschlamm



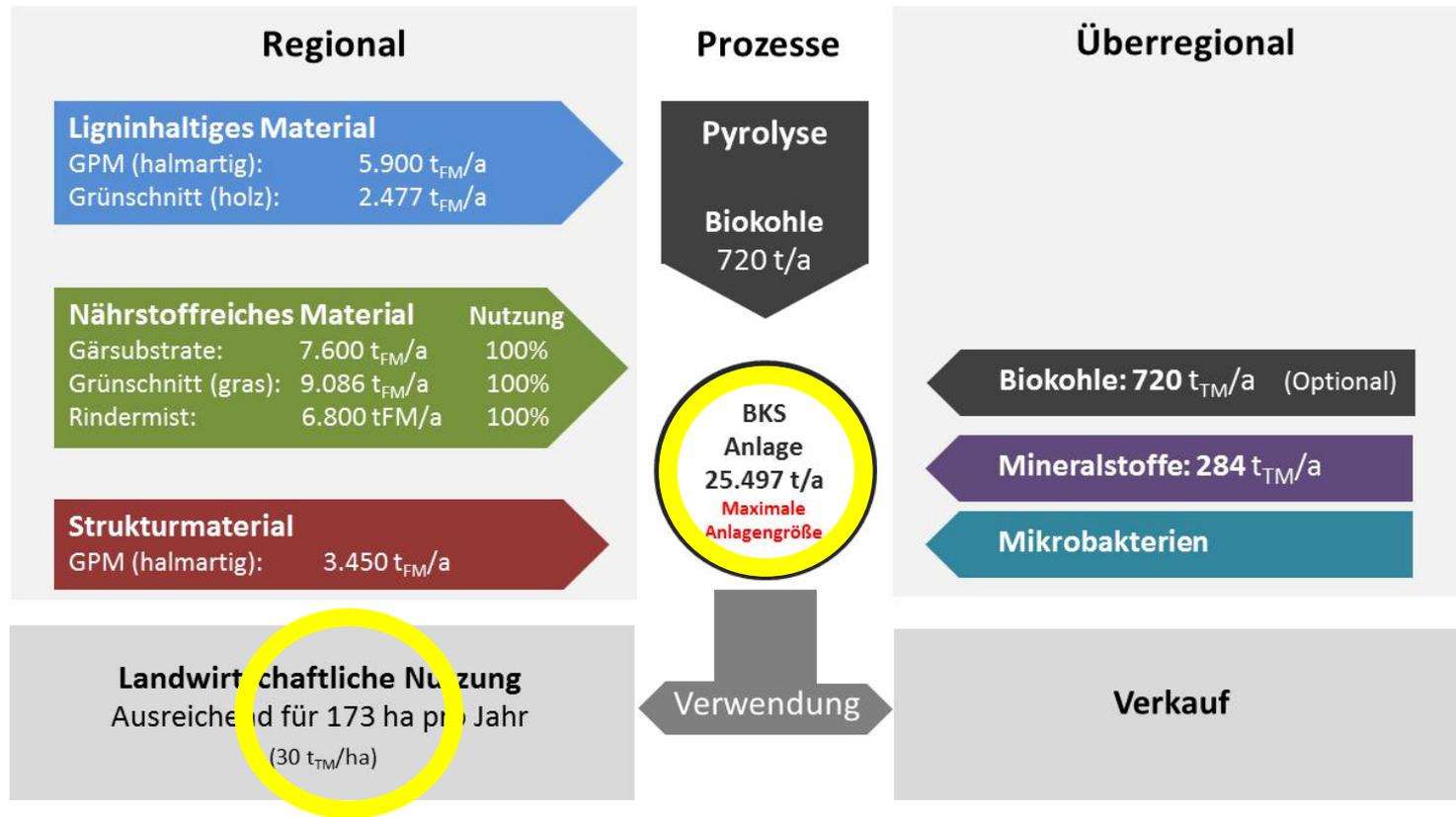
**2.250 t  
Biokohle**

# Gesamtpotenzial der Untersuchungsregion

Stoffe	Mengen [t]
Gewässerpflegematerial (halmartig)	100.650
Gewässerpflegematerial (schlammartig)	170.900
Grünschnitt (holzartig)	6.245
Grünschnitt (grasartig)	9.950
Waldrestholz	7.070
Organische Haushaltsreststoffe	2.403
Gärsubstrate	42.500
Rinder-/Stallmist	12.800
Sonstige Stoffe (erdähnliches Material)	1.000
<b>TOTAL</b>	<b>353.518</b>



# BKS Potenzial im Untersuchungsraum



**+ 5.100 t  
Biokohle**

**+ 19.400 MWh/a Wärme  
(775 Haushalte)**

# Goal and Scope Definition Product Carbon Footprint



<http://www.klima-wandel.eu>



- **Funktionelle Einheit: 1 Tonne Trockenmasse BKS**
- **Ökobilanz-Programm: Umberto Carbon Foot Print (Eco Invent Datenbank)**
- **Umfang (Scope):**
  - Transport der Inputstoffe
  - Vorbehandlung der Inputstoffe
  - Produktionsprozess (Pyrolyse, Mischung, Intensivrotte, effektive Mikroorganismen, Trocknung, Abbauprozesse mineralischer Zuschlagsstoffe)
    - Mineralisationskinetik, Methanemissionen, Verbrennungskinetik,
    - Energie für Pumpen, Rührwerke, Ventilatoren
- **Die Emissionen aus der Mineralisation der org. Massen wurde mit GWP=0 angesetzt.**

# Ökologische Bewertung der Produktion von BKS

## Low-Tech Variante

„Einfache“ Herstellung von BKS mit Basiskomponenten, wobei prinzipiell die Biomassen auf einer Betonplatte unter Einsatz einer Wendemaschine fermentiert werden. „Do-it-yourself-Variante“

## High-Tech Variante

Die Variante strebt eine hochgradig integrierte Kreislaufführung von Stoffen und resultierender Fermentationsprodukte (Gase, Sickerwasser, etc.) an. Dabei spielt die Energiebilanz (Wärmenutzung des Fermentations- und Verkohlungsprozesses) eine entscheidende Rolle (zum Beispiel der Hengstbacher Hof).

Alle Anlagenvarianten basieren auf den Inputsubstraten der Stoffstromszenarien aus den Untersuchungsgebieten des Verbundprojektes.



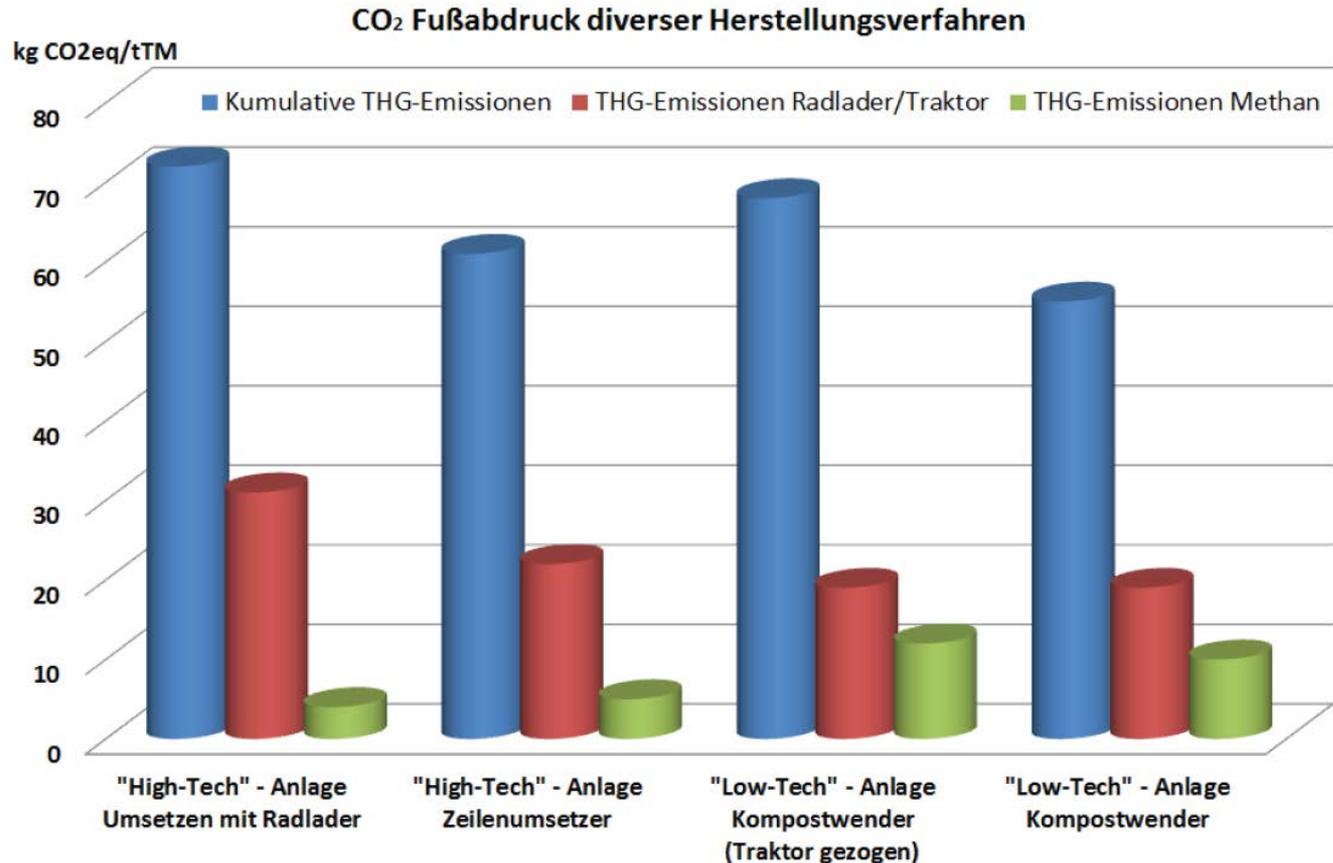


# Product Carbon Footprint

## Ergebnis:

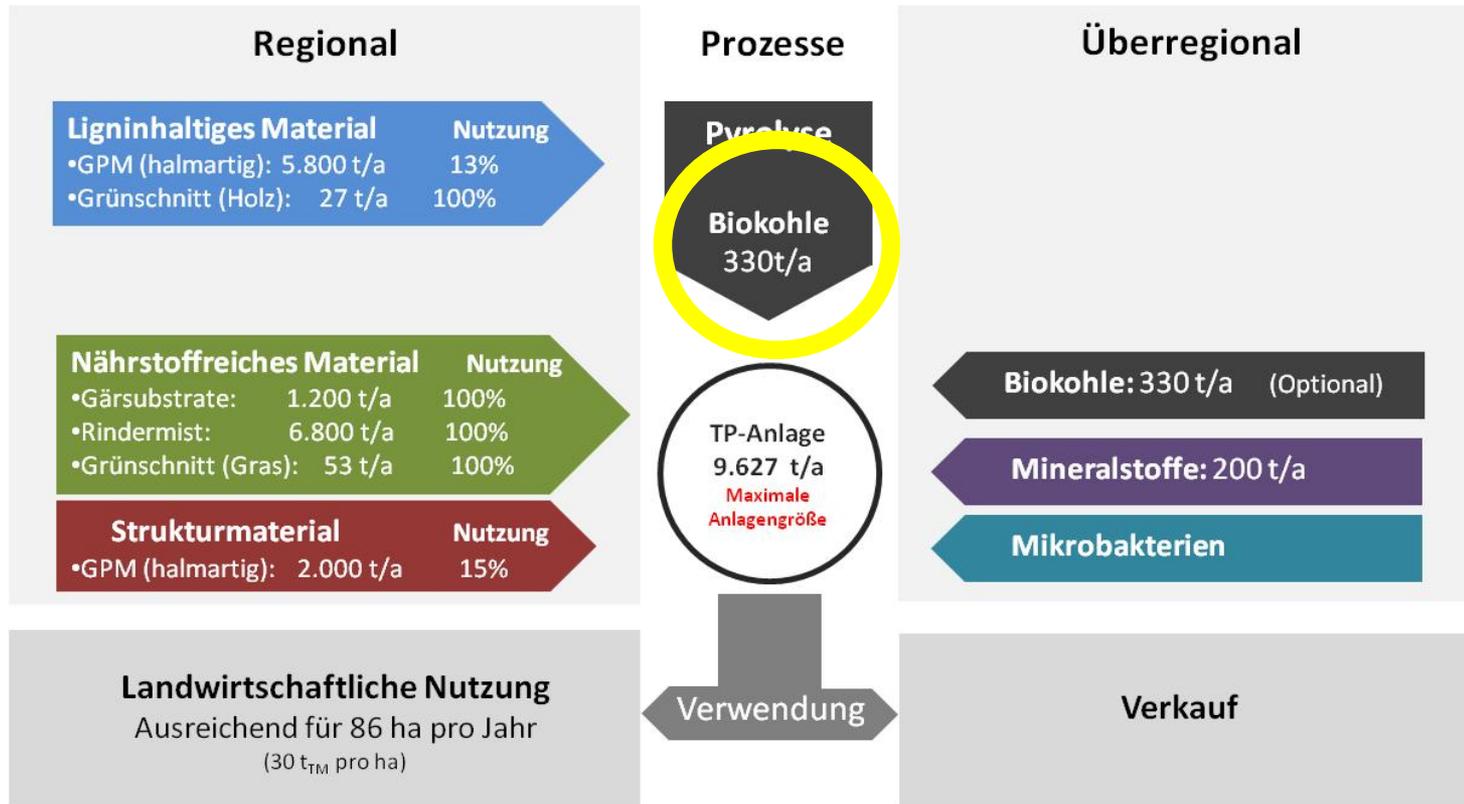
**Low-Tech:**  
56-68 kg CO<sub>2</sub>/t<sub>TM</sub>

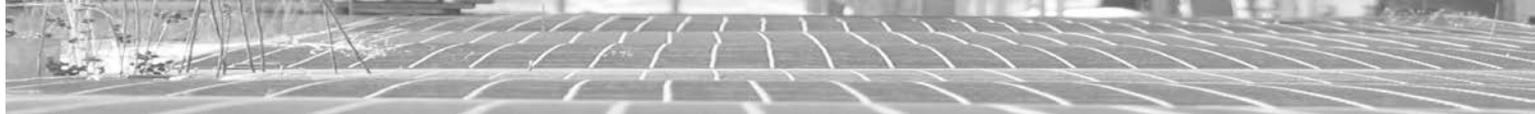
**High-Tech:**  
41-72 kg CO<sub>2</sub>/t<sub>TM</sub>



Geringe Unterschiede der Herstellungsverfahren hinsichtlich der entstehenden Emissionen. Geringer Einfluss des Anlagenkonzeptes auf Klimateffizienz!

# Stoffstromszenario Bsp: Uebigau-Wahrenbrück





# Inertisierter Kohlenstoff als Sequestrationspotenzial

Nicht pyrolysierte Biomasse ist im Vergleich zur Kohle leicht abbaubar und hat somit ein zu vernachlässigendes Sequestrationspotenzial.

## Ligninhaltiges Material

- GPM (halmartig): 5.800 t/a
- Grünschnitt (Holz): 27 t/a

## Pyrolyse

**Biokohle**  
330t<sub>TM</sub>/a



**Emissionsvermeidung:**

**1.185 tCO<sub>2</sub>**

**Produzierte Substratmenge:**

**2.580 t<sub>TM</sub>**

**Sequestrationspotenzial:**

**459 kgCO<sub>2</sub>/t<sub>TM</sub>BKS**

## Sequestrationspotenzial Bsp: Uebigau-Wahrenbrück



Emissionen aus Produktion		brutto CO <sub>2</sub> -Vermeidung		netto CO <sub>2</sub> -Vermeidung	
Wert	Einheit	Wert	Einheit	Wert	Einheit
<b>179</b>	t CO <sub>2eq</sub>	<b>1.185</b>	t CO <sub>2eq</sub>	<b>1.006</b>	t CO <sub>2eq</sub>

### Erkenntnis:

Die Inwertsetzung der Biomassepotenziale in den Untersuchungsregionen würde einen aktiven Beitrag zur **atmosphärischen Dekarbonisierung** leisten.

Alleine Uebigau-Wahrenbrück könnte 1.000 t CO<sub>2eq</sub> der Atmosphäre langfristig entziehen.

## Sequestrationspotenzial im Untersuchungsraum



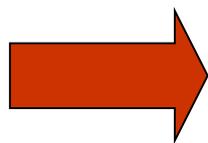
Aus Biokohlesubstrat = 2.506 t CO<sub>2eq</sub> (netto)



Aus Biokohle = 18.000 t CO<sub>2eq</sub> (brutto)



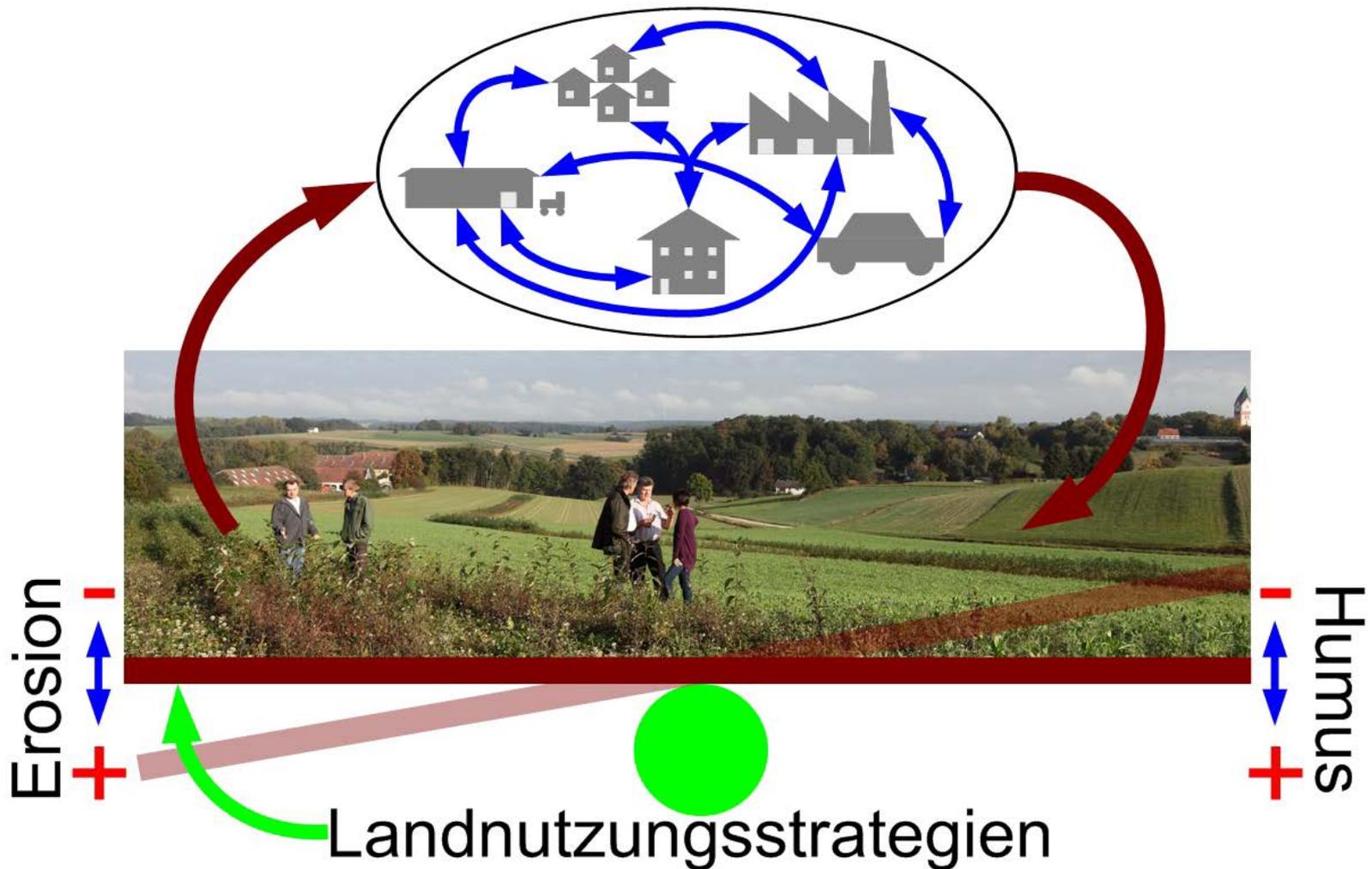
Aus Fuel Switch = 54.000 t CO<sub>2eq</sub> (brutto)



Untersuchungsraum: 2.400 km<sup>2</sup>  
CO<sub>2</sub> Ausgleich von 6.730 Bürger

# Kulturlandschaftsmanagement erarbeiten

...regional **Nachhaltigkeit** und **Wertschöpfung** fördern (Kreislaufwirtschaft)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

## Entwicklung des ländlichen Raumes eine Frage des **lokalen/regionalen** Engagements



Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)  
Hochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld  
Postfach 1380, D- 55761 Birkenfeld  
Tel.: 0049 (0)6782 / 17 - 2631  
Fax: 0049 (0)6782 / 17 - 1264

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