


**Pillnitzer Gespäch**  
**Wärme, Strom und Kraftstoff aus der Landwirtschaft**  
**29. März 2012**

**Bioenergie –  
eine Milchmädchenrechnung?**



 Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke  
Fachgebiet Ökologischer Landbau  
Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Dresden



Wie viel Prozent der eingestrahlten  
Sonnenenergie kann unter  
mitteleuropäischen Klimabedingungen  
ein Pflanzenbestand  
in der pflanzlichen  
Biomasse binden?





**Zuckerrübe**



**Rotklee**

**Pflanzenbestände mit einer hohen Strahlungsinterzeption und TM-Bildung**

**Strahlungsnutzungseffizienz**

Der Grad der Energieausnutzung lässt sich durch den energetischen Effizienzkoeffizienten ( $E_{\text{eff}}$ ) beschreiben

$$E_{\text{eff}} = \frac{\text{gebundene Energie in der pflanzlichen Biomasse (J m}^{-2}\text{)}}{\text{eingestrahelte (absorbierte) photosynthetisch aktive Energie (PAR) (Jm}^{-2}\text{)}}$$

(PAR photosynthetic active radiation = photosynthetisch aktive Strahlung)

Tab. 1 : Einfluss der N-Düngung auf die Energieausnutzung (EA, gebundene Energie in % der Einstrahlung, Bezugsbasis Einstrahlung (PAR) von Aussaat bis Ernte) der Sprossmasse von Winterweizen (Greef et al. 1993)

	<b>N-Düngung [kg N/ha]</b>	<b>EA Spross [%]</b>
<b>Winterweizen</b>	<b>0</b>	<b>1,63</b>
	<b>120</b>	<b>2,32</b>
	<b>240</b>	<b>2,86</b>

Tab. 2 : Einfluss der N-Düngung auf die Energieausnutzung (EA, gebundene Energie in % der Einstrahlung, Bezugsbasis Einstrahlung (PAR) von Aussaat bis Ernte) der Sprossmasse von Winterweizen und Winterraps und Öllein (Greef et al. 1993)

	<b>N-Düngung [kg N/ha]</b>	<b>EA Spross [%]</b>
<b>Winterweizen</b>	<b>0</b>	<b>1,63</b>
	<b>120</b>	<b>2,32</b>
	<b>240</b>	<b>2,86</b>
<b>Winterraps</b>	<b>0</b>	<b>1,42</b>
	<b>80</b>	<b>2,00</b>
	<b>200</b>	<b>3,41</b>
<b>Öllein</b>	<b>0</b>	<b>1,19</b>
	<b>40</b>	<b>1,44</b>
	<b>80</b>	<b>1,47</b>

Tab. 3 : Einfluss der N-Düngung auf die Energieausnutzung (EA, gebundene Energie in % der Einstrahlung, Bezugsbasis Einstrahlung (PAR) von Aussaat bis Ernte) der Sprossmasse und des Kornes von Winterweizen, Winterraps und Öllein (Greef et al. 1993)

	<b>N-Düngung [kg N/ha]</b>	<b>EA Spross [%]</b>	<b>EA Korn [%]</b>
<b>Winterweizen</b>	<b>0</b>	<b>1,63</b>	<b>0,83</b>
	<b>120</b>	<b>2,32</b>	<b>1,18</b>
	<b>240</b>	<b>2,86</b>	<b>1,43</b>
<b>Winterraps</b>	<b>0</b>	<b>1,42</b>	<b>0,70</b>
	<b>80</b>	<b>2,00</b>	<b>0,95</b>
	<b>200</b>	<b>3,41</b>	<b>1,52</b>
<b>Öllein</b>	<b>0</b>	<b>1,19</b>	<b>0,53</b>
	<b>40</b>	<b>1,44</b>	<b>0,66</b>
	<b>80</b>	<b>1,47</b>	<b>0,67</b>

Wie viel Prozent der eingestrahlten  
Sonnenenergie kann unter  
mitteleuropäischen Klimabedingungen  
ein Pflanzenbestand  
in der pflanzlichen  
Biomasse binden?



**In der Regel zwischen  
1 und 3 %**



Wie viel Prozent der eingestrahlten  
Sonnenenergie kann nach der Vergärung  
dieser pflanzlichen Biomasse in einer  
Biogasanlage elektrisch bzw. über Wärme  
genutzt werden?



**In der Regel zwischen  
0,5 und 0,8 %**

**(Möller 2011)**



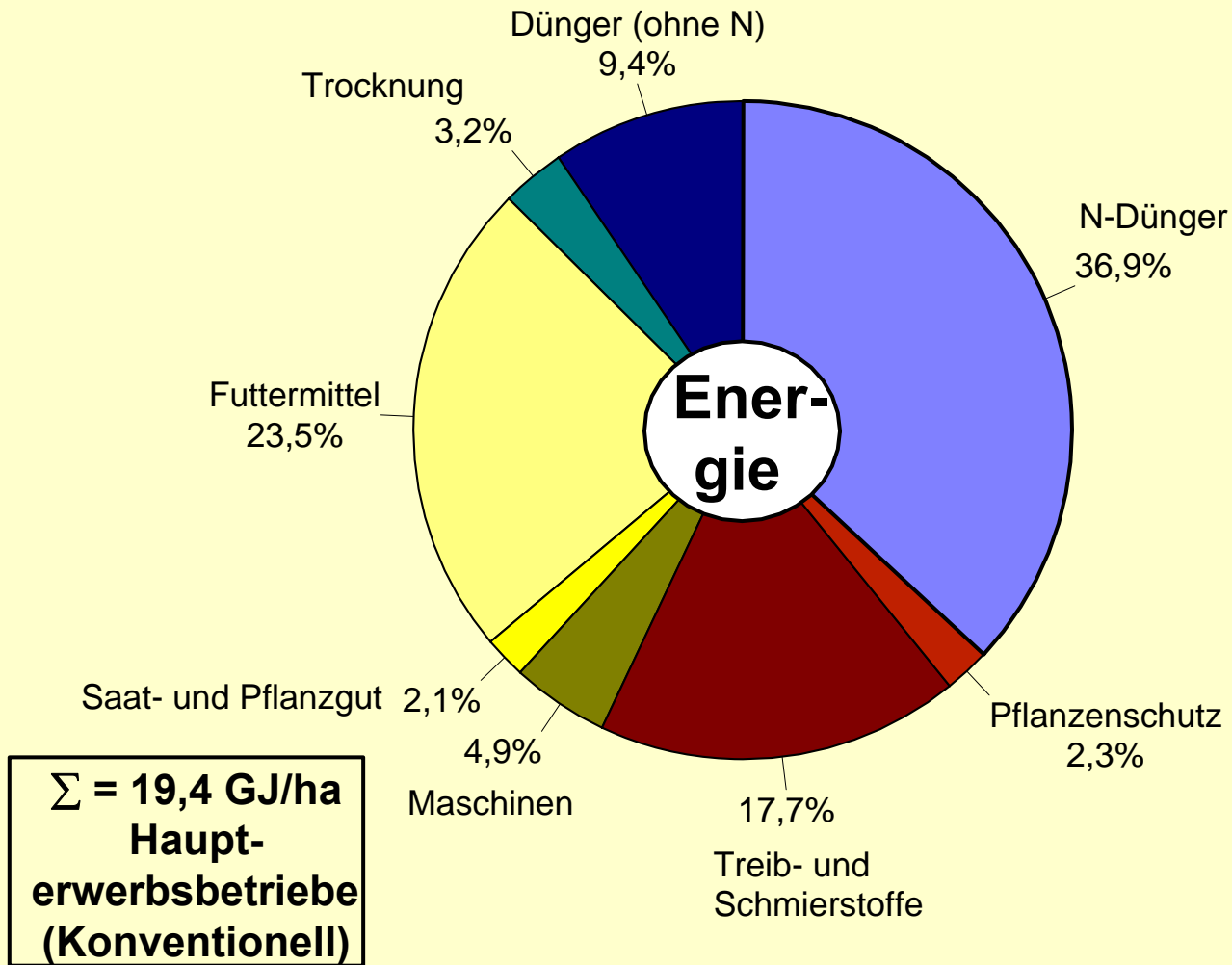
# Schlussfolgerungen I

1. Es ist sinnvoll, Energie aus organischen Reststoffen, ggf. auch Restflächen, in der Landwirtschaft einer energetischen Wertschöpfung zuzuführen
2. Die Nutzung von organischen Reststoffen über eine energetische Verwertung ist zum Erhalt des Humusvorrates des Boden und der Bodenfruchtbarkeit zu begrenzen
3. Es ist wegen der geringen Strahlungsnutzungseffizienz nicht sinnvoll, auf ertragreichen Standorten Energiepflanzen im Hauptfruchtbau anzubauen



In der Schweiz ist der Regenwurm Tier des Jahres 2011. © FiBL; Bild: T. Alföldi

# Reduktion des Primärenergieeinsatzes in der Landwirtschaft

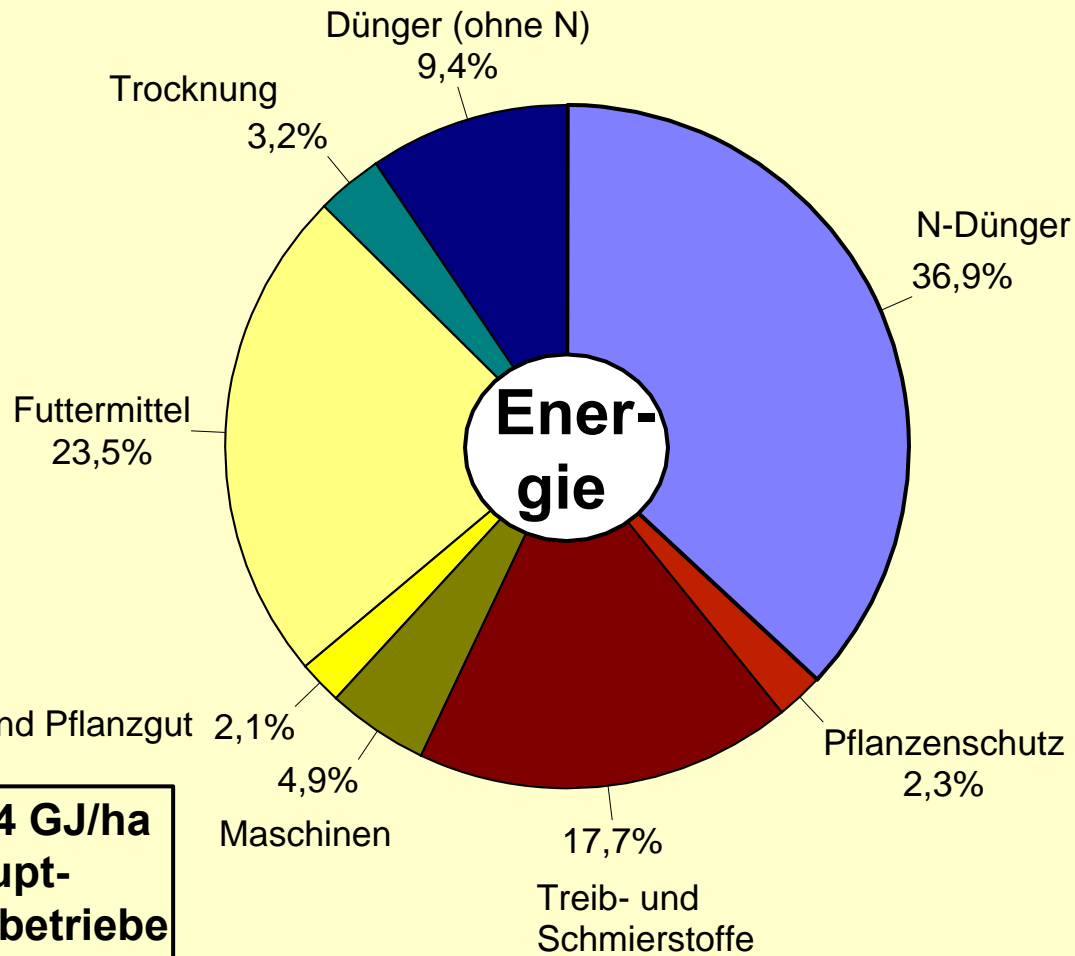


**Abb. 1: Durchschnittlicher Energieeinsatz bei systemüblichen Flächenanteilen einzelner Fruchtarten und Futtermittel-Zukäufen der konventionell wirtschaftenden Haupterwerbsbetriebe in Deutschland (Haas et al. 1995 )**

# Reduktion des Primärenergieeinsatzes in der Landwirtschaft durch Direktsaat



**Biologisch-regenerativ  
den Boden bearbeiten**



**Abb. 1: Durchschnittlicher Energieeinsatz bei systemüblichen Flächenanteilen einzelner Fruchtarten und Futtermittel-Zukäufen der konventionell wirtschaftenden Haupterwerbsbetriebe in Deutschland (Haas et al. 1995 )**

**Benötigte Energiemenge  
zur Bereitstellung  
von 200 kg  
mineralischer N-Düngemittel  
entspricht in etwa dem Energiegehalt  
von 230 l Diesel**



## Kosten der Bereitstellung 1 kg Mineral-N<sup>1)2)</sup>

- 49,1 MJ aus fossilen Energieträgern → **2984 g CO<sub>2</sub>**
- 15,1 g N<sub>2</sub>O + 7,45 g CH<sub>4</sub> Emission → **4836 g CO<sub>2</sub>**

Klimarelevanz

Σ **7820 g CO<sub>2</sub>**

<sup>1)</sup> aus Patyk & Reinhardt (1997)

<sup>2)</sup> IPCC (1995)

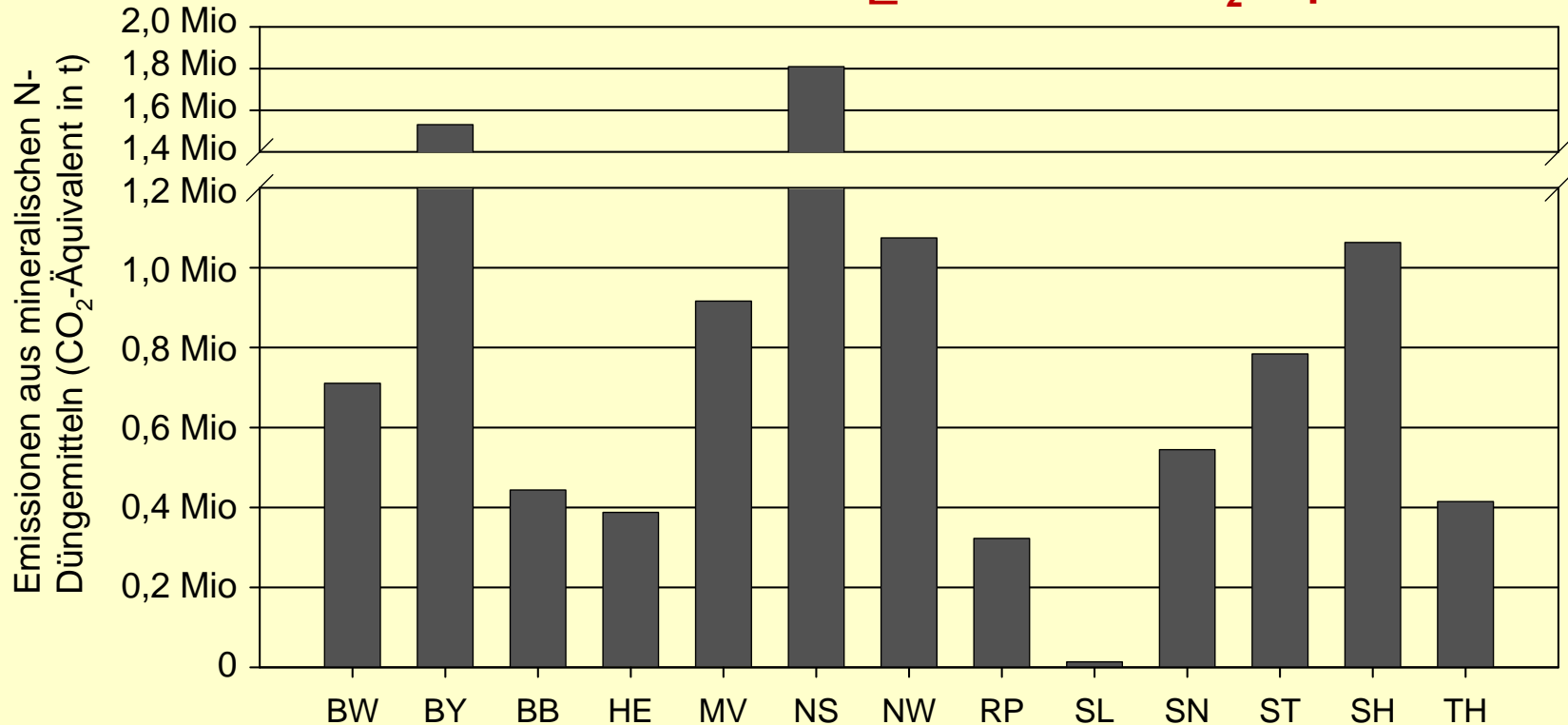
**Klimarelevanz in der aktuellen N-Düngemittelbereitstellung:  
5844 g CO<sub>2</sub> je kg N (ART 2007, Wendrock 2008)**

**entspricht ca. 40 km Fahrt mit PKW  
(150 g CO<sub>2</sub>/km)**



# Emissionen durch die Bereitstellung mineralischer N-Düngemittel

$\Sigma$  ca.10 Mio t CO<sub>2</sub>-Äquivalente a<sup>-1</sup>

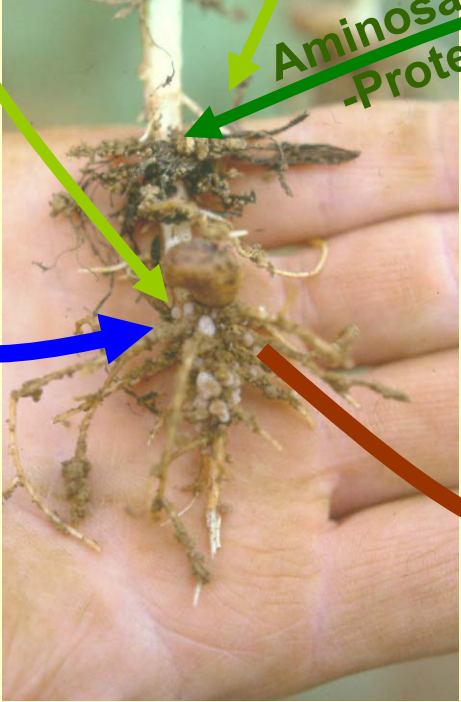


**Abb. 2: Jährliche Emissionen klimarelevanter Spurengase (in t CO<sub>2</sub>-Äquivalente) durch die in den Bundesländern abgesetzten mineralischen N-Düngemittel (Mittel der 2002 bis 2009) (Wendrock & Schmidtke 2011)**

# Symbiotische Stickstoff-Fixierung

Energiereiche  
Fotosyntheseprodukte

Molekularer  
Luftstickstoff  
 $N_2$



Aminosäure-N  
-Protein -

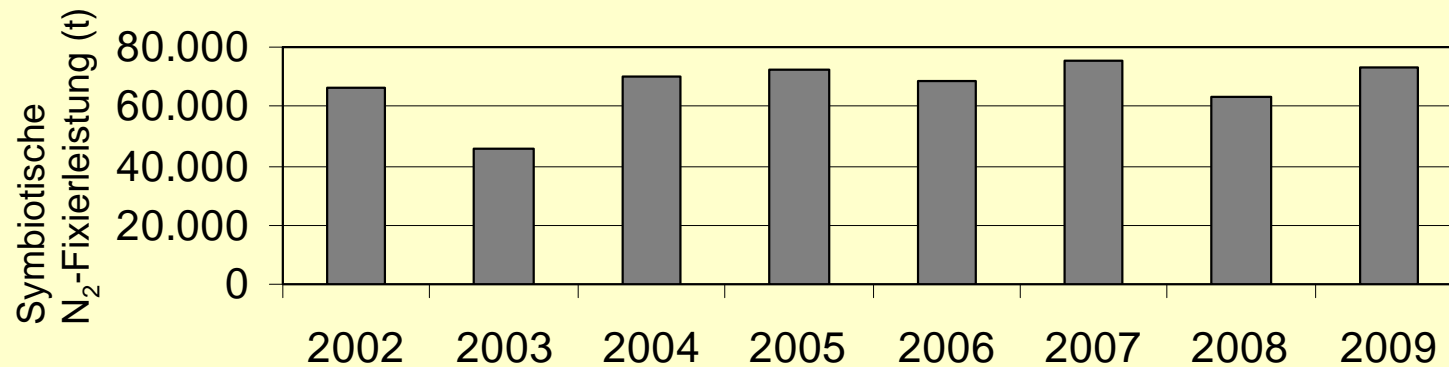
Ammoniak  
 $NH_3$



## Deutschland: zwischen 45.435 t N (2003) und 75.401 t N (2007)

Ackerbohne: bis 230 kg N ha<sup>-1</sup>

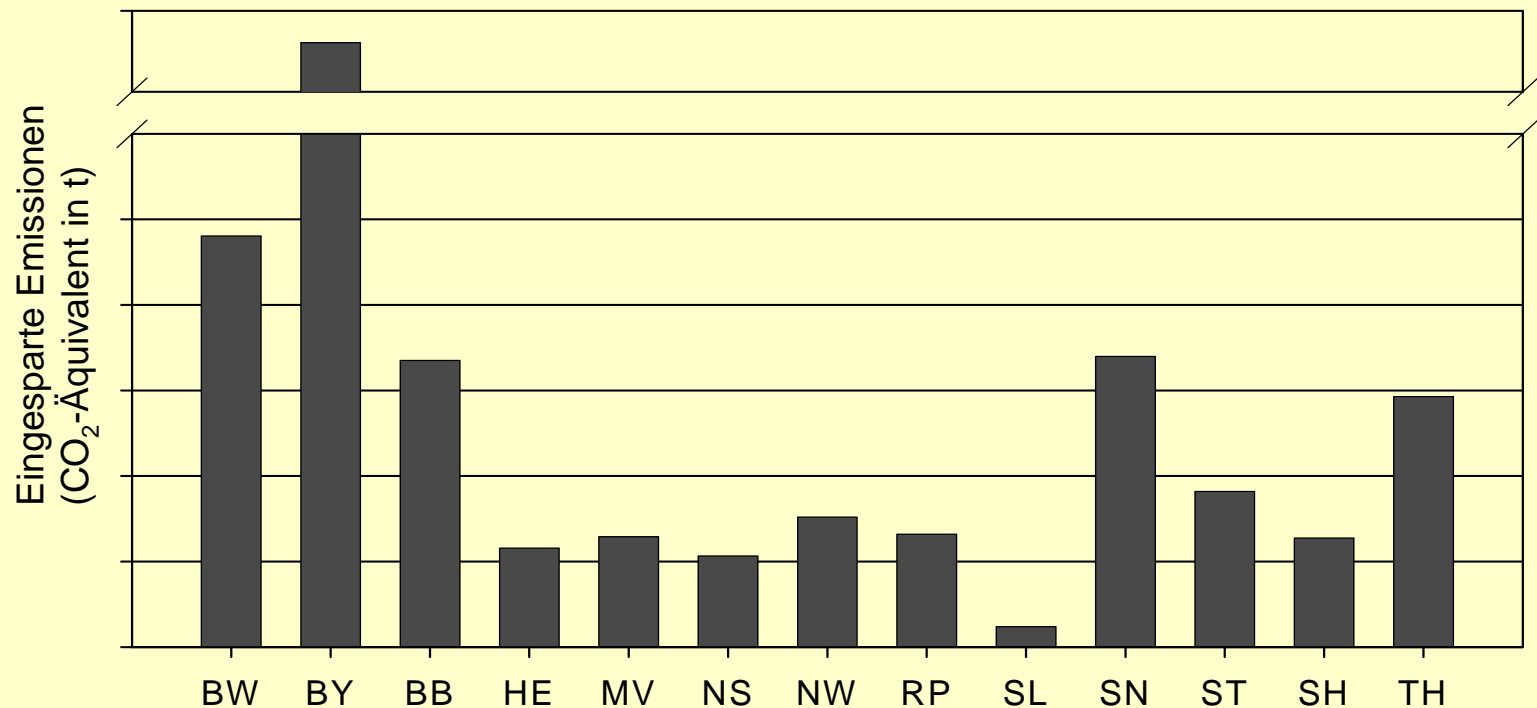
Luzerne Reinsaat: bis 340 kg N ha<sup>-1</sup>



**Abb. 3: Symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierleistung der Leguminosen im Ackerbau in Deutschland im Mittel der Jahre 2002 bis 2009 (in t)**

(Wendrock & Schmidtke 2011)

Hierdurch wurde eine Emission in Höhe von rd. 400.000 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente vermieden (Mittel 2002-2009)



**Abb. 3: Jährlich eingesparte Emissionen durch die symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung der Leguminosen im Ackerbau in den Bundesländern (in t CO<sub>2</sub>-Äquivalente a<sup>-1</sup>, Mittel 2002 bis 2009)**  
(Wendrock & Schmidtke 2011)

## Biologisch-regenerativ Stickstoff bereitstellen

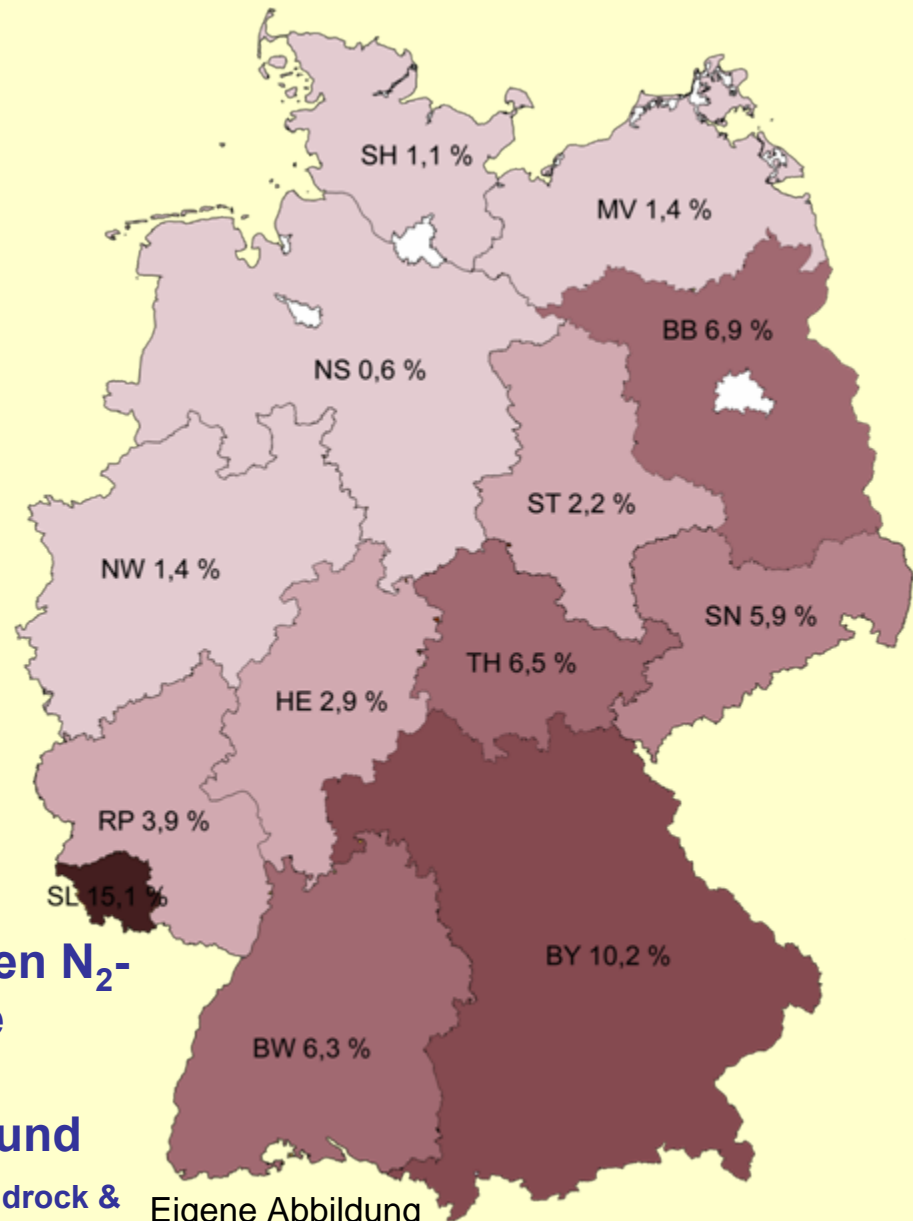


Abb. 4: Anteil der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung an der Gesamtmenge eingesetzten Stickstoffs aus mineralischen N-Düngemitteln und symbiotischer N<sub>2</sub>-Fixierung (Wendrock & Schmidtke 2011)

Eigene Abbildung  
© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie

# Schlussfolgerungen

1. Es ist sinnvoll, Energie aus organischen Reststoffen, ggf. auch Restflächen, in der Landwirtschaft einer energetischen Wertschöpfung zuzuführen
2. Die Nutzung von organischen Reststoffen über eine energetische Verwertung ist zum Erhalt des Humusvorrates des Boden und der Bodenfruchtbarkeit zu begrenzen
3. Es ist wegen der geringen Strahlungsnutzungseffizienz nicht sinnvoll, auf ertragreichen Standorten Energiepflanzen im Hauptfruchtbau anzubauen
4. Primärenergieeinsatz in der Landwirtschaft senken durch gezielte Nutzung biologisch-regenerative Bodenbearbeitung und Stickstoffbereitstellung



**Pillnitzer Gespäch**  
**Wärme, Strom und Kraftstoff aus der Landwirtschaft**  
**29. März 2012**

**Bioenergie –  
eine Milchmädchenrechnung?**



Prof. Dr. agr. Knut Schmidtke  
Fachgebiet Ökologischer Landbau  
Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Dresden



**Herzlichen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit!**

