

# Energief Fruchtfolgen: Mehrjährige Ergebnisse aus Bayern

Dr. Ewald Stickse, Dr. J. Eder, A. Aigner, G. Salzeder, M. Landsmann (LfL-IPZ);  
G. Weber (AELF Ansbach); A. Aigner (TFZ)



# Gliederung

---

- **Methanausbeute und Methanertrag**
- Ertrag im Zweikulturnutzungssystem
- Mais als Hauptfrucht – Mais nach Grünroggen
- Grünroggen, Zwischenfrüchte
- Getreide-GPS: Arten- und Sortenvergleich

# Zielgröße Methanertrag

---

- Spezifische Methanausbeute  
= Normliter Methan je Kilogramm organische Trockenmasse (NI CH<sub>4</sub>/kg oTM)
- Ertrag an organischer Trockenmasse

## Silagesickersaft und Gewässerschutz

### Anfall und Verwertung von Silagesickersaft aus Futtermitteln und Biomasse für Biogasanlagen



# LfL-Information

8

**Tab. 1: Trockenmassegehalt und Gärssaftanfall**

Trockenmasse des Siliergutes %	mittlerer Gärssaftanfall bezogen auf		
	Siliergut 1/dt	Silage 1/dt	Siloraum 1/m <sup>3</sup>
10	45	80	725
15	33	45	360
20	22	28	200
25	11	12	75
>28	0	0	0

Aus der Tabelle 2 sind Anhaltswerte für den aus den vorliegenden Versuchen und Erfahrungen abgeleiteten Anfall an Gärssaft ersichtlich. Je nach Pflanzenart und Trockenmassegehalt ergeben sich unterschiedliche Mengen. Neben dem Trockenmassegehalt in der zu silierenden Gesamtpflanze ist auch die Verteilung in der Pflanze zu beachten. Dies betrifft insbesondere Mais mit stabiler Restpflanze. Hier kann der TM-Gehalt in der Gesamtpflanze vergleichsweise hoch liegen und dennoch Gärssaft austreten, wenn die Restpflanze relativ niedrige Trockenmassegehalte aufweist und die weitgehend abgereiften Körner und Spindelteile dies nicht entsprechend schnell aufnehmen können. Dies und die Tatsache, dass heute teils sehr hohe Stapelhöhen vorliegen, ist der Grund für die Anhebung der Grenze in der Trockenmasse der Gesamtpflanze von 28 auf 30 % TM, unterhalb der ein Anfall von Gärssaft zu erwarten und die für die Bemessung des Auffangbehälters und die Zulässigkeit von Folienilos ohne dichte Bodenplatte von Bedeutung ist.

# Spezifische Methanausbeute ausgewählter NaWaRos (eigene Daten LfL)

---

	spez. Methanausbeute <sup>1</sup>
Winterraps-GPS	308
Sonnenblumen-GPS	310
Raps, Zwischenfrucht	328
Mais-Sonnenblumen	344
Getreide-GPS, Grünroggen	370
Silomais	375
Hirse	376
Gras	394
Maiskolben	443
<b>Mittel</b>	<b>368</b>

<sup>1</sup>: NI Methan je kg organische Trockenmasse; NI CH<sub>4</sub>/kg oTM

# Gliederung

---

- Methanausbeute und Methanertrag
- **Ertrag im Zweikulturnutzungssystem**
- Mais als Hauptfrucht – Mais nach Grünroggen
- Grünroggen, Zwischenfrüchte
- Getreide-GPS: Arten- und Sortenvergleich

# Standorte

## Ansbach

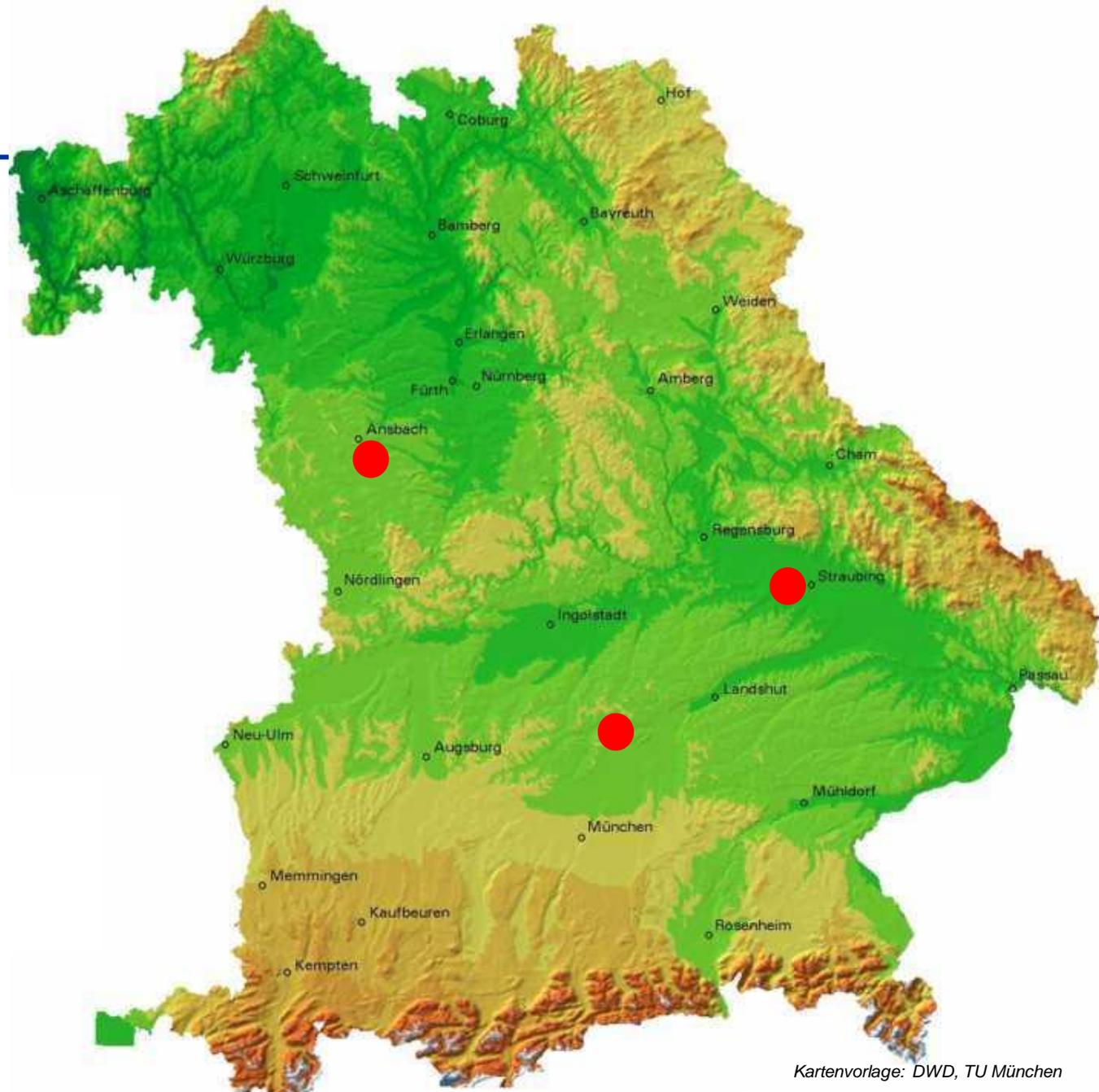
650 mm Niederschlag  
westl. Sandsteinkeuper  
Ackerzahl 44

## Straubing

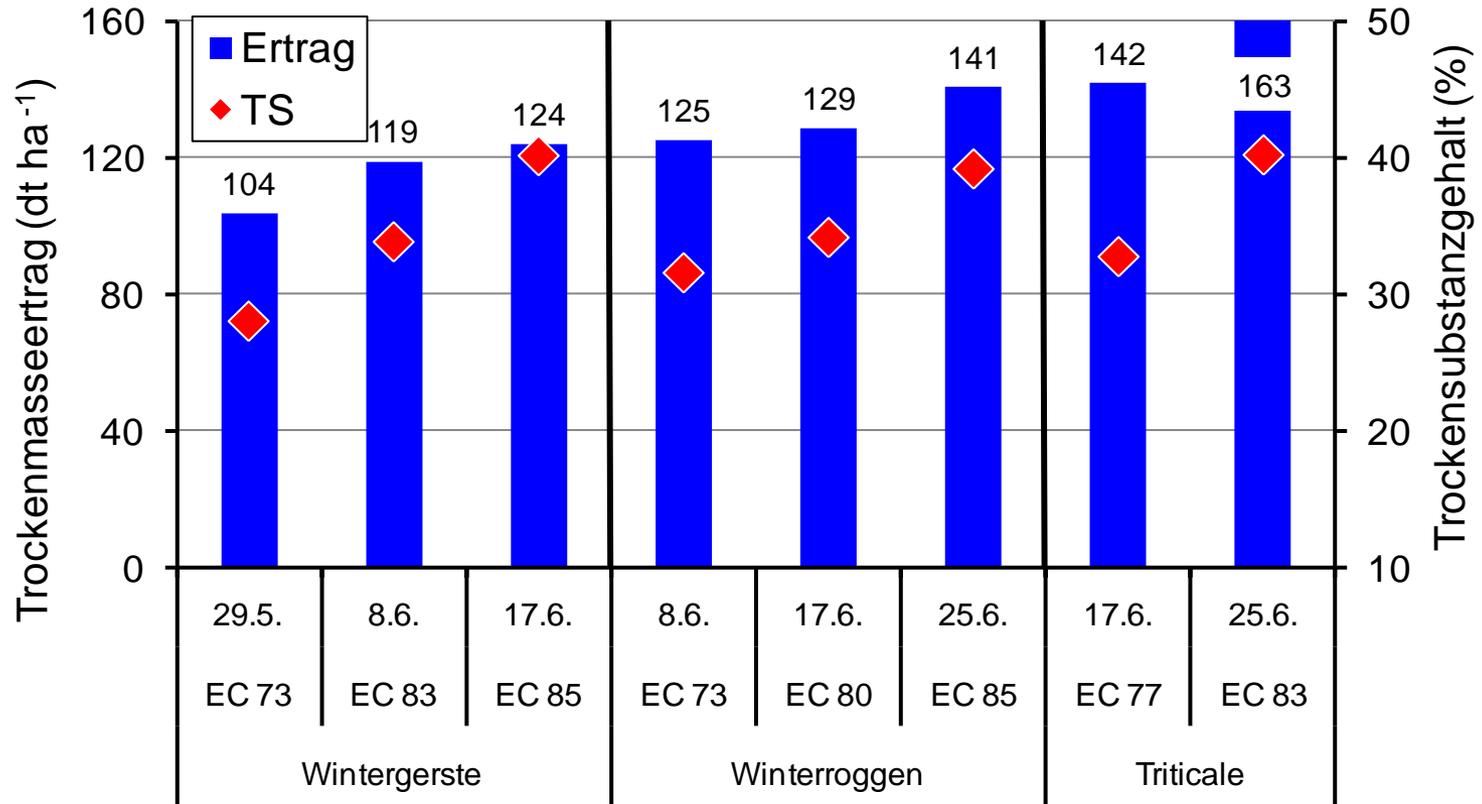
660 mm  
Mittlerer Dungau  
AZ 76

## Freising

815 mm  
Tertiäres Hügelland  
AZ 63



# Ertrag und TS-Gehalt von Wintergetreide-GPS abhängig vom Erntetermin



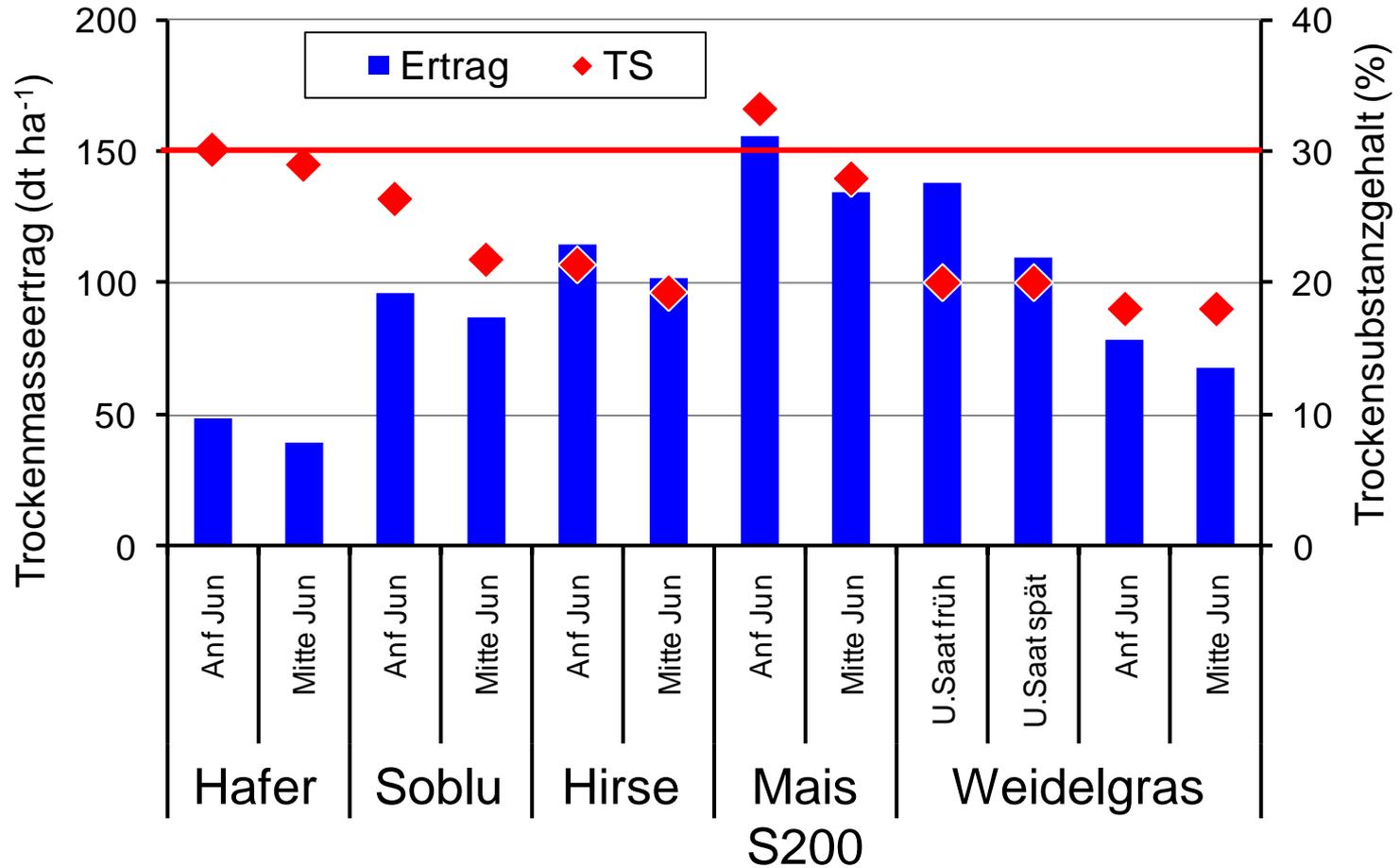
Mittelwert 3 Orte 3 Jahre

## Ertragsvergleich Triticale-GPS und Hauptfruchtmais

---

	Triticale (dt/ha)	Hauptfrucht- mais (dt/ha)	Triticale in % des HF Mais
Ansbach	145	204	71
Freising	181	277	65
Straubing	161	292	55
<b>Mittel</b>	<b>162</b>	<b>258</b>	<b>64</b>

# Ertrag und TS-Gehalt ausgewählter Zweitfrüchte abhängig vom Saattermin





Ansbach, Juli 08:  
Hafer Zweitfrucht



Straubing, Juli 08:  
Sommerroggen Zweitfrucht

## Pilzbefall der Sonnenblumenkörbe erschwert die Ernte



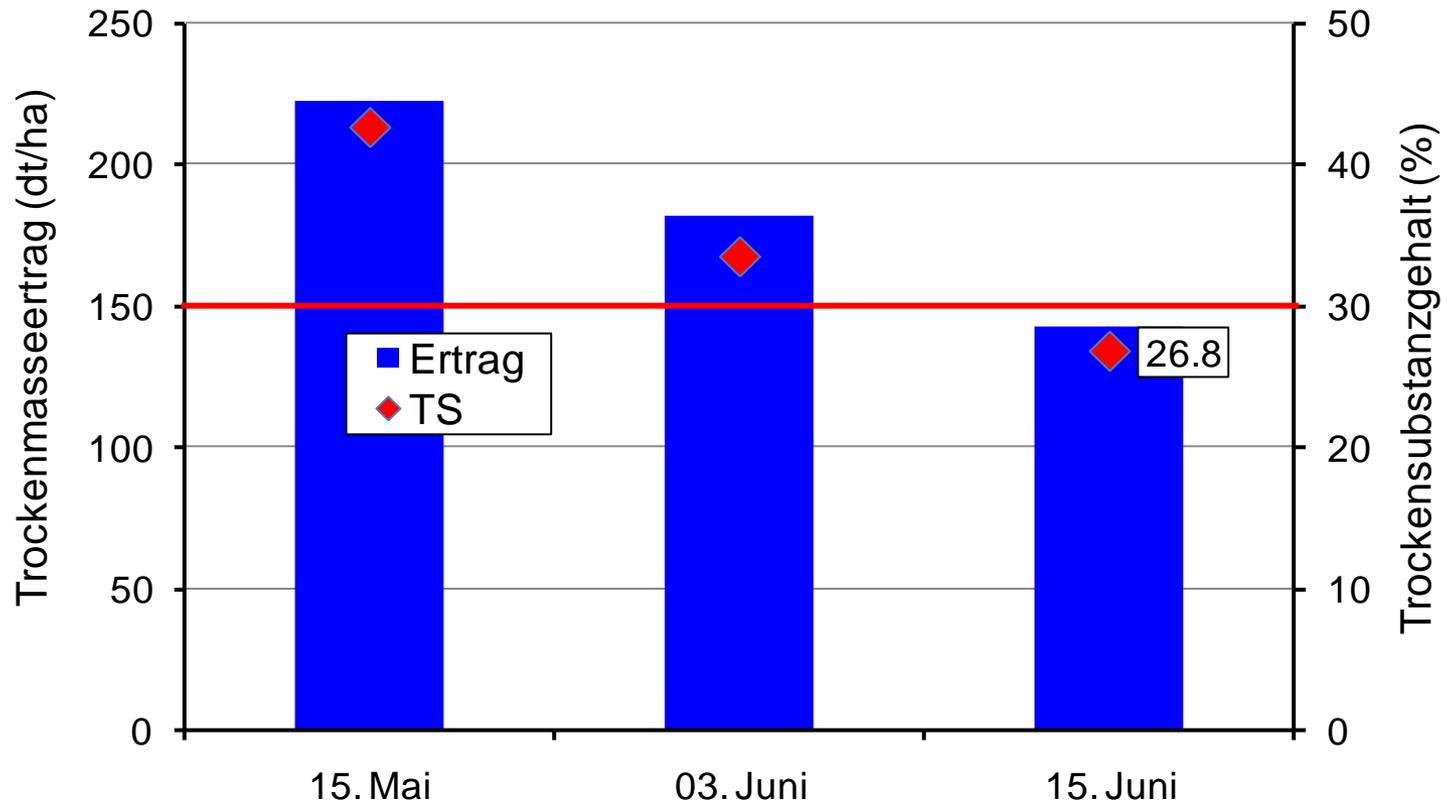
## Pilzbefall der Sonnenblumenkörbe erschwert die Ernte

---

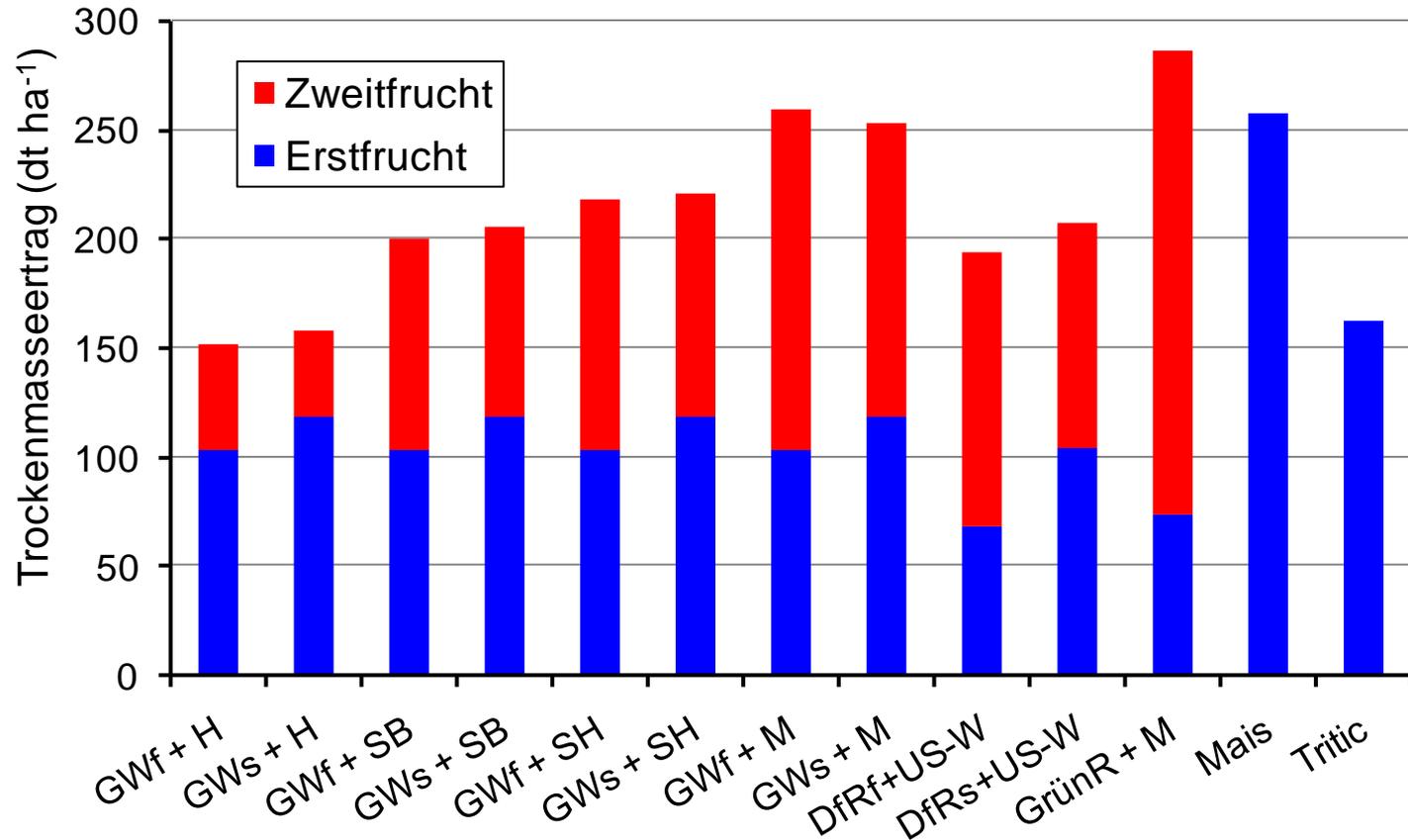


[zurück](#)

# Ertrag und TS-Gehalt von spätgesätem Silomais (2008, 2009)

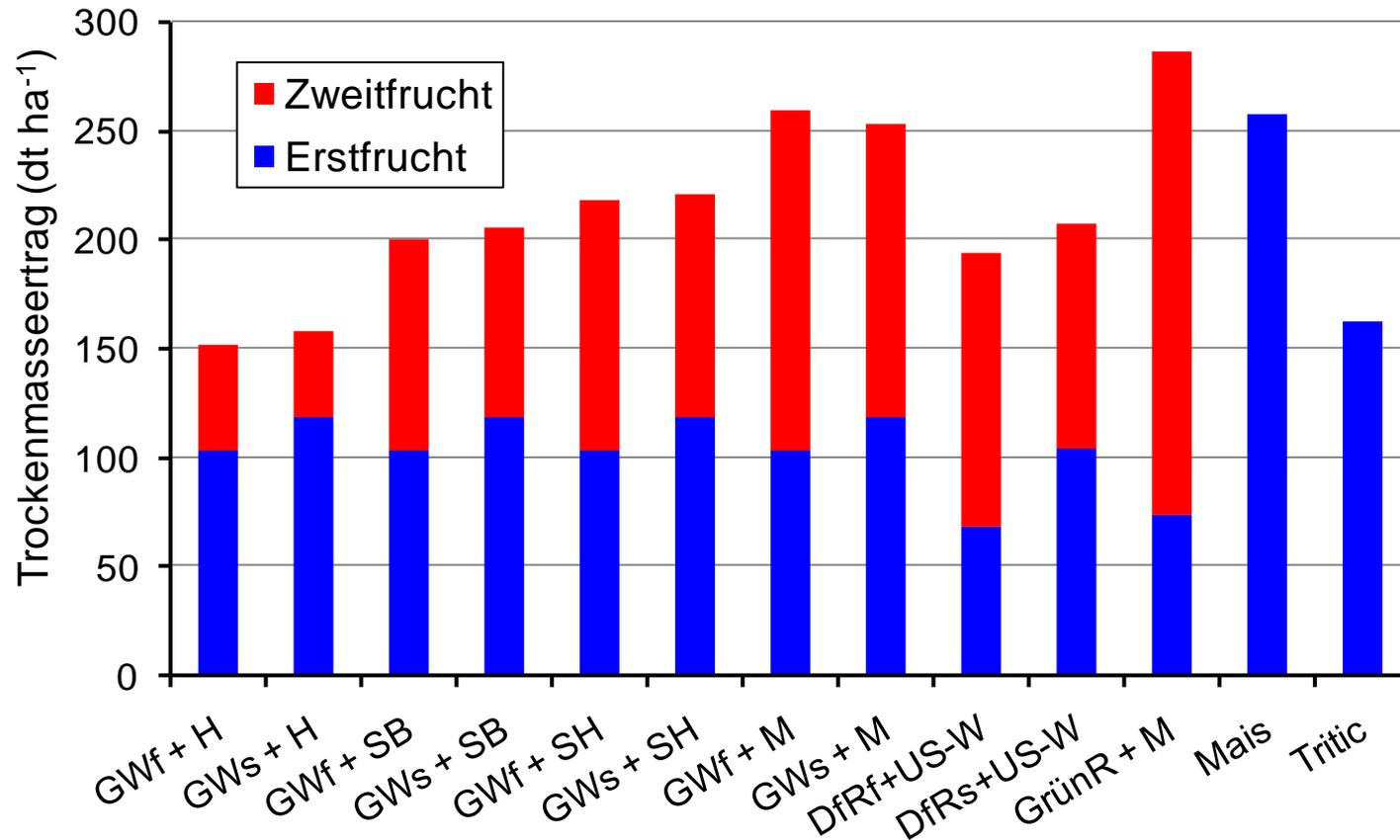


# Ertrag des ZKNS im Vergleich zu ausgewählten Hauptfrüchten



frühe Gersten-GPS: letzte Maiwoche; späte Gersten-GPS: erste Juniwoche

# Ertrag des ZKNS im Vergleich zu ausgewählten Hauptfrüchten



Untersaatvarianten Pettenbrunn/Tertiäres Hügelland

Frühe Deckfruchternte: 220 dt/ha, späte Ernte: 240 dt/ha (ein Schnitt weniger!)

# Gliederung

---

- Methanausbeute und Methanertrag
- Ertrag im Zweikulturnutzungssystem
- **Mais als Hauptfrucht – Mais nach Grünroggen**
- Grünroggen, Zwischenfrüchte
- Getreide-GPS: Arten- und Sortenvergleich

## Hauptfruchtmais im Vergleich zu Mais nach Grünroggen

---

	HF Mais (dt/ha)	Mais nach GrRo (dt/ha)	Ertrags- verlust (dt/ha)	Mais nach GrRo in % des HF Mais
Ansbach	204	155	-49	76
Freising	277	250	-27	90
Straubing	292	241	-51	83
<b>Mittel</b>	<b>258</b>	<b>215</b>	<b>-42</b>	<b>83</b>

# Hauptfruchtmais und Mais + Grünroggen

---

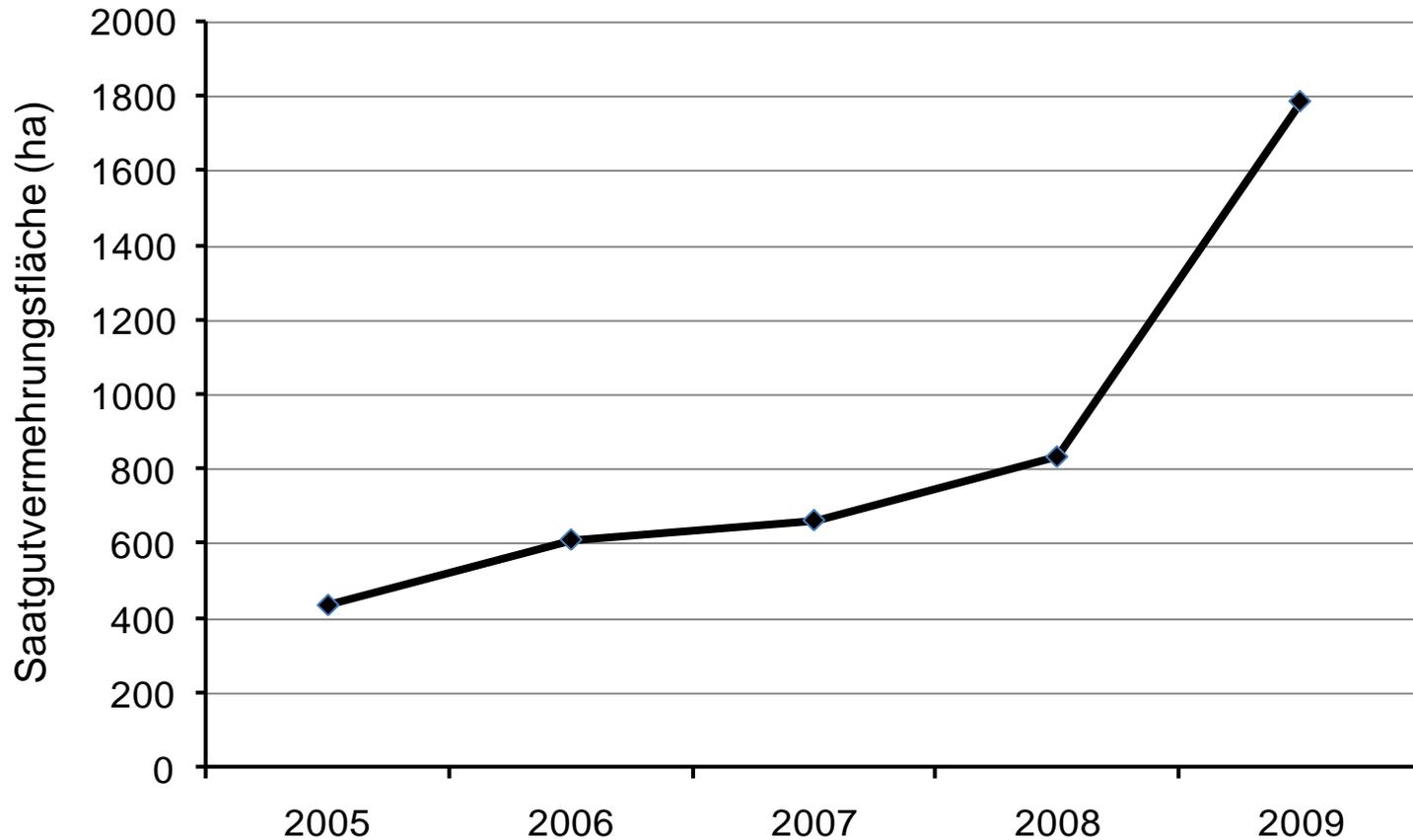
	HF Mais (dt/ha)	Mais nach GrRo (dt/ha)	GrRo (dt/ha)	Ertragszuwachs	
				dt/ha	%
Ansbach	204	155	72	23	11
Freising	277	250	79	52	19
Straubing	292	241	70	19	7
<b>Mittel</b>	<b>258</b>	<b>215</b>	<b>74</b>	<b>30</b>	<b>12</b>

# Gliederung

---

- Methanausbeute und Methanertrag
- Ertrag im Zweikulturnutzungssystem
- Mais als Hauptfrucht – Mais nach Grünroggen
- **Grünroggen, Zwischenfrüchte**
- Getreide-GPS: Arten- und Sortenvergleich

# Entwicklung der Saatgutvermehrungsfläche Grünroggen in Dtl.



# Besonderheiten des Grünroggens

---

- frühes Massenwachstum
- lageranfällig
- Ernte in BBCH 55 (Mitte des Ährenschiebens; Anfang Mai)
- Anwelken (Anfang Mai nur 17% TS)
- Silierung aus dem Stand: Normalsorten!!!
- teures Saatgut

# Winterhärte – Voraussetzung für hohe und stabile Erträge

---



Frankendorf; Winter 2005/2006



# Einfluss der Witterung auf den Ertrag (dt TM/ha) von Grünroggen

	Erntejahr		
	2006	2007	Mittel '05-'08
Borfuro	54	95	72
Protector	56	106	76
Vitallo	54	100	72
Viandi	54	93	71
<b>Mittel</b>	<b>54</b>	<b>98</b>	<b>73</b>

Quelle: Wertprüfung BSA

## Pulling/Münchner Schotterebene:

2005/06: Nov. bis April 1,0 °C kälter als langjähriges Mittel

Ernte am 11. Mai

2006/07: von Nov. bis April 3,6 °C wärmer als langjähriges Mittel

Ernte am 25. April

Ernte im langjährigen Mittel: 5. Mai

# Spätsaat beim Winterroggen

---



# Einfluss des Saattermins auf den Ertrag (dt TM/ha) von Grünroggen (2009)

	23. Sept.	10. Okt.	24. Okt.	Mittel
Stamm1	83	65	60	69
Stamm2	83	68	65	72
Protector	79	64	63	69
<b>Mittel</b>	<b>82 (100)</b>	<b>66 (81)</b>	<b>63 (77)</b>	<b>70</b>

# Erträge ausgewählter Sommerzwischenfrüchte in Pettenbrunn/Freising

		Trockenmasse- ertrag (dt/ha)	Trockensubstanz- gehalt (%)
Erbsen		32	12,8
Alexandrinerklee		35	12,8
Sonnenblumen	1986-90	49	8,2
Erbsen/Sonnenblumen		44	10,3
Erbsen/Winterraps		41	10,9
Malve	1987-90	30	12,0
Buchweizen		33	13,7
Inkarnatklee	1989-90	28	11,8
<b>Mittel</b>		<b>37</b>	<b>11,6</b>

Saat: Mitte Juli

Ernte: Ende September/Anfang Oktober

Sommergetreidespätsaat: 60 dt/ha bei 28% TS

# Empfehlungen zum Zwischenfruchtanbau

## Fachbeiträge aus dem Institut für ...

### ■ Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

- Getreide
- Silo- u. Körnermais
- Kartoffeln
- Ölfrüchte und Eiweißpflanzen
- Grünland, Feldfutter, Grassamen
- Hopfen
- Heil- und Gewürzpflanzen
- Verkehrs- und Betriebskontrollen
- Saatgut
- **Pflanzenbau Biogas**
- Forschung und Züchtung

### ■ Fachbeiträge der anderen Institute

- Lehr-, Versuchs- und Fachzentren Versuchsstationen

### ■ LfL-Arbeits-schwerpunkte

- Agrarmeteorologie
- Untersuchungswesen
- Förderwesen aktuell
- Berufliche Bildung
- LfL-Infoplattform
- Stellenangebote

## Einschätzung von Zwischenfrüchten als Substrat zur Biogasgewinnung



Der Anbau von Zwischenfrüchten lässt sich zur Erzeugung von zusätzlichem Substrat für die Biogasanlage nutzen. Zudem wirkt sich der Zwischenfruchtanbau bekanntlich günstig auf die Bodenfruchtbarkeit aus und erlaubt den pflanzenbaulich sinnvollen und umweltgerechten Einsatz organischer Dünger. Somit stellt der Anbau von Zwischenfrüchten in vieler Hinsicht eine wertvolle Ergänzung in der Biogaserzeugung dar.

Die größte Bedeutung kommt dabei sicher den Winterzwischenfrüchten Grünroggen und Welschem Weidelgras zu, für die ausführliche Anbau- und Nutzungsempfehlungen erarbeitet wurden.

Um auch für weitere Arten realistische Abschätzungen der im Zwischenfruchtanbau erzielbaren Erträge vornehmen zu können, werden Ergebnisse aus mehrjährigen und mehrortigen Versuchen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft vorgestellt.

■ [Anbauempfehlungen für Grünroggen als Substrat zur Biogasgewinnung](#)  (ausführlicher Text)

■ [Anbauempfehlungen für Welsches Weidelgras als Substrat zur Biogasgewinnung](#)  (ausführlicher Text)

■ [Zwischenfrucht für Biogas](#)  (ausführlicher Text)

Mei 2009

Alois Aigner, Dr. Ewald Sticksel, Dr. Stephan Hartmann  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Tel.: 08161/71-3637 • Fax: 08161/71-4102

Ein Beitrag aus dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

[http://www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbau\\_biogas/30222/index.php](http://www.lfl.bayern.de/ipz/pflanzenbau_biogas/30222/index.php)

# Gliederung

---

- Methanausbeute und Methanertrag
- Ertrag im Zweikulturnutzungssystem
- Mais als Hauptfrucht – Mais nach Grünroggen
- Grünroggen, Zwischenfrüchte
- **Getreide-GPS: Arten- und Sortenvergleich**

## GPS-Ertrag (dt TM/ha) abhängig von Getreideart und Standort 2009

---

	Frankendorf	Grub
Wintergerste	138	81
Winterroggen	160	134
Triticale	169	121
Winterweizen	130	96
Grünroggen	65	51
<b>Mittel</b>	<b>132</b>	<b>97</b>

# Sortenunterschiede der GPS-Erträge (dt TM/ha) bei Wintergetreide 2009

---

	Frankendorf		
	Min.	Mittel	Max
Wintergerste	128	138	152
Winterroggen	148	160	168
Triticale	156	169	185
<b>Mittel</b>		<b>144</b>	

# Derzeitige Vorschläge zur Fruchtfolengestaltung

---

- Grünroggen (oder Welsches Weidelgras) als Winterzwischenfrucht
- Silomais als Hauptfrucht; als Zweitfrucht Saat bis erste Junidekade möglich
- Triticale ertragsstärkste Getreide-GPS
- pflanzenbauliche Vorteile beim Anbau mehrschnittiger Gräser nutzen (Gärrestverwertung, Humusmehrung); mehrjährige Nutzung
- frühreife Getreide-GPS (Gerste) mit nachfolgender Zweitfrucht: riskant
- Sonnenblumen als Zweit- oder Erstfrucht nicht empfehlenswert
- Sorghum-Hirse als Zweitfrucht nicht geeignet (zukünftige Sortenentwicklung? Leistung in Hauptfruchtstellung?)
- Sommergetreide als Zweitfrucht nicht empfehlenswert (spätere Saat?)
- Sommerzwischenfrüchte als Biogassubstrat nicht empfehlenswert

The screenshot shows a web browser window displaying the website for the LFL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) - Pflanzenbau Biogas. The page features a navigation menu at the top with links for 'Über uns', 'Kontakt', 'Publikationen', 'Presse', 'Termine', 'Impressum/Datenschutz', and 'Druckversion'. The main content area is titled 'Pflanzenbau Biogas' and contains several article teasers, each with a small image and a 'weiter >' link. The left sidebar lists various categories of plant cultivation, including 'Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung' (Grains, Silage, Potatoes, etc.) and 'Pflanzenbau Biogas' (Research and Breeding). The footer contains contact information for the LFL Institute for Plant Breeding and Plant Production.

**LFL Pflanzenbau** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Über uns | Kontakt | Publikationen | Presse | Termine | Impressum/Datenschutz | Druckversion

Landesanstalt für Landwirtschaft → Pflanzenbau → Pflanzenbau Biogas

### Pflanzenbau Biogas

- Gestaltung einer Biogasfruchtfolge**  
Versuchsergebnisse und vorläufige Empfehlungen für die Gestaltung einer Biogasfruchtfolge: [weiter >](#)
- Einschätzung von Zwischenfrüchten als Substrat zur Biogasgewinnung**  
Der Anbau von Zwischenfrüchten lässt sich zur Erzeugung von zusätzlichem Substrat für die Biogasanlage nutzen. [weiter >](#)
- Ertragsleistung von Biogasmais nach Winterzwischenfrüchten**  
Die Kombination Winterzwischenfrucht und Biogasmais ermöglicht eine Steigerung des Biomasseertrages. [weiter >](#)
- Landessortenversuch Bayern "Mais für Biogasanlagen"**  
Bei der Produktion von Biogas besitzt Mais den größten Flächenanteil. Welche Sorten sind am besten geeignet? [weiter >](#)
- Pflanzenbauliche Forschung für die Biogasproduktion in Bayern**  
Neue Versuche am IPZ: [weiter >](#)
- Produktionstechnik: Mais für Biogasanlagen**  
Umfangreiche Versuche angelegt. [weiter >](#)
- Laboruntersuchungen über den Einfluss des Biogasprozesses auf die Lebensfähigkeit von Ampfersamen in einer einstufigen Versuchsfermentieranlage**  
Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Ampfersamen nach einer Verweilzeit von 40 Tagen im Biogasprozess nicht mehr lebensfähig sind. [weiter >](#)
- Futterpflanzen - Perspektiven für die energetische Nutzung**  
Vorträge eines von der GFP (Gemeinschaft zur Förderung der privaten Pflanzenzüchtung e.V.) und dem Institut am 09. und 10.03.2006 gemeinsam ausgerichteten Workshops. [weiter >](#)
- Biogas Forum Bayern**  
Das "Biogas Forum Bayern" ist ein Expertengremium und eine Plattform zum Informations- und Wissenstransfer mit dem Ziel die Qualität der landwirtschaftliche Biogasproduktion in Bayern zu verbessern. [weiter >](#)

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Tel.: 08161/71-3637 • Fax: 08161/71-4102