

Bioenergienutzung in Baden-Württemberg

Gaslieferung verschiedener pflanzlicher Rohstoffe

Workshop am
29.06.2006 an der
LAP Forchheim

Dr. Paul Schweiger



Berechnungsschema der Gasbildung von pflanzlichen Rohstoffen in der Biogasanlage

- **Berechnung des Heizwertes aus der Elementaranalyse**
technische Größe aus C,N,S,H,O; für Biogasnutzung ungeeignet. Ergebnis: 15 – 18 GJ/kg
- **Berechnung der Gasbildung aus der Weender-Analyse**
Roheiweiß, Rohfett, Rohfaser, N-freie Extraktstoffe; Umrechnungsfaktoren für Verdaulichkeit und Gasbildung
- **Durchführung des Gärversuches**
Messung der Gasentwicklung einer Silage (oder Grünmasse) über 30 Tage



Berechnung der Gas- und Methanbildung nach der Weender-Analyse

Beispiel: Maissilage mit 33 % Tr.M

Fraktion	% i.Tr.M	Verdaulichkeit %	% verdaul Stoff i.Tr.M.	% i. org. Tr.M	Faktor Gas-Ausbeute	Gasausbeute l /kg org. Tr.M	Faktor Methan-Ausbeute %	Methan-ausbeute l/kg o.Tr.M
Rohasche	5.3							
Rohprotein	9.2	57	5.24	5.54	6.5	35.99	72.5	26.10
Rohfett	4.2	87	3.65	3.86	11.26	43.45	70.1	30.46
Rohfaser	18.5	63	11.86	12.31	7.51	92.43	52.5	48.52
N-freie Ext.	62.8	78	48.98	51.73	7.51	388.46	52.5	203.94
Summe						560.33		309.02

Berechnungsbasis? Welche Verweildauer in der Biogasanlage wurde unterstellt?

Quelle: Handreichung zur Biogasgewinnung und -nutzung; FNR Gülzow 2005

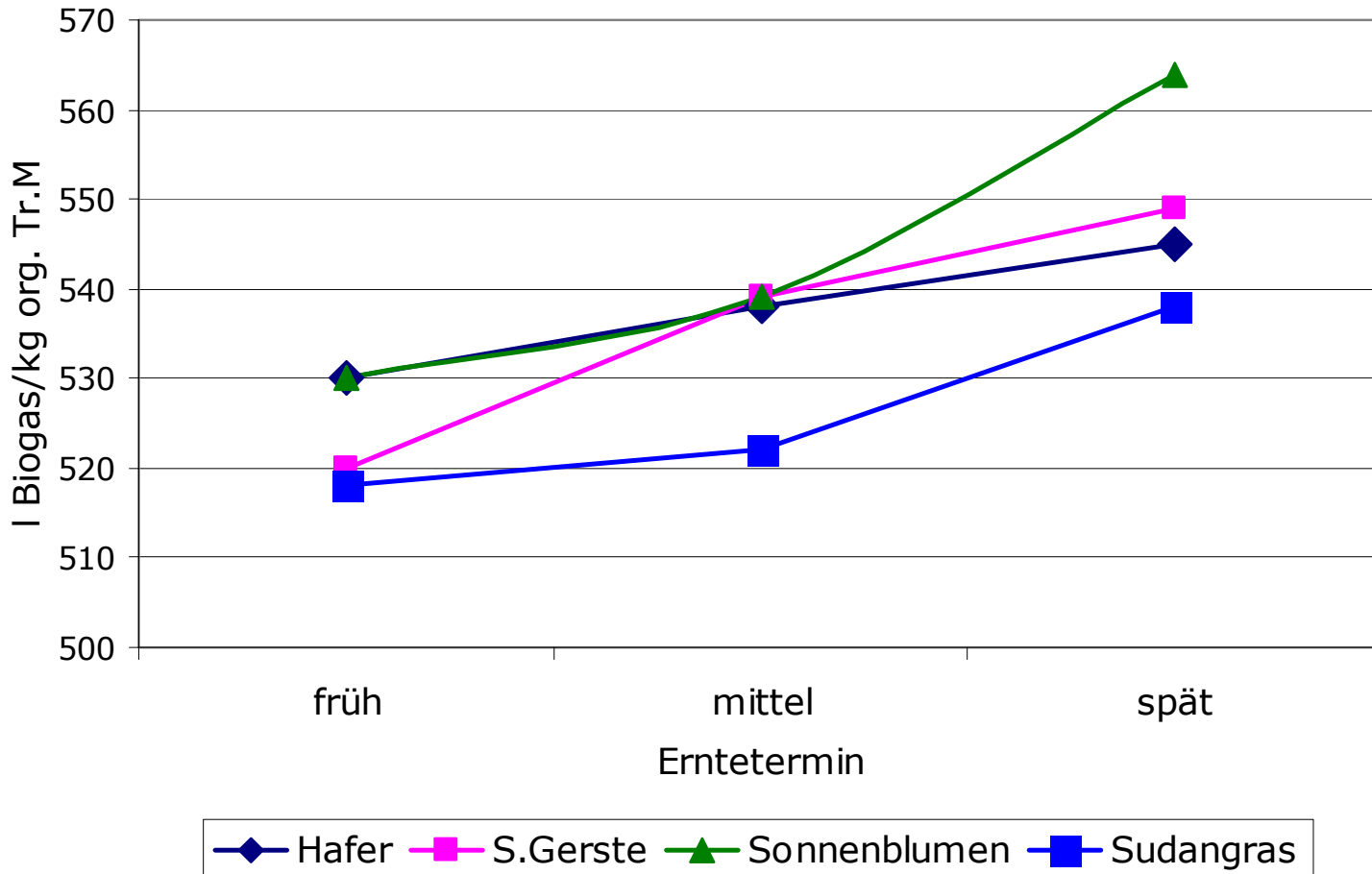
Beispiele zur Berechnung der Gas- und Methanbildung in der Biogasanlage

(l Gas/kg org. Substanz)

Frucht	Gerste GP 30.6.05		Gerste GP 11.07.05		Hafer GP 30.06.06		Hafer GP 11.07.05	
Rohasche	Biogas	Methan	Biogas	Methan	Biogas	Methan	Biogas	Methan
Rohasche (%)	6.94		5.87		7.75		6.89	
Rohprotein	44	32	34	24	42	30	34	25
Rohfett	24	17	20	14	26	18	28	20
Rohfaser	130	68	111	58	136	72	128	68
N-freie Ext.	330	173	378	199	320	168	345	181
Summe	528	290	544	296	524	288	536	293

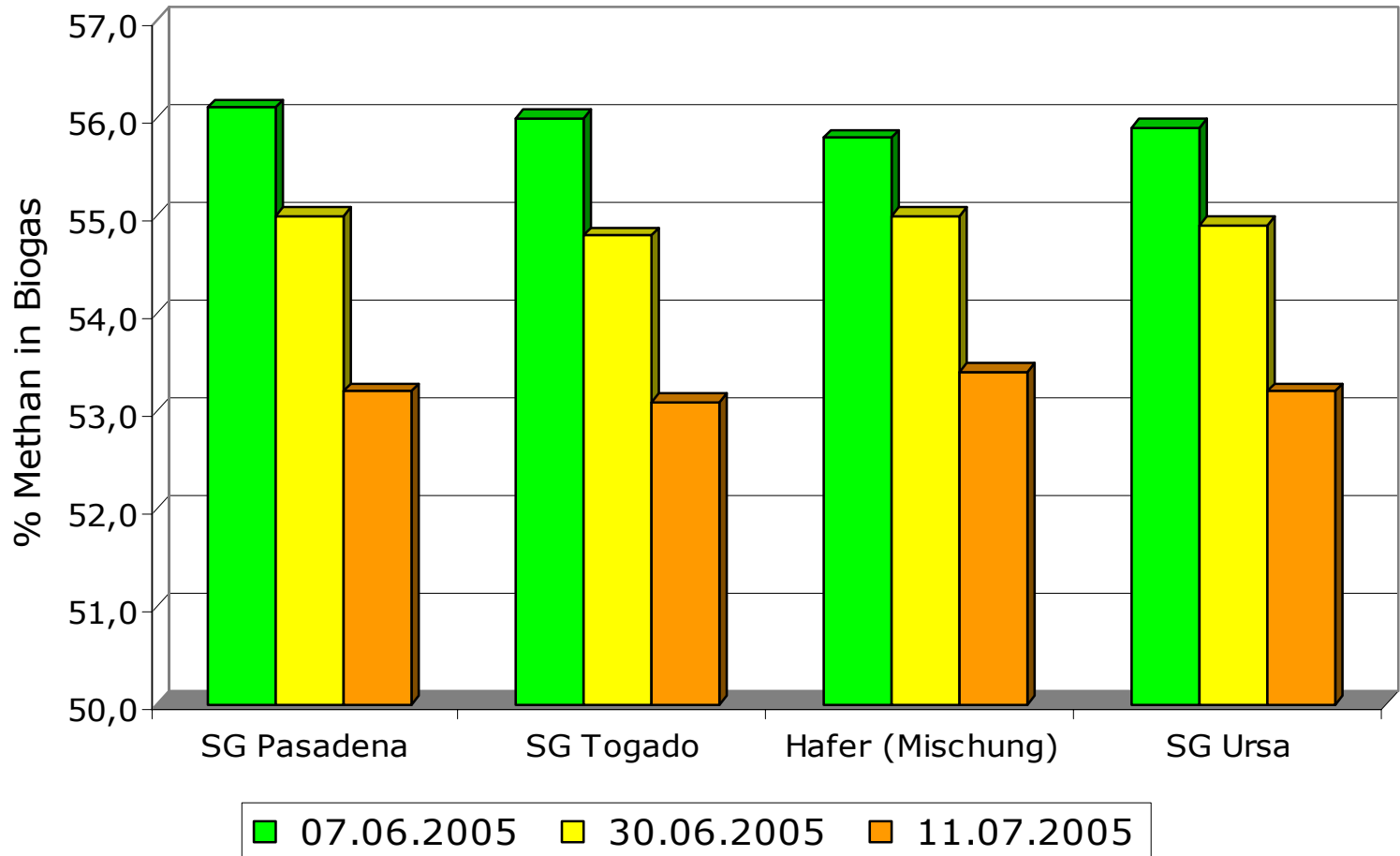
Mittlere Biogasentwicklung aus Energiepflanzen

(Basis: Versuchserträge 2005; Berechnung nach der Weender-Analyse)



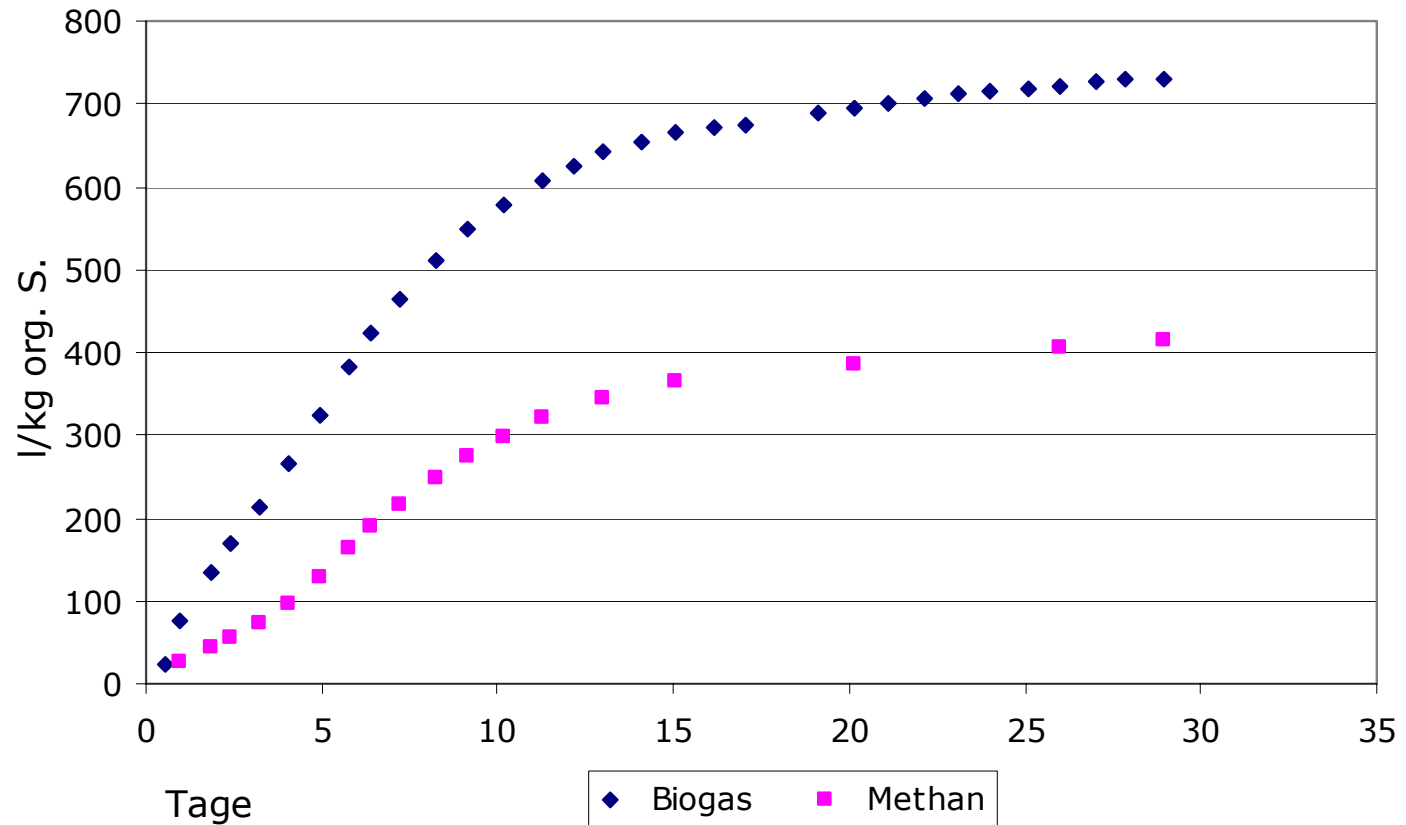
Erntetermin und Biogasqualität von Energiepflanzen

Anteil Methan in Biogas (Berechnung nach der Weender-Analyse)



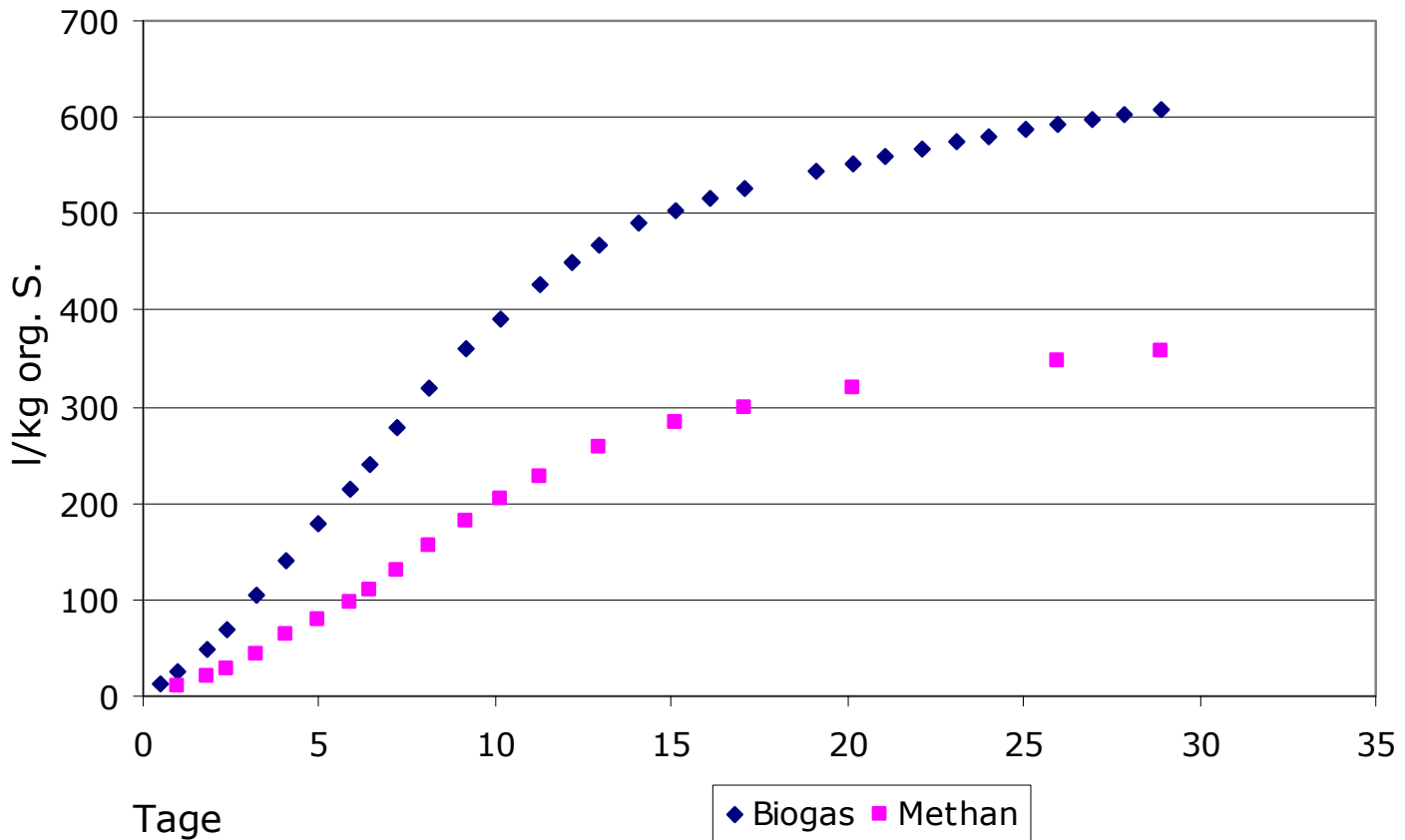
Gasbildung im Gärversuch aus Silage

S.Gerste; 30.06.2005; Parz. 1
(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



Gasbildung im Gärversuch aus Silage

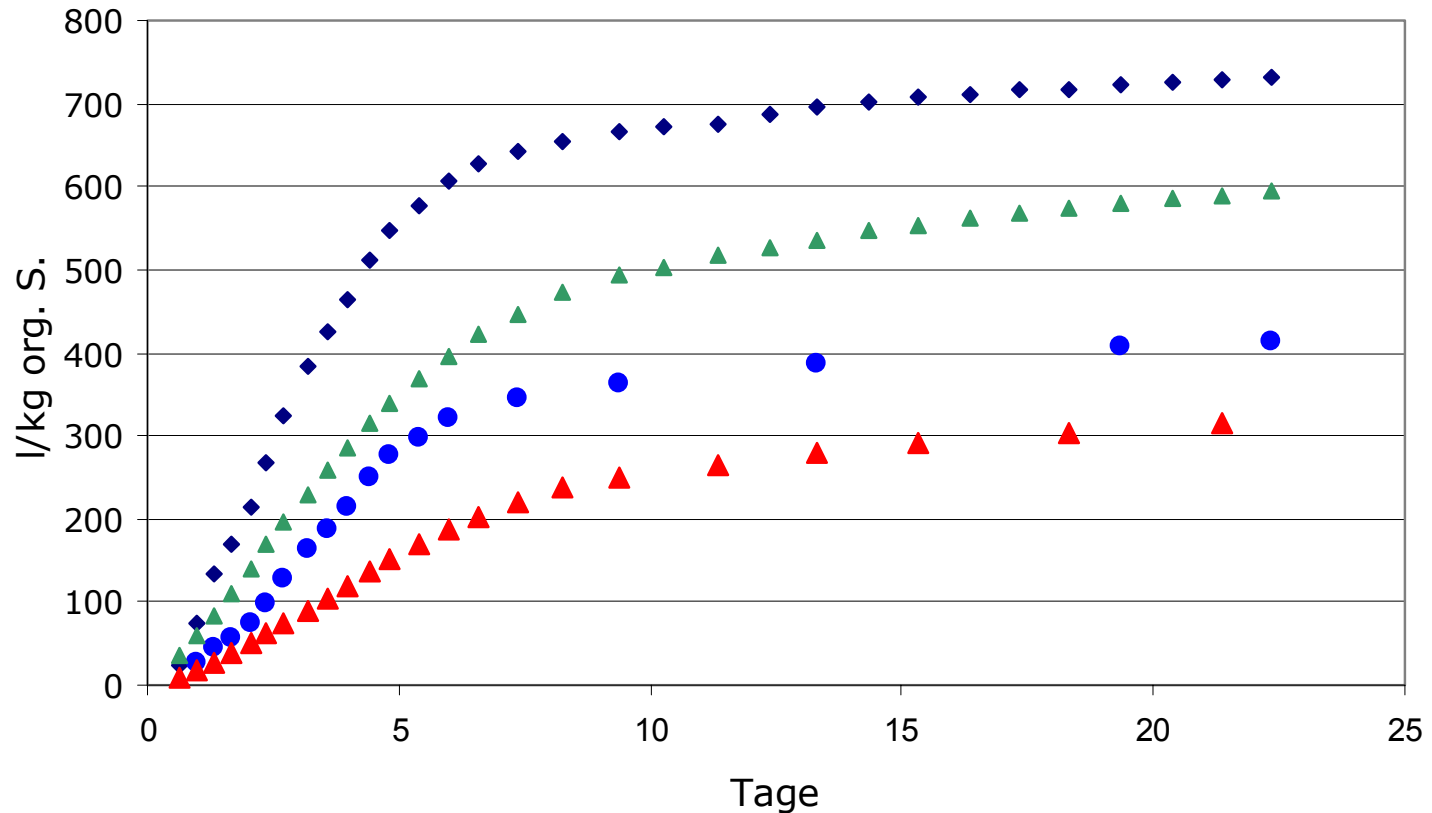
Hafer; 30.06.2005; Parz. 5
(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



Gasbildung im Gärversuch aus Silage

S.Gerste; Vergleich frühe/späte Ernte

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)

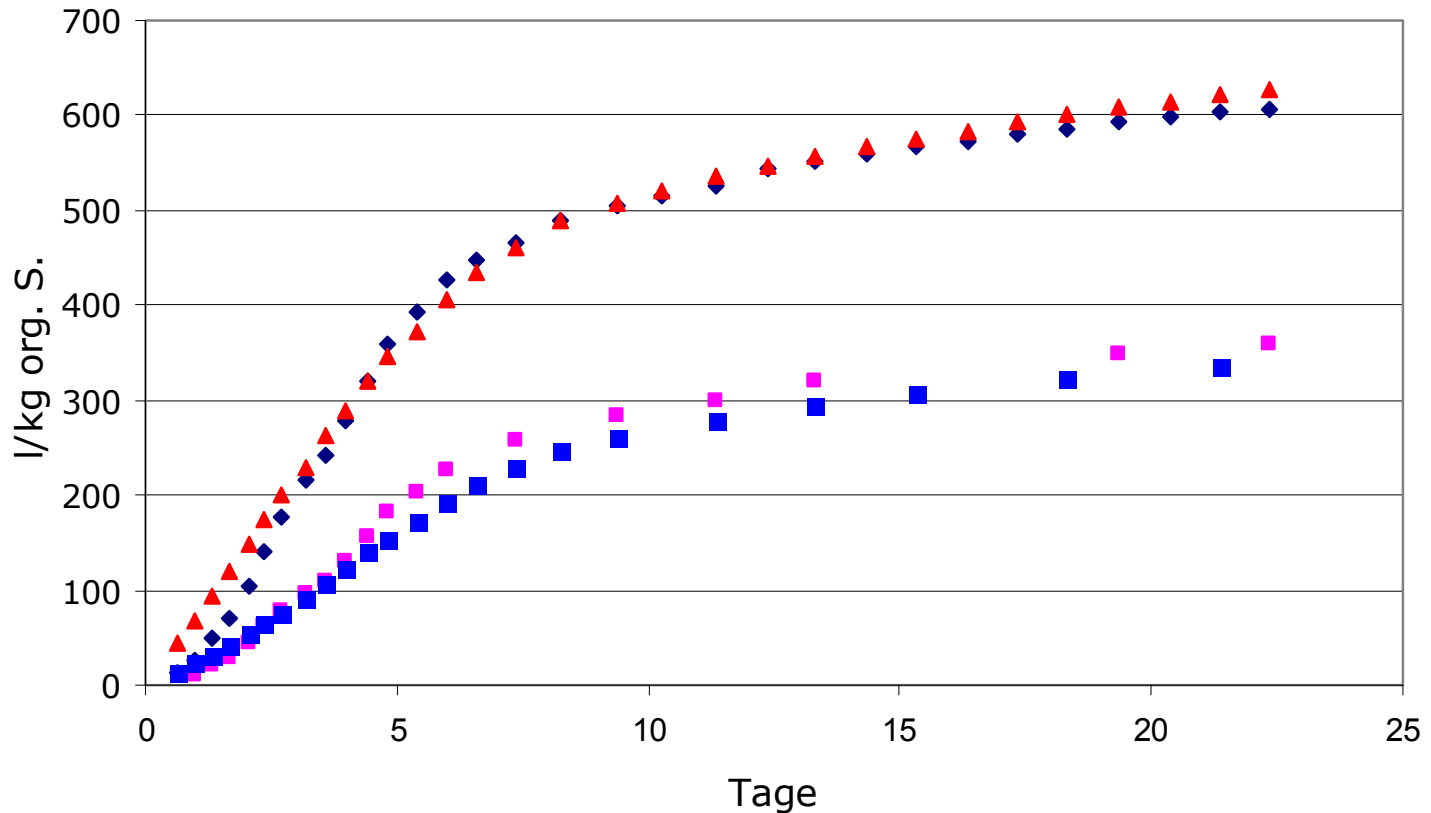


◆ frühe Ernte Biogas ● frühe Ernte Methan ▲ späte Ernte Biogas ▲ späte Ernte Methan

Gasbildung im Gärversuch aus Silage

Hafer; Vergleich frühe/späte Ernte

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)

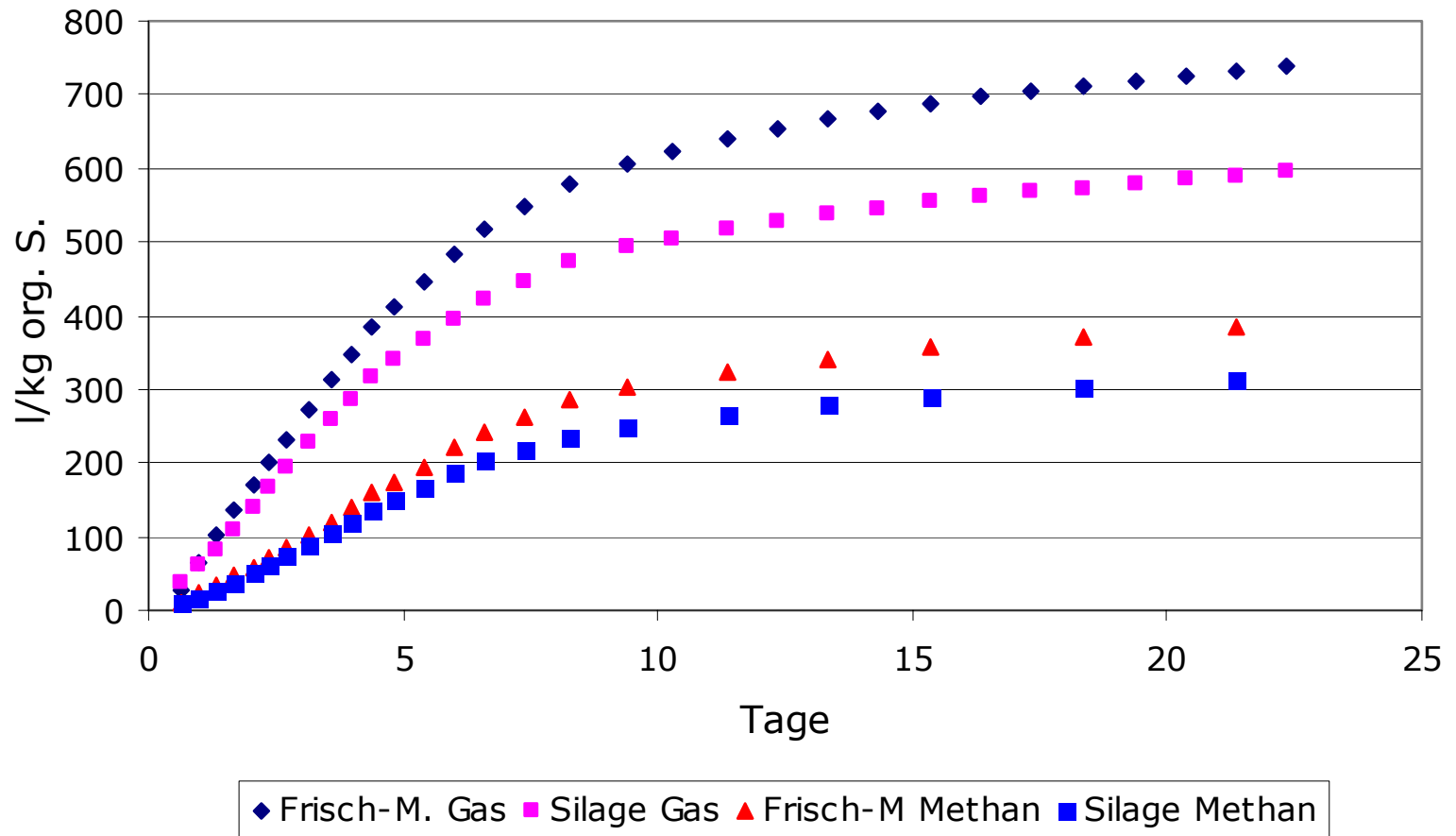


◆ frühe Ernte Biogas ■ frühe Ernte Methan ▲ späte Ernte Biogas ■ späte Ernte Methan

Gasbildung im Gärversuch

S.-Gerste, späte Ernte; Vergleich Frischgut/Silage

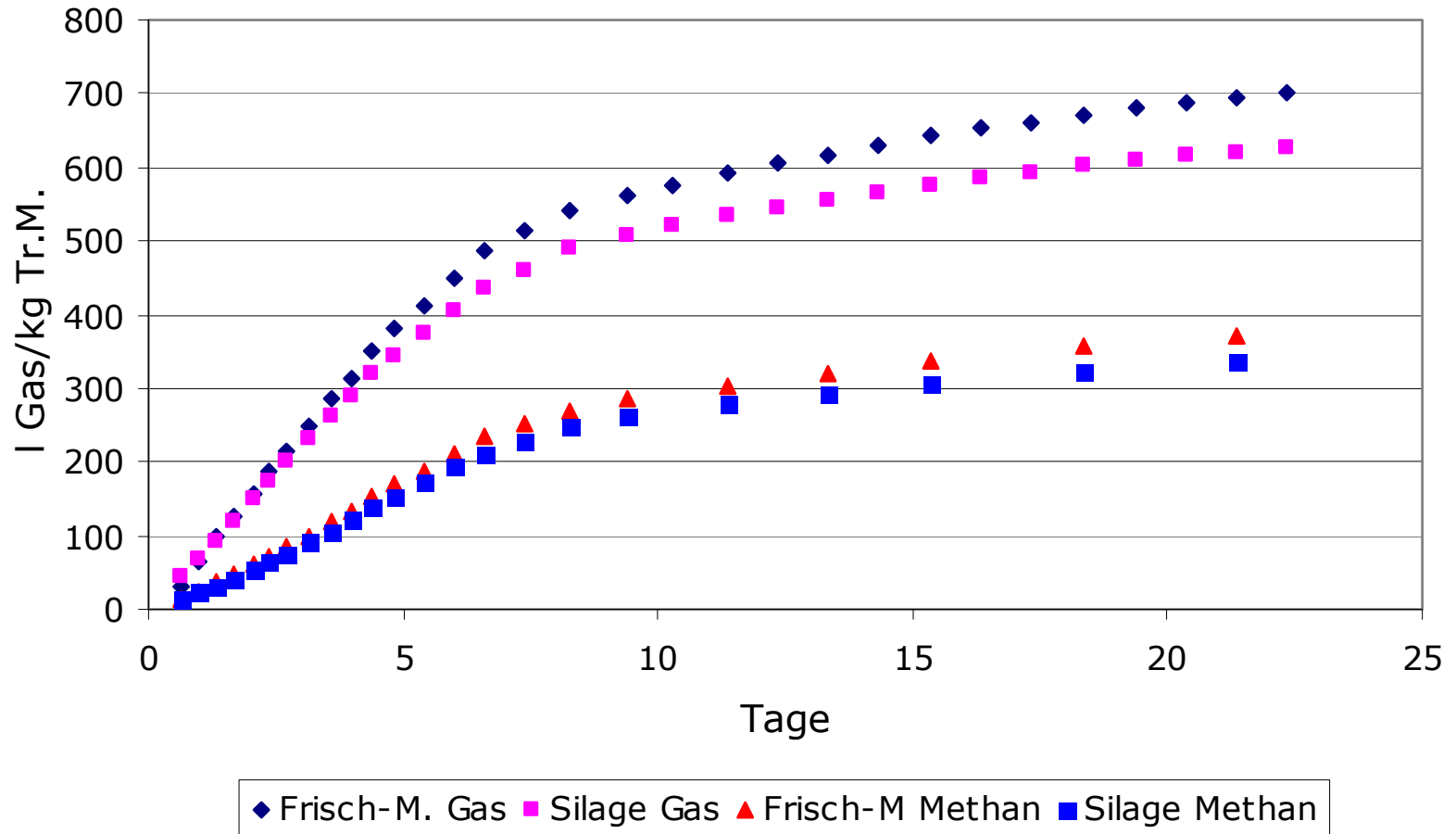
(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



Gasbildung im Gärversuch

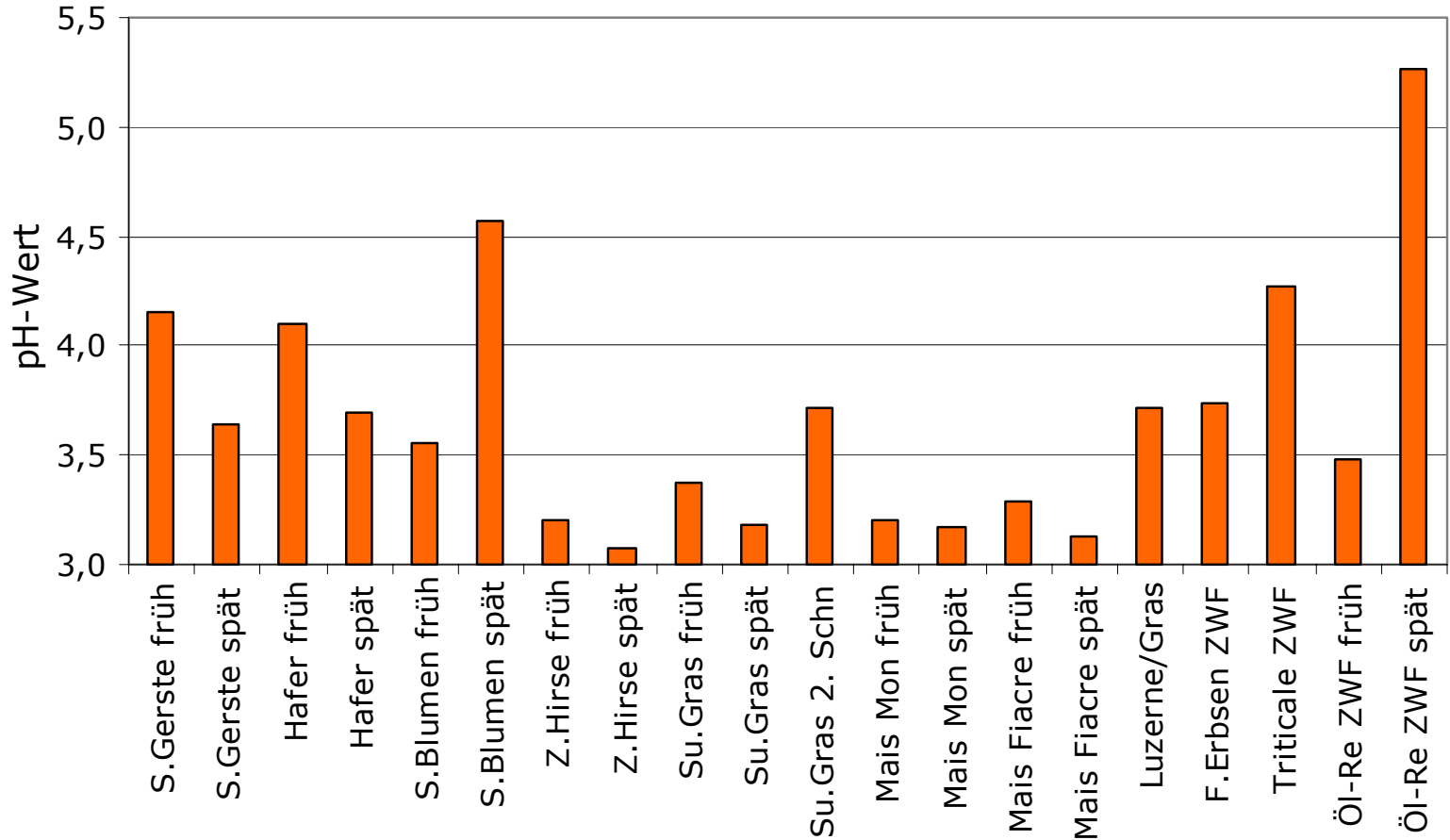
Hafer späte Ernte; Vergleich Frischgut/Silage

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



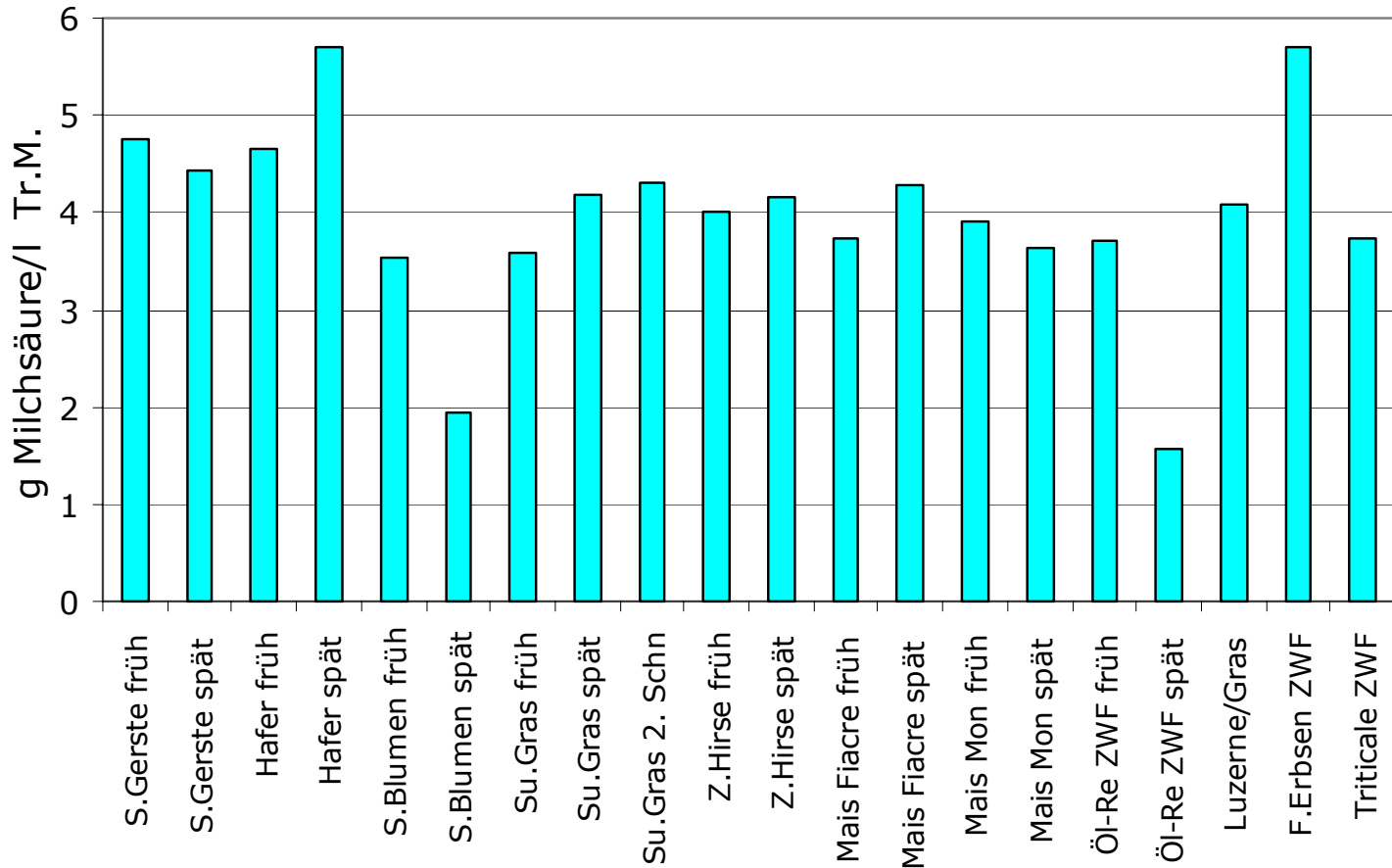
pH-Wert von Biogas-Silagen

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



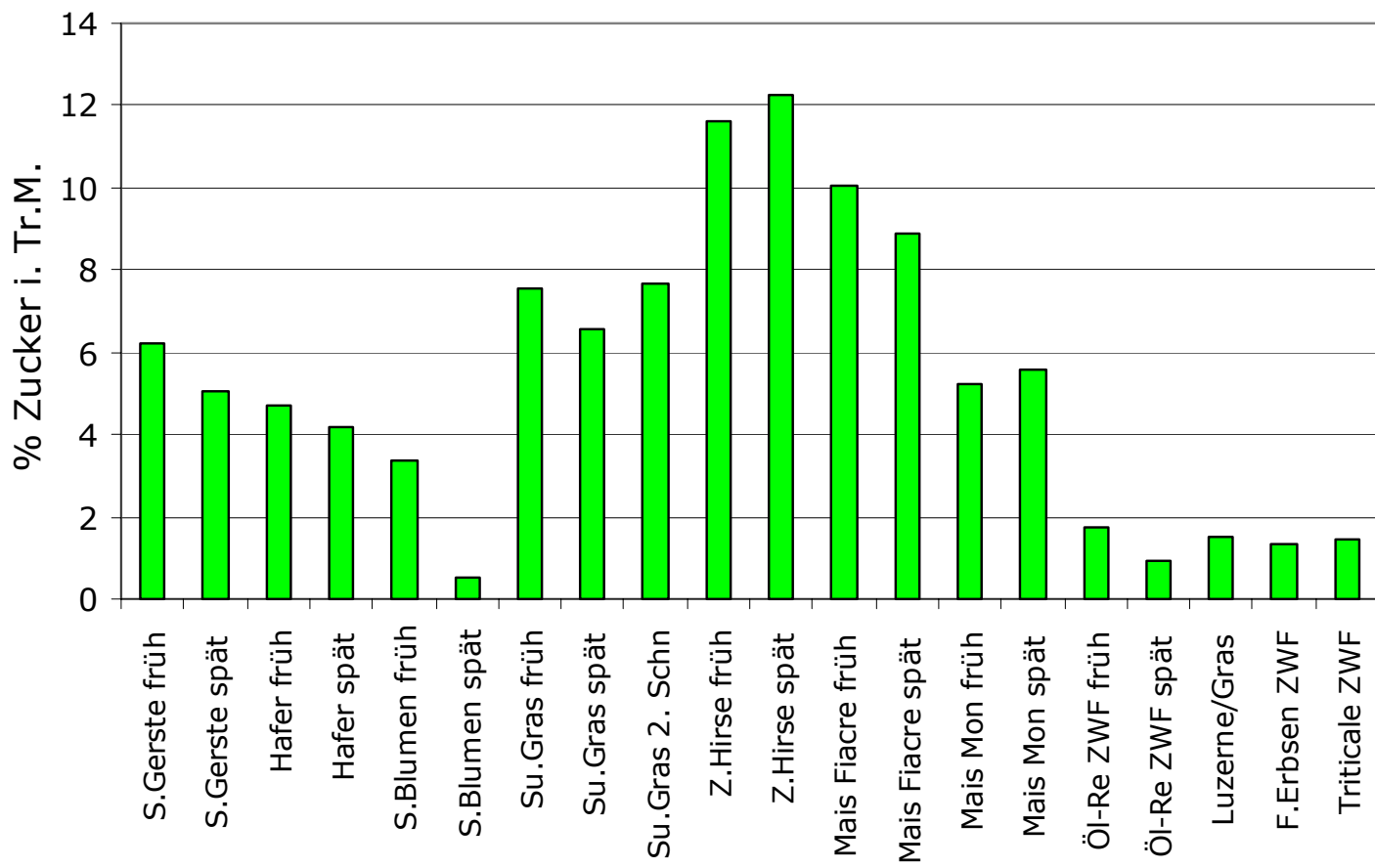
Milchsäure-Gehalt von Biogas-Silagen

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



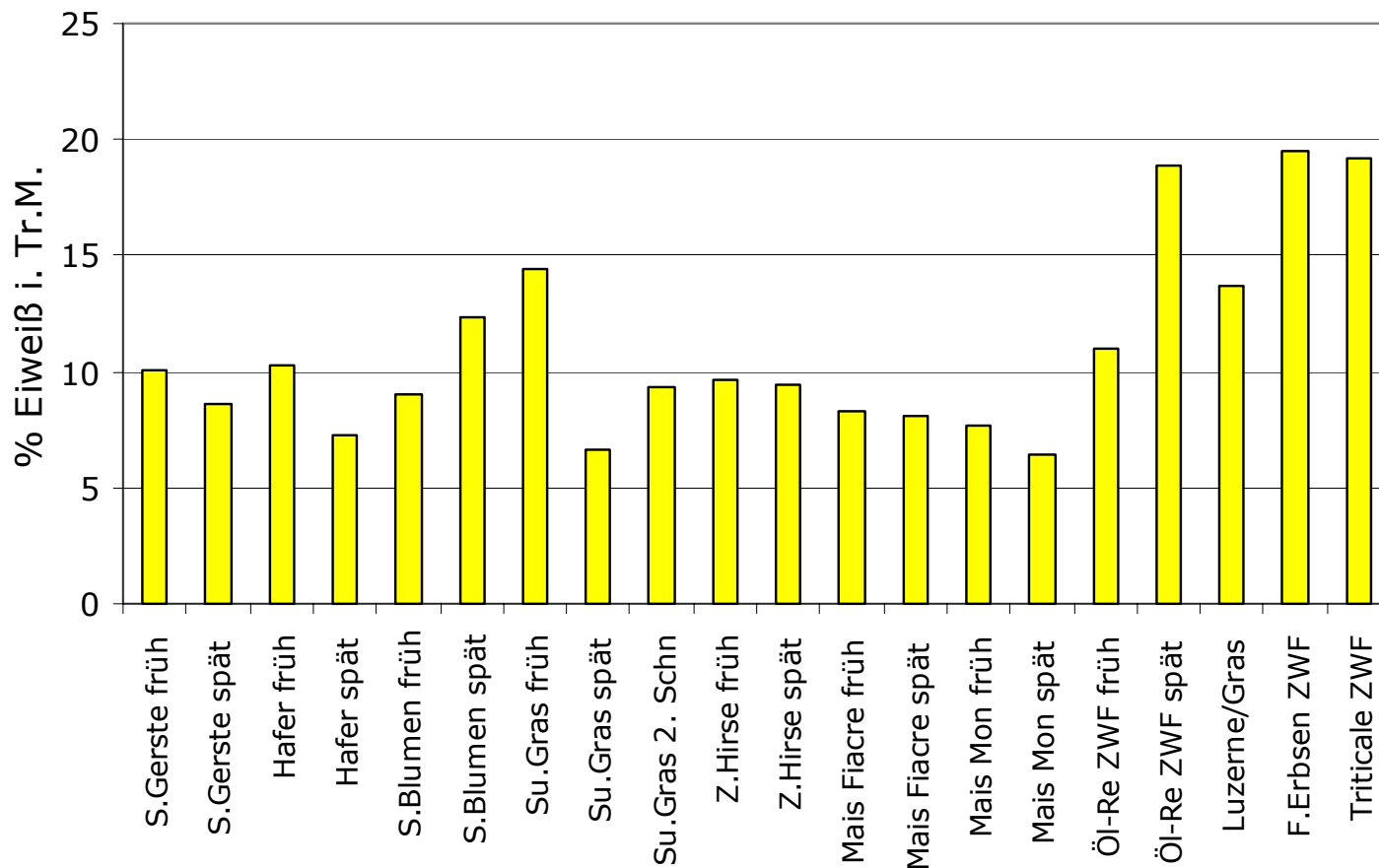
Zucker-Gehalt von Biogas-Silagen

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



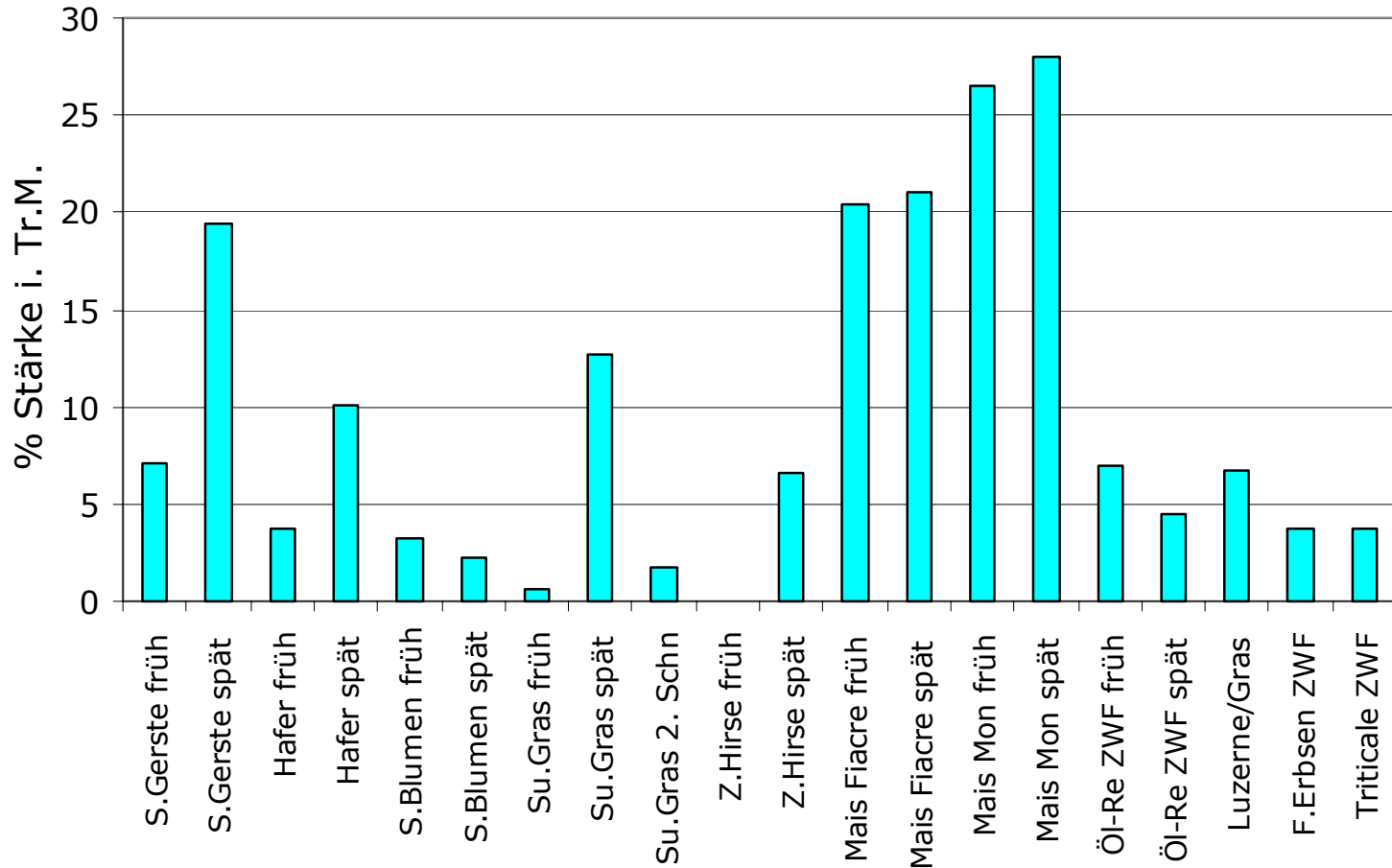
Eiweiß-Gehalt von Biogas-Silagen

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



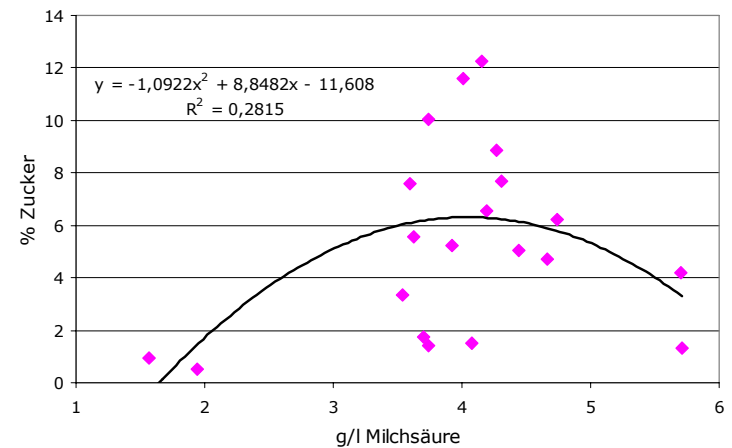
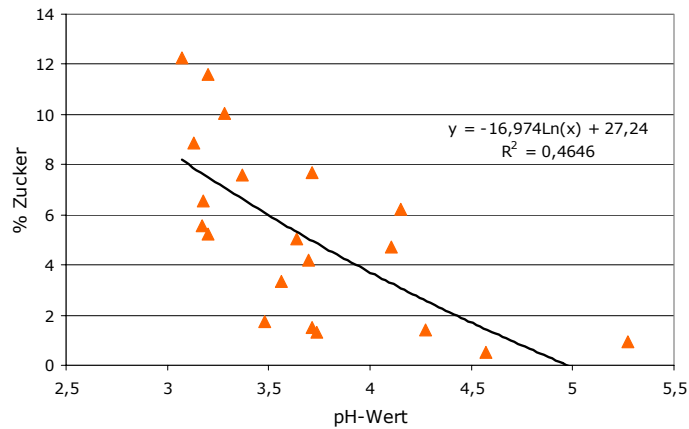
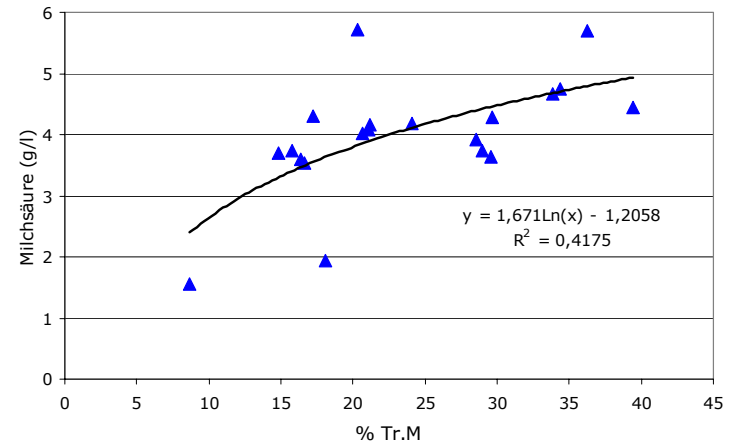
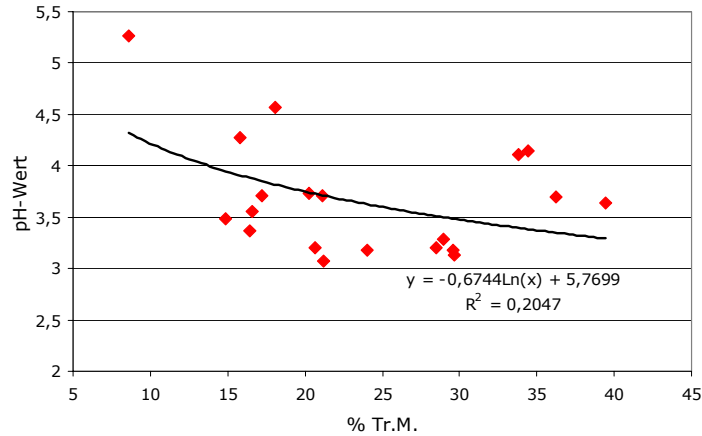
Stärkegehalt von Biogas-Silagen 2005

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



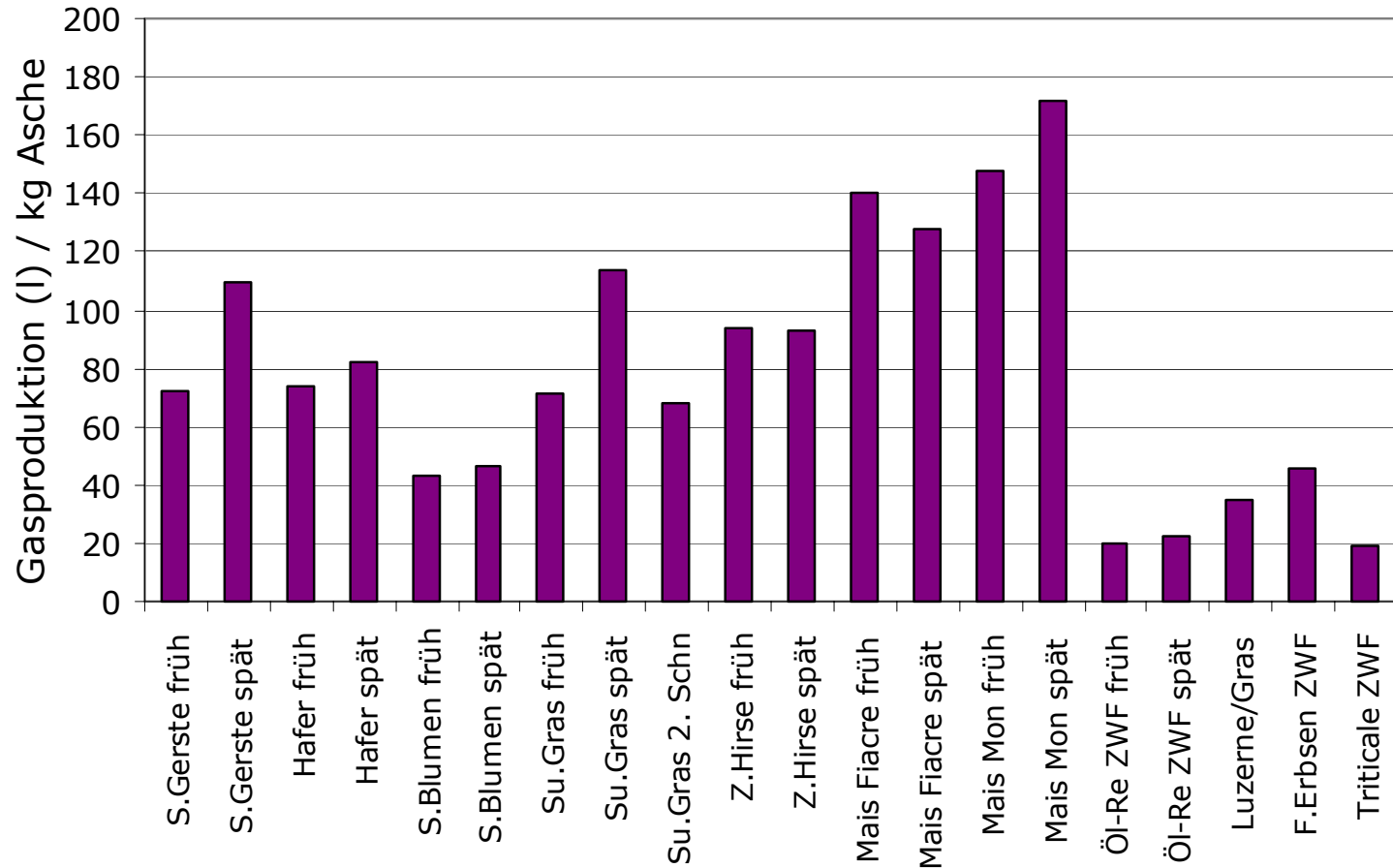
Korrelation der Eigenschaften von Biogasgülle

(Analysen durch ATB Potsdam; FNR-Projekt)



Spezifische Gasleistung pflanzlicher Rohstoffe

(Gasbildung je kg Asche)



Zusammenfassung

- Die Weender-Analyse ermöglicht eine grobe Einschätzung der Gaslieferung; sie unterstellt eine bestimmte mittlere Verweilzeit des Substrates; für Planungszwecke gut geeignet. Die Erstellung von Standardzahlen ist möglich.
- Der Gärtest zeigt einen sehr detaillierten Verlauf der Gastentwicklung, der aber in seiner Summenaussage auf praktische Konditionen in der Biogasanlage differenziert werden muss.
- Der Anteil an Methan in Biogas wird von beiden Methoden gleich gut ermittelt; er liegt bei den geprüften Pflanzenarten (überwiegend vegetative Teile, Tr.M. von 15 – 40 %) relativ konstant bei 53 – 57 %.
- Fast alle geprüften Pflanzenarten lassen sich gut silieren; gewisse Abstriche gibt es bei spät geernteten Sonnenblumen und Gründüngungspflanzen mit sehr hohem Wassergehalt. Es gibt zwar deutliche Unterschiede in den Gehalten an Zucker, Eiweiß oder Stärke, die jedoch hinsichtlich der Gasbildung scheinbar keine große Bedeutung haben.
- Noch zu klären: Zusammenhang zwischen Verholungsgrad und der Vergärbarkeit, ausgedrückt in einer chemischen Analyse. Ebenfalls noch zu klären: Aussage zur Gärgeschwindigkeit.