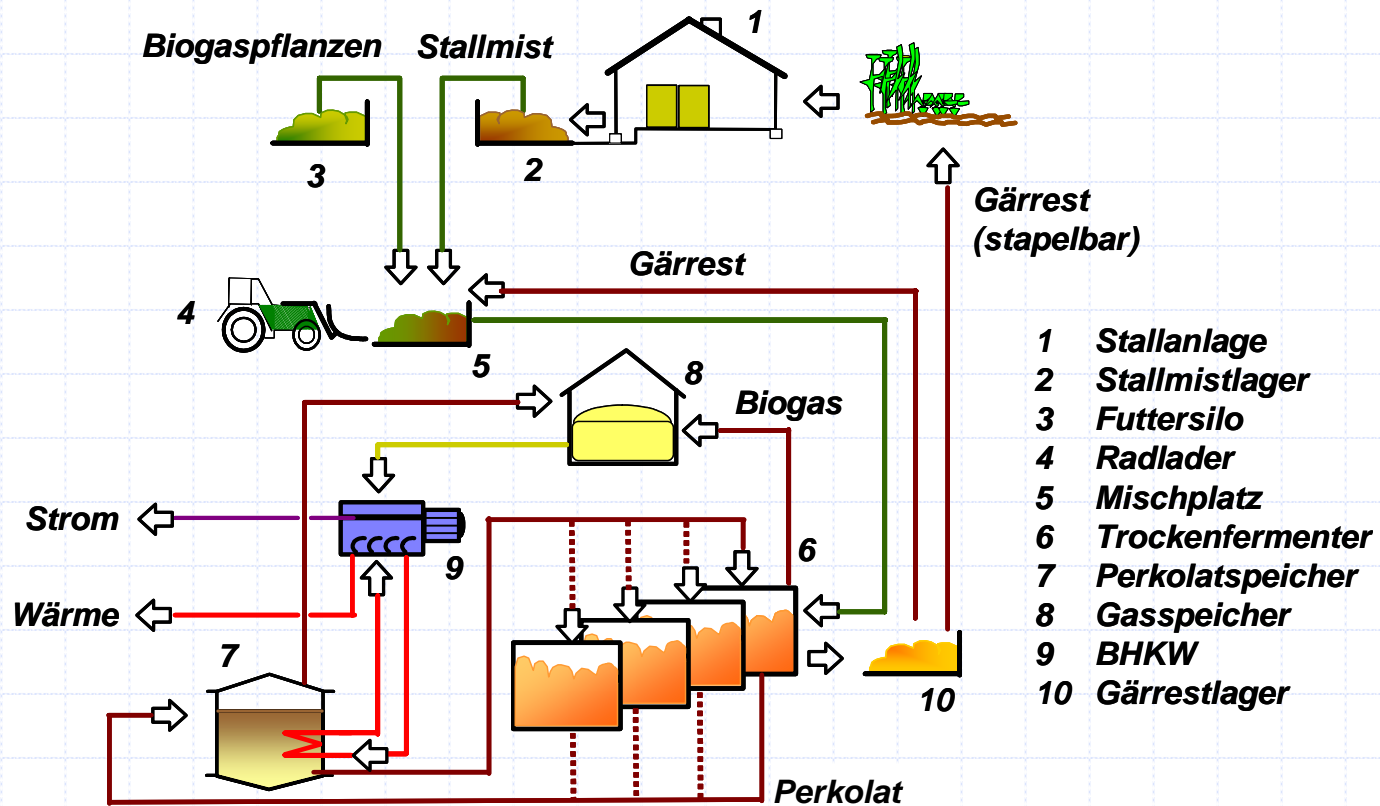


# Ergebnisse aus der wissenschaftlichen Begleitung der Pilotanlage Pirow

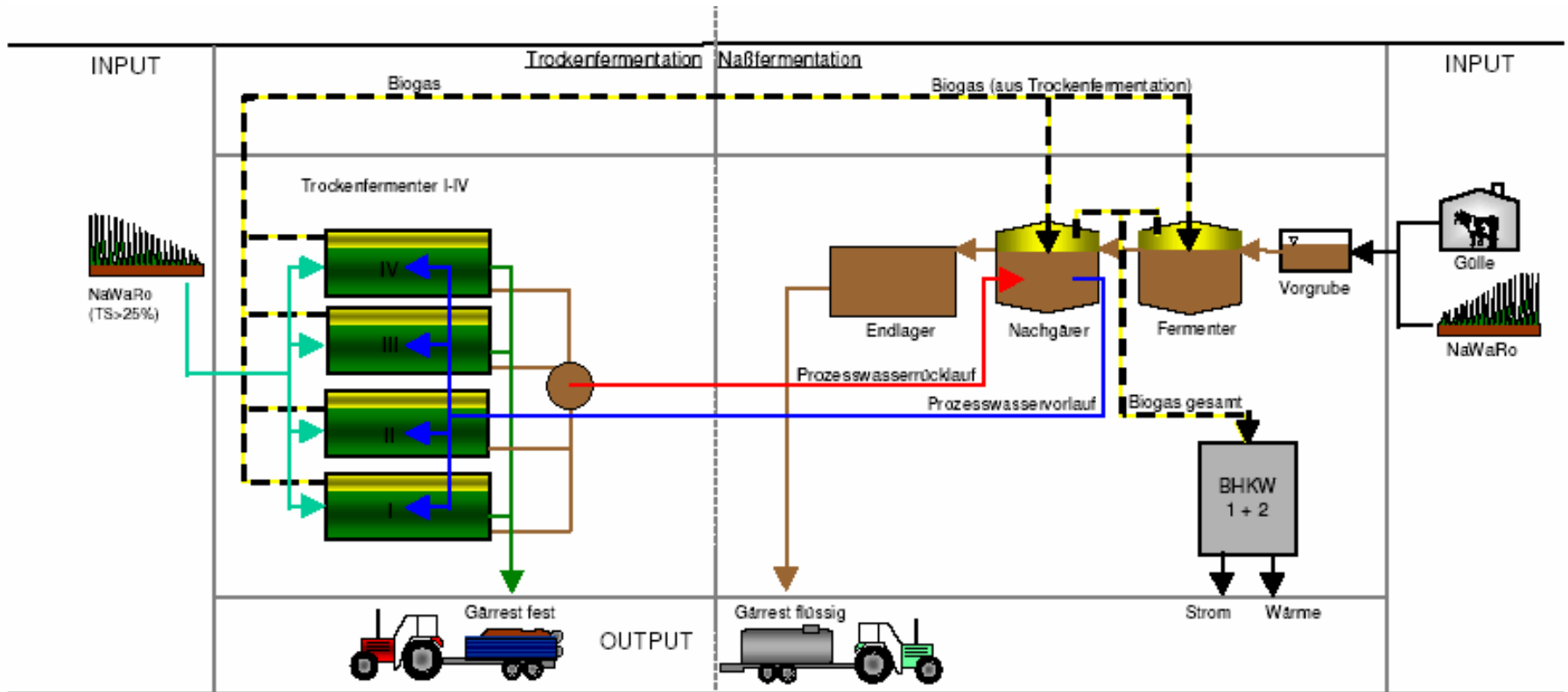
B. Linke, M. Heiermann, ATB  
R. Looch, LOOCK Biogassysteme  
U. Kessler, Agrargenossenschaft Pirow

- Schema der Trockenvergärung
- Aufbau und Betrieb der Pilotanlage Pirow
- Ergebnisse aus der Erprobung
  - eingesetzte Substrate
  - Biogas- und Methanproduktion
  - Massebilanz
  - Gärrestpotenzial
- Fazit

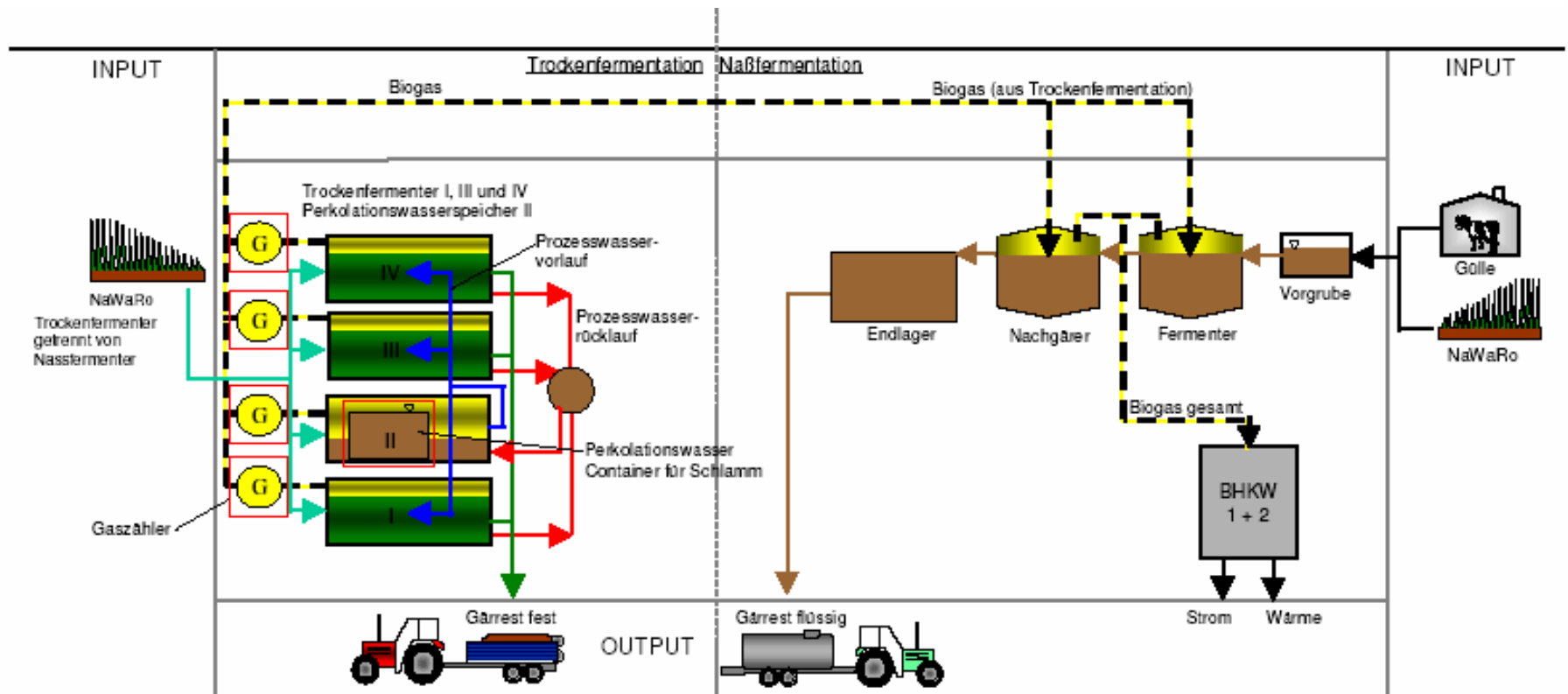
# Trockenvergärung im einfachen Batch-Verfahren



# Fließbild zum TNS-Verfahren in Pirow Ausgangslage



# Fließbild zum TNS-Verfahren in Pirow Modifizierung für Messprogramm mit ATB



# Biogasanlage zur Trockenfermentation Pirow

BHKWs

Radlader mit  
Teleskopwaage

4 Trocken-  
fermenter



# Betriebsbeeinträchtigungen während der Erprobung der Anlage Pirow 2005

- Flüssigkeit aus dem Nachgärer als Prozesswasser ungeeignet,
- Deshalb: Umnutzung des Trockenfermenters II als Prozesswasserspeicher, geringes Speichervolumens für Prozesswasser Temperaturstabilität und Wasserregelung sensibel
- Erwärmung des Prozesswassers bis 27.5. über Plattenwärmetauscher, sehr störanfällig durch Verstopfungen, Temperaturschwankungen, Installation einer Heizung im TF II,
- TF1 am 21.6.2005 außer Betrieb genommen, Undichtigkeiten
- Bis zum 3.8.2005 keine weiteren Versuche möglich (Mangel an Maissilage), Revision der gesamten Trockenfermentationsanlage
- Probleme im September mit undichtem Tor des improvisierten Prozesswasserspeichers, Tore für hohe Wasserdrücke nicht ausgelegt
- Prozesswasserspeicher zu geringes Volumen, um in der kalten Jahreszeit Temperatur zu halten

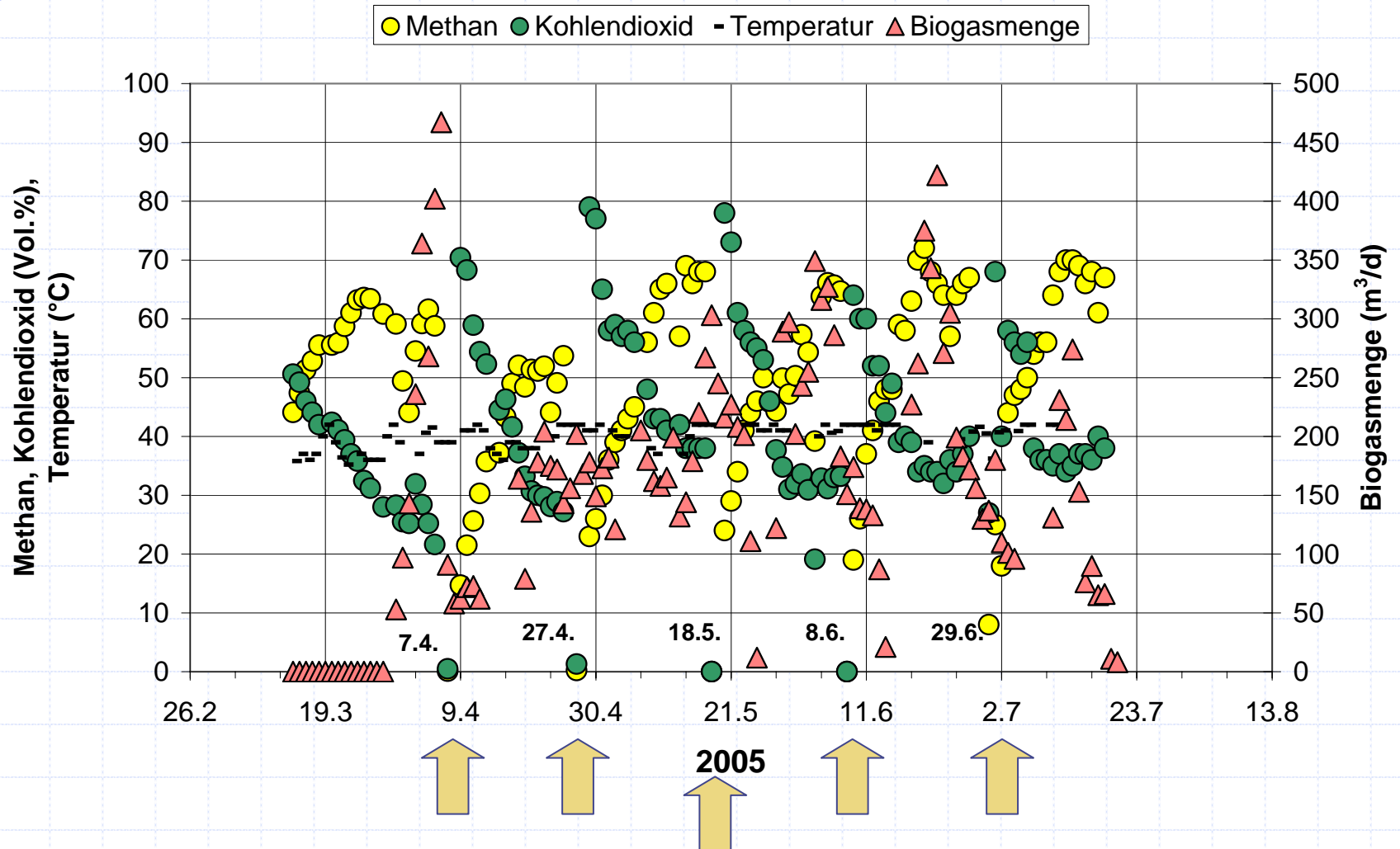
# Substrate für die Trockenfermentation Pirow

Parameter	Einheit	Putenmist	Maissilage
pH-Wert	-	8,50	4,10
TS (105°C)	g kg <sup>-1</sup> FM	403	306
oTS	g kg <sup>-1</sup> FM	334	293
NH <sub>4</sub> -N	g kg <sup>-1</sup> FM	2,70	0,54
N <sub>ges</sub>	g kg <sup>-1</sup> FM	11,08	3,28
Flüchtige Carbonsäuren	g kg <sup>-1</sup> FM	0,91	4,38
Milchsäure	g kg <sup>-1</sup> FM	-	16,30

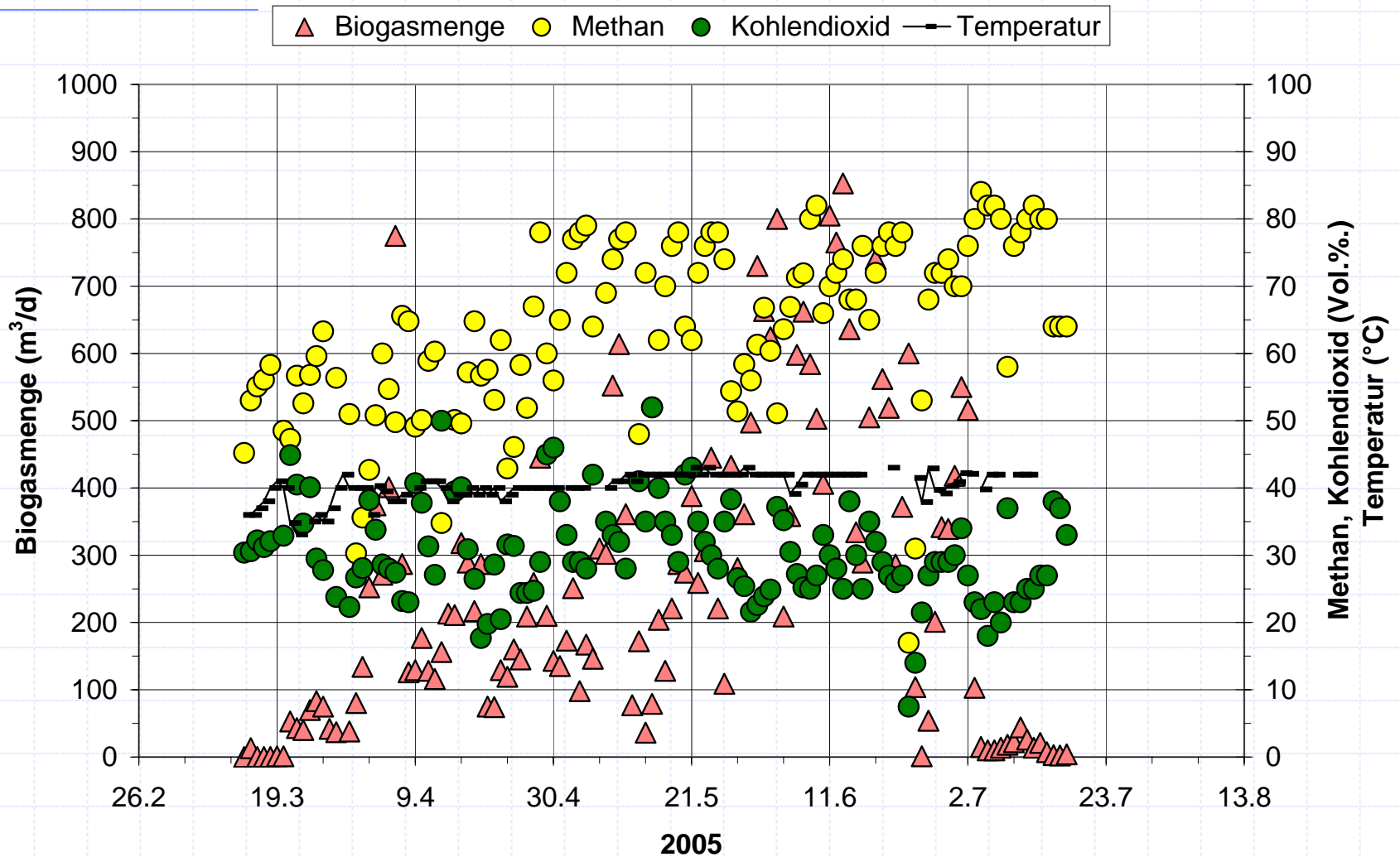
# Verlauf Prozessparameter TF 3 in Pirow

(40 t Maissilage, 9 t Putenmist, 18 t Gärrest je Befüllung)

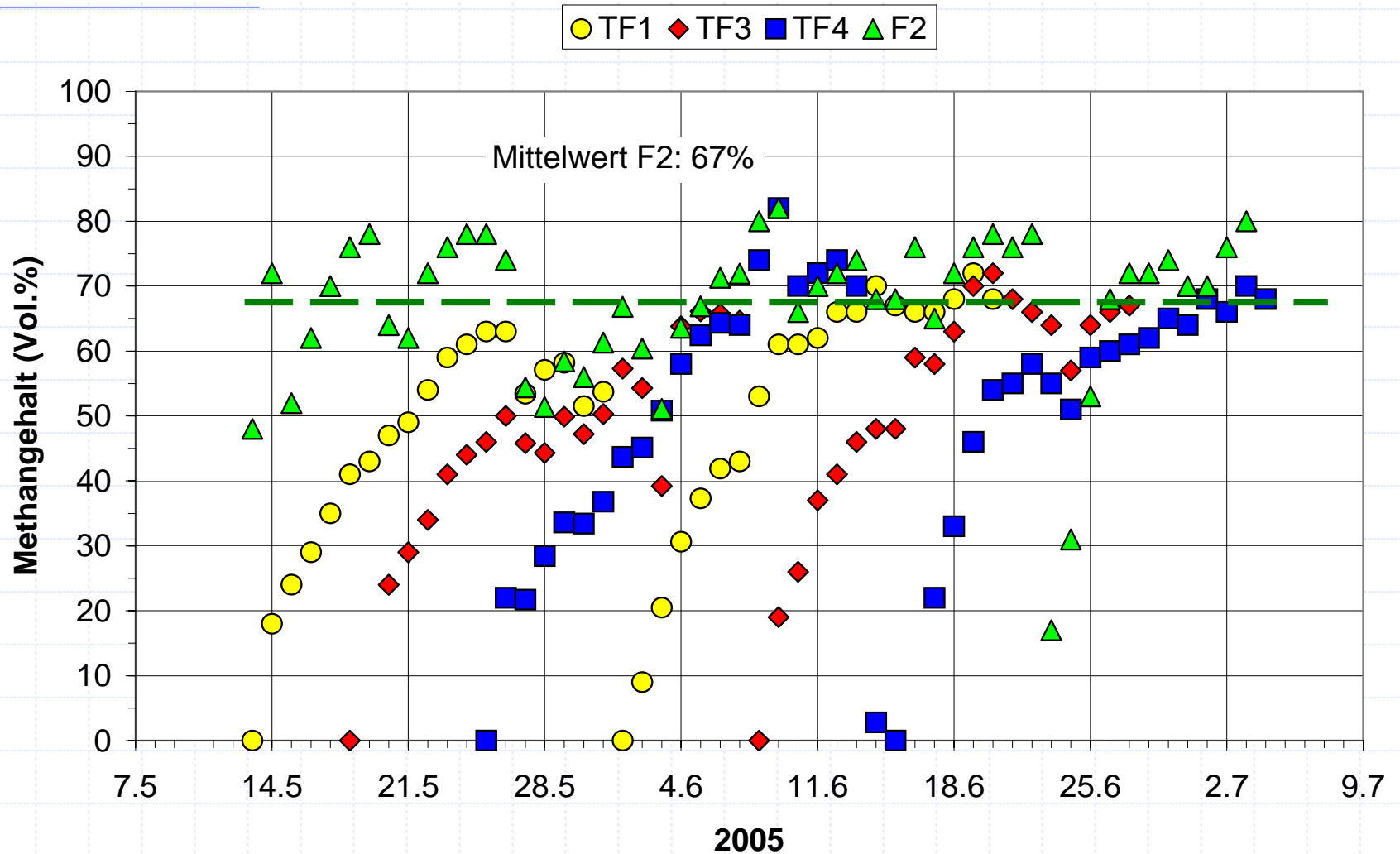
TF3\_a



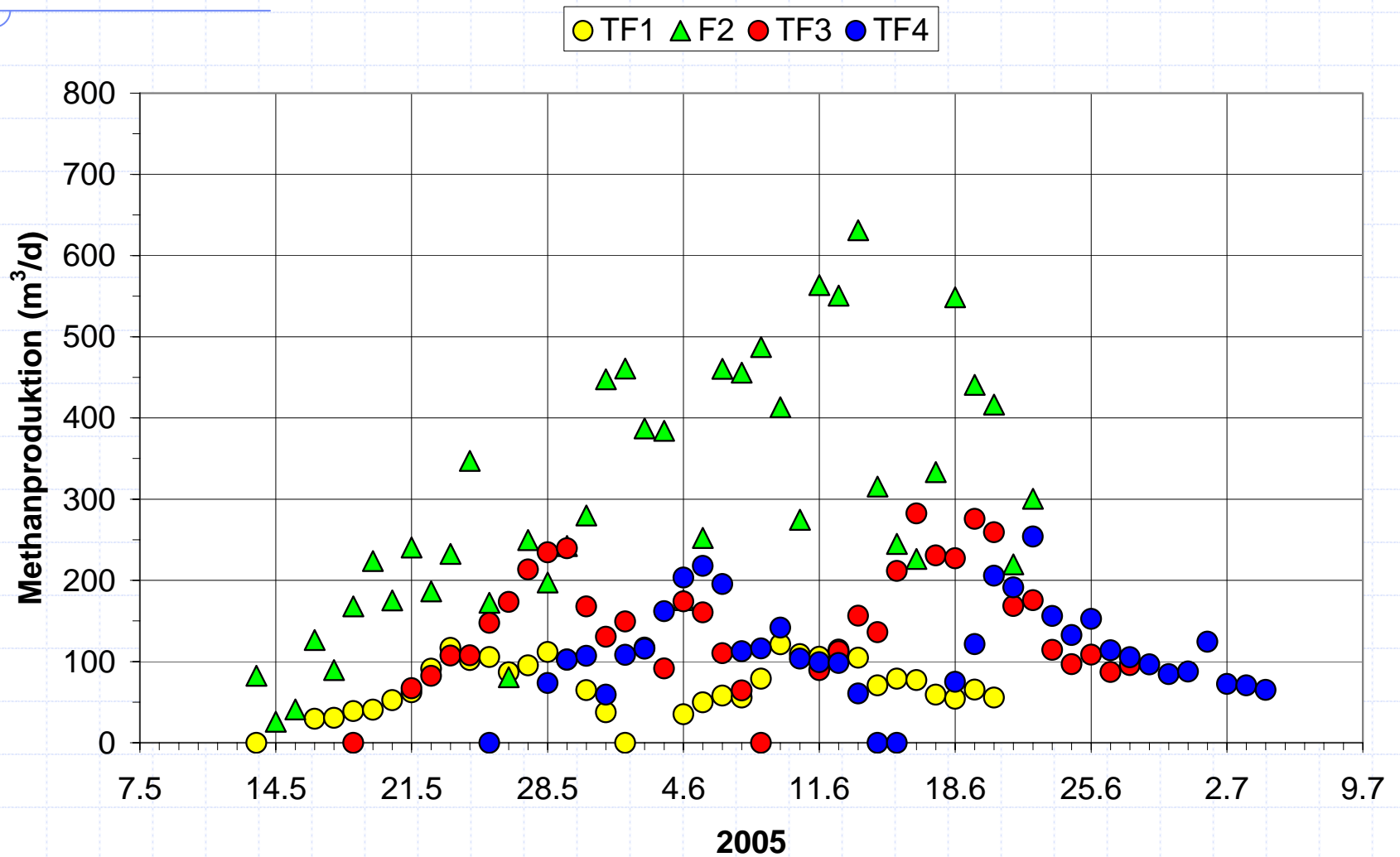
# Verlauf Prozessparameter F2 in Pirow (Perkolatmenge aus TF1, TF3 und TF4)



# Methangehalte im Biogas TF1,3,4 und F2



# Methanproduktion TF1,3,4 und F2



# Biogas- und Methanproduktion Pirow

Zeitraum 18.5. bis 4.7.2005 mit 2 Befüllungen je Fermenter

Fermenter	Mais-silage t	Puten- mist t	Gärrest t	Biogas- menge m <sup>3</sup>	Methan- menge m <sup>3</sup>	CH <sub>4</sub> %
TF 1	79	17,5	36	8916*	4779*	56
TF 3	80,5	18	36,5	10129	5370	53
TF 4	81	17,5	35,5	7703	4188	54
F 2	-	-	-	17562	12070	69
Gesamt	240,5	53	108	44310	26407	59

\* Berechnet aus Gasproduktion von TF3 und TF4

Methanausbeute aus Mischung Maissilage und Putenmist:

$$26407 / (240,5 + 53) = 90 \text{ m}^3/\text{t}$$

Methanausbeute aus Putenmist (Gärtest im Labor):

$$45 \text{ m}^3/\text{t FM}$$

Methanmenge aus Putenmist mit 333 kg oTS/t FM

$$53 * 45 = 2385 \text{ m}^3$$

Methanausbeute aus Maissilage mit 293 kg oTS/tFM:

$$(26407 - 2385) / 240,5 = 100 \text{ m}^3/\text{t}$$
$$100 / 293 = 0,34 \text{ m}^3/\text{kg oTS}$$

# Analysenwerte und Gärrestpotenzial

Zeitraum 18.5. bis 4.7.2005 mit 2 Befüllungen je Fermenter

Parameter	Einheit	TF3 18.5.	TF4 25.5.	TF1 1.6.	TF3 8.6.
pH-Wert	-	9,04	9,14	9,14	8,83
TS (105°C) x=215	g kg <sup>-1</sup> FM	202	193	262	204
oTS x=166	g kg <sup>-1</sup> FM	157	148	209	150
NH <sub>4</sub> -N	g kg <sup>-1</sup> FM	2,09	3,20	1,16	3,41
N <sub>ges</sub>	g kg <sup>-1</sup> FM	6,83	5,96	9,09	6,27
Flüchtige Carbonsäuren	g kg <sup>-1</sup> FM	1,69	1,62	0,79	4,00
Gärrestpotenzial (35°C)					
nach 20 d	m <sup>3</sup> t <sup>-1</sup> FM	18	22	11	12
nach 40 d	m <sup>3</sup> t <sup>-1</sup> FM	36	33	21	22

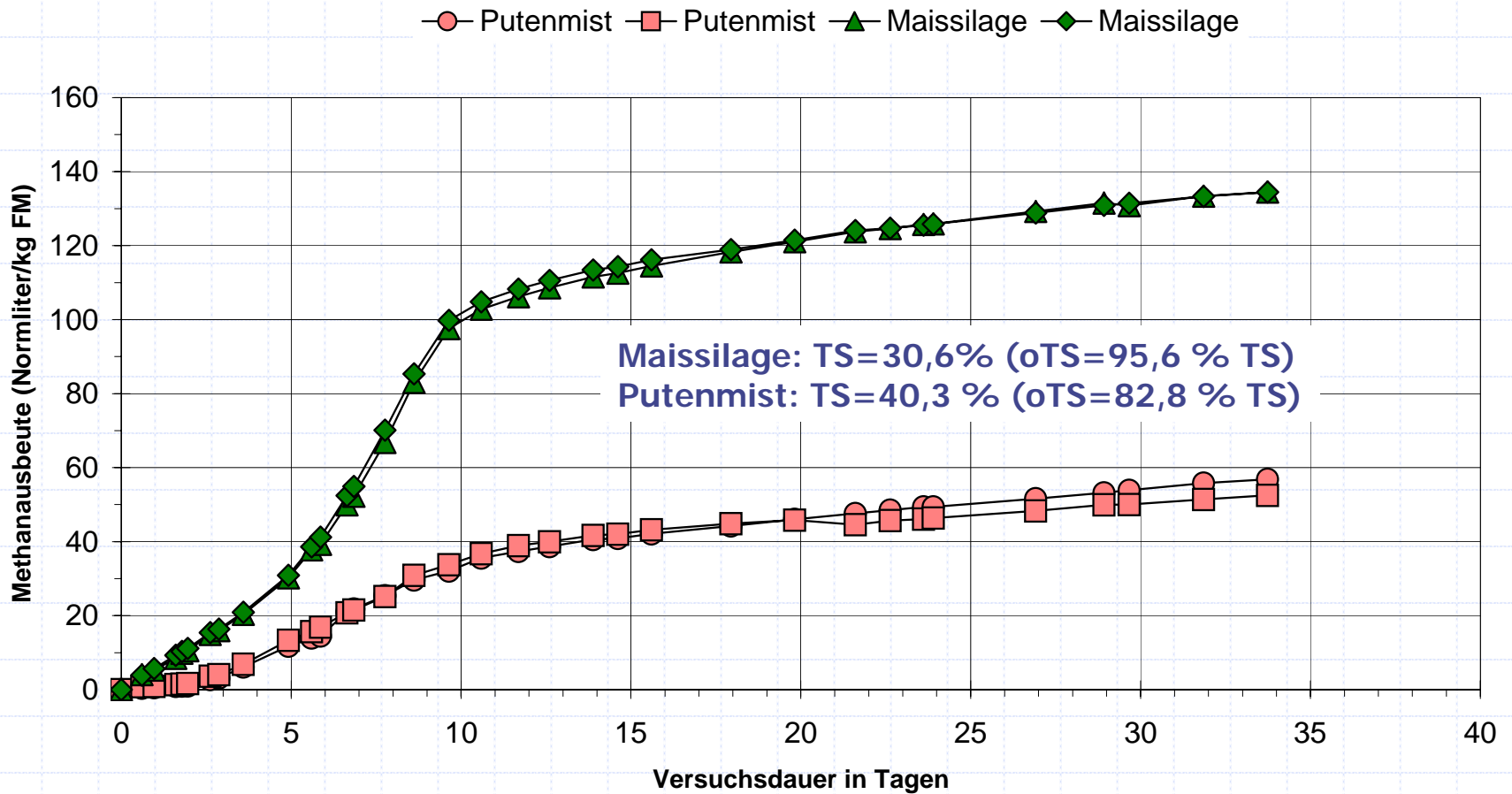
# Massebilanz Biogasanlage Pirow

Zeitraum 18.5. bis 4.7.2005 mit 2 Befüllungen je Fermenter

**Maissilage Putenmist Gärrest**

TS-Masse input:	$240,5 * 0,306 + 53 * 0,403 + 108 * 0,215 = 118 \text{ t (TS=293 kg t}^{-1}\text{)}$
oTS-Masse input:	$240,5 * 0,293 + 53 * 0,334 + 108 * 0,166 = 106 \text{ t (oTS=264 kg t}^{-1}\text{)}$
Masse input:	$240,5 + 53 + 108 = 401,5 \text{ t}$
Dichte des Biogases (59,5% CH <sub>4</sub> ):	$(0,595 * 16 + 0,405 * 44) / 22,4 = 1,22 \text{ kg m}^{-3}$
oTS- und TS-Abbau	$1,22 * (44310/1000) * 0,84 = 45 \text{ t ,}$ (84% aus oTS und 16% aus H <sub>2</sub> O (Buswell C <sub>38</sub> H <sub>60</sub> O <sub>26</sub> ))
oTS-Masse im Gärrest:	$106 - 45 = 61 \text{ t}$
TS-Masse im Gärrest:	$118 - 45 = 73 \text{ t}$
Masse Gärrest:	$401,5 - (1,22 * 44310/1000) = 347,5 \text{ t}$
oTS-Gehalt im Gärrest:	$(61/347,5) * 1000 = 175 \text{ kg t}^{-1}$ (Mittel gemessen: 166 kg t <sup>-1</sup> )
TS-Gehalt im Gärrest:	$(73/347,5) * 1000 = 210 \text{ kg t}^{-1}$ (Mittel gemessen: 215 kg t <sup>-1</sup> )

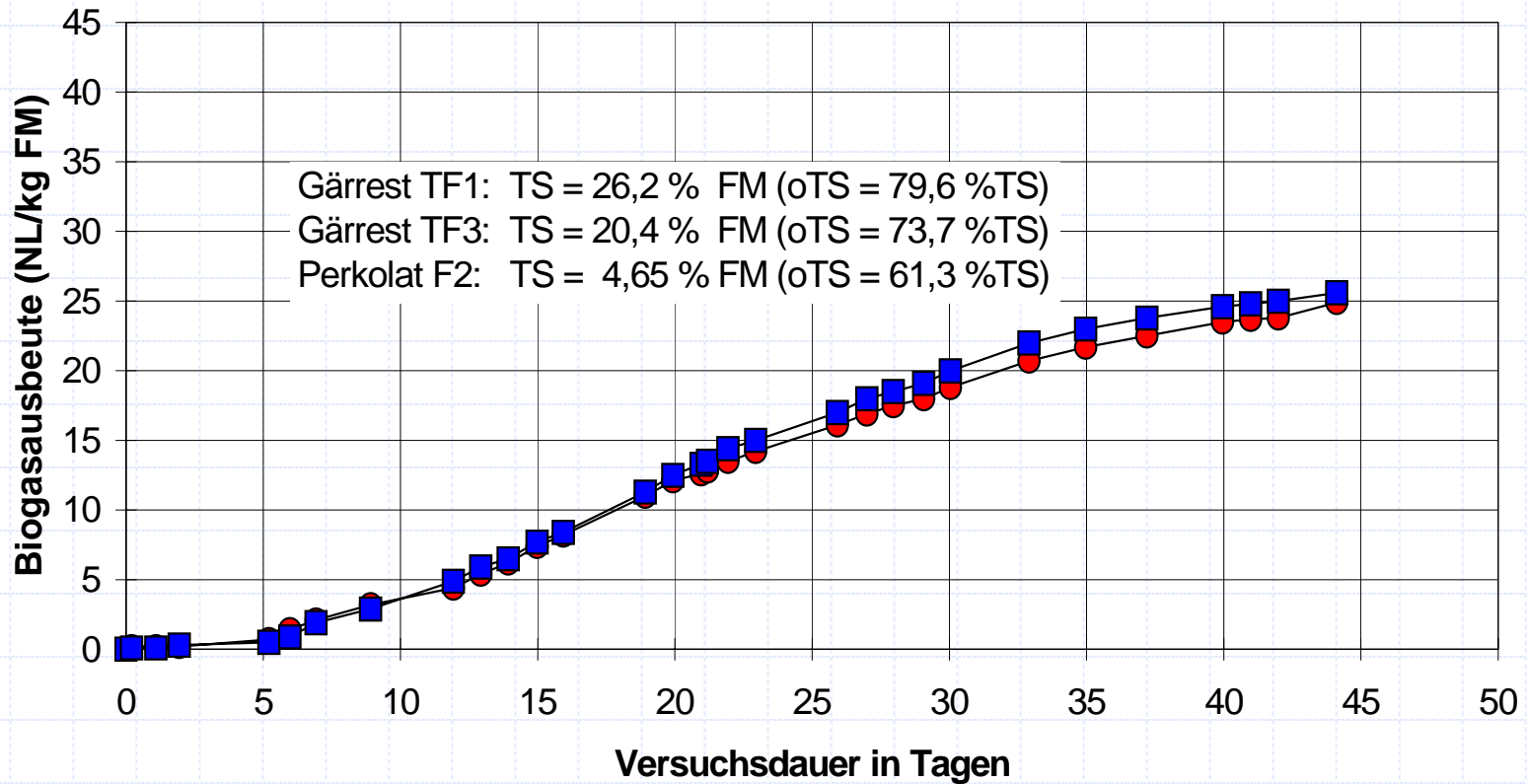
# Methansausbeuten von Maissilage und Putenmist Im einfachen Gärtest



# Biogasrestpotenzial aus TF1 und TF 3 der Biogasanlage Pirow



● TF1 Gärrest 31.5.05 ■ TF3 Gärrest 9.6.05



# Fazit



- Flüssiger Gärrest aus einer konventionellen Nassvergärungsanlage als Perkolationsflüssigkeit ungeeignet, eigener Prozesswasserkreislauf erforderlich
- Zugabe von schütffähigem Gärrest zum Gärsubstrat (z.B. Silagen) beschleunigt Methanproduktion im Trockenfermenter, 25-30% ausreichend
- Abbau der in den Trockenfermentern gebildeten organischen Säuren in einem Perkolatspeicher oder Festbettreaktor möglich, deshalb nur geringe Mengen an festem Inoculum erforderlich
- Methanausbeute in Trockenvergärung nach batch-Verfahren erreicht Werte aus konventionellen Nassvergärungsanlagen, 3 bis 4 Wochen Fermentationszeit in den Trockenfermentern empfohlen