



LUFA Nord-West · Jägerstraße 23-27 · 26121 Oldenburg

Syngenta Seeds GmbH
Herr Dr. Stefan Mittler
Zum Knipkenbach 20
32107 Bad Salzufen



Oldenburg, 01.07.2010
Dr. Bi/Bre

Ergänzung zum Bericht vom 2009-08-17 über die Auswertung von Praxisversuchen zum Einsatz von Zuckerrüben in verschiedenen Biogasanlagen nach Anwendung unterschiedlicher Zerkleinerungstechniken für den Inputstoff Zuckerrübe

Sehr geehrte Damen und Herren,

anliegend erhalten sie die Ergänzungen zum Bericht vom August 2009.

1. Allgemeines:

Von der Firma Syngenta wurden in Praxisbiogasanlagen Testreihen zum Einsatz von unterschiedlich vorbehandelten Zuckerrüben (geschredderte Rüben, beta-Prozess-Rüben) durchgeführt und die dabei gewonnenen Daten wurden der LUFA zur Auswertung und Beurteilung zugeleitet.

Die drei Anlagen (Böddenstedt, Immenhof, Altenebsdorf) wurden jeweils mit unterschiedlichen Mengen an Rüben gefüttert. Bezogen auf die Frischmasse wurde die Anlage Böddenstedt mit 10 % Rübenanteil, die Anlage Immenhof mit 20 % und die Anlage Altenebsdorf mit 30 % gefüttert.

Die Fütterungsversuche wurden jeweils über einen Zeitraum von 30 Tagen durchgeführt und die Anlagen wurden regelmäßig beprobt.

Vorweg geschaltet war jeweils eine ca. 20-tägige Einfahrphase, in der die Biogasanlage auf konstantem Niveau gefüttert wurde. Anhand dieser Fütterungsmengen sollten dann die Anlagenbetreiber den entsprechenden Anteil der Futterration, bezogen auf die eingesetzten Frischmassen, durch entsprechend vorbereitete Rüben ersetzen.

Aufgrund von Unregelmäßigkeiten wird bei der Auswertung die Anlage Böddenstedt zunächst nicht berücksichtigt, sondern das Hauptaugenmerk richtet sich auf die Anlagen Immenhof und Altenebsdorf, in denen sich aufgrund der höheren Rübeneinträge auch die Effekte wesentlich deutlicher darstellen sollten.

Vorweg schicken muss man bei der gesamten Betrachtung noch, dass die durchschnittliche hydraulische Verweilzeit in den beiden betrachteten Anlagen bei etwa 110 bis 120 Tagen liegt. Dies bedeutet weiterhin, dass die Einsatztage, an denen die Rübenfütterung in den Anlagen eingesetzt wurde, jeweils nur ein Viertel der tatsächlichen hydraulischen Verweilzeit darstellen. Dies hat zur Folge, dass sich viele Effekte überlagern können und unter Umständen keine eindeutige Zuordnung zur Rübenfütterung respektive zur Rübenvorbehandlung herzustellen ist.

Um eine absolut zuverlässige Aussage zu treffen, sollen nach Erfahrungen aus kontinuierlichen Versuchsanlagen mindestens zwei bis drei hydraulische Verweilzeiten „durchlebt“ werden, um jeweils wieder in den quasi stationären Zustand der jeweiligen Fütterungssituation zu gelangen.

Da dies bei Praxisanlagen durchaus einen Zeitraum von 300 – 400 Tagen bedeuten kann, sprengt dieses Vorgehen natürlich jeden Zeitrahmen, so dass man gewisse Abstriche hinsichtlich der Einsatzzeiten vornehmen muss. Andererseits muss man aber berücksichtigen, dass beispielsweise bei der Umstellung von geschreddeter Rübe auf die beta-prozess-behandelte Rübe noch nicht alle Rübenanteile der geschredderten Variante wieder aus dem Fermenter ausgeschleust worden sind. Die leicht verdaulichen Kohlenhydrate sind mit Sicherheit verstoffwechselt worden, so dass der Großteil an Gasbildung schon erfolgt ist, aber Synergieeffekte durch den noch vorhandenen Rübenanteil können nicht absolut sicher ausgeschlossen werden.

Weiterhin sollten die jeweiligen Betriebsparameter, d.h. Fütterungszusammensetzung, Raumbelastung, Fütterungsmenge bezogen auf die organische Trockensubstanz etc. möglichst konstant gehalten werden, um eindeutig den Einfluss und den Effekt der Rübenfütterung und der verschiedenen Aufbereitungsmethoden beurteilen zu können. Die mit der Fütterung verbundenen Änderungen in den (zusätzlichen) Gasausbeuten wären dann ein eindeutig Anzeiger für den Effekt der Aufbereitung und den entsprechenden Rübenanteil an der Fütterung.

2. Ergänzungen zum bisherigen Bericht:

Im Nachgang zur ersten schriftlichen Beurteilung der Versuchsreihen in den Praxisanlagen wurde noch ein weiteres Expertengespräch mit dem „vor-Ort-Verantwortlichen“ und dem Versuchsverantwortlichen der Syngenta geführt.

Der Hintergrund für dieses Gespräch bestand darin, zu klären, welche Ereignisse vor Ort eventuell noch einen Einfluss auf die festgestellten Parameter hätten haben können. Da der zur Verfügung stehende Datenpool auch noch für weitere Auswertungen geeignet ist, war es unbedingt erforderlich, auch die äußeren Einflüsse beim Betrieb der Biogasanlagen vor Ort zu kennen, um z.B. Ausfallzeiten von BHKWs auf bestimmte Mindermengen in der elektrischen Leistung oder auf Gasleckagen bei der Gasproduktion korrelieren zu können.

Die Anlage Böddenstedt wurde im ersten Teil des Berichtes (siehe Teil Allgemein) nicht ausgewertet. Wie man anhand der sehr ungleichmäßigen Fütterung erkennen kann, ist gerade bei dieser Anlage, die nur mit 10 % Rübenanteil gefahren werden sollte, die Kontinuität der Fütterung so schlecht (siehe Anlage – Abb. 1-3), dass eventuelle positive oder auch negative Effekte durch die Rübenfütterung allein schon durch die Schwankungen der Fütterung überlagert und unter Umständen verdeckt werden. Aus diesem Grund wurde die Anlage Böddenstedt in Absprache mit dem Auftraggeber endgültig aus der Bewertung und Interpretation der Daten herausgenommen.

Die positiven Effekte der Zuckerrübenfütterung und der Aufbereitung werden am deutlichsten bei der Anlage Altenebisdorf sichtbar, da diese Anlage den größten Anteil (30 % der Futtermenge (FM bezogen)) an Rübenmaterial als Substrat erhalten hat.

Werden dann noch die jeweiligen gleichen Zeiträume an kontinuierlicher Fütterung für die Betriebsphase ohne Zuckerrübe, mit geschreddeter Rübe und mit beta-Prozess-Rübe als Bewertungszeitraum angenommen und auf 100-Prozent-BHKW-Leistung normiert, dann kann man den „bereinigten“ Effekt der unterschiedlichen Fütterungssysteme am deutlichsten erkennen.

Aus dem Diagramm, in dem die Fütterungen der Biogasanlage Altenebisdorf im Hinblick auf die angewendeten mit der Bezugsgröße der zugeführten organischen Trockensubstanz dargestellt sind (siehe Anlage – Abb. 4), kann man deutlich den positiven Effekt der Rübenfütterung im Zusammenspiel mit der entsprechenden Aufbereitung der Rübe durch den Betaprozess erkennen.

Es ergibt sich dabei, dass bei konstantem Biogasertrag (normiert auf 100%-BHKW-Leistung: 5542 m³/d geschredderte Variante versus 5566 m³/d beta-Prozess-Rübenmus) und gleichen Methangehalten (52,3 % CH₄ geschredderte Variante versus 52,6 % CH₄ beta-Prozess-Rübe) bezogen auf die Gesamtfütterung etwa 800 Kilogramm organische Trockenmasse weniger benötigt werden. Und trotzdem bleibt die produzierte Energieleistung des BHKW gleich. (siehe Anlage – Abb. 4)

Was bedeutet jetzt eine Einsparung von 800 Kilogramm organischer Trockenmasse für eine Biogasanlage. Nicht berücksichtigt werden sollen an dieser Stelle Einsparungen an Lagerkosten für Silage, Verringerung der Energiekosten durch das dünnflüssigere Substrat (weniger Rührzeiten, -energie), etc. Auch nicht mit in die Betrachtung eingehen sollen die Bereitstellungskosten für die Zuckerrüben und Kosten für die benötigte Ausrüstung. Je nach Betriebsstandort und bereits vorhandener Technik können sich diese Werte sehr voneinander unterscheiden.

Für die Tonne Maissilage kann man verschiedene Gestehungskosten ansetzen. Produziert der Betrieb die Maissilage auf eigenen Flächen, dann fallen Kosten von etwa 25,00 € die Tonne Maissilage frei Hof (Fall 1) an. Für Pachtflächen in mittlerer Entfernung rechnet man mit Kosten von 35,00 € (Fall 2) und für teure Pachtflächen bis 40,00 € (Fall 3) die Tonne Maissilage - jeweils frei Hof.

Welches Einsparpotential ergibt sich damit für eine 500 KW-Anlage unter der Annahme, dass täglich 25 t Maissilage (Frischmasse) eingebracht werden? Die eingesetzte Maissilage wird mit einem durchschnittlichen Trockensubstanzgehalt von 35 % und einem organischen Trockensubstanzgehalt von 90 % in der Trockenmasse angenommen. So ergibt sich folgendes:

Für den Fall 1 ergebe sich damit ein Einsparpotential von etwa 23.000,00 €, im Fall 2 von etwa 32.000,00 € und im Fall 3 von etwa 37.000,00 € allein für die Ersparnis an Maissilage. Und dies allein durch das Ersetzen von 30 % der Fütterungsfrischmasse (hier Maissilage) durch die gleiche Menge frische Zuckerrübenmasse (geschreddert bzw. beta-Prozess).

Dagegen zu rechnen wären dann noch die entsprechenden Kosten, die für die Bereitstellung der benötigten Zuckerrübenmenge und der eventuell durchzuführenden Aufbereitung zu zahlen wären.

In jedem Fall zeigt sich, dass die Rübe als Ergänzung zu Mais und Gülle in NaWaRo-Anlagen eine sehr gute Wahl darstellt.

Die genannten Diagramme befinden sich im Anhang.

Weitere Auswertungen zu diversen Fragestellungen wurden bereits überreicht. Eine Komplettaufstellung aller Diagramme und Tabellen inklusive der Zusammenfassungen wird ihnen separat als Excel-Datei überreicht.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



Dr. Bischoff

Anlagen

- Abbildungen 1-4: Diagramme
- Tabellen 1-4: Durchschnittswerte Immenhof und Altenebstorf nach Gaskorrektur

Abbildung 1

Böddenstedt - 10 % Rübenanteil (bezogen auf Frischmasse)
Fütterungsverlauf bezogen auf die Frischmasse

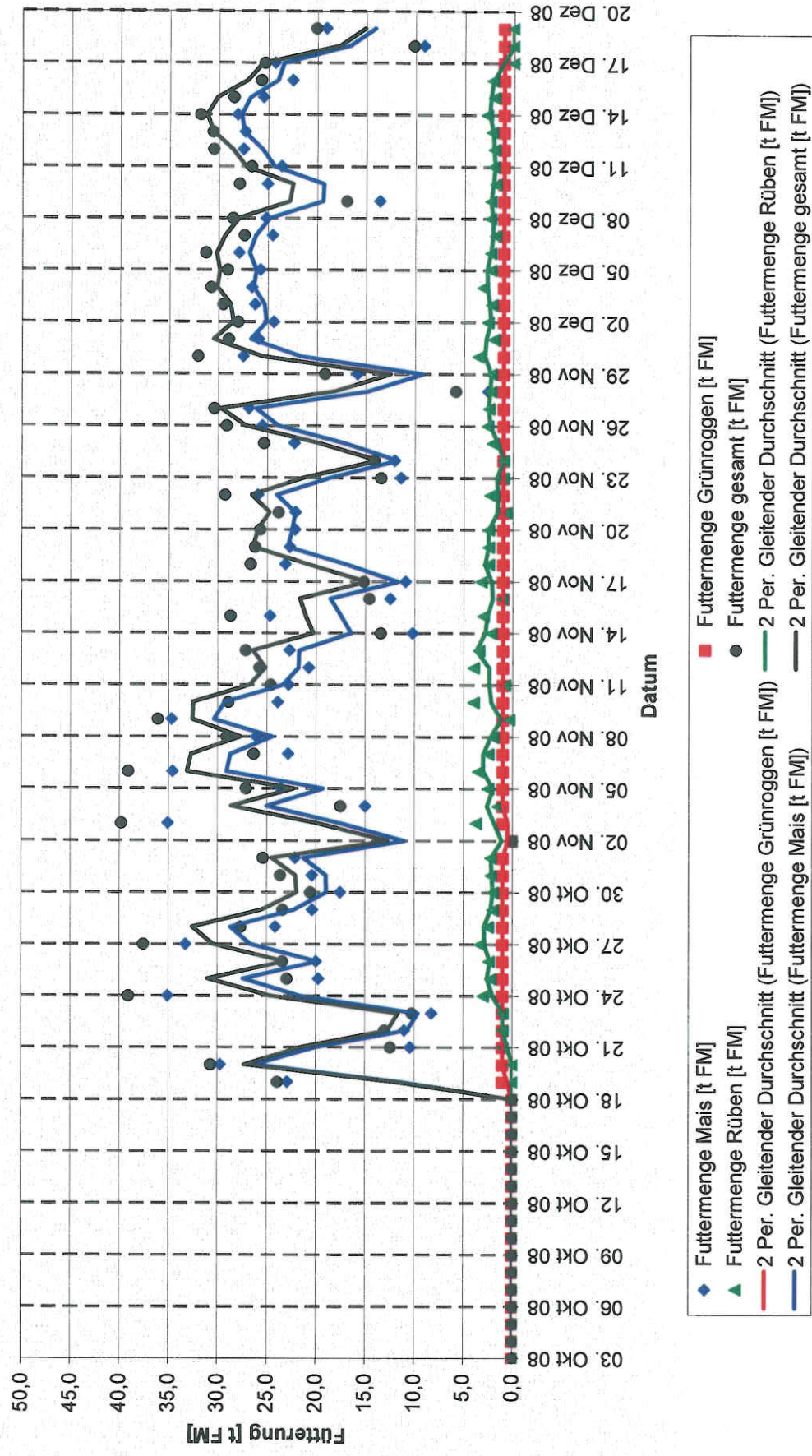


Abbildung 2

Böddenstedt - 10 % Rübenanteil (bezogen auf Frischmasse)
Fütterungsverlauf bezogen auf die Trockensubstanz

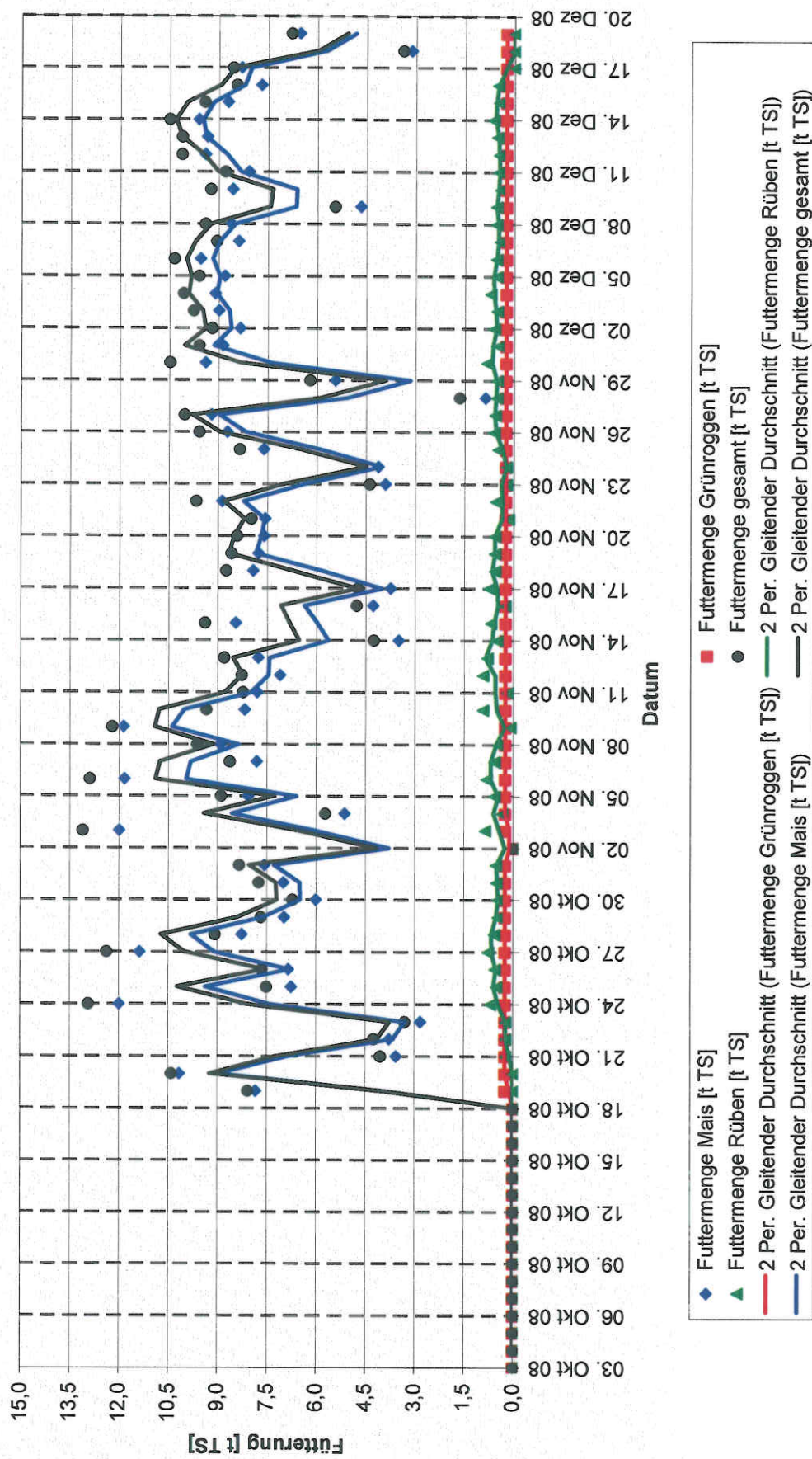


Abbildung 3

Böddenstedt - 10 % Rübenanteil (bezogen auf Frischmasse)
Fütterungsverlauf bezogen auf die organische Trockensubstanz

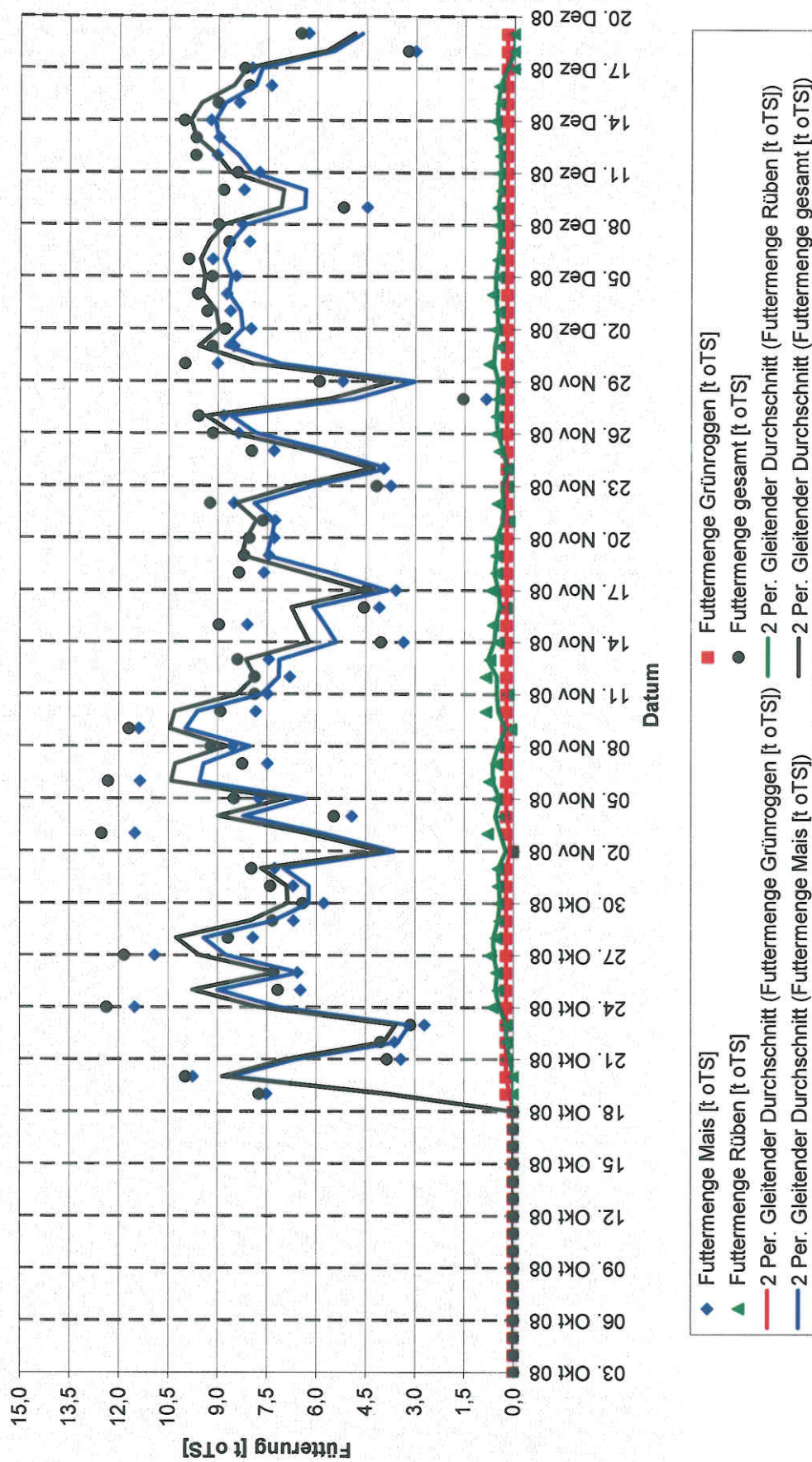


Abbildung 4

Altenebstorf - 30 % Rübenanteil (bezogen auf Frischmasse)
Vergleich der durchschnittlichen Fütterungsmengen
bezogen auf die organische Trockensubstanz (oTS)

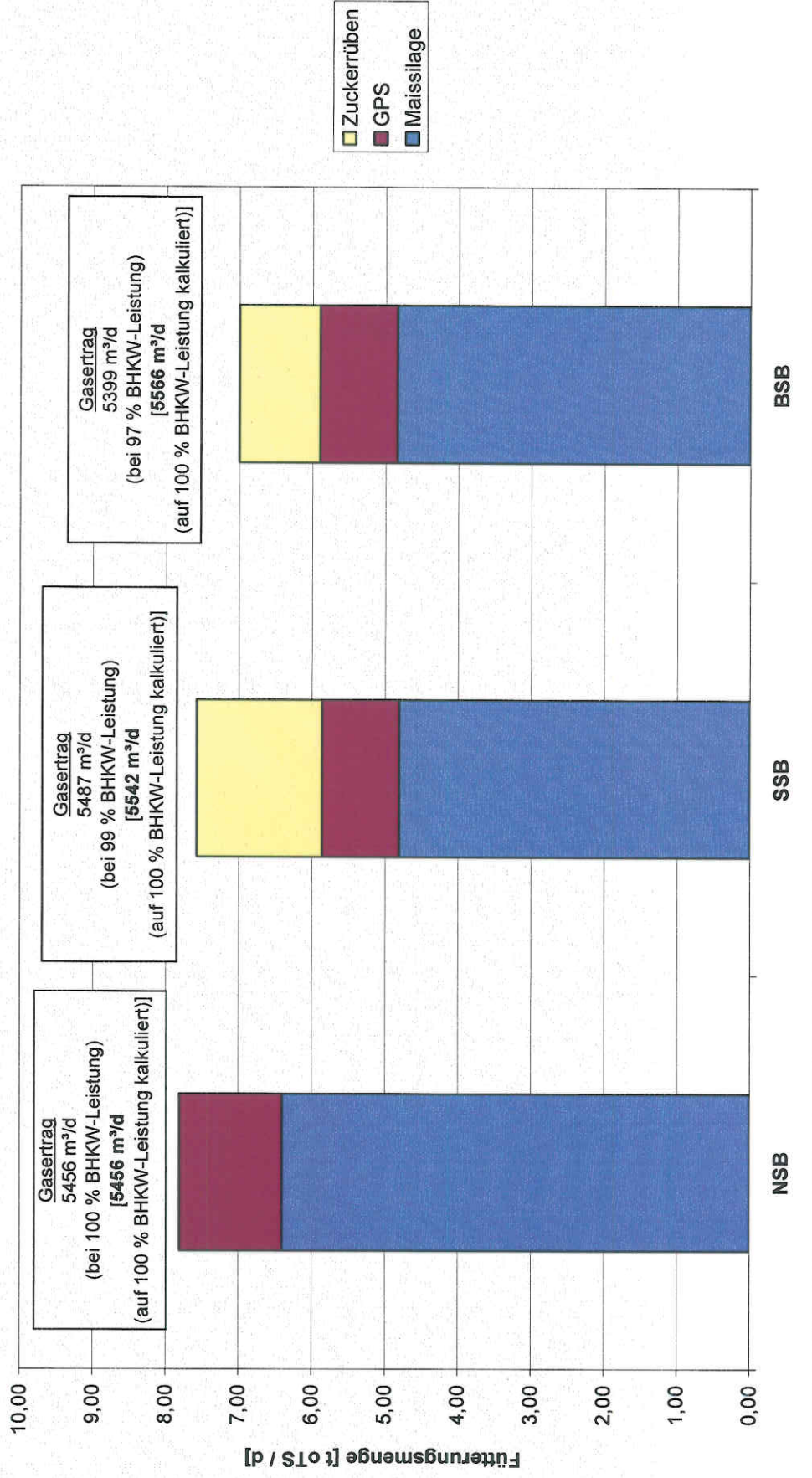


Tabelle 1: Durchschnittswerte Immenhof nach Gaskorrektur (Teil 1)

	Futtermenge (Mais+Grünroggen) [t FM]	Futtermenge (Z-Rüben) [t FM]	Gesamtfutter- menge [t FM]	Anteil Z-Rüben [%]	absolute Gesamtgasmenge [m³]
NSB ¹⁾	14,69	0,00	14,69	0,00	3376
NSB ²⁾	15,71	0,00	15,71	0,00	3161
SSB ³⁾	13,08	3,26	16,33	20,00	3525
BSB ⁴⁾	12,44	2,87	15,30	18,77	3381

	Futtermenge Mais [t TS]	Futtermenge Mais [t oTS]	Futtermenge Grün- roggen [t FM]	Futtermenge Grün- roggen [t TS]
NSB ¹⁾	10,43	3,34	4,26	1,07
NSB ²⁾	12,11	3,88	3,60	0,90
SSB ³⁾	10,80	3,45	2,28	0,57
BSB ⁴⁾	10,26	3,28	2,18	0,54

	Futtermenge Grün- roggen [t oTS]	Futtermenge Rüben [t FM]	Futtermenge Rüben [t TS]	Futtermenge Rüben [t oTS]	Futtermenge gesamt [t FM]
NSB ¹⁾	0,94	0,00	0,00	0,00	14,69
NSB ²⁾	0,79	0,00	0,00	0,00	15,71
SSB ³⁾	0,50	3,26	0,77	0,71	16,33
BSB ⁴⁾	0,48	2,87	0,47	0,43	15,30

	Futtermenge gesamt [t TS]	Futtermenge gesamt [t oTS]	Substratvolumen [m³/d]	Raumbelastung [kg oTS /(m³*d)]	hydraulische Verweil- zeit [d]
NSB ¹⁾	4,40	4,17	10,5	3,48	119
NSB ²⁾	4,78	4,55	11,4	3,79	111
SSB ³⁾	4,80	4,56	12,5	3,80	101
BSB ⁴⁾	4,29	4,09	11,7	3,41	103

³Die Untersuchungsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das uns vorliegende Probenmaterial. Dieser Prüfbericht darf nicht ohne unsere Genehmigung auszugsweise vervielfältigt werden.

Tabelle 2: Durchschnittswerte Immenhof nach Gaskorrektur (Teil 2)

	Gesamtgasmenge [m³ / t FM gesamt]	Gesamtgasmenge [m³ / t TS gesamt]	Gesamtgasmenge [m³ / t oTS gesamt]	Gesamtgasmenge [m³ / t FM Rüben]	Gesamtgasmenge [m³ / t TS Rüben]
NSB ¹⁾	239	801	848	-	-
NSB ²⁾	212	695	729	-	-
SSB ³⁾	227	772	812	1148	4845
BSB ⁴⁾	223	795	834	1190	7301

	Gesamtgasmenge [m³ / t oTS Rüben]	absolute Gesamt- gasmenge [m³]	Mais- Anteil der ges. oTS []	Grünroggen- Anteil der ges. oTS []	Mais+Grünroggen- Anteil der ges. oTS []
NSB ¹⁾	-	3376	0,76	0,24	1,00
NSB ²⁾	-	3161	0,83	0,17	1,00
SSB ³⁾	5266	3525	0,73	0,11	0,84
BSB ⁴⁾	7936	3381	0,78	0,12	0,89

	Rüben- Anteil der ges. oTS []	Mais- Anteil der Mais/Grünroggen oTS []	GPS- Anteil der Mais/Grünroggen oTS []
NSB ¹⁾	0,00	0,76	0,24
NSB ²⁾	0,00	0,83	0,17
SSB ³⁾	0,16	0,87	0,13
BSB ⁴⁾	0,11	0,87	0,13

	kalkulierte Gasmenge von Mais + Grünroggen [m³ absolut]	kalkulierte Gasmenge der Rüben [m³ absolut]	kalkulierte Gasmenge der Rüben [m³ / t oTS Rüben]
NSB ¹⁾	3354	22	-
NSB ²⁾	3656	-495	-
SSB ³⁾	3095	431	843
BSB ⁴⁾	2943	438	1069

- 1) Vorperiode "non sugar beet"
2) "non sugar beet" 14.-20.10.2008
3) "shreded sugar beet" 12.-25.11.2008
4) "beta-processed sugar beet" 06.-19.12.2008

Tabelle 3: Durchschnittswerte Altenebstorf nach Gaskorrektur (Teil 1)

	Futtermenge (Mais+GPS) [t FM]	Futtermenge (Z-Rüben) [t FM]	Gesamtfutter- menge [t FM]	Anteil Z-Rüben [%]	absolute Gesamtgasmenge [m³]
NSB ¹⁾	23,95	0,00	23,95	0,00	5096
NSB ²⁾	24,50	0,00	24,50	0,00	5456
SSB ³⁾	18,39	7,87	26,26	29,98	5487
BSB ⁴⁾	18,51	7,35	25,86	28,37	5399

	Futtermenge Mais [t TS]	Futtermenge Mais [t oTS]	Futtermenge Mais [t FM]	Futtermenge GPS [t FM]	Futtermenge GPS [t TS]
NSB ¹⁾	20,07	6,52	6,26	3,88	1,47
NSB ²⁾	20,53	6,67	6,41	3,97	1,51
SSB ³⁾	15,41	5,01	4,81	2,98	1,13
BSB ⁴⁾	15,51	5,04	4,84	3,00	1,14

	Futtermenge GPS [t oTS]	Futtermenge Rü- ben [t FM]	Futtermenge Rü- ben [t TS]	Futtermenge Rü- ben [t oTS]	Futtermenge ge- samt [t FM]
NSB ¹⁾	1,37	0,00	0,00	0,00	23,95
NSB ²⁾	1,40	0,00	0,00	0,00	24,50
SSB ³⁾	1,05	7,87	1,87	1,72	26,26
BSB ⁴⁾	1,06	7,35	1,20	1,10	25,86

	Futtermenge ge- samt [t TS]	Futtermenge ge- samt [t oTS]	Raumbelastung [kg oTS / (m³*d)]	Substratvolumen [m³/d]	hydraulische Ver- weilzeit [d]
NSB ¹⁾	8,00	7,63	3,18	18,2	135
NSB ²⁾	8,18	7,81	3,25	18,6	130
SSB ³⁾	8,01	7,58	3,16	21,0	114
BSB ⁴⁾	7,38	7,00	2,92	20,6	116

Tabelle 4: Durchschnittswerte Altenebstorf nach Gaskorrektur (Teil 2)

	Gesamtgasmenge [m³ / t FM gesamt]	Gesamtgasmenge [m³ / t TS gesamt]	Gesamtgasmenge [m³ / t oTS gesamt]	Gesamtgasmenge [m³ / t FM Rüben]	Gesamtgasmenge [m³ / t TS Rüben]
NSB ¹⁾	197	591	619	-	-
NSB ²⁾	223	668	700	-	-
SSB ³⁾	209	686	724	697	2942
BSB ⁴⁾	209	733	772	750	4601

	Gesamtgasmenge [m³ / t oTS Rüben]	Mais- Anteil der ges. oTS []	GPS- Anteil der ges. oTS []	Mais+GPS- Anteil der ges. oTS []	Rüben- Anteil der ges. oTS []
NSB ¹⁾	-	0,82	0,18	1,00	0,00
NSB ²⁾	-	0,82	0,18	1,00	0,00
SSB ³⁾	3198	0,63	0,14	0,77	0,23
BSB ⁴⁾	5001	0,69	0,15	0,84	0,16

	Mais- Anteil der Mais/GPS oTS []	GPS- Anteil der Mais/GPS oTS []	kalkulierte Gas- menge von Mais + GPS [m³ absolut]	kalkulierte Gas- menge der Rüben [m³ absolut]	kalkulierte Gas- menge der Rüben [m³ / t oTS Rüben]
NSB ¹⁾	0,82	0,18	4881	-125	-
NSB ²⁾	0,82	0,18	5283	173	-
SSB ³⁾	0,82	0,18	3966	1521	888
BSB ⁴⁾	0,82	0,18	3991	1408	1298

1) Vorperiode "non sugar beet"

2) "non sugar beet" 14.-21.10.2008

3) "shreded sugar beet" 05.-18.11.2008

4) "beta-processed sugar beet" 03.-16.12.2008