



Verbrennungsversuch

K8 1200kW NWL

Müllereinachprodukte (MNP) in Mischung
mit Hackgut G50

Phase 2

Zeitraum: 19.-4.12.2012

Auftraggeber: Coop, VZ Schafisheim, Schweiz

Auftragnehmer: KCO Cogeneration und Bioenergie GmbH

Durchführende: Dipl.-Ing. Wiesenreiter, Hr. Kogler



Inhaltsverzeichnis

1. Ziel.....	3
2. Brennstoffanalyse	3
2.1. Brennstoffanalyse Intern	3
2.2. Brennstoffanalyse extern.....	4
2.3. Bemerkungen	4
3. Mischverhältnisse – Umrechnungen.....	5
4. Versuchsanlage – Kurzbeschreibung.....	6
5. Rauchgasemissionen	7
5.1. Messreihe 1: Hackgut/Waldrestholz als Primärbrennstoff.....	7
5.2. Messreihe 2: Reines Hackgut als Primärbrennstoff	8
5.3. Diagramme: Emissionen vs. Mischungsverhältnis (je Leistungsbereich)	9
5.4. Bemerkungen.....	9
6. Abbrandverhalten	10
7. Ascheanalyse	12
7.1. Ascheanalysen – Glühverlust	12
7.2. Bemerkungen.....	13
8. Zusammenfassung	15

1. Ziel

Die Einsetzbarkeit von Müllereinachprodukten (MNP) als Brennstoff an Biomasseheizungen ist zu ermitteln. Primär wird eine Beimischung zu hackgutähnlichem Brennstoff angestrebt.

Die Bewertung des Abbrandverhaltens, der Emissionen, der möglichen Beimischung zu Hackgut-ähnlichem Material (W30-W60) und die maximal fahrbaren Leistungen sind die Ergebnisse.

Weiterführend zu Phase 1 (MNP-Pellets in Mischung mit Industriepellets) sollen speziell die Gegebenheiten an einer Feuerung mit hydraulischem Einschub und Multizyklon-Entstaubung analysiert werden.

2. Brennstoffanalyse

2.1. Brennstoffanalyse Intern

			1. Messreihe	2. Messreihe
		MNP	HG/WRH	HG
Wassergehalt	[%]	14,53	47,04	32,81
Aschegehalt	[%]	5,68	-	0,14
Schüttdichte	[kg/m ³]	262	271	222
Durchmesser	[mm]	<5	G50	G50



MNP ... Müllereinachprodukte

HG/WRH ... Hackgut/Waldrestholz-Mischung

HG ... Hackgut



2.2. Brennstoffanalyse extern

		MNP	HG	50 Gew.% Mischung
Wassergehalt W	[Gew.%]	14,1	40,8	27,45
Aschegehalt (815°C) der TS	[Gew.%]	5,44	0,36	2,90
Heizwert Hu der FS	[MJ/kg]	14,90	10,10	12,50
Heizwert Hu der TS	[MJ/kg]	17,70	18,70	18,20
Kohlenstoff C der TS	[Gew.%]	45,8	50,2	48
Wasserstoff H der TS	[Gew.%]	6,38	6,32	6,35
Stickstoff N der TS	[Gew.%]	2,89	0,16	1,525
Schwefelgehalt S der TS	[Gew.%]	0,190	0,006	0,098
Chlorgehalt Cl der TS	[Gew.%]	0,045	0,003	0,024
Beginn der Schrumpfung	[°C]	-	1110	700
Erweichungstemperatur	[°C]	720	1280	710
Halbkugeltemperatur	[°C]	770	1440	750
Fließtemperatur	[°C]	900	1450	900

2.3. Bemerkungen

Die in Bigbags angelieferten Müllereinachprodukte haben eine flockige Konsistenz mit hohem Feinanteil (Staub). Zwecks Analyse wurde eine Mischprobe aus verschiedenen Behältnissen gezogen, wobei der Brennstoff durchgehend gleiche Eigenschaften aufwies. Das ist hinsichtlich der Verbrennung eine gute Voraussetzung.

Als Primärbrennstoff wurde anfänglich ein Gemisch aus Waldrestholz und reinem Fichtenhackgut eingesetzt. (Messreihe 1)

Ab 26.11.12 wurde reines Hackgut aus Weichholz eingesetzt. (Messreihe 2)

Die MNP besitzen einen niedrigen Wassergehalt und einen leicht erhöhten Aschegehalt.

Der erhöhte Aschegehalt von MNP bereitet an Kohlbach-Anlagen keinerlei Probleme.

Der Heizwert von MNP liegt leicht unter jenem von Hackgut, verglichen als Trockensubstanz.

Der Brennstoff-Stickstoff ist sehr hoch, und verursacht in weiterer Folge erhöhte NO_x-Emissionen.

Der Schwefelgehalt von MNP liegt weit über jenem des Hackguts. Der Schwefel liegt in weiterer Folge einerseits in den Aschefractionen gebunden vor, und wird andererseits als gasförmiges SO_x und in Form von Aerosolen im Rauchgas emittiert. Ein erhöhter SO_x-Gehalt im Rauchgas erniedrigt den Taupunkt und erhöht die Korrosionsgefahr.

Der Chlor-Gehalt ist ebenso erhöht und verursacht erhöhte HCL, Cl₂ und PCDD/F (Dioxin-) sowie Aerosol-Emissionen. Daneben wird das Chlor als Salz teilweise in den Aschefractionen eingelagert. Dadurch wird wiederum die Korrosionsgefahr erhöht.

Das Ascheschmelzverhalten lässt auf hohe Verschlackungsneigung schließen.

Sämtliche Analysedaten decken sich grundsätzlich mit jenen von Phase 1.



3. Mischverhältnisse – Umrechnungen

Seitens des Auftraggebers wird eine Brennstoffmischung von 50% des Energieanteils angestrebt. Der Energieanteil ist das Verhältnis der vom jeweiligen Brennstoff eingebrachten Energie zur Gesamtenergie (beider Brennstoffe).

$$e_i = \frac{\dot{m}_i \times Hu_i}{\sum_i \dot{m}_i \times Hu_i} \times 100 \quad [\%]$$

Besitzen beide Brennstoffe den gleichen unteren Heizwert (Frishsubstanz) so ist der Energieanteil gleich dem Gewichtsanteil. Bei stark unterschiedlichen Heizwerten, wie z.B. Hackgut W30 bis W60 mit MNP, ist die einzubringende Hackgutmenge deutlich höher als jene der MNP – bei gleichen Energieanteilen.

Bei der Durchführung von Verbrennungsversuchen wird – aus verschiedenen Gründen wie Vergleichbarkeit, Einfachheit, etc. – mit Gewichtsanteilen gearbeitet.

Umrechnungstabelle: Messreihe 1 (Hackgut/Waldrestholz als Primärbrennstoff)

Energieanteile		Gewichtsanteile	
MNP	HG/WRH W47	MNP	HG/WRH W47
Energie %	Energie %	Gew.%	Gew.%
0,0	100,0	0,0	100,0
10,0	90,0	6,2	93,8
20,0	80,0	12,9	87,1
30,0	70,0	20,3	79,7
40,0	60,0	28,4	71,6
50,0	50,0	37,3	62,7
60,0	40,0	47,1	52,9
70,0	30,0	58,1	41,9
80,0	20,0	70,4	29,6
90,0	10,0	84,3	15,7
100,0	0,0	100,0	0,0

Umrechnungstabelle: Messreihe 2 (Reines Hackgut als Primärbrennstoff)

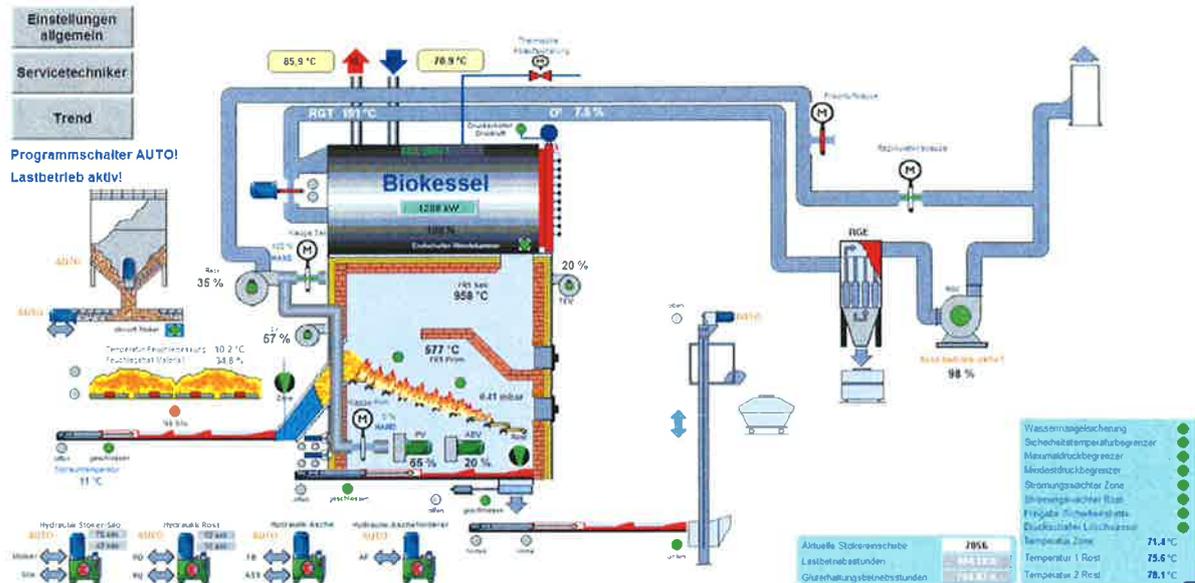
Energieanteile		Gewichtsanteile	
MNP	HG W33	MNP	HG W33
Energie %	Energie %	Gew.%	Gew.%
0,0	100,0	0,0	100,0
10,0	90,0	7,8	92,2
20,0	80,0	15,9	84,1
32,3	67,7	26,6	73,4
40,0	60,0	33,6	66,4
50,0	50,0	43,1	56,9
57,3	42,7	50,4	49,6
70,0	30,0	63,9	36,1
80,0	20,0	75,2	24,8
90,0	10,0	87,2	12,8
100,0	0,0	100,0	0,0

Gelb markiert: durchgeführte Leistungsfahrten



4. Versuchsanlage – Kurzbeschreibung

K8 Feuerungssystem



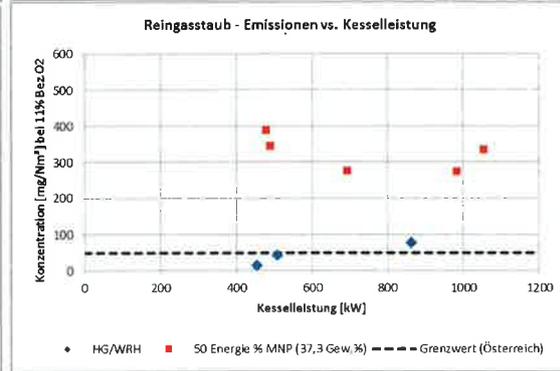
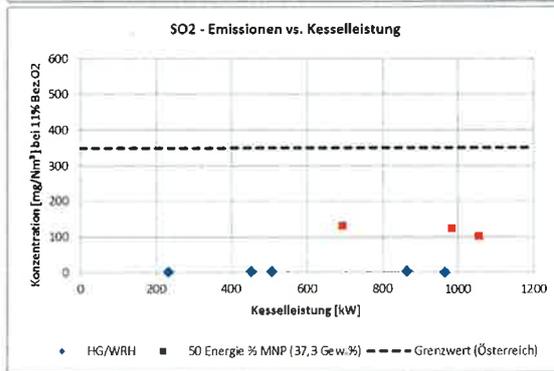
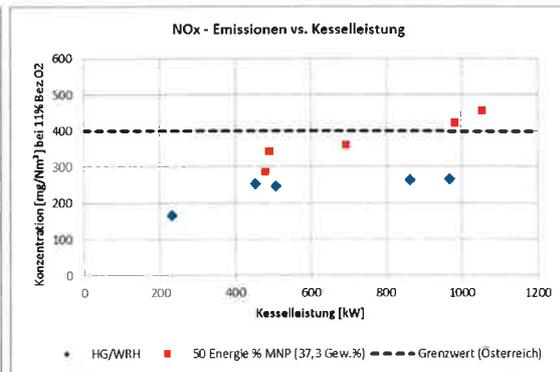
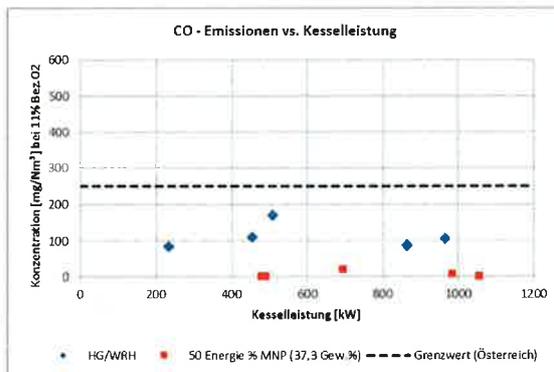
- Vorschubrostfeuerung mit hydraulischem Einschub
- Beschickung mittels Schubboden + Brennstoffsilo, einstellbares Mischverhältnis
- Wassergekühlter Rost
- Zonengetrennt regelbare Rauchgasrezirkulation
- Flugascheabscheidung durch Multizyklon
- Auslegungs-Brennstoffwärmeleistung: 1550 [kW] für Hackgut W30-W50



5. Rauchgasemissionen

5.1. Messreihe 1: Hackgut/Waldrestholz als Primärbrennstoff

Datum		23.11.2012	22.11.2012	22.11.2012	21.11.2012	21.11.2012	23.11.2012	23.11.2012	22.11.2012	22.11.2012	22.11.2012
HGWRH	Energie %	100	100	100	100	100	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
MNP	Energie %	0	0	0	0	0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
HGWRH	Gew. %	100	100	100	100	100	62,7	62,7	62,7	62,7	62,7
MNP	Gew. %	0	0	0	0	0	37,3	37,3	37,3	37,3	37,3
Bemerkung		10%WRH	20%WRH	20%WRH	50%WRH	50%WRH	10%WRH	10%WRH	20%WRH	20%WRH	20%WRH
Leistung	kW	234,0	455,0	508,3	863,3	967,0	480,0	490,7	694,3	985,3	1055,4
Bezug O2	%	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
O2	Vol. % fr.	13,3	12,4	13,1	9,7	9,7	11,0	11,8	10,0	9,6	11,6
CO	mg/Nm ³	82	109	168	84	104	0	0	19	8	1
NO	mg/Nm ³	91	138	144	163	166	182	217	232	273	296
NO2	mg/Nm ³	25	39	24	12	11	6	11	5	3	0
NOx	mg/Nm ³	165	251	244	262	265	285	343	360	422	454
SO2	mg/Nm ³	0	0	0	0	2			131	123	102
Staub	mg/Nm ³		14	41	76		387	343	275	272	334



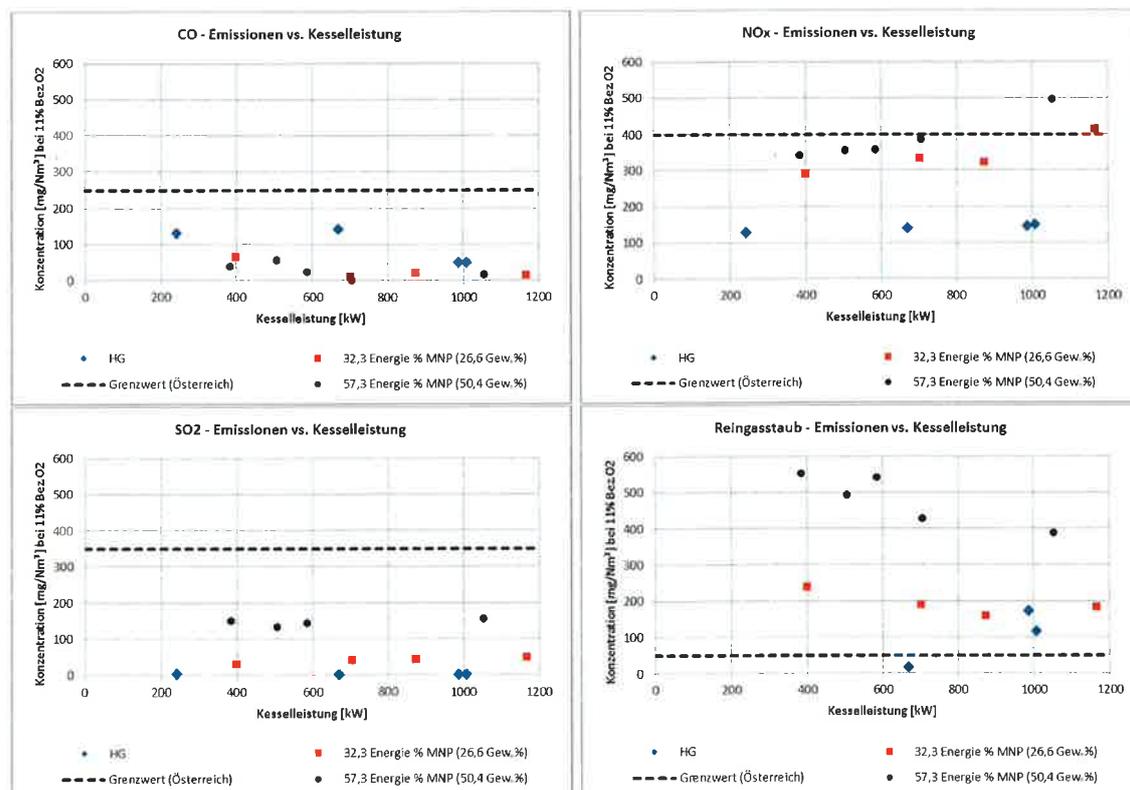
Anmerkung: Grenzwerte nach FAV (Österreich), Stroh o. Ä., 1-2MW BWL



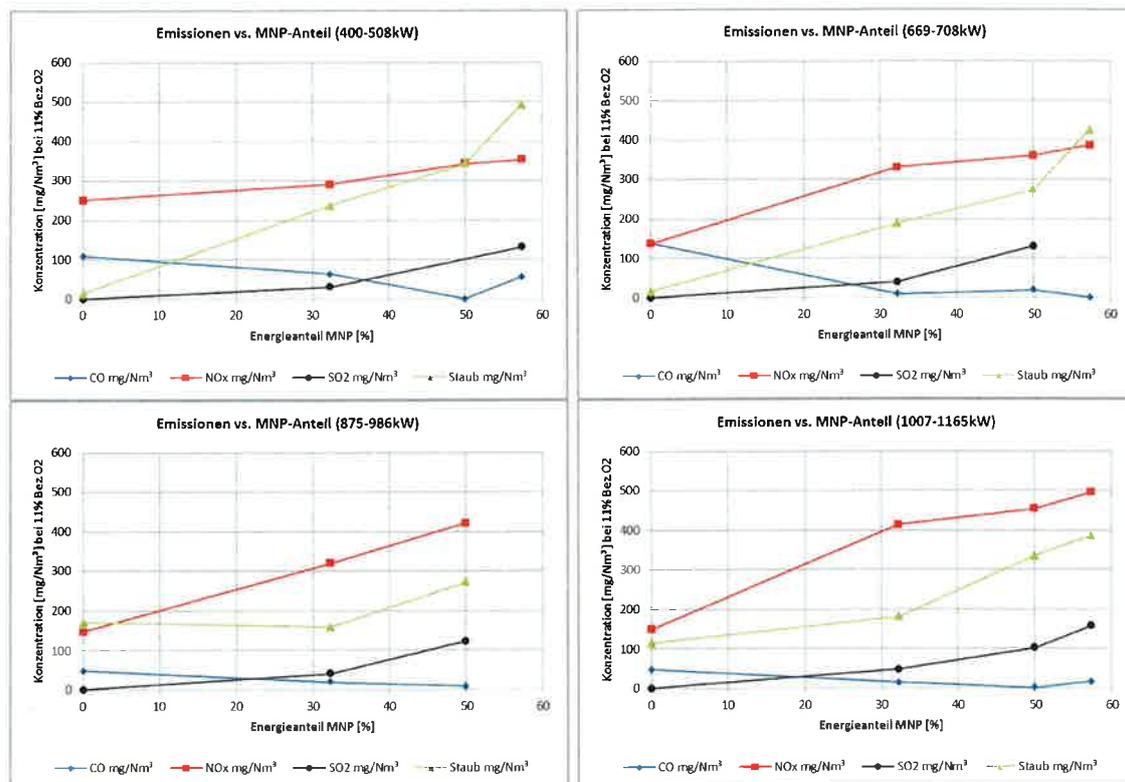
5.2. Messreihe 2: Reines Hackgut als Primärbrennstoff

Datum		26.11.2012	26.11.2012	26.11.2012	26.11.2012	27.11.2012	26.11.2012	26.11.2012	26.11.2012
HG	Energie %	100	100	100	100	67,7	67,7	67,7	67,7
MNP	Energie %	0	0	0	0	32,3	32,3	32,3	32,3
HG	Gew. %	100	100	100	100	73,4	73,4	73,4	73,4
MNP	Gew. %	0	0	0	0	26,6	26,6	26,6	26,6
Bemerkung									
Leistung	kW	242,3	669,0	986,0	1007,0	400,0	702,3	874,7	1165,2
Bezug O2	%	11	11	11	11	11	11	11	11
O2	Vol. % tr.	13,8	10,9	9,5	9,4	12,4	9,5	9,6	9,5
CO	mg/Nm ³	130	140	48	48	63	9	19	14
NO	mg/Nm ³	72	88	93	95	177	212	203	266
NO2	mg/Nm ³	15	3	3	3	19	6	8	6
NOx	mg/Nm ³	126	138	146	149	291	331	320	414
SO2	mg/Nm ³	0	0	0	0	31	40	41	48
Staub	mg/Nm ³		16	171	115	237	188	158	181

Datum		28.11.2012	27.11.2012	27.11.2012	27.11.2012	27.11.2012
HG	Energie %	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7
MNP	Energie %	57,3	57,3	57,3	57,3	57,3
HG	Gew. %	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6
MNP	Gew. %	50,4	50,4	50,4	50,4	50,4
Bemerkung						
Leistung	kW	385,0	507,7	585,3	708,0	1053,7
Bezug O2	%	11	11	11	11	11
O2	Vol. % tr.	11,4	12,8	11,9	12,0	9,4
CO	mg/Nm ³	37	55	23	0	16
NO	mg/Nm ³	221	229	233	252	324
NO2	mg/Nm ³	1	2	0	0	0
NOx	mg/Nm ³	340	353	356	386	496
SO2	mg/Nm ³	150	132	144	157	157
Staub	mg/Nm ³	551	493	540	426	387



5.3. Diagramme: Emissionen vs. Mischungsverhältnis (je Leistungsbereich)



5.4. Bemerkungen

CO-Emissionen

Die CO-Werte sind durchwegs in Ordnung. Interessant ist, dass diese mit steigender MNP-Beimischung sinken.

Allgemeiner gilt:

Erhöhter Kohlenmonoxid ist nur bei Schwachlast (<20% bei dieser Feuerungstyp) ein Thema, da mangels Feuerraumtemperatur die vollständige Umsetzung zu CO₂ verhindert wird.

NOx-Emissionen

Messreihe 1 zeigt, dass bereits mit dem Primärbrennstoff (HG/WRH) Werte um 250 mg/Nm³ erreicht werden. Bei 50 Energie % Beimischung werden im oberen Leistungsbereich ca. 450 mg/Nm³ produziert.

Durch reines Hackgut (Messreihe 2) ergeben sich Werte um 150mg/Nm³. Mit 32,3 Energie % MNP werden Emissionen um 410 mg/Nm³ gebildet, bei 57,3 Energie % sogar knapp 500mg/Nm³.

Die Kurvenverläufe sind über die Leistung und mit zunehmender MNP-Beimischung steigend. Die leichte Steigerung der NOx-Werte mit der Leistung (bei konstantem Mischungsverhältnis) ist

einerseits durch die kürzere Verweilzeit, und andererseits durch die höhere Rezirkulationsmenge (relativ zur Leistung) erklärbar. (Rückführung des NO_x)
Je nach gesetzlichen Grenzwerten sind Sekundärmaßnahmen erforderlich.

SO₂-Emissionen

Die Diagramme zeigen einen steigenden Verlauf mit dem Mischungsverhältnis, unabhängig vom Leistungsbereich. (bis zu ca. 160mg/Nm³ bei 57,3 Energie % MNP)
Falls ein gesetzliches Limit besteht müssten die Emissionswerte über das Mischungsverhältnis angepasst werden. Zudem gilt, dass das Korrosionsrisiko mit höheren SO_x-Werten steigt.

(Reingas-)Staub-Emissionen

Im Unterschied zu Phase 1 (Anlage ohne Entstaubung) wurden hier die Staubwerte nach dem Multizyklon ermittelt.

Die Kurven ohne MNP-Beimischung zeigen einen typischen quadratischen Verlauf über die Leistung.

Bei MNP-Beimischung steigt die Staubmenge massiv an, und ist durch einen hohen Aerosolanteil gekennzeichnet. Die Staubwerte sind über den gesamten Leistungsbereich stark erhöht. (z.B. >500mg/Nm³ bei 400kW und 57,3 Energie % MNP)

Sekundärmaßnahmen sind erforderlich, spezieller muss die Filtertechnik dem Aerosolanteil angepasst sein.

6. Abbrandverhalten

Zur Ermittlung des Abbrandverhaltens wurden verschiedene Brennstoffmischungen (0 - 57,3 Energie % bzw. 0 - 50,5 Gew.% MNP) bei verschiedenen Leistungen (234-1165kW) getestet. Die MNP-Zugabe erfolgte im Vorlageschacht vor dem hydraulischen Stoker. Das relativ feine Material fügt sich zur Gänze in die grobe Struktur des Hackguts ein. Dadurch wird die Energiedichte mit steigendem Mischungsverhältnis erhöht – bei gleichbleibendem Volumen. Dies hat zur Folge, dass die Stokerhöhe pro Stunde bei einem MNP-Anteil von 50 Energie % im Vergleich zu reinem Primärbrennstoff halbiert werden müssen, um die Material/Luft/Rostgeschwindigkeits-Beziehungen konstant zu halten.

Mit zunehmendem MNP-Anteil wird die Schüttung immer dichter. Theoretisch müsste durch Erhöhung der Primärluftventilatorumdrehzahlen die Luftmenge angepasst werden, praktisch werden dadurch mehr Flugpartikel aus der Schüttung mitgerissen, was hinsichtlich Staubbelastung, Verschmutzung usw. eher ungünstig ist. Als Kompromiss wurde die Einstellung maximaler Primärluft bei moderatem Partikelaustrag forciert. Dadurch steigt die Ausbrandlänge im Vergleich zu reinem Hackgut.

Das Flambild ist durchwegs ähnlich wie bei reinem Hackgut, und abgesehen von der steigenden Partikelbelastung mit zunehmendem MNP-Anteil symmetrisch, gelb-orange, leicht unruhig, nahezu undurchsichtig (unter den resultierenden Anlageneinstellungen).

Flammbilder – Messreihe 1

links: Reiner Primärbrennstoff; rechts: 50 Energie % MNP; ca. 1000kW



Das Glutbett wandert mit steigender MNP-Beimischung und steigender Leistung merklich nach vorne.

Flammbilder – Messreihe 2

links: Reiner Primärbrennstoff; mittig: 32 Energie % MNP; rechts: 57 Energie % MNP; ca. 1000kW



Bei MNP-Anteilen >50 Energie % werden vermehrt „Brocken“ in der Größenordnung von 100mm gebildet, die von der kontinuierlichen Schüttung abgetrennt werden.

Die maximal fahrbaren Leistungen in Abhängigkeit der Brennstoffmischung werden im Kapitel „Zusammenfassung“ angeführt.



7. Ascheanalyse

Aufgrund des erhöhten Aschegehalts von MNP steigt die anfallende Aschemenge mit zunehmendem MNP-Anteil. In Verbindung mit dem kritischen Ascheschmelzverhalten treten dadurch Verschlackungserscheinungen auf.

7.1. Ascheanalysen – Glühverlust

Die Proben wurden vor der Bestimmung des Glühverlusts gesiebt, um den Grobanteil (=Verschlackung) und den Feinanteil (zur Analyse) zu trennen. Dadurch kann neben dem Gesamtglühverlust auch der Schlacke-Gewichtsanteil verglichen werden.

Betriebsbedingungen

Datum		26.11.2012	27.11.2012	04.12.2012
Mittlere Leistung	kW	1019,9	880,8	725,0
Mischungsverhältnis MNP	Energie %	32,3	57,3	57,3
Mischungsverhältnis MNP	Gew. %	26,6	50,4	50,4

Probenahme und Glühverlust

Messung Nr.	26.11.2012	1	2
Aschefraktion		Rostasche	Rostasche
Bemerkung		o. Rostrezi.	o. Rostrezi.
GV Feinant.	Gew. %	2,10	1,90
Mittelwert	Gew. %	2,00	
Feinanteil	Gew. %	21,65	
Grobanteil	Gew. %	78,35	
Glühverlust	Gew. %	0,43	

Messung Nr.	27.11.2012	3	4	5	6
Aschefraktion		Rostasche	Rostasche	Flugasche	Flugasche
Bemerkung		o. Rostrezi.	o. Rostrezi.	o. Rostrezi.	o. Rostrezi.
GV Feinant.	Gew. %	7,20	9,00	18,30	23,20
Mittelwert	Gew. %	8,10		20,80	
Feinanteil	Gew. %	18,75		100,00	
Grobanteil	Gew. %	81,25		0,00	
Glühverlust	Gew. %	1,53		20,80	

Messung Nr.	04.12.2012	7	8	9	10
Aschefraktion		Rostasche	Rostasche	Rostasche	Rostasche
Bemerkung		RR 80%	RR 80%	RR 100%	RR 100%
GV Feinant.	Gew. %	9,30	8,20	9,60	8,10
Mittelwert	Gew. %	8,80		8,80	
Feinanteil	Gew. %	29,17		41,46	
Grobanteil	Gew. %	70,83		58,54	
Glühverlust	Gew. %	2,55		5,18	

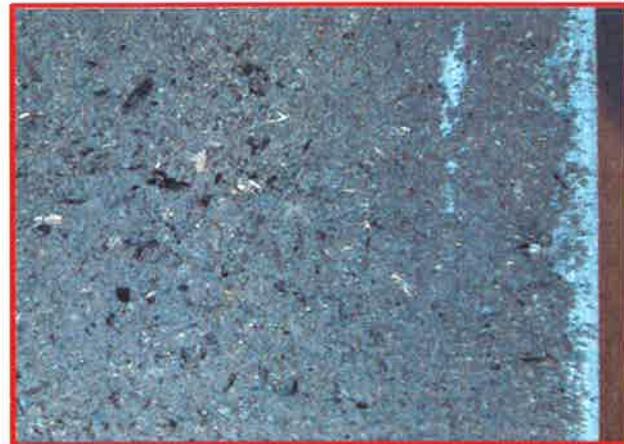
7.2. Bemerkungen

Die gezogenen Rostascheprouben zeigen durchwegs geringe Glühverluste. Bei maximal möglicher Rezirkulationsmenge steigt der Glühverlust auf über 5 Gew.%, die Schlackebildung wird reduziert (siehe Grobanteil in obigen Tabellen), jedoch nicht vollständig unterbunden.

Rostasche, 4.12.12



Flugasche (Multizyklon), 27.11.12



Die untersuchte Flugasche vom 27.11.12 enthält einen geringen Anteil unverbrannter Partikeln in der Größenordnung ~2mm. Der Glühverlust um 21% ist relativ hoch.

Im Lastbetrieb werden Schlackepartikel in der Größenordnung ~70mm gebildet, was kein grundsätzliches Problem darstellt. Mittels Rauchgasrezirkulation durch den Rost kann die Glutbetttemperatur gesenkt und die Schlackebildung verringert werden. Die Verschlackung konnte jedoch nicht verhindert werden.



Rostasche: ~900kW; 50 E% MNP

Links: keine Rezirkulation; Rechts: maximale Rezirkulation



Kritischer wird die Verschlackungsneigung in Phasen der Gluterhaltung, in denen mangels Rostbewegung kaum Schürwirkung auftritt. Es wurden Partikelgrößen >150mm gebildet.

28.11.2012 – Schlackebildung nach einer Nacht Gluterhaltungsbetrieb (32,3 E% MNP)



Die während der Versuche angefallenen Schlackepartikel bereiten bei entsprechender Ausführung der ascheführenden Komponenten keinerlei Probleme. Besonders bei einem angestrebten Mischungsverhältnis von 50% Energieanteil kann unter moderater Verschlackung auch der Glühverlust niedrig gehalten werden.



8. Zusammenfassung

Brennstoffanalyse

Müllereinachprodukte in loser Form besitzen einen hohen Feinanteil und eine Schüttdichte in der Größenordnung von Hackgut. Weiters einen niedrigen Wassergehalt (14,1%), einen Aschegehalt mittlerer Höhe (5,44%), und einen typischen Heizwert (17,7 MJ/kg als Trockensubstanz). Stark erhöht sind die Stickstoff- (2,89%) und Schefelgehalte (0,19%). Erhöht ist der Chlor-Gehalt (0,045%).

Letztere benötigen besondere Beachtung hinsichtlich der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten und Vorbeugung von Korrosionserscheinungen.

Das Ascheschmelzverhalten ist kritisch und verbessert sich nicht merklich mit abnehmender Beimischung zum Primärbrennstoff.

Emissionen

		Messreihe 1		Messreihe 2		
HG/WRH	Energie %	100	50	100	67,7	42,7
MNP	Energie %	0	50	0	32,3	57,3
Hackgut	Gew. %	100	62,7	100	73,4	49,6
MNP	Gew. %	0	37,3	0	26,6	50,4
Leistung	kW	915,2	1020,4	996,5	1019,9	1053,7
Bezug O2	%	11	11	11	11	11
CO	mg/Nm ³	94	5	48	17	16
NO	mg/Nm ³	165	285	94	235	324
NO2	mg/Nm ³	12	2	3	7	0
NOx	mg/Nm ³	264	438	148	367	496
SO2	mg/Nm ³	1	113	0	45	157
Staub	mg/Nm ³	76	303	143	170	387

Messreihe 1: Primärbrennstoff Hackgut + 20 Gew.% Waldrestholz; WG47

Messreihe 2: Primärbrennstoff Hackgut; WG33

Der CO-Gehalt ist über alle Mischungsverhältnisse und Leistungen unkritisch.

Die NOx-Werte liegen ab einer Beimischung von 37,3 Gew.% MNP über 400mg/Nm³ (11% Bez. O2). Dementsprechend müssen je nach gesetzlichem Grenzwert Sekundärmaßnahmen (z.B. SNCR) vorgesehen werden.

Die SO2 Konzentrationen steigen mit zunehmender MNP-Beimischung, und sind bei bestehenden Grenzwerten limitierend für die Beimischung. Zudem wirken S-Verbindungen (SOx, Alkali- und Erdalkalisalze) korrosiv.

Die Staubemissionen steigen mit zunehmendem MNP-Anteil massiv an, und sind nahezu unabhängig von der Leistung. (Reiner Primärbrennstoff: quadratisch steigender Kurvenverlauf mit Leistung)

Die staubförmigen Emissionen liegen mit steigendem MNP-Gehalt zunehmend als Aerosole vor. Sekundärmaßnahmen sind erforderlich (z.B. Multizyklon und E-Filter).



Abbrandverhalten

Mit zunehmendem MNP-Anteil wird das Glutbett immer dichter. Dadurch verlängert sich die Schüttung und das Glutbett – die Rostbelegung wird erhöht.

Dabei muss das Glutbett stärker gekühlt werden (durch Rauchgasrezirkulation), um die Schlackebildung zu minimieren. Dies reduziert die Ausbrandgeschwindigkeit zusätzlich, wodurch die maximal fahrbare Leistung sinkt.

Ascheanalyse

Die anfallenden Aschemengen sind angesichts des erhöhten Aschegehalts von MNP mit steigender Beimischung erhöht, wodurch aber keinerlei Probleme entstehen.

Der Glühverlust der Rostaschefraktion kann unter 5% (Österr. Deponieverordnung < 5 Gew.%) gehalten werden. Die Schlackebildung kann jedoch nicht unterbunden werden.

Fahrbare Leistungen an der Versuchsanlage in Abhängigkeit der Brennstoffmischung:

		MNP - Anteil [Energie %] ->			
		0	32,3	50	57,3
		MNP - Anteil [Gew. %] ->			
		0	26,6	37,3	50,4
Kesselleistung [kW]	200	CO	CO	CO	CO
	300	ok	ok	ok	S
	400	ok	ok	ok	S
	500	ok	ok	ok	S
	600	ok	ok	ok	S
	700	ok	ok	ok	S
	800	ok	ok	ok	NOx, S
	900	ok	ok	NOx	NOx, S
	1000	ok	ok	NOx	NOx, S
	1100	ok	NOx	NOx	A, S, NOx
	1200	ok	NOx	A, S, NOx	
	1300	ok	A, S, NOx		
1400	A, S				

A ... Ausbrand limitierend

CO ... CO >250mg/Nm³ (11% Bez.O₂), Grenzwert lt. FAV Stroh o. Ä. 2-10MW BWL

NOx ... NOx >400mg/Nm³ (11% Bez.O₂), Grenzwert lt. FAV Stroh o. Ä. 2-10MW BWL

S ... Rohgasstaub >500mg/Nm³ (11% Bez.O₂), Standard E-Filter Auslegungskriterium