

Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

**Humustag
17.11.2016**

**Fremdstoffmanagement im Anlagenbetrieb am
Beispiel der Kompostierungs- und Vergärungsanlage
Würselen**

Bernhard Lins

**gabco Kompostierung GmbH
Werner-von-Siemens-Straße 21
52477 Alsdorf**



Dr. Manfred Kriek

**AWA Entsorgung GmbH
Zum Hagelkreuz 24
52249 Eschweiler**



Was ist der Anlass für diesen Vortrag?

Kompostqualität/Fremdstoffgehalte

Flächensumme: in cm²

Glas, KS, Metall: in Gew.-% TS

2013	Flächen- summe	Glas	KS	Metall	Summe
18. Feb		0,00	0,00	0,00	0,00
13. Mrz	5	0,38	0,03	0,00	0,41
12. Apr	9	0,44	0,02	0,01	0,47
13. Mai	4	0,27	0,02	0,01	0,30
11. Jun	7	0,32	0,02	0,00	0,34
08. Jul	4	0,33	0,00	0,00	0,33
12. Aug	5	0,11	0,21	0,00	0,32
02. Sep	5	0,18	0,00	0,01	0,19
15. Okt		0,07	0,00	0,00	0,07
07. Nov	5	0,21	0,02	0,00	0,23
15. Nov	8	0,18	0,08	0,01	0,27
02. Dez		0,00	0,04	0,00	0,04
Mittelwert	5,78	0,21	0,04	0,00	0,25
Median	5,00	0,20	0,02	0,00	0,29

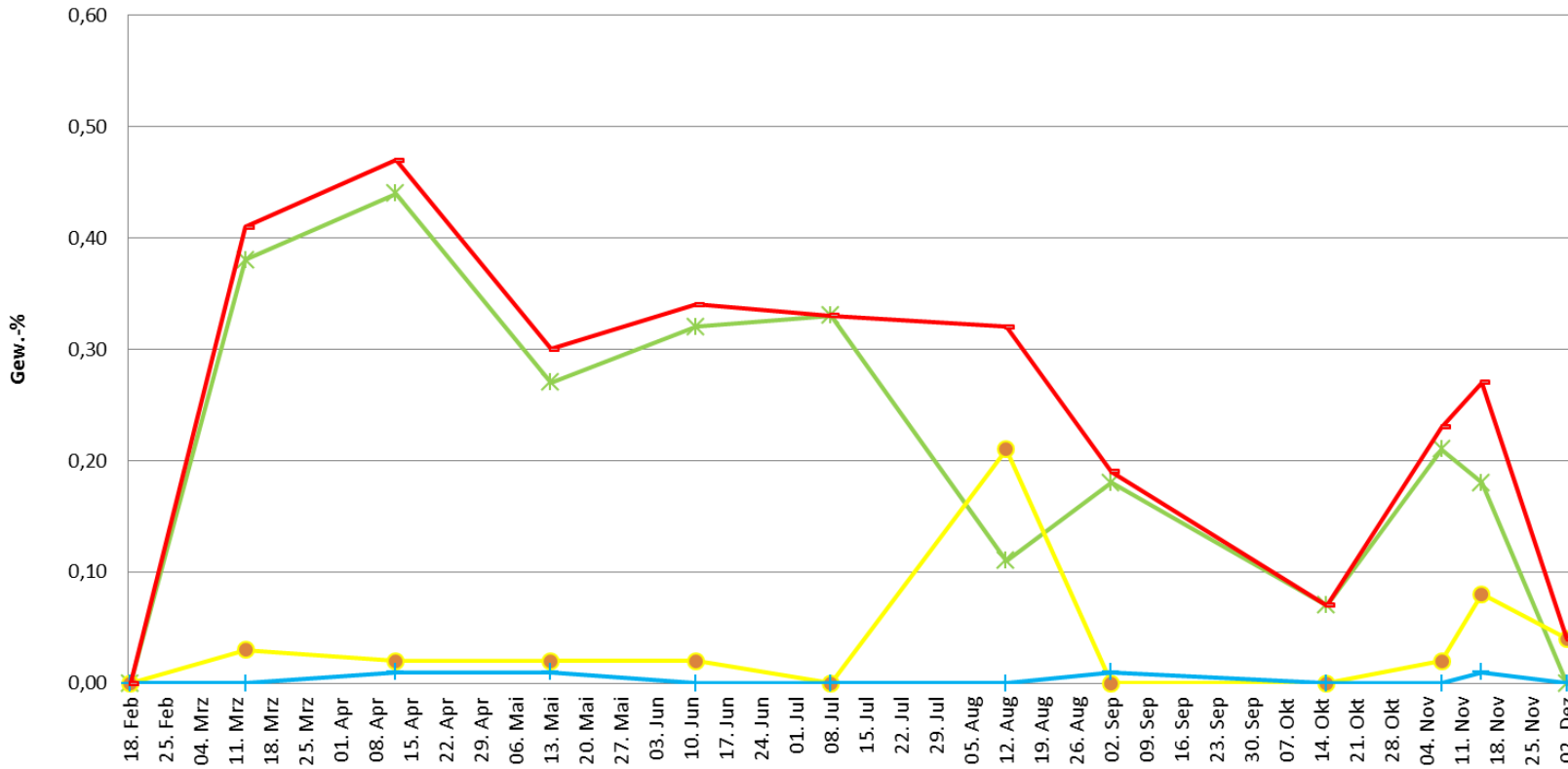
2014	Flächen- summe	Glas	KS	Metall	Summe
03. Jan		0,41	0,01	0,00	0,42
13. Feb	5	0,10	0,02	0,00	0,12
04. Mrz	9	0,37	0,04	0,00	0,41
02. Apr		0,06	0,01	0,01	0,08
05. Mai	6	0,38	0,01	0,00	0,39
03. Jun	5	0,42	0,00	0,00	0,42
14. Jul	21	0,29	0,03	0,08	0,40
18. Aug	5	0,14	0,05	0,00	0,19
29. Aug	4	0,16	0,00	0,01	0,17
21. Okt		0,09	0,01	0,00	0,10
04. Nov	6	0,12	0,08	0,01	0,21
09. Dez	4	0,44	0,02	0,00	0,46
Mittelwert	7,22	0,25	0,02	0,01	0,28
Median	5,00	0,16	0,02	0,00	0,21

2015	Flächen- summe	Glas	KS	Metall	Summe
12. Jan		0,06	0,03	0,00	0,09
18. Feb	9	0,20	0,01	0,00	0,21
17. Mrz	4	0,48	0,00	0,00	0,48
10. Apr	4	0,27	0,00	0,03	0,30
11. Mai	8	0,38	0,01	0,09	0,48
24. Jun	5	0,22	0,01	0,01	0,24
22. Jul		0,01	0,02	0,01	0,04
27. Jul	4	0,18	0,01	0,01	0,20
07. Sep	9	0,02	0,10	0,00	0,12
13. Okt	4	0,29	0,00	0,01	0,30
05. Nov	6	0,16	0,04	0,02	0,22
09. Dez	10	0,41	0,17	0,02	0,60
Mittelwert	6,30	0,22	0,03	0,02	0,27
Median	5,50	0,21	0,01	0,01	0,23

2016	Flächen- summe	Glas	KS	Metall	Summe
12. Jan	6	0,22	0,01	0,00	0,23
08. Feb	5	0,12	0,05	0,00	0,17
16. Mrz	6	0,38	0,04	0,00	0,42
22. Apr	3	0,29	0,01	0,00	0,30
09. Mai	7	0,38	0,01	0,01	0,40
10. Jun					0,00
10. Jul					0,00
10. Aug					0,00
10. Sep					0,00
10. Okt					0,00
10. Nov					0,00
10. Dez					0,00
Mittelwert	5,40	0,28	0,02	0,00	0,13
Median	6,00	0,29	0,01	0,00	0,00

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

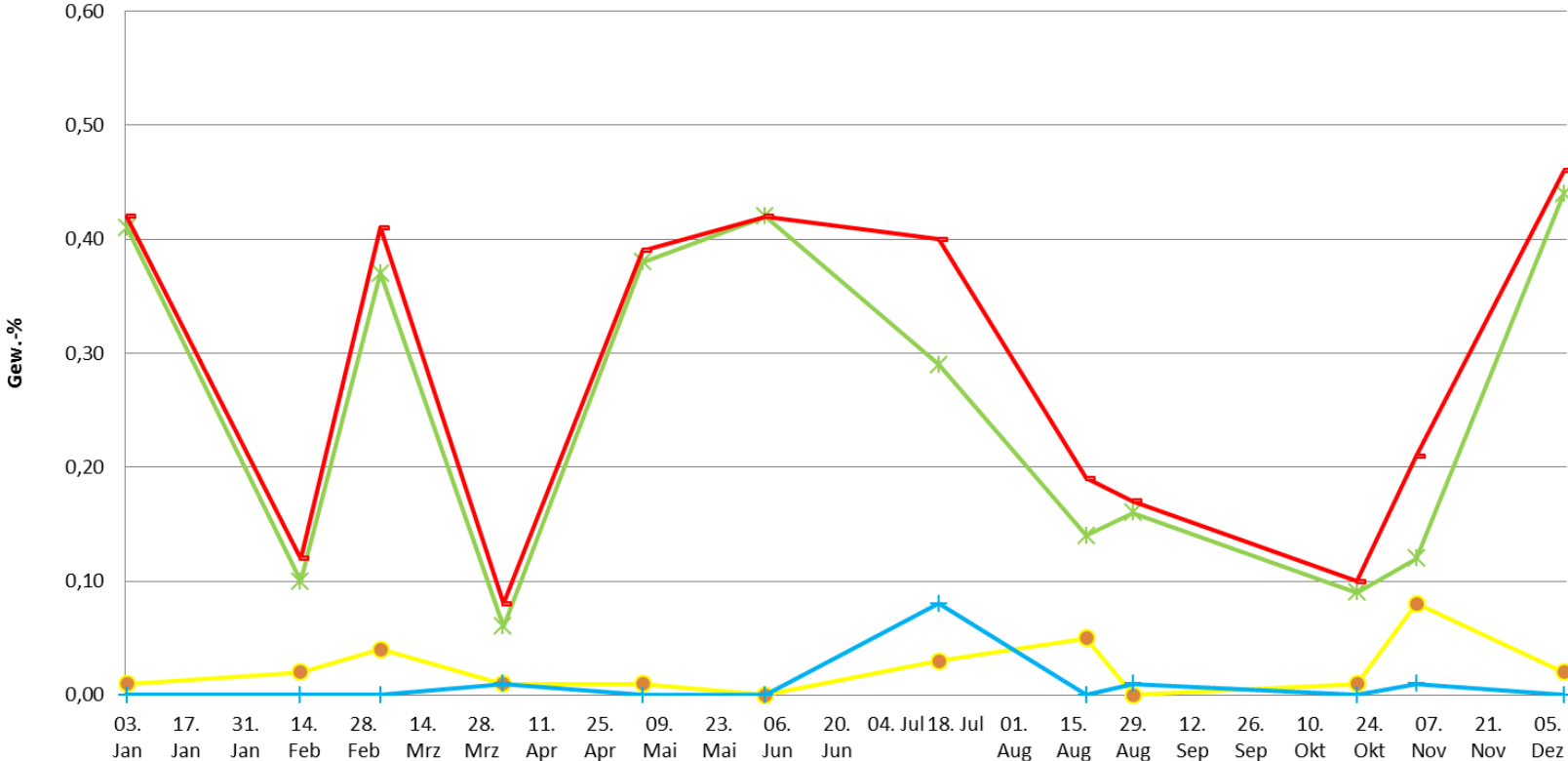
Fremdstoffgehalte 2013



	18. Feb	13. Mrz	12. Apr	13. Mai	11. Jun	08. Jul	12. Aug	02. Sep	15. Okt	07. Nov	15. Nov	02. Dez
Glas	0,00	0,38	0,44	0,27	0,32	0,33	0,11	0,18	0,07	0,21	0,18	0,00
KS	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,00	0,21	0,00	0,00	0,02	0,08	0,04
Metall	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Summe	0,00	0,41	0,47	0,30	0,34	0,33	0,32	0,19	0,07	0,23	0,27	0,04

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

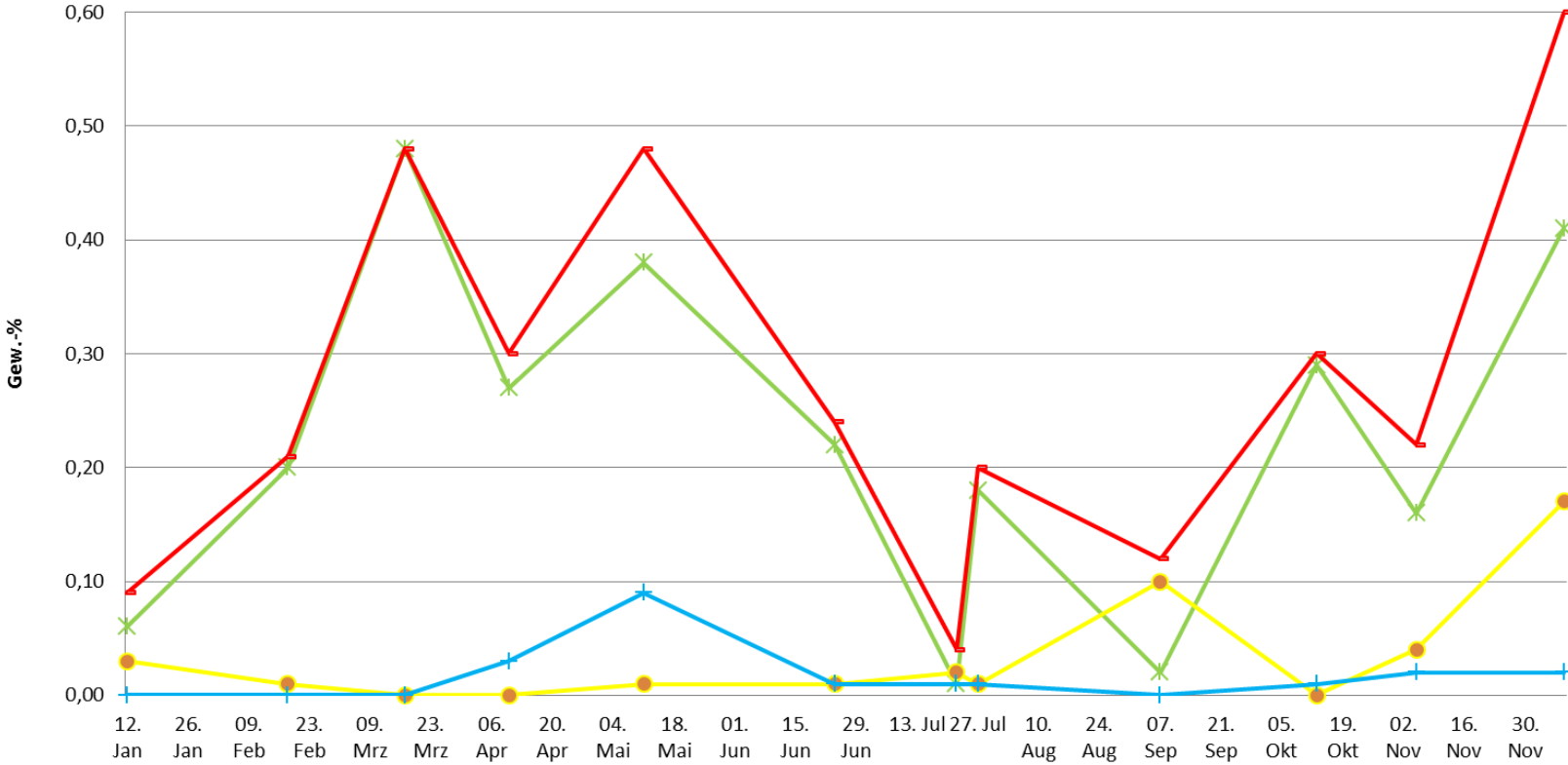
Fremdstoffgehalte 2014



	03. Jan	13. Feb	04. Mrz	02. Apr	05. Mai	03. Jun	14. Jul	18. Aug	29. Aug	21. Okt	04. Nov	09. Dez
Glas	0,41	0,10	0,37	0,06	0,38	0,42	0,29	0,14	0,16	0,09	0,12	0,44
KS	0,01	0,02	0,04	0,01	0,01	0,00	0,03	0,05	0,00	0,01	0,08	0,02
Metall	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Summe	0,42	0,12	0,41	0,08	0,39	0,42	0,40	0,19	0,17	0,10	0,21	0,46

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

Fremdstoffgehalte 2015



	12. Jan	18. Feb	17. Mrz	10. Apr	11. Mai	24. Jun	22. Jul	27. Jul	07. Sep	13. Okt	05. Nov	09. Dez
Glas	0,06	0,20	0,48	0,27	0,38	0,22	0,01	0,18	0,02	0,29	0,16	0,41
KS	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,10	0,00	0,04	0,17
Metall	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02
Summe	0,09	0,21	0,48	0,30	0,48	0,24	0,04	0,20	0,12	0,30	0,22	0,60

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Fazit Kompostqualität:
 - Im Mittel: **alles ok.**
 - Flächensumme, Kunststoffe (hart und weich), Metalle: **alles ok.**
 - Glas: **Ausreißer bis 0,4 Gew.-% TS (2-3 Stück/a)**
 - Fremdstoffgehalte folgen einem Jahresgang
(Höhere Fremdstoffgehalte in Ware aus „Winterbioabfall“)
 - Fragestellungen:
 - Was trägt zu diesem Ergebnis bei?
 - Welche Möglichkeiten der Einflussnahme gibt es?

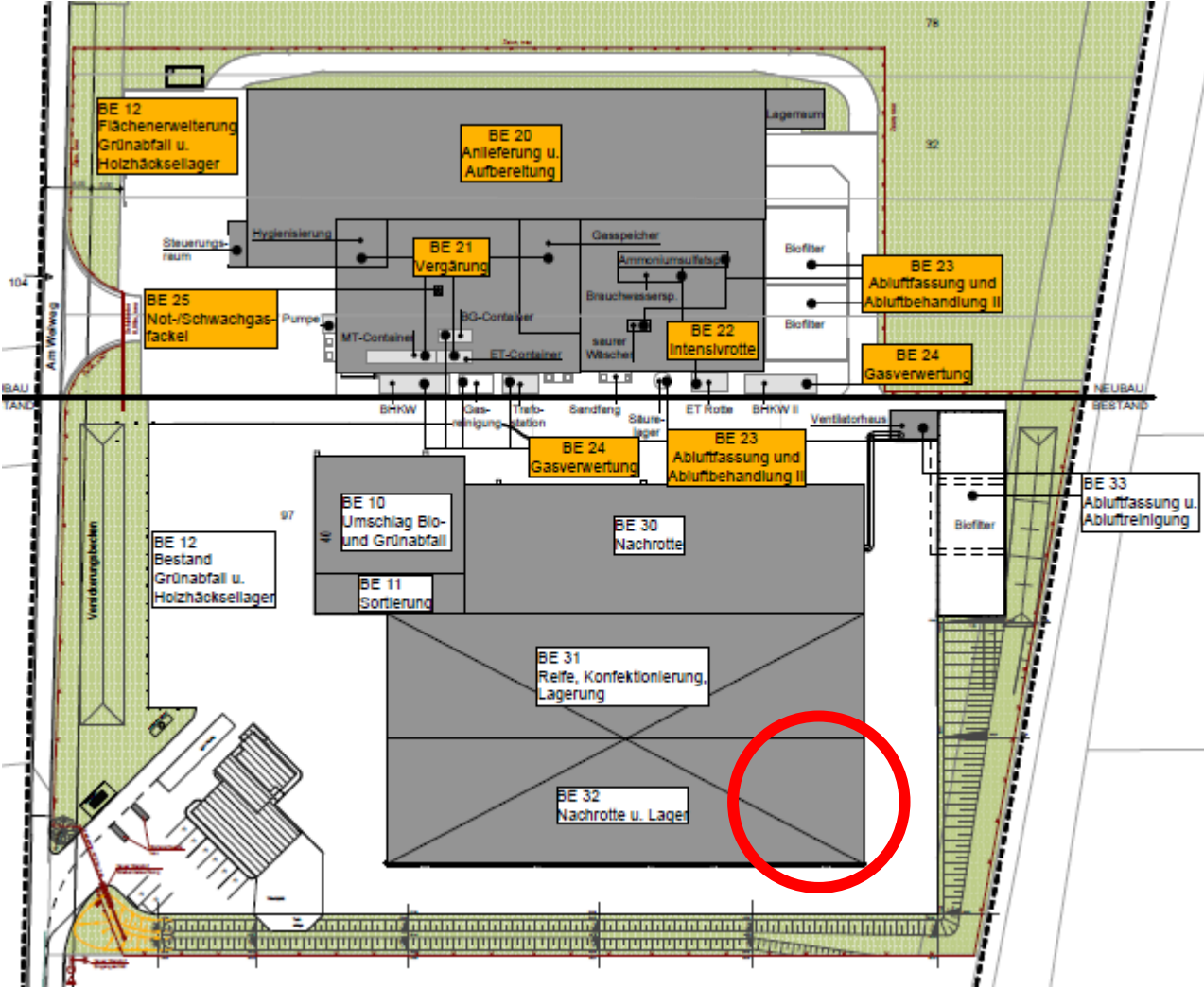
Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Eigentümer: **AWA Entsorgung GmbH**
- Bewirtschafter: gabco Kompostierung GmbH
- Einzugsgebiet: Städteregion Aachen, Stadt Aachen
Kreis Düren (teilweise)
- Abfallschlüssel 20 03 01 (Bioabfall)
20 02 01 (Grünabfall)
- Anlieferung: ca. 40.000 Mg/a Bioabfall
ca. 3.000 Mg/a Grünabfall
- **Verarbeitung: 30.000 Mg/a Bioabfall**
- Verwertung
extern: 10.000 Mg/a Bioabfall
3.000 Mg/a Grünabfall

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Inbetriebnahme: 1995
Mietenkompostierung teileingehaust
- Erweiterung: 2012 auf 30.000 Mg/a
- Verfahren: **Trockenfermentation**
7 Tunnel, 18.750 Mg/a Bioabfall
mit nachgeschalteter
Intensivrotte
5 Tunnel,
fester Gärrest + 11.250 Mg/a Bioabfall

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

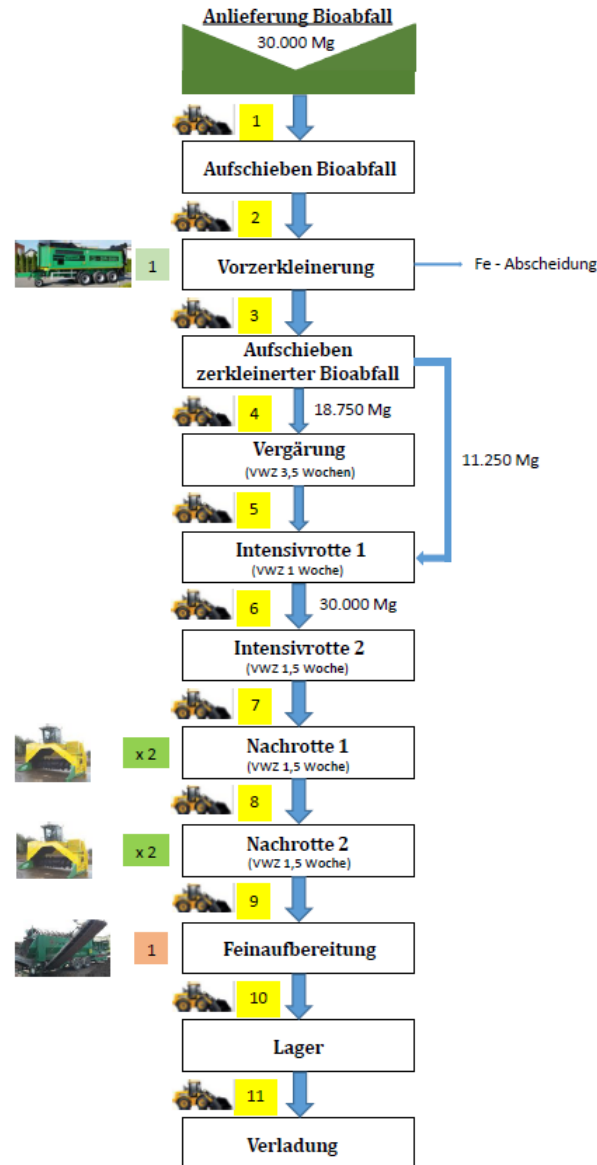
Vorgaben für den Anlagenbetrieb

- Maximaler Emissionsschutz (300 m zur Wohnbebauung, **keine** wahrnehmbaren Anlagengerüche)
- Voraufbereitung: **Einwellenzerkleinerer** mit Fe-Abscheidung (keine manuelle Vorsortierung)
- Strukturmaterial: **Keine** Verwendung von Grünabfällen!!!
Gründe:
 - Reduziert Bioabfalldurchsatz
 - Erhöht den Anteil an zu entsorgenden Siebresten
- Nachaufbereitung:
 - Nur mobile und semimobile Anlagentechnik
 - Anpassung an vorhandene Bausubstanz
- Produkt: Kein vergärungstypischer Geruch!

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

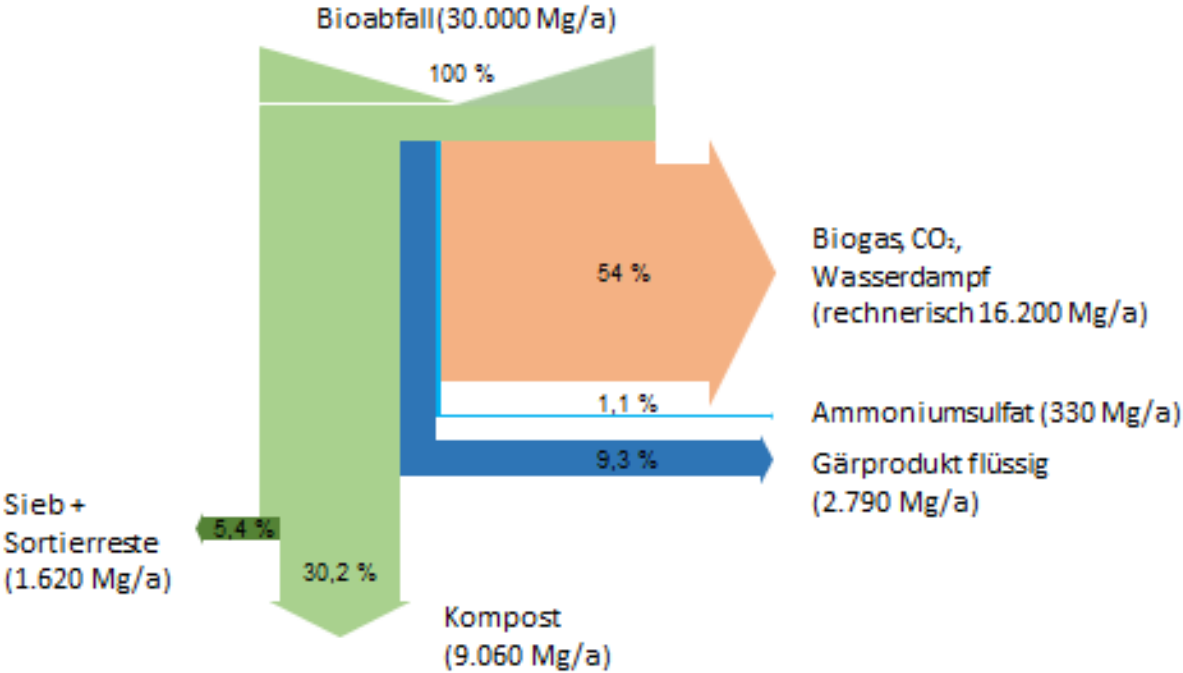
Verarbeitungsschritte

Fazit: hohe
Bearbeitungsintensität

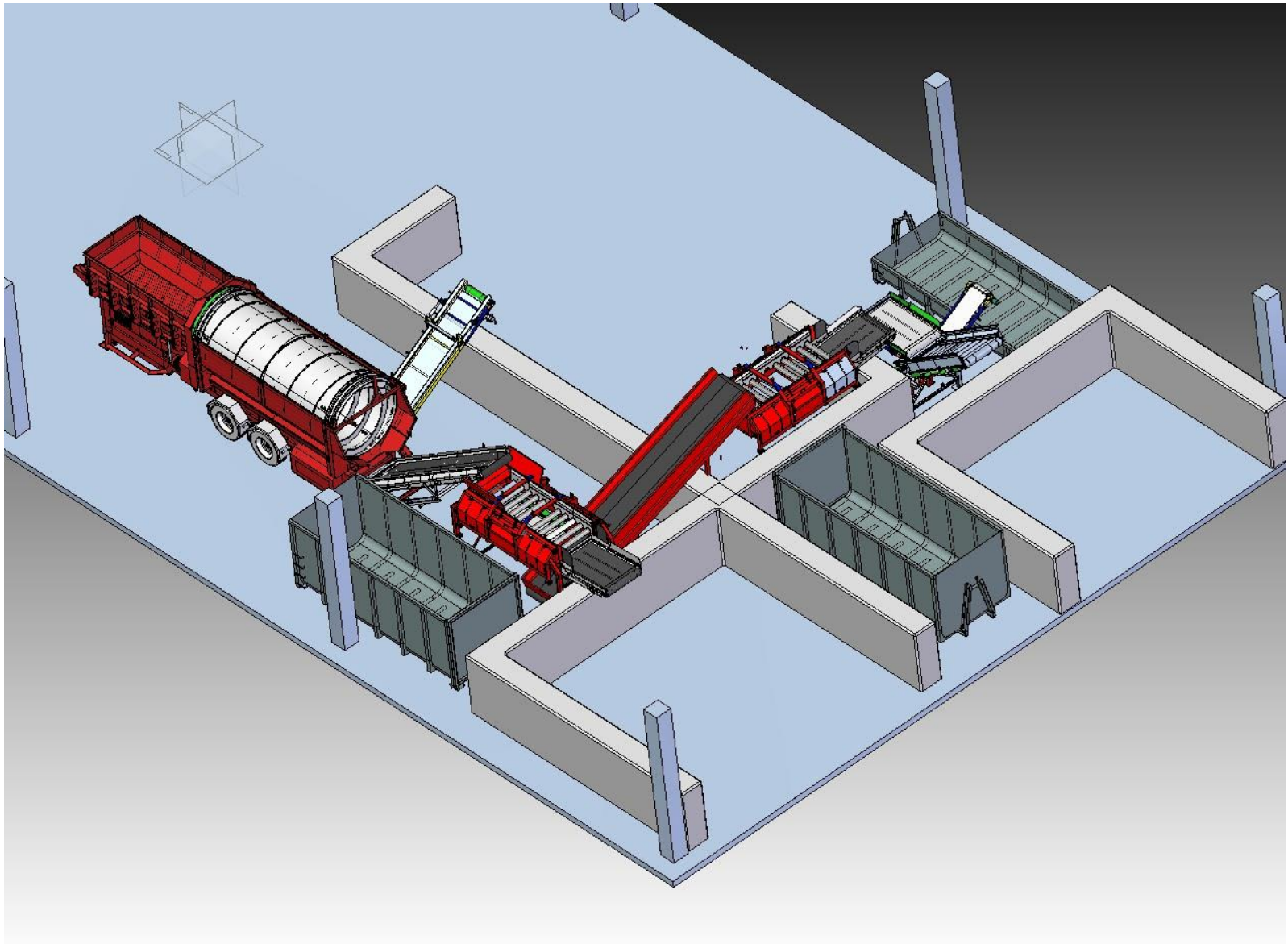


Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

Massenbilanz (Mittelwerte über 3 Jahre)



Nachaufbereitung



Nachaufbereitung Fraktionen

Zur Entsorgung:



Siebrete > 80 mm



Leichtstoffe



Steinfraktion

Zur Vermarktung:



Kompost 0-10 mm

Zur Rückführung:

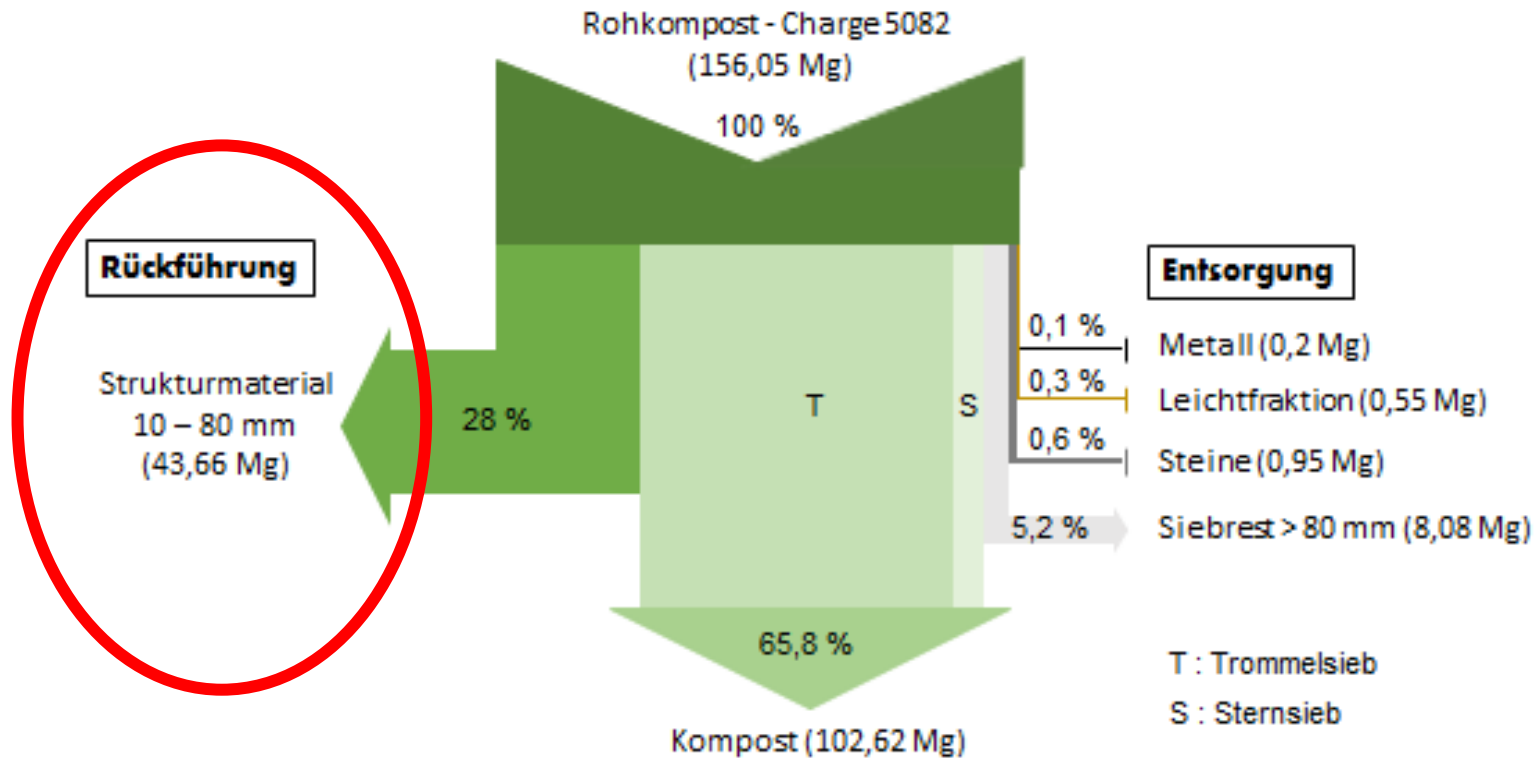


Strukturmaterial 10 – 80 mm



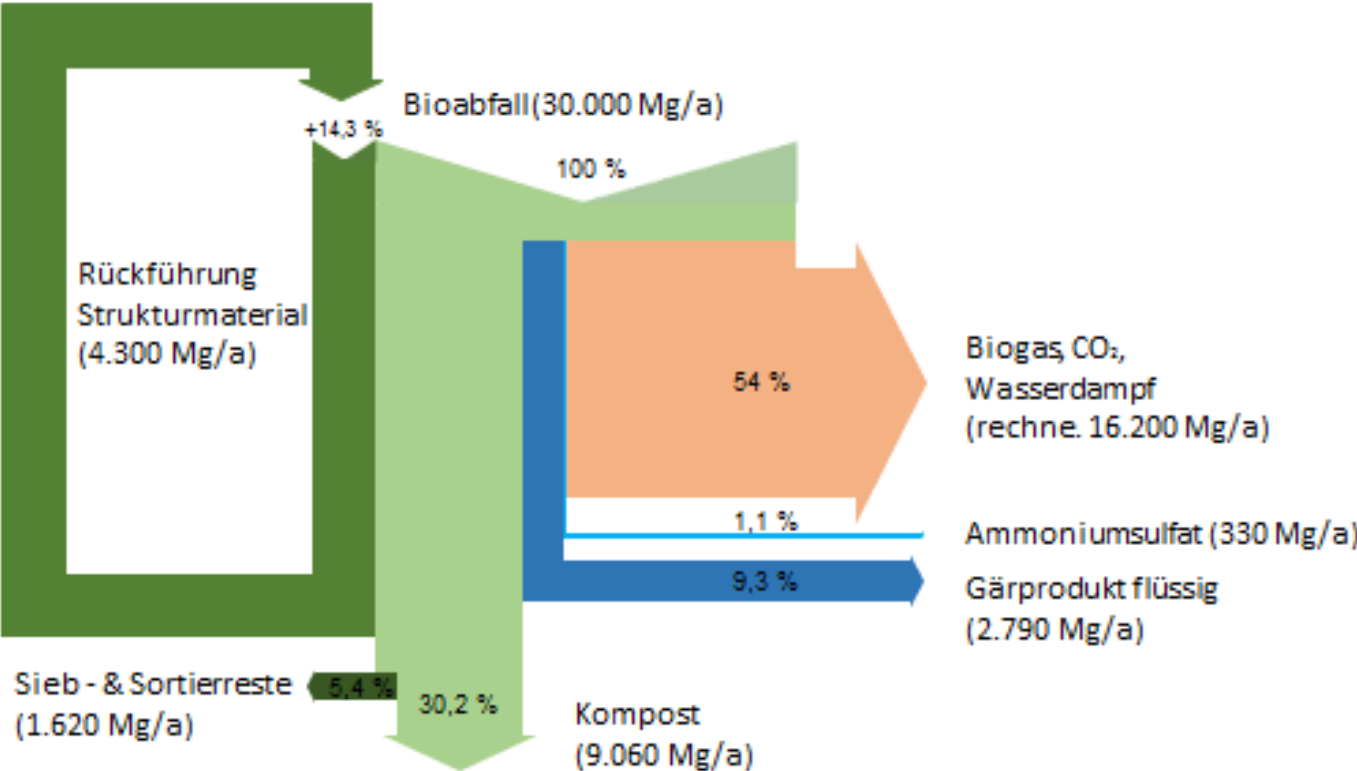
Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

Massenbilanz Nachaufbereitung Würselen
(100 Chargen pro Jahr)



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

Massenbilanz mit Rückführung (Mittelwerte über 3 Jahre)



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Fragestellungen:
 - Wieviel Glas gelangt über den **frischen Bioabfall** in den Kreislauf?
 - Wieviel Glas gelangt über das **Strukturmaterial** in den Kreislauf?

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Wieviel Glas gelangt über den frischen Bioabfall in den Kreislauf?

	Grüne Tonnen	Gelbe Tonnen	Bioabfall gesamt	
	Anteil: 75%	Anteil: 25%	Masse in Mg	Massenanteil
Kunststoff 2D	74	265	338	1,13%
Kunststoff 3D	17	62	79	0,26%
Restmüll	10	76	86	0,29%
Glas	0	27	27	0,09%
Inertes	9	20	29	0,10%
Papier	1.086	447	1.532	5,11%
Gartenabfälle	8.661	545	9.206	30,69%
Küchenabfälle	1.618	2.083	3.702	12,34%
Feinanteil < 40 mm	11.025	3.975	15.000	50,00%
Masse gesamt	22.500	7.500	30.000	100,00%

Mittlere Massen der Glaskörper:

- Hohlglaskörper: 250 g
- Flaschen: 350 g

Anzahl der Glaskörper:

- Hohlglaskörper: 108.000 Stk.
- Flaschen: 77.150 Stk.

Ergebnis der Abschätzung für den Batchbetrieb:

- 100 Chargen zu je 300 Mg Bioabfall
- Jede Charge enthält im Mittel **0,27 Mg** Glas aus dem frischen Bioabfall!

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Wieviel Glas gelangt über das Strukturmaterial in den Kreislauf?

02.10.2015 5059-M1-1-3	Masse [g]	Masseanteil [%]
Frischmasse	11.550	100
Organik	7.568	65,52
Folie	80	0,69
Hartplastik	247	2,14
Metall	31	0,27
Glas	239	2,07
Summe Steine	2.819	24,41
Papier und Stoff	566	4,9

22.10.2015 5063-M1-2-6	Masse [g]	Masseanteil [%]
Frischmasse	9.750	100
Organik	5.683	58,29
Folie	80	0,82
Hartplastik	201	2,06
Metall	33	0,34
Glas	228	2,34
Summe Steine	2.959	30,35
Papier und Stoff	566	5,81

06./13.11.2015 5067-M1-3-12	Masse [g]	Masseanteil [%]
Frischmasse	9.162	100
Organik	5.591	61,02
Folie	78	0,85
Hartplastik	171	1,87
Metall	8	0,09
Glas	207	2,26
Summe Steine	2.696	29,43
Papier und Stoff	411	4,49

Ergebnis der Abschätzung für den Batchbetrieb:

Mittlerer Glasanteil im Strukturmaterial: **2,25 Gew.-%**

Rückführung von Strukturmaterial je Charge: 30 - 40 Mg

Jede Charge bekommt zusätzlich **0,68 – 0,90 Mg** Glas über das Strukturmaterial zugeführt.

Das entspricht dem **2,5 - 3,3-fachen** Glaseintrag aus dem frischen Bioabfall!!!!

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

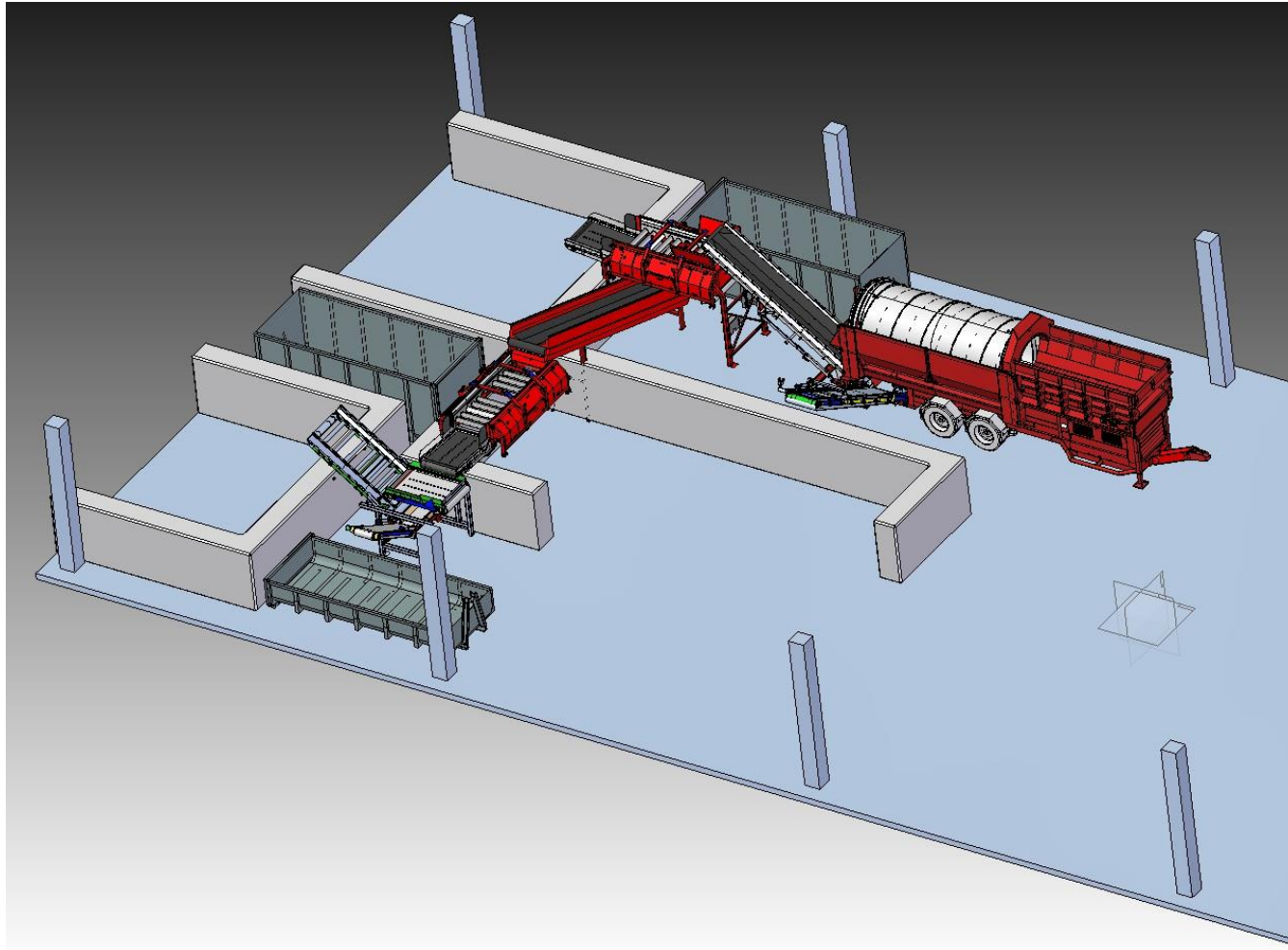
- Fragestellung:
 - Wie kann das Strukturmaterial von Glas entfrachtet werden?

5059-5067 M1	Organik		Steine		Glas		Hartkunststoff		Metall		Summe		Kumuliert
Summe	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	
> 25 mm	3.909	23,43	1.239	14,68	9	1,34	336	54,72	3	37,5	5.496	20,80	100,00
25-20 mm	1.421	8,52	1.355	16,05	16	2,37	95	15,47	0	0	2.887	10,93	79,20
20-16 mm	1.527	9,15	1.820	21,56	90	13,35	49	7,98	3	37,5	3.489	13,21	68,27
16-10 mm	4.097	24,56	3.185	37,74	375	55,64	82	13,36	0	0	7.739	29,30	55,06
< 10 mm	5.727	34,33	841	9,96	184	27,3	52	8,47	2	25	6.806	25,76	25,76
Summe	16.681		8.440		674		614		8		26.417	100,00	

Ergebnis der Sortier- und Klassieranalysen des Strukturmaterials:

- 80 bzw. 95 Gew.-% des **Glases** liegen in den Fraktionen 0-16 mm bzw. 0-20 mm vor.
- Von der **Gesamtmasse** entfallen 55 bzw. 68 Gew.-% auf die Fraktionen 0-16 mm bzw. 0-20 mm.

Fragestellung: Kann das Ergebnis der Analysen in die Praxis = technische Klassierung bei 20 mm übertragen werden?



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Massenbilanz 2. Klassierung (Siebreste; 20 mm):

Klassierung Siebrest bei 20 mm	Masse in Mg	Masseanteil
Aufgabe Siebrest 5082	37,04	
Strukturmaterial 20-80 mm	12,30	33,21%
Metall	0,20	0,54%
Leichtfraktion	0,16	0,43%
Steine	0,78	2,11%
Siebrest > 80 mm	1,32	3,56%
Siebdurchgang 0-15 mm	0,34	0,92%
Siebdurchgang 0-20 mm	19,10	51,57%
Verluste, Ungenauigkeiten	2,84	7,67%

Ergebnis der Massenbilanz:

Der Siebdurchgang 0-20 mm ist mit rd. 50 Gew.-% kleiner als erwartet (Handsiebung ergab 68 Gew.-%).

Der Anteil an Strukturmaterial 20-80 mm liegt im Erwartungshorizont.

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Sortieranalysen 2. Klassierung (Siebreste; 20 mm):

17.02.2016 5082-M1-4-21	Masse [g]	Masseanteil [%]
Frischmasse	6893	100
Organik	4238	61,48
Folie	27	0,39
Hartplastik	202	2,93
Metall	36	0,52
Glas	148	2,15
Summe Steine	1950	28,29
Papier und Stoff	292	4,24

Siebaufgabe

17.+18.02.2016 5082-M2-4-24	Masse [g]	Masseanteil [%]
Frischmasse	6666	100
Organik	3902	58,54
Folie	27	0,41
Hartplastik	327	4,91
Metall	60	0,9
Glas	103	1,55
Summe Steine	2017	30,26
Papier und Stoff	230	3,45

Überkorn 20-80 mm zur
Rückführung

18.+19.02.2016 5082-T2-4-22	Masse [g]	Masseanteil [%]
Frischmasse	3369	100
Organik	2256	66,96
Folie	3	0,09
Hartplastik	31	0,92
Metall	18	0,53
Glas	129	3,83
Summe Steine	844	25,05
Papier und Stoff	88	2,61

Unterkorn < 20 mm ???

Ergebnis der Sortieranalysen:

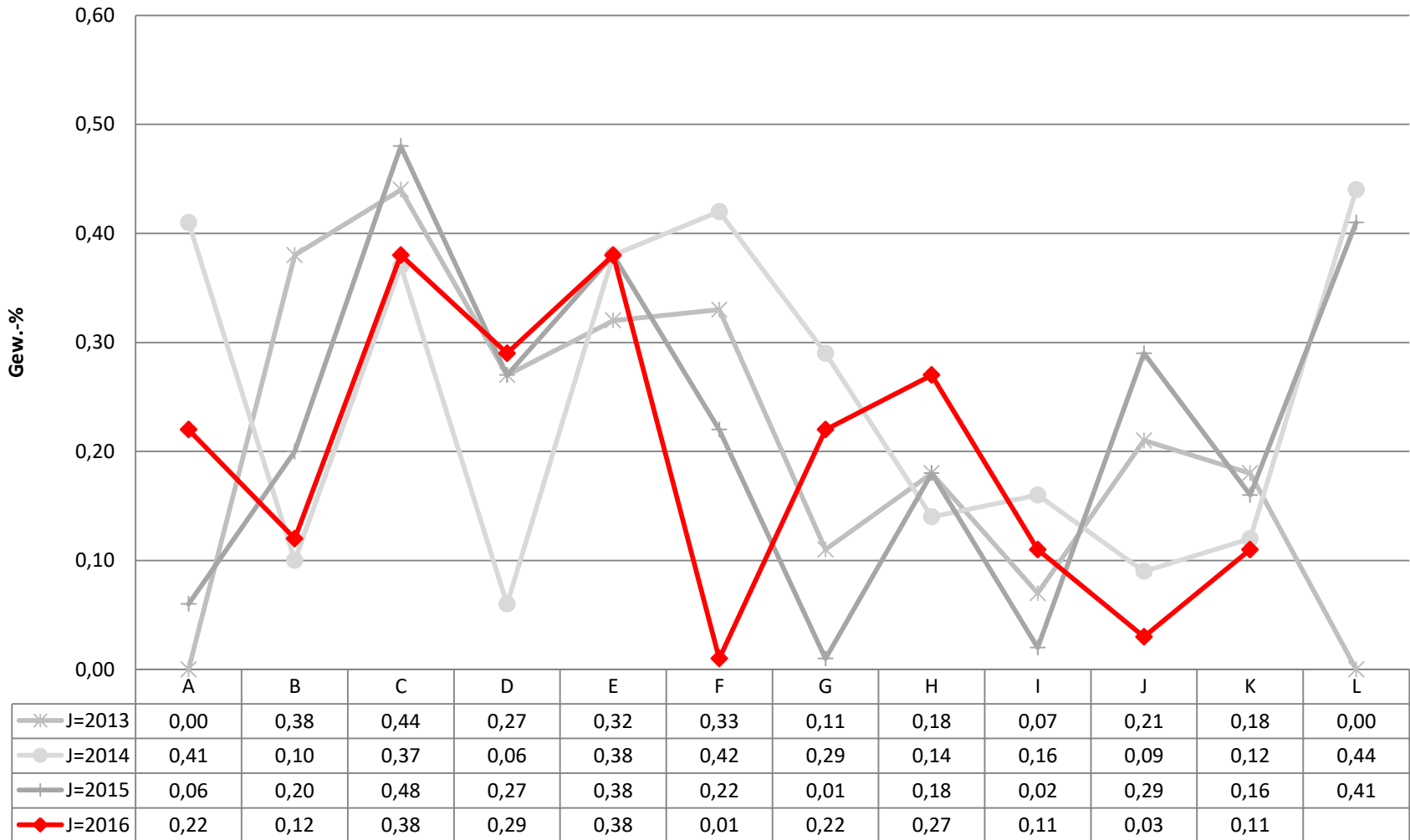
- Nach der 2. Klassierung beträgt der Glasanteil im **Strukturmaterial 20-80 mm** noch 1,55 Gew.-%.
- Im **Unterkorn 0-20 mm** steigt der Glasanteil auf rd. 3,8 Gew.-%.

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- **Fazit Juni 2016 und offene Fragen:**
 - Bei der Klassierung der Siebreste tritt die gewünschte Verlagerung des Glases in das Unterkorn 0-20 mm ein, wenn auch nicht ganz im erwarteten Umfang (25 mm Klassierung prüfen). **(++)**
 - Es steht weniger Strukturmaterial 20-80 mm zur Verfügung. **(---)**
 - Die mit dem Strukturmaterial zurückgeführte Glasfracht sinkt von 0,69-0,9 Mg/Charge auf ca. 0,2 Mg/Charge (Faktor 3-4). **(+++)**
 - Bei der 2. Klassierung fallen zu entsorgende Stoffe (Siebrest > 80 mm, Leichtstoffe, Steine) im Umfang von ca. 260 – 300 t/a an (bisher 1.560 t/a). **(+/-)**
 - **Wie wirkt sich die Ausschleusung der Siebrestefraktion 0-20 (25) mm auf die Kompostqualität aus?**
 - **Was tun mit der ausgeschleusten Siebrestefraktion 0-20 (25) mm?**

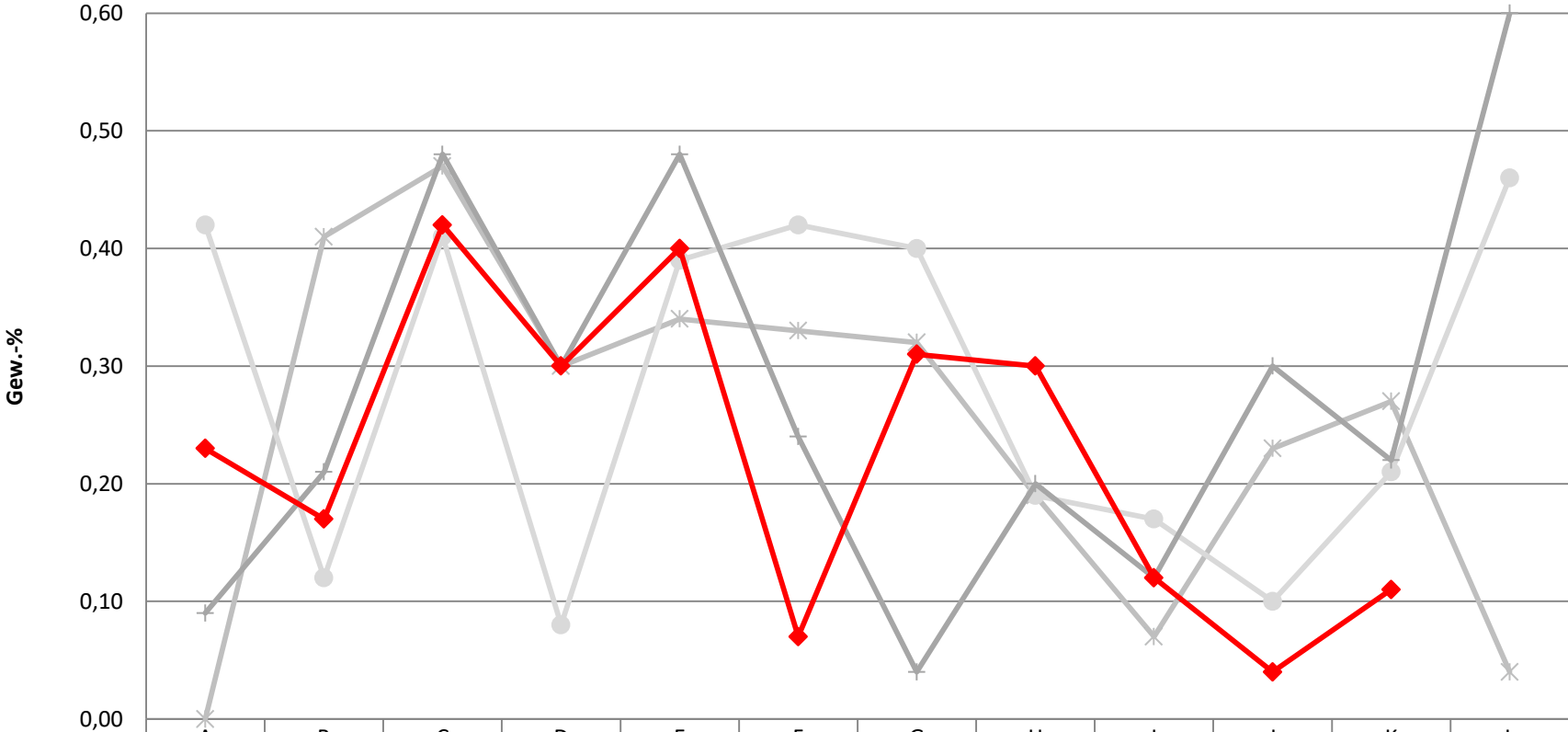
Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

Glasgehalte 2013 - 2016



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

Fremdstoffgehalte 2013 - 2016



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
✱ J=2013	0,00	0,41	0,47	0,30	0,34	0,33	0,32	0,19	0,07	0,23	0,27	0,04
● J=2014	0,42	0,12	0,41	0,08	0,39	0,42	0,40	0,19	0,17	0,10	0,21	0,46
+ J=2015	0,09	0,21	0,48	0,30	0,48	0,24	0,04	0,20	0,12	0,30	0,22	0,60
◆ J=2016	0,23	0,17	0,42	0,30	0,40	0,07	0,31	0,30	0,12	0,04	0,11	

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Die aus den Siebresten erzeugte Fraktion 0-20 (25) mm muss
 - wahlweise entsorgt werden (auch nach vorheriger Feinkornabscheidung zu teuer) (---)
 - oder vor der Rückführung von Glas entfrachtet werden ? **Wie?**
- Schwimmsink-Trennung
- NIR-Sortierung
- Hartstoffabscheidung / Schwerteilauslesung

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Schwimm-Sink-Trennung:



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- NIR-Sortierung:



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Schwerteilauslesung 1:



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- Schwerteilauslesung 2:



Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- **Fazit November 2016:**
 - Wie wirkt sich die Ausschleusung der Siebrestefraktion 0-20 (25) mm auf die Kompostqualität aus?
Positiv, aber noch ohne abschließende und langfristige Gewissheit (++)??)
 - Wie können Siebreste langfristig zur Rückführung nutzbar gemacht werden?
 - Schwerteilauslese 2 grundsätzlich positiv (++)
 - Für feine Kornfraktionen nutzbar und positiver Nebeneffekt (Folienabreicherung) (++)
 - NIR-Sortierung bietet positive Nebeneffekte (Hartkunststoff/Folienabreicherung) (+/-)
 - Integration in bestehende Aufbereitungstechnik ist nicht einfach (---)
 - Kosten- und Leistungsbetrachtungen stehen noch aus ?????

Kompostierungs- und Vergärungsanlage Würselen

- **Offene Fragen November 2016:**

- Wirksamkeit einer Schwerteilauslesung ohne Lufteinsatz?
- Wie setzt sich der Feinanteil des Bioabfalls (50% < 40 mm) zusammen?
- In welcher Kornverteilung liegen Störstoffe z.B. nach der Primäraufbereitung vor?

	Grüne Tonnen	Gelbe Tonnen	Bioabfall gesamt	
	Anteil: 75%	Anteil: 25%	Masse in Mg	Massenanteil
	Masse in Mg	Masse in Mg	Masse in Mg	Massenanteil
Kunststoff 2D	74	265	338	1,13%
Kunststoff 3D	17	62	79	0,26%
Restmüll	10	76	86	0,29%
Glas	0	27	27	0,09%
Inertes	9	20	29	0,10%
Papier	1.086	447	1.532	5,11%
Gartenabfälle	8.661	545	9.206	30,69%
Küchenabfälle	1.618	2.083	3.702	12,34%
Feinanteil < 40 mm	11.025	3.975	15.000	50,00%
Masse gesamt	22.500	7.500	30.000	100,00%

