

Einbettung von Anpassungsinvestitionen in die strategische Anlagenentwicklung

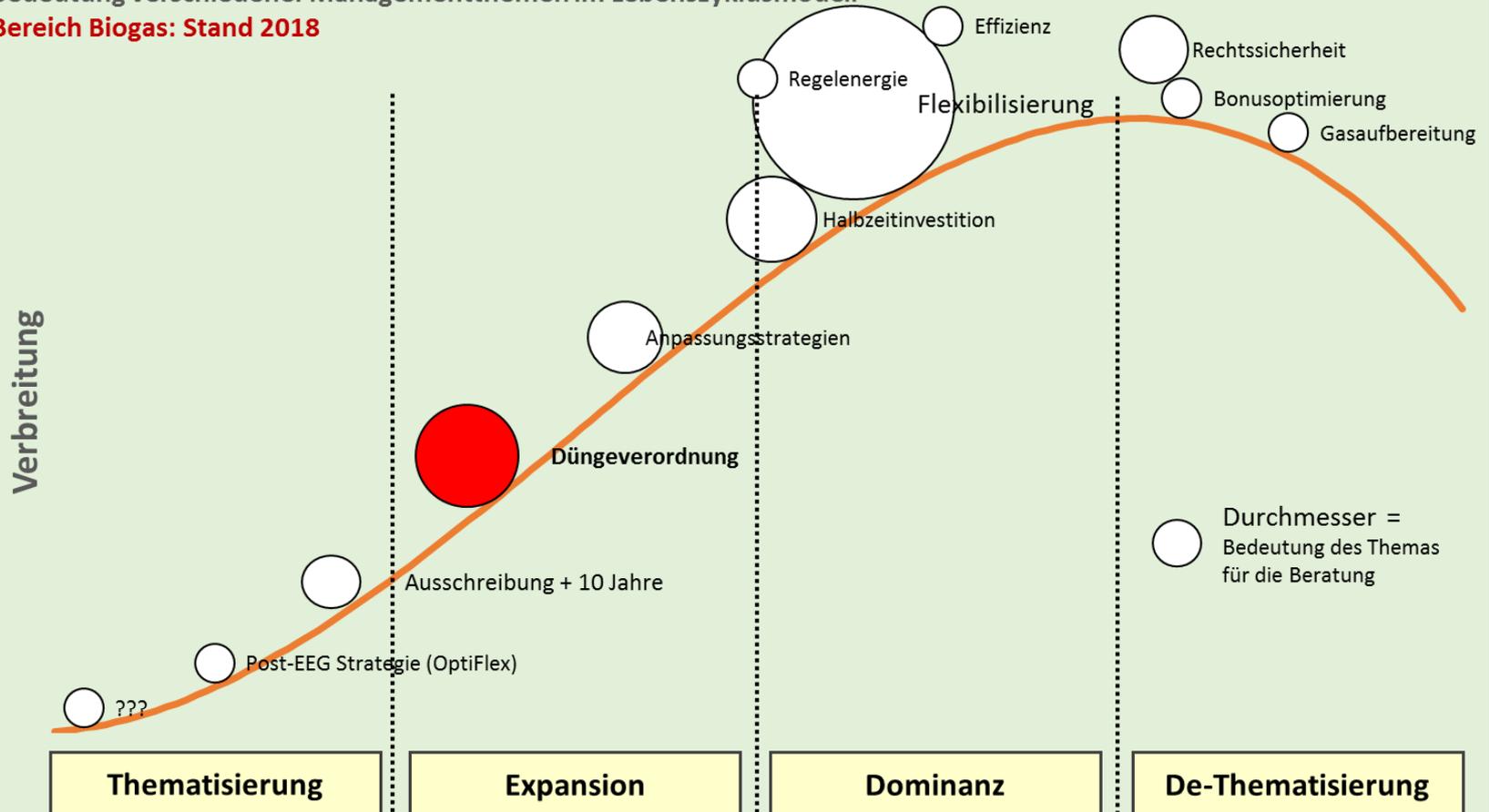
1. Lebenszyklus von Beratungskonzepten
2. Vom Substrat her denken!
3. Engpassplanung: eine typische Optimierungsaufgabe
4. Entscheidungswege
5. Anpassungstypen
 - a) Minimierer
 - b) Problemlöser
6. Grenzkostenvergleich: Rationskosten versus Investkosten
7. Fazit

1. Beratungskonzepte folgen nicht nur der Mode

Der Lebenszyklus von Beratungskonzepten

Bedeutung verschiedener Managementthemen im Lebenszyklusmodell

Bereich Biogas: Stand 2018



Nach: Wissenschaftliche Gesellschaft für Management und Beratung; nach Harvard Business Manager; eigene Darstellung

2. Vom Substrat her denken! Vollkosten, Grenzkosten, Engpasskosten

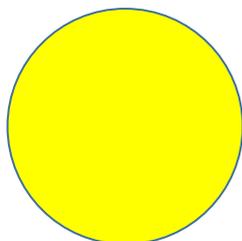
Posten	Einheit	Pflanzliche Rohstoffe (NawaRo)						Wirtschaftsdünger			
		GK	MS	CCM	GS	GPS	ZR	RG	RM	SG	GM
Ohne Zu-/Abschläge											
TS-Gehalt	% der FS	87	35	65	35	35	23	8,5	25	6	40
Preis frei Biogasanlage inkl. Verlust	€/t FS	150,00	40,00	115,00	35,00	36,00	38,00	1,50	12,00	1,50	18,00
Kosten des Eintrags	€/t FS	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	0,20	2,50	0,20	2,50
Kosten Gärrestaubbringung (3,- €/ m ³)	€/t FS	0,69	2,71	1,45	2,85	2,85	3,07	3,67	3,33	3,71	3,08
Kosten Substrat gesamt	€/t FS	153,19	45,21	118,95	40,35	41,35	43,57	5,37	17,83	5,41	23,58
Methanertrag	Nm ³ /t oTS	380	340	380	320	330	360	210	250	250	280
Spezifischer Substratpreis	ct/Nm³ CH₄	47,1	38,1	48,1	37,5	37,5	54,8	36,4	29,1	43	25,5
Mit Zu-/Abschlägen											
"Nach dem Daumen des Beraters"											
Kosten Gärstrecke	€/t FS	-5,00	0,00	-5,00	5,00	5,00	-5,00	0,00	5,00	0,00	5,00
Kosten Substrat "nach BGA"	€/t FS	148,19	45,21	113,95	45,35	46,35	38,57	5,37	22,83	5,41	28,58
Methanertrag	Nm ³ /t FS	320,7	113,1	242,1	100,8	109,7	74,5	14,3	53,1	12,0	84,0
Spezifischer Substratpreis	ct/Nm³ CH₄	47,8	40,0	49,1	40,0	37,7	58,5	37,6	33,6	45,1	28,1
Ergebnisse mit Zu-/Abschlägen											
Stromertrag bei 40% el. Wirkgrd.	kWh / t FS	1.279	451	965	402	438	297	57	212	48	335
Spezifischer Substratpreis	ct/kWh	11,59	10,03	11,80	11,28	10,59	12,98	9,43	10,78	11,30	8,53

Peter Schünemann-Plag
in KTBL (Hg.) 2017: Heft 118 - Anpassungsstrategien für Biogasanlagen, S. 9. Darmstadt
Veränderungen durch den Autor

2. Austauschverhältnisse zur Verringerung des Gärrestanfalls

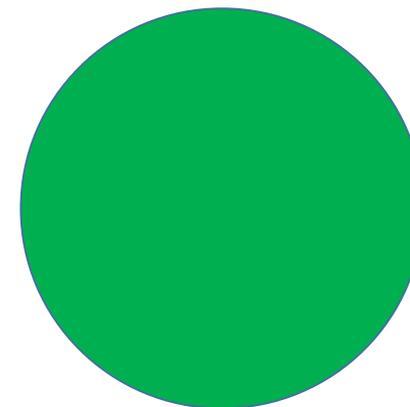
Substratwechsel zur Einsparung von 1 m³ Gärrestanfall

Getreide



Gärrest
0,12

Maissilage



Gärrest
-1,12

Preis ⁽¹⁾	[€ / t FS]	148,19
Ausdehnung	[t FS]	0,49
Reduzierung	[t FS]	
Monetär	[€ / m ³]	-73,00

Leistung / Kosten Substitution	
je m ³ Gärrest	-6,19
je m ³ Lager (6 Mo)	-12,37
je m ³ Lager (9 Mo)	-8,25

[€ / t FS]	45,21
[t FS]	
[t FS]	1,48
[€ / m ³]	66,81

1. Je höher die Lagerdaueranforderung, desto günstiger die Substitution
2. Der Einsatz von 1.000 t Getreide erspart rund 1.530 m³ Lagerraubau

2. Austauschverhältnisse zur Verringerung des Gärrestanfalls

Substratwechsel zur Einsparung von 1 m³ Gärrestanfall

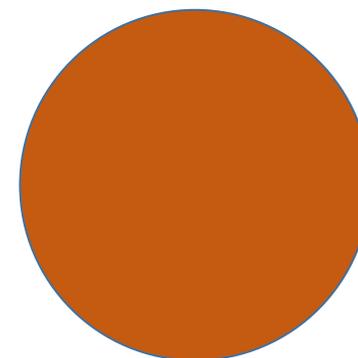
Maissilage



Gärrest
0,11

Preis ⁽¹⁾	[€ / t FS]	45,21
Ausdehnung	[t FS]	0,14
Reduzierung	[t FS]	
Monetär	[€ / m ³]	-6,31

Rindergülle



Gärrest
-1,11

Leistung / Kosten Substitution	
je m ³ Gärrest	-0,31
je m ³ Lager (6 Mo)	-0,63
je m ³ Lager (9 Mo)	-0,42

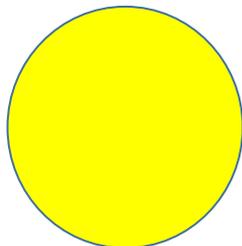
[€ / t FS]	5,37
[t FS]	
[t FS]	1,12
[€ / m ³]	6,00

1. Der Ersatz von Zukaufgülle (bis auf 35%) lässt kaum Kosten anfallen
2. Der Einsatz von 100 t Maissilage erspart rund 714 m³ Lagerraumbau

2. Austauschverhältnisse zur Verringerung des N - Anfalls

Substratwechsel zur Einsparung von 1 kg Stickstoff

Getreide

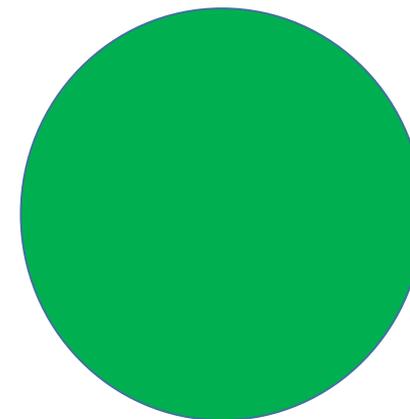


Gärrest	Gärrest
-0,06	0,56
kg N	kg N
-4,15	3,15

Preis ⁽¹⁾	[€ / t FS]	148,19
Ausdehnung	[t FS]	
Reduzierung	[t FS]	0,24
Monetär	[€ / m ³]	36,14

Leistung / Kosten Substitution	
je kg Stickstoff	3,06

Maissilage



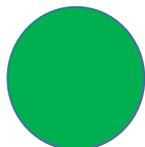
[€ / t FS]	45,21
[t FS]	0,73
[t FS]	
[€ / m ³]	-33,08

1. Die Substitution mit Getreide verschärft die N-Problematik
2. Der Einsatz von 1.000 t Mais erspart rund 1.370 kg N in der Bilanz

2. Austauschverhältnisse zur Verringerung des N - Anfalls

Substratwechsel zur Einsparung von 1 kg Stickstoff

Maissilage



Gärrest
0,02

Gärrest
-0,22

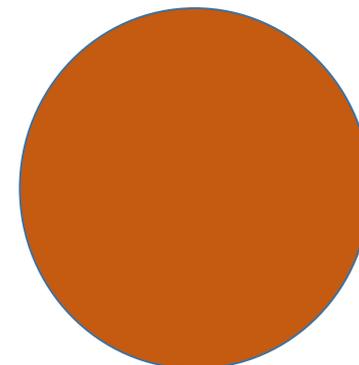
kg N
0,12

kg N
-1,12

Preis ⁽¹⁾	[€ / t FS]	45,21
Ausdehnung	[t FS]	0,03
Reduzierung	[t FS]	
Monetär	[€ / m ³]	-1,27

Leistung / Kosten Substitution
je kg Stickstoff **-0,06**

Rindergülle



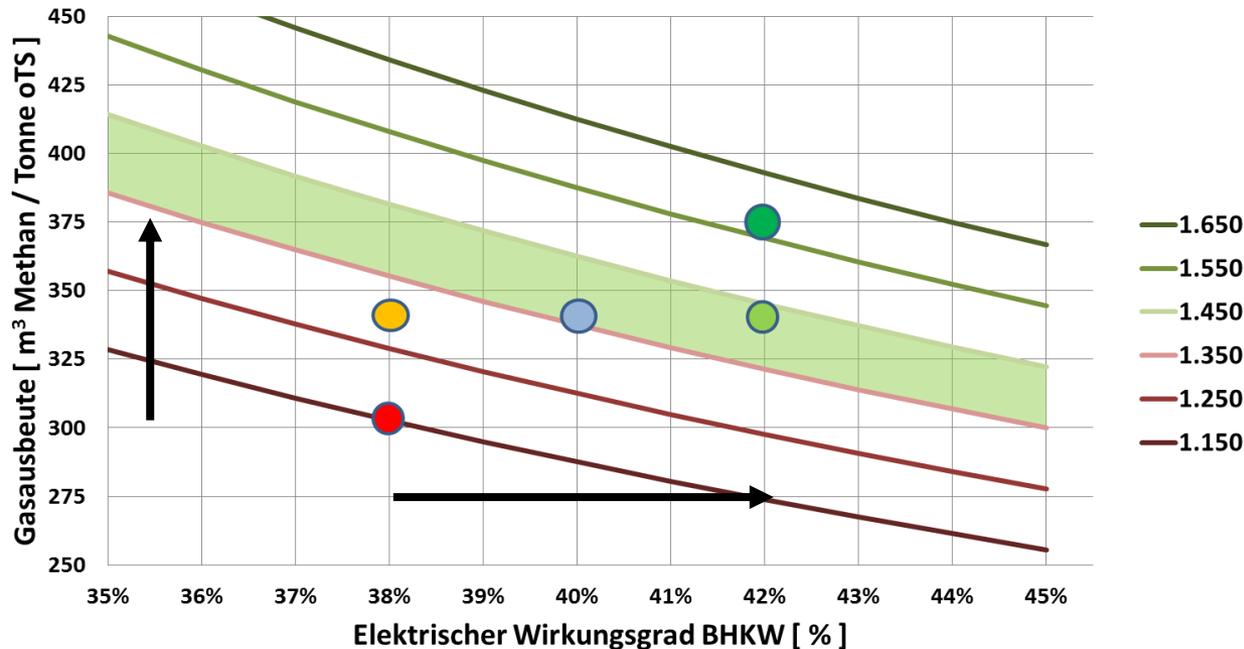
[€ / t FS]	5,37
[t FS]	
[t FS]	0,22
[€ / m ³]	1,20

1. Der Ersatz von Zukaufgülle (bis auf 35%) lässt kaum Kosten anfallen
2. Der Einsatz von 100 t Maissilage erspart rund 3.300 kg N in der Bilanz

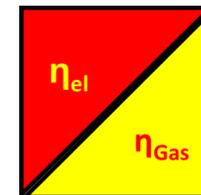
2. Vom Substrat her denken! Der Effizienzanteil der Planung

Stromausbeute je Tonne organischer Trockensubstanz

bei unterschiedlichen Gasausbeuten und elektrischen Wirkungsgraden
[kWh / Tonne oTS]



Die beiden Haupteffizienzgrößen
- Gasausbeute
- Elektrischer Wirkungsgrad
Üben einen überraschend großen Einfluss auf die notwendige Substratmasse aus.



	m³ CH ₄ /t oTS	η _{el}	kWh	Δ Eff. _{ges}	Δ Substrat	Bemerkung
	306	38%	1.159	-14,5%	17,0%	Verschlechterung Gasausbeute um 10%
	340	38%	1.288	-5,0%	5,3%	Verschlechterung Wirkungsgrad um 5%
	340	40%	1.356			KTBL - Richtwert für Maissilage
	340	42%	1.424	5,0%	-4,8%	Verbesserung Wirkungsgrad um 5%
	374	42%	1.566	15,5%	-13,4%	Verbesserung Gasausbeute um 10%

Peter Schünemann-Plag
in KTBL (Hg.) 2017: Heft 118 -
Anpassungsstrategien für Bio-
gasanlagen, S. 9. Darmstadt

3. Engpassplanung: eine typische Optimierungsaufgabe

Ermittlung einer optimalen Inputmischung mit linearer Optimierung

A. Vorgaben: Preise und Bedarfsmatrix							B. Ergebnisse: Engpassanteile						C. Vergleich: Engpassansprüche			
Inputstoff	Preis	Vorgabe Anteil		TS %	Optimaler Anteil		Rationskosten		Engpassanteile				Spezifischer Bedarf je kWh Heizwert			
	€/to	Min %	Max %		to	%	€/Jahr	Cent / kWh	m ³ GRA	kg N	kg P ₂ O ₅	m ³ CH ₄	Cent	Liter GRA	g N	g P ₂ O ₅
Getreide	148,19	0%	15%	87,0%	0	0,0%	0	0,00	0	0	0	0	4,21	0,07	4,83	2,27
Maissilage	45,21	0%	100%	35,0%	1.855	21,2%	83.873	1,91	1.410	7.977	3.339	230.702	3,65	0,61	3,47	1,45
CCM	113,95	0%	25%	65,0%	2.121	24,3%	241.720	5,52	955	19.092	10.606	564.826	4,29	0,17	3,39	1,88
Grassilage	45,35	0%	15%	35,0%	0	0,0%	0	0,00	0	0	0	0	4,10	0,68	4,34	1,45
GPS	46,35	0%	15%	35,0%	1.312	15,0%	60.801	1,39	984	4.591	1.443	158.328	3,85	0,62	2,91	0,91
ZR-Silage	38,57	0%	25%	23,0%	571	6,5%	22.024	0,50	457	1.028	571	46.807	4,72	0,98	2,20	1,22
Rindergülle	5,37	0%	35%	8,5%	2.886	33,0%	15.497	0,35	2.828	9.812	4.040	45.332	3,43	6,26	21,71	8,94
Rindermist	22,83	0%	5%	25,0%	0	0,0%	0	0,00	0	0	0	0	3,92	1,60	9,95	5,66
Schw.gülle	5,41	0%	10%	6,0%	0	0,0%	0	0,00	0	0	0	0	4,11	7,52	44,07	20,52
G-Mist	28,58	0%	20%	40,0%	0	0,0%	0	0,00	0	0	0	0	3,10	0,88	22,90	18,67
Summe					8.745	100,0%	423.916	9,68	6.633	42.500	20.000	1.045.995	4,06	0,64	4,08	1,92
Mindestanteil Gülle	33,0%			erreicht:	2.886	33,0%	Engpassgrenzen		6.667	42.500	20.000	1.045.995	Min [Z]	0,64	4,08	1,92
Maximaler Anteil Mais	100,0%			erreicht:	3.976	45,5%										
Vorgaben Gasertrag							Vorgaben Nährstoffe						Vorgaben Lagerraum			
P _{Bem}	500	Ø kW / Jahr					Vorhandene Fläche	250	ha				Vorhandener Lagerraum	5.000	m ³	
Jahresstrommenge	4.380.000	kWh / Jahr					N / ha	170	kg / ha				Notwendige Lagerdauer	9,0	Monate	
η _{el}	42,0%						Annahme P ₂ O ₅ / ha	80	kg / ha							
η _{Gas} (% KTBL)	110,0%						Achtung: Die Obergrenze der Nährstoffaufnahme ist durch eine Bedarfsermittlung nach Düngeverordnung zu überprüfen!						Achtung: Die anfallenden Mengen an belastetem Niederschlagswasser sind zusätzlich zu betrachten!			
CH ₄ - Menge	1.045.995	m ³ / Jahr														
Mindesttonnenvorgabe aktiv?	nein															

3. Die Nutzung des Excel-Solvers

Ermittlung einer optimalen Inputmischung mit linearer Optimierung

A. Vorgaben: Preise und Bedarfsmatrix

Inputstoff	Preis	Vorgabe Anteil		TS	Optimaler Anteil	
	€/ to	Min %	Max %	%	to	%
Getreide	148,19	0%	15%	87,0%	0	0,0%
Maissilage	45,21	0%	100%	35,0%	1.855	21,2%
CCM	113,95	0%	25%	65,0%	2.121	24,3%
Grassilage	45,35	0%	15%	35,0%	0	0,0%
GPS	46,35	0%	15%	35,0%	1.312	15,0%
ZR-Silage	38,57	0%	25%	23,0%	571	6,5%
Rindergülle	5,37	0%	35%	8,5%	2.886	33,0%
Rindermist	22,83	0%	5%	25,0%	0	0,0%
Schw.gülle	5,41	0%	10%	6,0%	0	0,0%
G-Mist	28,58	0%	20%	40,0%	0	0,0%

B. Ergebnisse: Engpassanteile

Rationskosten	
€/ Jahr	Cent / kWh
0	0,00
83.873	1,91
241.720	5,52
0	0,00
60.801	1,39
22.024	0,50
15.497	0,35
0	0,00
0	0,00
0	0,00

C. Vergleich: Engpassansprüche

Heizwert
g P ₂ O ₅
2,27
1,45
1,88
1,45
0,91
1,22
8,94
5,66
20,52
18,67
1,92
1,92

Summe	8.745	100,0%
erreicht:	2.886	33,0%
erreicht:	3.976	45,5%

423.916	9,68
----------------	-------------

Vorgaben Gasertrag	
P _{Bem}	500 Ø kW / Jahr
Jahresstrommenge	4.380.000 kWh / Jahr
η _{el}	42,0%
η _{Gas} (% KTBL)	110,0%
CH ₄ - Menge	1.045.995 m ³ / Jahr

Vorgaben Nährstoffe
Vorhandene Fläche
N / ha
Annahme P ₂ O ₅ / ha

Mindesttonnenvorgabe aktiv? **nein**

Achtung: Die Obergrenze **Bedarfsermittlung nach Düngerverordnung zu überprüfen!** **Niederschlagswasser sind zusätzlich zu betrachten!**

Solver-Parameter

Ziel festlegen:

Bis: Max. Min. Wert:

Durch Ändern von Variablenzellen:

Unterliegt den Nebenbedingungen:

- SAES18 <= SAES19
- SAFS18 >= SAFS19
- SAGS18 >= SAGS19
- SAHS18 >= SAHS19
- SAIS18 >= SAIS19
- SAJS18 >= SAJS19
- SAKS18 >= SAKS19
- SALS18 >= SALS19
- SAMS18 >= SAMS19
- SANS18 >= SANS19
- SAOS18 >= SAOS19
- SAPS18 >= SAPS19
- SAQS18 <= SAQS19

Nicht eingeschränkte Variablen als nicht-negativ festlegen

Lösungsmethode auswählen: **Optionen**

Lösungsmethode
Wählen Sie das GRG-Nichtlinear-Modul für Solver-Probleme, die kontinuierlich nichtlinear sind.
Wählen Sie das LP Simplex-Modul für lineare Solver-Probleme und das EA-Modul für Solver-Probleme, die nicht kontinuierlich sind.

Hilfe **Lösen** **Schließen**

3. Zusammenstellung von Varianten

Ergebnisse		Aktiv	Vorläufige Simulationsergebnisse, die einer weiteren Zusatzbetrachtung unterzogen werden müssen									
Varianten			Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7	Variante 8	Variante 9	Variante 10
Lösung ist		optimal	optimal	optimal	nicht opt.	optimal						
P _{Bem}	kW	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Jahresstrommenge	kWh	4.380.000	4.380.000	4.380.000	4.180.255	4.380.000	4.380.000	4.380.000	4.380.000	4.380.000	4.380.000	4.380.000
η _{el}	%	42,0%	38,0%	38,0%	38,0%	38,0%	38,0%	38,0%	38,0%	38,0%	42,0%	42,0%
η _{Gas} (% KTBL)	%	110,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	110,0%	110,0%
CH ₄ - Menge		1.045.995	1.156.100	1.156.100	1.103.377	1.156.100	1.156.100	1.156.100	1.156.100	1.156.100	1.045.995	1.045.995
Vorhandene Fläche	ha	250	300	350	300	350	300	350	300	350	250	300
Vorhandener Lagerraum	m ³	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	7.500	7.500	9.000	9.000	5.000	5.000
N / ha	kg / ha	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170
Annahme P ₂ O ₅ / ha	kg / ha	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Notwendige Lagerdauer	Monate	9,0	6,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Kosten der optimalen Ration	€ / Jahr	423.916	526.689	474.602	492.510	504.551	526.689	474.602	526.689	460.086	423.916	401.765
Kosten der optimalen Ration	Ct / kWh	9,68	12,02	10,84	11,24	11,52	12,02	10,84	12,02	10,50	9,68	9,17
Getreide	t / Jahr	0	0	628	417	1.376	0	628	0	0	0	1.099
Maissilage	t / Jahr	1.855	1.447	7.704	1.875	3.919	1.447	7.704	1.447	9.547	1.855	4.743
CCM	t / Jahr	2.121	2.245	0	2.280	870	2.245	0	2.245	0	2.121	0
Grassilage	t / Jahr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GPS	t / Jahr	1.312	1.813	0	1.368	0	1.813	0	1.813	0	1.312	0
ZR-Silage	t / Jahr	571	2.594	0	170	0	2.594	0	2.594	0	571	0
Rindergülle	t / Jahr	2.886	3.989	3.468	3.009	2.576	3.989	3.468	3.989	4.563	2.886	2.379
Rindermist	t / Jahr	0	0	622	0	460	0	622	0	0	0	436
Schw.gülle	t / Jahr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G-Mist	t / Jahr	0	0	14	0	0	0	14	0	139	0	62

3. Vergleich von Varianten

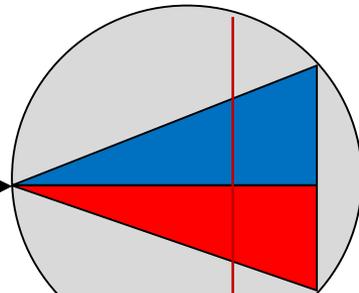
Ergebnisdifferenz der Varianten											
	Beschreibung der Variante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7	Variante 8	Variante 9	Variante 10
Variante 1	300 ha, 5.000 m ³ , 6 Monate, geringe Effizienz		-52.088	-34.180	-22.138		-52.088		-66.604	-102.774	-124.924
Variante 2	350 ha, 5.000 m ³ , 6 Monate, geringe Effizienz	52.088		17.908	29.949	52.088		52.088	-14.516	-50.686	-72.837
Variante 3	300 ha, 5.000 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz	34.180	-17.908		12.041	34.180	-17.908	34.180	-32.424	-68.594	-90.745
Variante 4	350 ha, 5.000 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz	22.138	-29.949	-12.041		22.138	-29.949	22.138	-44.465	-80.635	-102.786
Variante 5	300 ha, 7.500 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz		-52.088	-34.180	-22.138		-52.088		-66.604	-102.774	-124.924
Variante 6	350 ha, 7.500 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz	52.088		17.908	29.949	52.088		52.088	-14.516	-50.686	-72.837
Variante 7	300 ha, 9.000 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz		-52.088	-34.180	-22.138		-52.088		-66.604	-102.774	-124.924
Variante 8	350 ha, 9.000 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz	66.604	14.516	32.424	44.465	66.604	14.516	66.604		-36.170	-58.321
Variante 9	250 ha, 5.000 m ³ , 9 Monate, hohe Effizienz	102.774	50.686	68.594	80.635	102.774	50.686	102.774	36.170		-22.151
Variante 10	300 ha, 5.000 m ³ , 9 Monate, hohe Effizienz	124.924	72.837	90.745	102.786	124.924	72.837	124.924	58.321	22.151	
	Beschreibung der Variante	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6	Variante 7	Variante 8	Variante 9	Variante 10
Variante 1	300 ha, 5.000 m ³ , 6 Monate, geringe Effizienz		-1,19	-0,78	-0,51		-1,19		-1,52	-2,35	-2,85
Variante 2	350 ha, 5.000 m ³ , 6 Monate, geringe Effizienz	1,19		0,41	0,68	1,19		1,19	-0,33	-1,16	-1,66
Variante 3	300 ha, 5.000 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz	0,78	-0,41		0,27	0,78	-0,41	0,78	-0,74	-1,57	-2,07
Variante 4	350 ha, 5.000 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz	0,51	-0,68	-0,27		0,51	-0,68	0,51	-1,02	-1,84	-2,35
Variante 5	300 ha, 7.500 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz		-1,19	-0,78	-0,51		-1,19		-1,52	-2,35	-2,85
Variante 6	350 ha, 7.500 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz	1,19		0,41	0,68	1,19		1,19	-0,33	-1,16	-1,66
Variante 7	300 ha, 9.000 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz		-1,19	-0,78	-0,51		-1,19		-1,52	-2,35	-2,85
Variante 8	350 ha, 9.000 m ³ , 9 Monate, geringe Effizienz	1,52	0,33	0,74	1,02	1,52	0,33	1,52		-0,83	-1,33
Variante 9	250 ha, 5.000 m ³ , 9 Monate, hohe Effizienz	2,35	1,16	1,57	1,84	2,35	1,16	2,35	0,83		-0,51
Variante 10	300 ha, 5.000 m ³ , 9 Monate, hohe Effizienz	2,85	1,66	2,07	2,35	2,85	1,66	2,85	1,33	0,51	

4. Entscheidungswege - Planschritte

1. Effizienz



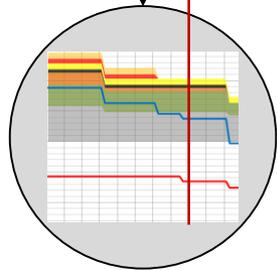
2. Output...



1.1 Flex-BHKW

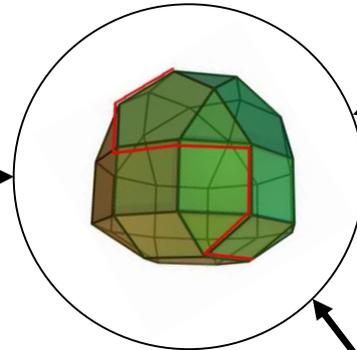


1.2 Gasausbeute



...dabei Grenzerlös beachten

3. Optimale Ration



3.1 Variation Fläche



3.2 Variation Lager und Trocknung

5. Anpassungstypen Minimierer

1. Effizienz

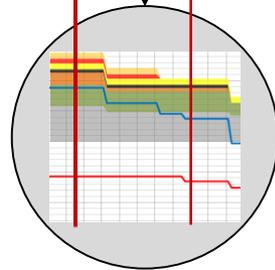
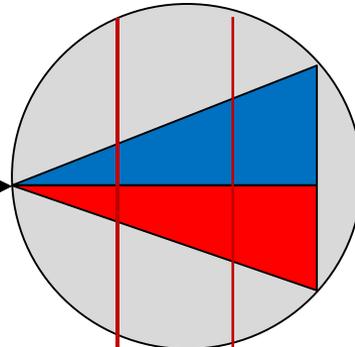


1.1 Flex-BHKW



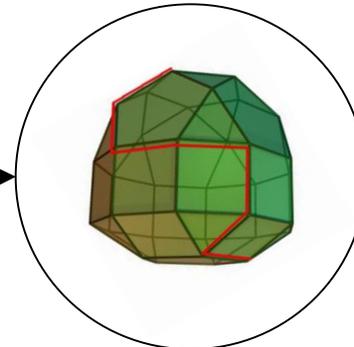
1.2 Gasausbeute

2. Output...



...dabei Grenzerlös
beachten

3. Optimale Ration



Der Minimierer verzichtet auf Investitionen in Lagerung und Flächenzupacht. Falls sinnvoll nutzt er die Flexibilisierung zur Effizienzverbesserung oder er reduziert durch Aufbereitung der Inputstoffe den Verbrauch.

Er nimmt dabei eine mögliche Outputreduzierung in Kauf. Er lässt u.U. die Anlage langsam auslaufen.

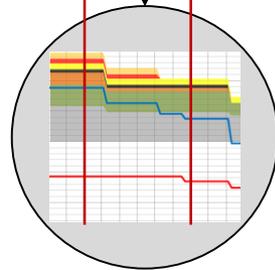
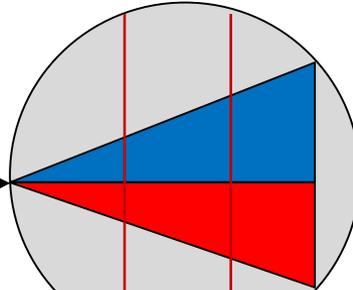
Der Minimierer nutzt überwiegend die Rationsanpassung zur Optimierung.

5. Anpassungstypen Problemlöser

1. Effizienz

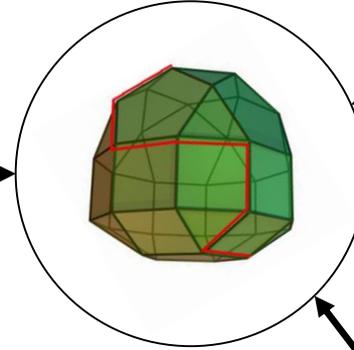


2. Output...



...dabei Grenzerlös
beachten

3. Optimale Ration



3.1 Variation Fläche



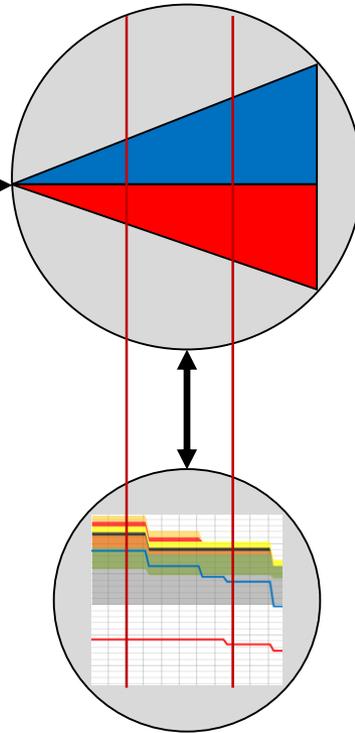
3.2 Variation Lager

5. Anpassungstypen Problemlöser

1. Effizienz

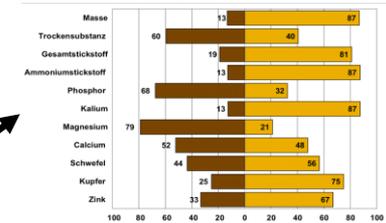
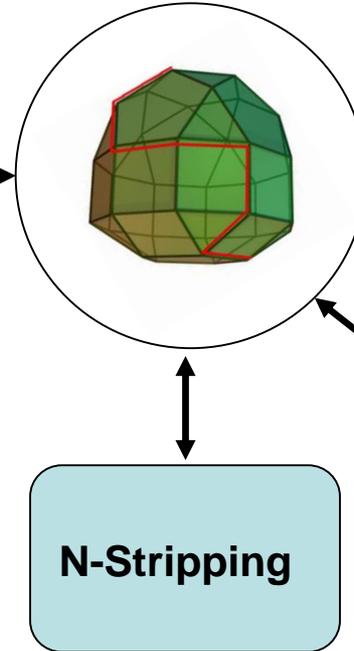


2. Output...

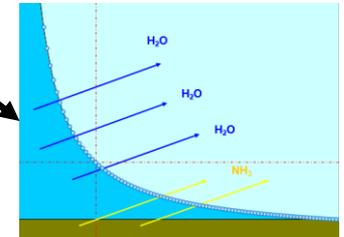


...dabei Grenzerlös beachten

3. Optimale Ration



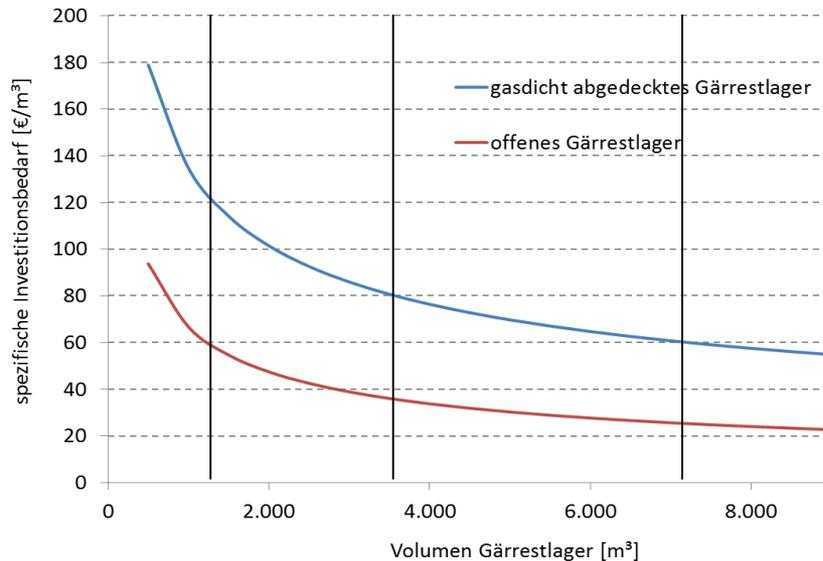
Separation



Trocknung

Der Problemlöser erweitert die Grenzen seiner Aufnahmefähigkeit durch den Einsatz verschiedener Techniken. Er verkauft die Probleme zum Einkaufspreis weiter und nutzt den Gasinhalt der Inputstoffe. Dabei nutzt er das aktuelle EEG (TF-Bonus, KWK-Bonus). Unter Umständen reduziert er dabei den Output.

6. Grenzkostenvergleich Rationskosten versus Investkosten



Konkurrenz zum Lagerbau

1. Separation
2. Absätzig Lagerung
3. Gärresttrocknung
- 4. Substitution von Substraten**

Grafik:

Christoph Gers-Grapperhaus und Dr.-Ing. Gerd Reinhold
in KTBL (Hg.) Heft 118: Anpassungsstrategien für Biogasanlagen, S. 37 ff, Darmstadt 2017

Volumen m ³	Spez. Kosten €/ m ³	Gesamtkosten €	Differenz €	Differenz [m3] m ³	Grenzkosten €/ m ³
1.750	100	175.000			
			105.000	1.750	60
3.500	80	280.000			
			140.000	3.500	40
7.000	60	420.000			

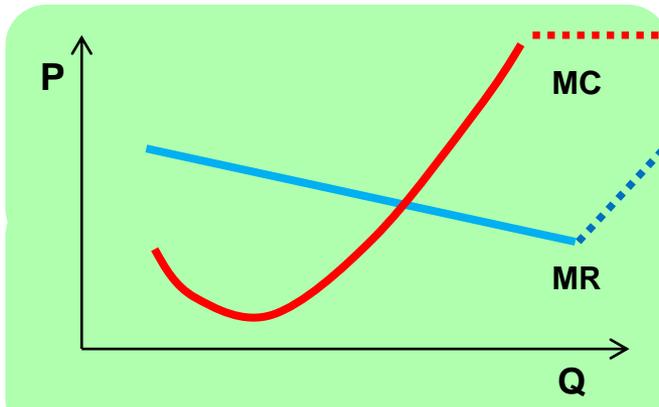
6. Grenzkostenvergleich Rationskosten versus Investkosten

Annahmen: 10 Jahre ND, 4% Zinsen, 1 – 2 % Restgasgewinnung

Größe	Einheit	1	2	3	4	5
Rindergülle (eigen)	t / a	0	3.254	5.382	4.531	13.517
Schweinegülle (Zukauf)	t / a	0	1.301	8.611	0	0
Maissilage	t / a	8.988	8.460	7.535	8.415	7.279
Maissilage	% der Ration	100%	65%	35%	65%	35%
Summe Input	t / a	8.988	13.015	21.528	12.946	20.796
Gärrestanfall	m ³	6.414	10.458	19.015	10.386	18.262
Bestand 6 Monate	m ³	3.216	5.243	9.533	5.207	9.156
Lagerumbedarf 9 Monate	m ³	4.815	7.850	14.274	7.797	13.709
Notwendiger Zubau 3 Monate	m ³	1.599	2.607	4.741	2.589	4.553
Alternativ: Gärrestreduzierung	t / a	2.130	3.473	6.315	3.449	6.065
Summe Belastung	€ / a	19.820	27.861	38.438	27.752	37.596
Summe Belastung	Ct / kWh	0,50	0,70	0,96	0,69	0,94
Summe Belastung	€ / a / m ³ Zubau	12,40	10,69	8,11	10,72	8,26
Grenzstromertrag (Zubau)	kWh / a / m ³ Zubau	834	511	281	515	293
Summe Grenzbelastung	Ct / kWh	1,49	2,09	2,88	2,08	2,82
Summe Belastung	€ / m ³ GRA	3,09	2,66	2,02	2,67	2,06
Summe Grenzbelastung	€ / m ³ GRA	9,31	8,02	6,09	8,05	6,20

Christoph Gers-Grapperhaus und Dr.-Ing. Gerd Reinhold
in KTBL (Hg.) Heft 118: Anpassungsstrategien für Biogasanlagen, S. 37 ff, Darmstadt 2017
Eigene Eränzungen

1. Ziehen Sie Bilanz: welche Flächen stehen Ihnen langfristig zu welchen Konditionen zur Verfügung. Wie sieht es mit Veredlungsschwerpunkten aus? Wie schätzen Sie die Zukunft von Biogas ein? Wieviel Gärreste dürfen bei Ihnen maximal entstehen? Bedenken Sie dabei auch mögliche Veränderungen der Fruchtfolge.
2. Ermitteln Sie Ihre Substratpreise und Ihre aktuelle Gasausbeute so genau wie möglich. Beachten Sie bei der Preisfindung die Qualität (TS-Gehalt)!
Die korrekte Behandlung des Düngewertes stellt noch ein kleines Problem dar. Positive oder negative Auswirkungen bei der Kombination von Substraten sind hier noch nicht erfasst. Ebenfalls unklar ist die Anrechnung von Standardnährstoffwerten bei wechselnden TS-Gehalten.
3. Entscheiden Sie nun Ihre Rolle: sind Sie ein Minimierer oder sind Sie ein Problemlöser?
4. Nutzen Sie die Standardplanungsmethode mit mehrmaligem Durchlauf des Rationsoptimierers.
5. Wieviel Geld wollen oder müssen Sie noch in die Hand nehmen. Wo liegt Ihre Schmerzgrenze, wann denken Sie über Produktionseinschränkungen nach?
6. Investieren Sie mit diesen Überlegungen in
 - Flächenzupacht oder virtuelle Fläche durch Nährstofftrennung
 - Lagerraum oder virtuellen Lagerraum durch Wasserverdunstung
 - In Verbesserung des Gasertrages (Aufbereitung)
 - In Verbesserung des elektrischen Wirkungsgrades (Flexibilisierung)
7. Stellen Sie sich auch komplizierten Fragestellungen!



Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

**Erneuerbare Ideen in
der Landwirtschaft!**



***Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!***

Kontakt:

Peter Schünemann-Plag
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Außenstelle Verden
Lindhoooper Straße 61
27283 Verden

Tel.: 0 42 31 / 9276-11

E-Mail: Peter.Schuenemann-Plag@LWK-Niedersachsen.de