

# Mit lokalen Rezepturen zum Erfolg

## Die richtige Mischung bringt die Liquidität.

Von Dipl. Des. (FH) Rainer Casaretto

In diesem Artikel wollen wir untersuchen, inwieweit sich Änderungen an der Rezeptur auf die Liquidität auswirken. Da längst nicht alle Rohstoffen in allen Regionen zu attraktiven Preisen zur Verfügung stehen, haben wir eine systematische Unterteilung in eine Ackerbauregion, eine Viehregion und eine Mischregion vorgenommen.

Diese Unterteilung berücksichtigt Verfügbarkeiten und deren Auswirkungen auf die Rohstoffpreise.

Grundlage für alle Berechnungen bilden die Faustzahlen Biogas, KTBL 3. Auflage 2013, um dem Leser eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen.

In allen drei Varianten wird die gleiche Menge Bioenergie von 11.519.400 kWh benötigt, das Fermentervolumen reicht in den drei Ausgangssituationen immer für 100 Tage hydraulische Verweilzeit (KTBL-Bedingung), das Lagervolumen für 180 Tage.

Die Komplexität der Berechnungen liegt darin, die folgenden Bedingungen alle gleichzeitig zu erfüllen:

1. Der TR-Gehalt im Zulauf soll nicht über 30 % liegen.
2. Der oTR-Gehalt soll nicht deutlich über 3,00 kg [m<sup>3</sup>/d] liegen.
3. Das bisherige Lagervolumen soll nicht überschritten werden.
4. Die Rohstoffkosten sollen verringert werden.
5. Die Ausbringkosten sollen nicht erhöht werden.
6. Es dürfen keine zusätzlichen Investitionskosten zur Verwirklichung der neuen Rezeptur anfallen.
7. Gärsäfte aus Silierverlusten sind (auch energetisch) zu bilanzieren.
8. Kontaminiertes Oberflächenwasser ist zu bilanzieren.

Für derartige Berechnungen bietet sich die lineare Optimierung an, da manche Parameter sich geradezu gegenseitig „behindern“. Die Änderung der Rezeptur wirkt somit auch über die kalkulierten Silierverluste auf die nicht verwogenen Gärsäfte, auf den TR-Zulauf, den Anteil an der Gasbildung sowie an dem benötigten Lagervolumen für den Gärrest.

Zu den Preisen für Stroh verweisen wir auf die ausführliche Berechnung in dem Artikel „Systemvergleich“ auf Seite 86. Die Berechnung der Nährstofffrachten im Zulauf (Fermenter, nicht Gärrestlager) erfolgten nach: Basisdaten der LfL Bayern, Stand Juni 2018. Wertmäßig haben wir die Nährstoffgehalte nicht berücksichtigt.

### Grundsätzlich setzt jede Änderung an der genehmigten Rezeptur ein Einvernehmen mit der Behörde voraus.

#### Ausgangssituation in der Ackerbauregion:

Die Region ist gekennzeichnet durch den Mangel an tierischen Ausscheidungen. Innerhalb einer transportwürdigen Entfernung ist Gülle nicht zu annehmbaren Preisen im Markt verfügbar.

**Tabelle 1: Im Text verwendete Abkürzungen**

EM	Erwerbsmassen
GM	Gärmassen (EM nach Siliier- oder Lagerverlusten)
HRT	Hydraulic Retention Time (hydraulische Verweilzeit)
OLR	Organic Loading Rate (organische Raumbelastung)
oTR	Organischer Trockenrückstand
TR	Trockenrückstand
Δ	Delta
η	Wirkungsgrad

**Tabelle 2: Konfigurationsdaten**

Fermentatives Volumen für 100 Tage	3.109 m <sup>3</sup>
Gärlagervolumen für 180 Tage	5.596 m <sup>3</sup>
Bemessungsleistung BHKW	500 kW
EEG-Strom	4.607.760 kWh
Benötigte Bioenergie bei 40 % η	11.519.400 kWh

**Tabelle 3: Rohstoffdaten Alt 11.356 t (GM)**

Alt	Quote GM	Preise	Index
Maissilage	37,12 %	38,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Getreide-GPS	30,78 %	36,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Zuckerrübensilage	32,10 %	42,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %

**Tabelle 4: Rohstoffdaten Neu 11.048 t (GM)**

Neu	Quote GM	Preise	Index
Maissilage	38,16 %	38,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Getreide-GPS	32,59 %	36,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Zuckerrübensilage	27,04 %	42,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Weizenstroh	2,22 %	45,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %

**Tabelle 5: Ergebnis der Änderung**

	Alt	Neu	Δ
Rohstoffkosten	482.188 €	466.912 €	-15.276 €
Ausbringkosten	39.713 €	38.479 €	-1.234 €
Summe	521.901 €	505.391 €	-16.510 €
<b>Δ 2019-2028 mit Preissteigerungsrate</b>			<b>180.780 €</b>
HRT	100 d	103 d	3 d
OLR	2,98 kg [m <sup>3</sup> /d]	3,05 kg [m <sup>3</sup> /d]	0,07
Lagervolumen	0 m <sup>3</sup>	-174 m <sup>3</sup>	-174 m <sup>3</sup>
TR-Zulauf	25,31 %	26,62 %	1,31 %
TR-Abfluss	4,96 %	5,77 %	0,80 %

**Nährstofffrachten im Zulauf**

	Alt	Neu	Δ
N	45,95 t	46,58 t	0,63 t
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19,39 t	19,71 t	0,32 t
K <sub>2</sub> O	49,03 t	51,31 t	2,27 t
MgO	10,00 t	10,04 t	0,04 t

**Ergebnisbetrachtung:**

Die doch relativ geringfügige Umstellung der Rezeptur verbessert die Liquidität mit 16.510 € jährlich zuzüglich 2 % Inflationsausgleich nicht unerheblich. Der leichten Erhöhung der Massen bei Maissilage und Getreide-GPS steht eine deutlichere Reduzierung bei der Zuckerrübensilage (-18,05 %) gegenüber. Die Verweilzeit wird etwas verlängert und die Raumbelastung steigt mit 0,07 kg [m<sup>3</sup>/d] marginal. Die Steigerung im TR-Zulauf ist geringfügig und zusätzliches Lagervolumen wird nicht benötigt. Die Änderungen in der Nährstofffracht sind unerheblich.

**Ausgangssituation in der Viehregion:**

Die Region ist gekennzeichnet durch den Überschuss an tierischen Ausscheidungen. Gülle stellt – nicht zuletzt durch die Düngeverordnung – vielfach ein Entsorgungsproblem dar. Lokal werden negative Preise aufgerufen. Der Preis für Geflügelmist aus Holland fiel von 25,00 € im Dezember 2017 auf 16,00 € im August 2018. Für die Zukunft wird bei den Güllen keine Preissteigerung erwartet. ▶

**Tabelle 6: Konfigurationsdaten**

Fermentatives Volumen für 100 Tage	3.811 m <sup>3</sup>
Gärlagervolumen für 180 Tage	6.860 m <sup>3</sup>
Bemessungsleistung BHKW	500 kW
EEG-Strom	4.607.760 kWh
Benötigte Bioenergie bei 40 % η	11.519.400 kWh



# Robust und effizient!

- ▶ Paddelrührwerk
- ▶ Gärrestverdampfung
- ▶ Separationstechnik
- ▶ Einbringtechnik
- ▶ Substratwärmetauscher
- ▶ Über- und Unterdrucksicherung
- ▶ Service



**Wir sind dabei!**

13.-16. November  
in Hannover  
Stand 25F04



**Tabelle 7: Rohstoffdaten Alt 15.215 t (GM)**

Alt	Quote GM	Preise	Index
Maissilage	30,56 %	42,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Rindermist	24,98 %	12,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %
Rindergülle	20,48 %	0,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %
Grassilage	23,98 %	36,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %

**Tabelle 8: Rohstoffdaten Neu 15.267 t (GM)**

Neu	Quote GM	Preise	Index
Maissilage	9,21 %	42,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Getreide-GPS	29,36 %	36,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Geflügelmist	16,53 %	16,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %
Rindermist	24,89 %	12,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %
Weizenstroh	1,60 %	45,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Rindergülle	18,40 %	0,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %

**Tabelle 9: Ergebnis der Änderung**

	Alt	Neu	Δ
Rohstoffkosten	403.959 €	342.419 €	-61.540 €
Ausbringkosten	48.684 €	48.539 €	-145 €
Summe	452.643 €	390.958 €	-61.685 €
<b>Δ 2019-2028 mit Preissteigerungsrate</b>			<b>710.868 €</b>
HRT	100 d	100 d	0 d
OLR	2,73 kg [m <sup>3</sup> /d]	2,86 kg [m <sup>3</sup> /d]	0,13
Lagervolumen	0 m <sup>3</sup>	-20 m <sup>3</sup>	-20 m <sup>3</sup>
TR-Zulauf	25,15 %	27,33 %	2,18 %
TR-Ablauf	8,17 %	10,55 %	2,39 %

**Nährstofffrachten im Zulauf**

	Alt	Neu	Δ
N	83,31 t	97,67 t	14,35 t
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	24,60 t	57,16 t	32,56 t
K <sub>2</sub> O	115,34 t	112,55 t	-2,79 t
MgO	19,95 t	27,21 t	7,26 t

**Ergebnisbetrachtung:**

Die Reduzierung der Maissilage fällt mit -69,77 % deutlich aus, auf Rindergülle wird teilweise (-9,82 %) verzichtet, obwohl sie 0,00 € kostet.

Der Anteil Geflügelmist liegt mit 16,53 % im Bereich der Beherrschbarkeit, bei einflussreicher Steigerung innerhalb von 12 Monaten auf das Maximum gehen wir davon aus, dass die Anpassungsfähigkeit der Biozönose einer möglichen Stickstoffhemmung entgegensteht.

Die Stickstofffracht im Zulauf steigt um 14,35 Tonnen oder 17,23 % und erreicht 0,64 % am Zulauf der Gärmasse. Die Verweilzeit bleibt unverändert und die Raumbelastung steigt mit 0,13 kg [m<sup>3</sup>/d] marginal. Die Steigerung im TR-Zulauf von 25,15 % auf 27,33 % ist unwesentlich und zusätzliches Lagervolumen wird nicht benötigt, es stehen noch 20 m<sup>3</sup> zur freien Verfügung.

Die Liquidität steigt um 64.921 € jährlich zuzüglich 2 % Inflationsausgleich erheblich.


**Ausgangssituation in der Mischregion:**

Die Region ist gekennzeichnet durch optimale Verfügbarkeiten an tierischen Ausscheidungen und Ackerfrüchten. Innerhalb einer transportwürdigen Entfernung ist Gülle zu annehmbaren Preisen im Markt verfügbar.

**Ergebnisbetrachtung:**

Der Anteil Geflügelmist liegt mit 22,75 % an der Grenze der Beherrschbarkeit. Die Stickstofffracht im Zulauf änderte sich von 111,74 Tonnen auf 118,09 Tonnen um 6,35 Tonnen und erreicht einen Anteil von 0,67 % an der Gärmasse.





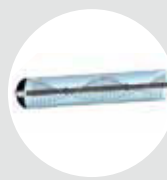
Die Zuckerrüben wurden um 14,4 % reduziert, auf Getreidekorn wurde verzichtet.




**STEVERDING  
RÜHRWERKSTECHNIK**

**Bereit für die Zukunft!**  
effizient | leistungsstark | robust

[www.rt-st.com](http://www.rt-st.com)

**Steverding Rührwerkstechnik GmbH**  
Gerhart-Hauptmann-Str. 41 | 48703 Stadtlohn | Tel. +49 (0) 25 63/2 08 88-20



**Besuchen Sie uns! Halle 25, Stand K23**  
13. - 16. November 2018, Hannover

**Tabelle 10: Konfigurationsdaten**

Fermentatives Volumen für 100 Tage	4.903 m <sup>3</sup>
Gärlagervolumen für 180 Tage	8.813 m <sup>3</sup>
Bemessungsleistung BHKW	500 kW
EEG-Strom	4.607.760 kWh
Benötigte Bioenergie bei 40 % η	11.519.400 kWh

**Tabelle 11: Rohstoffdaten Alt 17.551 t (GM)**

Alt	Quote GM	Preise	Index
Maissilage	16,41 %	38,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Geflügelmist	20,05 %	16,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %
Zuckerrübensilage	20,18 %	42,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Getreidekorn	0,52 %	200,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Rindergülle	37,49 %	0,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %
Getreide-GPS	5,35 %	36,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %

**Tabelle 12: Rohstoffdaten Neu 17.586 t (GM)**

Neu	Quote GM	Preise	Index
Maissilage	15,87 %	38,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Geflügelmist	22,75 %	16,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %
Zuckerrübensilage	17,24 %	42,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Getreidekorn	0,00 %	200,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Rindergülle	37,42 %	0,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	0 %
Getreide-GPS	5,34 %	36,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %
Weizenstroh	1,39 %	45,00 €·t(EM) <sup>-1</sup>	2 %

Die Anteile an Rindergülle und Getreide-GPS änderten sich nur marginal. Obwohl alle Änderungen geringfügig sind, verbesserte sich die Liquidität trotzdem um 26.871 € jährlich zuzüglich 2 % Inflationsausgleich.

Derartige Recherchen und Berechnungen verursachen Kosten von rd. 3.000 € netto pro Anlage und rechtfertigen sich durch die Ergebnisse. ◀

**Tabelle 13: Ergebnis der Änderung**

	Alt	Neu	Δ
Rohstoffkosten	396.647 €	369.788 €	-26.859 €
Ausbringkosten	62.546 €	62.534 €	-12 €
Summe	459.193 €	432.322 €	-26.871 €
<b>Δ 2019-2028 mit Preissteigerungsrate</b>			<b>310.434 €</b>
HRT	100 d	100 d	0 d
OLR	2,09 kg [m <sup>3</sup> /d]	2,16 kg [m <sup>3</sup> /d]	0,07
Lagervolumen	0 m <sup>3</sup>	-2 m <sup>3</sup>	-2 m <sup>3</sup>
TR-Zulauf	21,17 %	22,01 %	0,84 %
TR-Ablauf	7,47 %	8,34 %	0,87 %

**Nährstofffrachten im Zulauf**

	Alt	Neu	Δ
N	111,74 t	118,09 t	6,35 t
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	73,66 t	80,19 t	6,54 t
K <sub>2</sub> O	110,28 t	117,92 t	7,64 t
MgO	31,02 t	33,22 t	2,20 t

Die Ergebnisse wurden im Rahmen des LSBL 2 Projektes erhoben. Weitere Informationen über das Projekt unter [www.interreg5a.eu](http://www.interreg5a.eu)

**Autore**

Dipl. Des. (FH) Rainer Casaretto

BIOGAS- AKADEMIE®

✉ info@biogas-akademie.de



# MAPRO® GASVERDICHTER

Volumenströme bis zu 3600 m<sup>3</sup>/h  
und Drücke bis zu 3,2 bar g

WARTUNG ZUM FESTPREIS

MAPRO® Deutschland GmbH

Tiefenbroicher Weg 35/B2 · D-40472 Düsseldorf  
Tel.: +49 211 98485400 · Fax: +49 211 98485420  
[www.maprodeutschland.com](http://www.maprodeutschland.com) · [deutschland@maproint.com](mailto:deutschland@maproint.com)

A Company of  
**MAPRO® INTERNATIONAL S.p.A.**  
[www.maproint.com](http://www.maproint.com)

