

# Marktübersicht Zusatz- und Hilfsstoffe in Biogasanlagen



[www.biogas-forum-bayern.de/bif35](http://www.biogas-forum-bayern.de/bif35)

Biogas Forum Bayern, Verfasser:

Günter Henkelmann  
Dr. Mathias Effenberger  
Dr. Michael Leuhn  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Konrad Koch

TUM



Gunter Pesta

atres Group



## Foren der ALB Bayern e.V.

ALB-Arbeitsblätter, ALB-Beratungsblätter, ALB-Infobriefe, ALB-Leitfäden und Fachinformationen werden in den Foren der Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. erarbeitet.

Die Foren, denen Fachleute der jeweiligen Sachgebiete angehören, sind Expertenausschüsse zum Informationsaustausch und zur Wissensvermittlung in die landwirtschaftliche Praxis.

- ▶ Bau Forum Bayern (BaF),  
Leitung: Jochen Simon, LfL-ILT
- ▶ Bewässerungsforum Bayern (BeF),  
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Biogas Forum Bayern (BiF),  
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Landtechnik Forum Bayern (LaF),  
Leitung: Dr. Markus Demmel, LfL-ILT

## Förderer



Bayerisches Staatministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

## Impressum

Herausgeber      Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V.  
                          (ALB), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising  
    Telefon:        08161 / 887-0078  
    Telefax:       08161 / 887-3957  
    E-Mail:        info@alb-bayern.de  
    Internet:      www.alb-bayern.de

2. Auflage         August 2022  
© ALB              Alle Rechte vorbehalten  
Titelfoto:         G. Henkelmann, LfL

## Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung .....	4
2. Der Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen.....	4
3. Spurenelemente .....	5
4. Enzyme.....	10
5. Zusatzstoffe zur Reduktion der Schwefelwasserstoffkonzentration .....	13
6. Zusatzstoffe zur Reduktion der Ammoniakkonzentration.....	17
7. Mineralstoffe und Puffer (pH-Stabilisatoren).....	18
8. Schwimmschichtenlöser .....	19
9. Entschäumer.....	21
10. Algen.....	22
11. Mikroorganismen.....	23
12. Kristallisations-Inhibitoren.....	24
13. Arbeitssicherheit beim Einsatz von Hilfs- und Zusatzstoffen.....	24
14. Zusammenfassung.....	26
15. Hersteller-, Vertriebs- und Firmenverzeichnis.....	28

## 1. Einleitung

In dieser Marktübersicht sollen die gängigsten Zusatz- und Hilfsstoffe für den Einsatz in Biogasanlagen anhand einer systematischen Aufteilung nach den enthaltenen Substanzgruppen bzw. ihrem Wirkmechanismus dargestellt werden.

Als Grundlage für die erste Ausgabe im Jahr 2009 wurde von Herrn Henkelmann (LfL) eine Online-Befragung bei den Herstellern und Inverkehrbringern von Zusatz- und Hilfsstoffen durchgeführt. In den darauffolgenden Jahren wurden die Einträge in unregelmäßigen Abständen überarbeitet und aktualisiert. Die Autoren bitten die Hersteller und Inverkehrbringer Ergänzungen, Kommentare und Wünsche zu dieser Marktübersicht an das Biogas Forum Bayern ([info@biogas-forum-bayern.de](mailto:info@biogas-forum-bayern.de)) zu übersenden. Diese Marktübersicht listet die Produkte ohne

Wertung und hat nicht den Charakter einer Empfehlung. Diese Marktübersicht versteht sich nicht als abschließende Produktsammlung und erhebt weder den Anspruch auf Vollständigkeit noch auf Fehlerfreiheit.

Diese Marktübersicht soll die Vielfalt der angebotenen Produkte aufzeigen und deren Bezugsquellen angeben. Sie soll dem Anlagenbetreiber eine Hilfestellung dabei sein, sich im unübersichtlichen Markt der Zusatz- und Hilfsstoffe besser zurechtzufinden. So vielfältig wie es die Gründe für den Bedarf und den Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen sind, so vielfältig sind auch die angebotenen Produkte: Nicht immer sind es Prozessstörungen, die man beheben muss; nicht immer ist ein Zusatz- und Hilfsstoff die Lösung für ein Problem.

## 3. Der Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen

Der Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen in Biogasanlagen ist Stand der Technik. Zusatz- und Hilfsstoffe können sowohl regelmäßig als auch kurzzeitig zum Einsatz kommen. Der regelmäßige Einsatz zielt auf eine langfristige Verbesserung und Stabilisierung der Prozessführung ab, beispielsweise durch den Einsatz von Entschwefelungsmitteln zur Reduktion des Schwefelwasserstoffgehalts im Biogas, der Einsatz von Spurenelementformulierungen zur Behebung von Mangelzuständen oder die Reduktion der Viskosität zur Verbesserung der Fließfähigkeit. Ein kurzzeitiger Einsatz hat die rasche Behebung von Prozessstörungen zum Ziel, wie die Zerstörung einer Schaumdecke, die Beseitigung von Schwimmschichten oder den Abbau von hohen Fettsäurekonzentrationen bei einer Versäuerung. Zusatz- und Hilfsstoffe sind bei akutem Bedarf ein probates Mittel, den stabilen Betrieb einer Anlage rascher wiederherzustellen als es ohne deren Einsatz möglich wäre.

Aufgrund der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und der Vielzahl an angebotenen Produkten empfiehlt es sich, vor dem Einsatz von Zu-

satz- und Hilfsstoffen eine eingehende Prüfung des Einsatzzwecks und der individuellen Rahmenbedingungen vorzunehmen. Nur so kann man die richtige Produktgruppe bzw. das richtige Produkt auswählen.

Standortspezifisch sind die Anlagentechnik, das Verfahrenskonzept, die Prozessparameter sowie die Ergebnisse aus vergangenen und aktuell durchgeführten Analysen zu berücksichtigen. Erst mit Kenntnis des Status Quo einer Anlage bzw. des aktuellen Prozesszustandes lassen sich der Einsatz eines Produktes planen und der Erfolg dokumentieren.

Entscheidet man sich für einen Zusatz- und Hilfsstoff sollte man dessen Einsatz auch überwachen – nicht nur um gegebenenfalls beispielsweise die Dosierung anzupassen, sondern auch den Erfolg des Einsatzes bewerten zu können. Erhält man eine positive oder negative Wirkung zeitnah nach der Zugabe wird diese Wirkung zumeist vom momentanen, individuellen Zustand einer Anlage bestimmt. Für eine zuverlässigere Bewertung der Wirkung eines

Zusatz- und Hilfsstoffes ist allerdings dessen regelmäßiger Einsatz über mindestens zwei Verweilzeiten erforderlich. Nur so wird dem biologischen System „Biogasanlage“ die erforderliche Zeit gegeben, um ein neues Fließgleichgewicht einzustellen.

In der Praxis ist deshalb eine Verallgemeinerung von Wirkungen und Erfahrungen oder die einfache Übertragung von Erfahrungen auf andere Anlagen, selbst wenn diese unter vergleichbaren Bedingungen betrieben werden sollten, kaum möglich. Wegen der zahlreichen, individuellen Einflussfaktoren kann im Einzelfall selbst Standort bezogen die Bewertung der Wirkung und der Wirtschaftlichkeit eines Produktes nicht immer eindeutig ausfallen.

### 3. Spurenelemente

Eine Vielzahl spezialisierter Mikroorganismen, die zum Teil sehr unterschiedliche Ansprüche haben, arbeiten am Um- und Abbau von organischer Masse und leben in einer Mikrobiözönose, d. h. in einer perfekt aufeinander abgestimmten, mikrobiologischen Lebensgemeinschaft. Wie alle Lebewesen benötigen diese Mikroorganismen zur Aufrechterhaltung des Stoffwechsels und zur eigenen Vermehrung zunächst einmal Nährstoffe, die sog. Mengenelemente. Diese Mengenelemente sind: Wasserstoff (H), Kohlenstoff (C), Stickstoff (N), Sauerstoff (O), Phosphor (P) und Schwefel (S).

Neben den Mengenelementen benötigen die Mikroorganismen zur Aufrechterhaltung ihres Stoffwechsels und zur Bildung von Enzymen zusätzliche Elemente, die sog. Spurenelemente. Diese sind in sehr geringen Konzentrationen beispielsweise an enzymatischen Umsätzen, bei der Bildung von Co-Faktoren, an Redoxreaktionen und anderen Stoffwechselfvorgängen in den Mikroorganismen beteiligt. Als essenzielle Spurenelemente im Biogasreaktor gelten u. a. Nickel (Ni), Kobalt (Co), Molybdän (Mo) und Selen (Se).

Sowohl die Mengenelemente als auch die Spurenelemente werden über die Einsatzstoffe zur Verfügung gestellt – abhängig von der Ration

Vor der Verwendung von Zusatz- und Hilfsstoffen sind nicht nur der Zweck und das Ziel des Einsatzes zu definieren. Im Hinblick auf die Arbeitssicherheit sind vor dem Einsatz zwingend die jeweiligen Produkt- und Sicherheitsdatenblätter zu beachten. Die daraus möglicherweise für den Arbeitgeber entstehenden Pflichten sind auch bei Unternehmen ohne Arbeitnehmer zwingend zu erfüllen, wie beispielsweise die Gefährdungsbeurteilung (TRGS 400), die Substitutionsprüfung (TRGS 600) oder, die Vorgaben zur Lagerung (TRGS 510). Speziell für Tätigkeiten im Biogasbereich werden diese Pflichten und Maßnahmen in der (TRGS 529) zusammengefasst.

und der Prozessführung aber nicht immer in der für einen stabilen Anlagenbetrieb erforderlichen Menge.

Die angebotenen Produkte unterscheiden sich in Bezug auf die darin enthaltenen Spurenelemente im Wesentlichen hinsichtlich ihrer:

- ▶ Art → Welche Elemente sind darin enthalten?
- ▶ Vielfalt → Wieviel unterschiedliche Elemente sind enthalten?
- ▶ chemischen Verbindung → In welcher Verbindung liegen die Elemente vor?
- ▶ Konzentration → Welche absolute Menge des Elements ist im Produkt enthalten?
- ▶ physikalischen Beschaffenheit → Ist das Produkt pulverförmig oder flüssig?
- ▶ mikrobiologischen Verfügbarkeit → Ist die chemische Verbindung sehr gut wasserlöslich?

Die Antworten auf diese Fragen haben Einfluss auf die Qualität und Wirksamkeit des Produktes und sie sollten bei der Auswahl eines Produktes in die Entscheidung mit einfließen. Eine Produktauswahl lediglich über den Preis durchzuführen ist nicht zu empfehlen.

Beim Einsatz von Spurenelementprodukten sind für einige Elemente, wie Kupfer oder Zink, die Höchstmengenverordnungen für das Ausbringen der verkehrsfähigen Gärreste zu beachten. Das Düngemittelrecht bzw. die Bioabfallverordnung sehen entsprechende Reglementierungen

vor, deren Einhaltung durch regelmäßige Analysen zu überwachen sind. Sofern es sich bei den Produkten um Gefahrstoffe handelt, sind weitergehende Vorkehrungen und Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen (vgl. dazu Kapitel 13).

## Weiterführende Informationen:

- ▶ Lemmer, A., Preißler, D., Oechsner H., (2008); Optimale Versorgung der Biogasanlage mit Makro- und Mikronährstoffen; Tagungsband zur 17. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V. in Nürnberg
- ▶ Lebuhn, M., Bauer, C., Gronauer, A. (2008); Probleme der Biogasproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen im Langzeitbetrieb und molekularbiologische Analytik; In: VDLUFA Schriftenreihe 64, 118-125, ISBN 978-3-941273-05-4
- ▶ Schieder, D. Gronauer A., Lebuhn, M., Bayer, K., Beck, J., Hiepp, G., Binder, S. (2010); Prozessmodell Biogas: [https://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Prozessbiologie/nachhaltig-erneuerbar-energie\\_Prozessmodell.html](https://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Prozessbiologie/nachhaltig-erneuerbar-energie_Prozessmodell.html)
- ▶ Lebuhn, M. und Effenberger, M. (2011); Gewässerschutz durch Biogastechnologie. In: Kongressband des DWA/FNR-Kongresses „Wirkung und Folgen der Nutzung von Biomasse zur Biogasgewinnung auf Böden und Gewässer, 12. – 13.10.2011, Suderburg, pp. 10
- ▶ Koch, K.; Gepperth, S.; Andrade, D.; Ebertseder, F.; Gronauer, A. (2010): Hilfsmiteinsatz bei der Biogaserzeugung – Überblick und Erfahrungen aus Labor und Praxis. Gülzower Fachgespräche, Band 35 (Einsatz von Hilfsmitteln zur Steigerung der Effizienz und Stabilität des Biogasprozesses), Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) e.V., Gülzow.
- ▶ Umweltbundesamt: <http://webrigoletto.uba.de/rigoletto/public/welcome.do>, 10.02.2012

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
ABEL ReTec	ASE100 Spurenelemente	Wöchentlich	<a href="http://www.abel-retec.de">www.abel-retec.de</a>
Abel Re Tec	Ase 26	-	
atres	atres® c plus flüssig, Universalprodukt für den Dauereinsatz	täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
atres	atres® cx plus flüssig, hochkonzentriert, u. a. bei Inbetriebnahme oder im Notfall	täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
atres	atres® cs plus	flüssig, bei Selenmangel bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
atres	atres® cn plus	flüssig, bei Kobaltmangel täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
atres	atres® c plus bio	flüssig, in Bioqualität täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
Agraferm GmbH	Metomex®	täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.agraferm.de">www.agraferm.de</a>
AGRAVIS	MethaTec Pro	täglich	<a href="http://www.agraferm.com">www.agraferm.com</a>
AGRAVIS	MethaTec Trace	täglich	<a href="http://www.agraferm.com">www.agraferm.com</a>
AHRHOFF GmbH	Prolific® Methan Hefen, Spurenelemente und Enzyme, Calcium	täglich	<a href="http://www.ahrhoff.de">www.ahrhoff.de</a>
AHRHOFF GmbH	Browser® Methan T-Enzym Enzyme und Spurenelemente	bei Bedarf	<a href="http://www.ahrhoff.de">www.ahrhoff.de</a>

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
BayWa AG	InnoCon Plus Selen Spurenelementlösung flüssig, als Chelate	täglich mit Dosierempfehlung	sz@baywa.de
BayWa AG	InnoCon Plus Spurenelementlösung flüssig, als Chelate	täglich mit Dosierempfehlung	sz@baywa.de
BayWa AG	InnoCon Plus Spezial Spurenelementlösung flüssig, als Chelate	täglich mit Dosierempfehlung	sz@baywa.de
Bergophor Futtermittelfabrik Dr. Berger GmbH & Co. KG	BERGOFERM Mineral-Line für schweinegüllehaltige Substrate	täglich	www.bergophor.de
Bergophor Futtermittelfabrik Dr. Berger GmbH & Co. KG	BERGOFERM M – für Maissilage/GPS/Getreide	täglich	www.bergophor.de
Bergophor Futtermittelfabrik Dr. Berger GmbH & Co. KG	BERGOFERM S – für Schweinegülle als Cosubstrat	täglich	www.bergophor.de
Bergophor Futtermittelfabrik Dr. Berger GmbH & Co. KG	BERGOFERM G – für Gras- oder Maissilage, Klee gras, Rübenblatt oder Gemische	täglich	www.bergophor.de
BIOGAS ADDITIVE	TREmaXX® S (Grundprodukt, flüssig) TREmaXX® S Bio (nach Biostandard, flüssig) TREmaXX® SXL (zum Anlagenstart oder im Notfall, flüssig)	täglich	www.biogas-additive.de
BIOGAS ADDITIVE	TREmaXX® N (bei hohen N-Konzentrationen, flüssig) TREmaXX® Se (bei Selenmangel, flüssig) TREmaXX® Hydrolyse (bei Anlagen mit vorgesch. Hydrolyse, flüssig)	täglich	www.biogas-additive.de
BIOGAS ADDITIVE	TREmaXX® TAB (Feststoff-Tabs, hochkonzentriert)	täglich	www.biogas-additive.de
Friedmann Mikronährstoffe GmbH	ACINOR 1000	täglich/bei Bedarf	www.acinor.com
profi-agrarprodukte	Profi MIKROKOMPLEX	täglich	www.profi-agrarprodukte.de
profi-agrarprodukte	Profi MIKROKOMPLEX (flüssig)	täglich	www.profi-agrarprodukte.de
profi-agrarprodukte	Profi MIKROLIQUID	täglich	profi-agrarprodukte.de
profi-agrarprodukte	Profi Spurenelemente SECO	täglich	profi-agrarprodukte.de
profi-agrarprodukte	Profi Spurenelemente Bio	täglich	profi-agrarprodukte.de
Hinrichs Biopower GmbH	Biogas Spurenelemente nach Analyse und Bedarf	kontinuierlich	www.biogas-spurenelemente.de
Ipus GmbH	IPUS meth-max® B Nawaro- und Abfallanlagen für den laufenden Betrieb	täglich	www.ipus.at
Ipus GmbH	IPUS meth-max® M Nawaro- und Abfallanlagen mit Spurenelementmangel	täglich	www.ipus.at

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
Ipus GmbH	IPUS meth-max® Multifunktionspräparat mit Spurenelementen	täglich	www.greentech.at
JBS GmbH	JBS progas® se Spurenelemente hoch konzentriert, ausbalanciert. flüssig und fest erhältlich	täglich/bei Bedarf	www.jbs.gmbh
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Cegesane® MG Spurennährstoffe	-	www.koerner-biogas.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan® Flex analysenbasierte Spurenelemente	täglich	www.cam-energy.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan liquid Staubarme Spurenelemente für NawaRo- Anlagen	täglich	www.cam-energy.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan liquid Cobalt Flüssige Spurenelemente für NawaRo-Anlagen	täglich	www.cam-energy.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan liquid duplex Flüssige Spurenelemente für NawaRo-Anlagen	täglich	www.cam-energy.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan Kombie E Spurenelemente und Enzyme	kontinuierlich	www.cam-energy.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan® SOS Notfallspurenelemente bei Versauerung	nur im Notfall	www.cam-energy.de
Mykonor UG (haftungsbeschränkt)	Biogas-Algin Braunalgen und Spurenelemente	täglich	www.mykonor.de
NECATEC AG	NECAbac X MethaMax, flüssig Spurenelemente	täglich	www.necatec.de
NECATEC AG	NECAbac X MethaMax pro. flüssig, Spurenelemente	täglich	www.necatec.de
OMEX (England)	Nutromex TEA, Spurenelemente	täglich	www.omex.com
Phytobiotics GmbH/ sensoPower	SensoPower Plus forte® Spurenelemente, fest	täglich	www.sensopower.com
Phytobiotics GmbH/ sensoPower	sensoPower® liquid-Line Spurenelemente flüssig	täglich	www.sensopower.com
Phytobiotics GmbH/ sensoPower	Phytobiotics GmbH/sensoPower	kontinuierlich	www.sensopower.de
Phytobiotics GmbH/ sensoPower	sensoPower® plus ferrum NG „optimiert“ Gas-ausbeute, bindet Schwefelwasserstoff	täglich	www.sensopower.de
SaM-Power	Optimax Spurenelemente flüssig	täglich	www.sam-power.de
SaM-Power	OptimaxX starke Spurenelementlösung	-	www.sam-power.de
SaM-Power	OptiMax rapid bei Mangelerscheinungen	Im Notfall	www.sam-power.de
SaM-Power	OptiMax individuell nach Analyse und Beratung	Bei Bedarf und im Notfall	www.sam-power.de
Schaumann Bioenergie GmbH	BC.PRO IMPULS Grundprodukt	täglich	www.schaumann-bioenergy.eu

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
Schaumann Bioenergie GmbH	BC.COMPACT-Linie für hohe Anteile Pflanzen	täglich	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.TEplex- Linie komplexierte Form	bei Bedarf	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann Bioenergy	BC.MAGXX Spurenelemente in Chelaten > 30 % Gülle	kontinuierlich	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann Bioenergy	BC.MAKROcon® - für den Ausgleich von Defiziten im Bereich der Makroelemente	kontinuierlich	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schmack Biogas GmbH	novoDYN®	Täglich nach vorhergehender Analytik	<a href="http://www.schmack-biogas.com">www.schmack-biogas.com</a>
Schmack Biogas GmbH	Individuelle Spurenelemente zur Prozessoptimierung	Bei Mangel und vorhergehender Analytik	<a href="http://www.schmack-biogas.com">www.schmack-biogas.com</a>
sePura	Spurenelementedünger liquiPur® Bor100	bei Bedarf	<a href="http://www.sepura.de">www.sepura.de</a>
sePura	Spurenelementedünger liquiPur® Kupfer50	bei Bedarf	<a href="http://www.sepura.de">www.sepura.de</a>
sePura	Spurenelementedünger liquiPur® Mangan235	bei Bedarf	<a href="http://www.sepura.de">www.sepura.de</a>
sePura	Spurenelementedünger liquiPur® Zink150	bei Bedarf	<a href="http://www.sepura.de">www.sepura.de</a>
sePura	Spurenelementedünger liquiPur® Magnesium180	bei Bedarf	<a href="http://www.sepura.de">www.sepura.de</a>
TerraVis	MethaTec® EcoPlex komplexierte, flüssige Spurenelemente	kontinuierlich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
TerraVis	MethaTec® Trace feste Spurenelemente	täglich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
TerraVis	MethaTec® EcoPlex Basic	Notfallmischung bei Übersäuerung	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
Uphoff GmbH	bioEngine Nutrimix-L flüssig	regelmäßig	<a href="http://labor-uphoff.mwk-bionik.de">http://labor-uphoff.mwk-bionik.de</a>
Uphoff GmbH	bioEngine Kombinate Mix aus verschiedenen Produkten	täglich	<a href="http://labor-uphoff.mwk-bionik.de">http://labor-uphoff.mwk-bionik.de</a>

## 4. Enzyme

Enzyme sind chemisch betrachtet Proteine, die als biologische Katalysatoren an bestimmten stofflichen Reaktionen und Abbauvorgängen beteiligt sind. Beim anaeroben Abbau von Biomasse erzeugen die Mikroorganismen die erforderlichen Enzyme selbst. Um die unlöslichen, langkettigen Substanzen und Verbindungen verstoffwecheln zu können, scheiden die Mikroorganismen die hydrolysierenden Enzyme aus. In der Fermenterbrühe erfolgt dann der enzymatische Um- bzw. Abbau der langkettigen Verbindungen zu kurzkettigen, wasserlöslichen Verbindungen.

Die Enzyme arbeiten hierbei ausschließlich nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip, d. h., so wie ein Schlüssel nur ein bestimmtes Schloss öffnen kann, kann ein Enzym nur eine bestimmte biochemische Reaktion katalysieren. Dieser Zusammenhang ist wesentlich für die korrekte Auswahl eines geeigneten Enzymprodukts. Grundsätzlich betrachtet hat die Zusammensetzung der Einsatzstoffe den größten Einfluss bei der Auswahl eines Enzyms bzw. Enzymprodukts.

Beim Einsatz faseriger Materialien oder bei besonderen Betriebszuständen, wie bei der Bil-

dung von Schwimm- und Sinkschichten, kann der Zusatz von Enzymen oder Enzymkombinationen hilfreich sein (siehe Fachinformation zur Substrataufbereitung [www.biogas-forum-bayern.de/bif8](http://www.biogas-forum-bayern.de/bif8)).

Die angebotenen Produkte unterscheiden sich in Bezug auf die darin enthaltenen Enzyme im Wesentlichen hinsichtlich ihrer:

- ▶ Art → Welche Enzyme sind darin enthalten?
- ▶ Vielfalt → Wievielfalt unterschiedliche Enzyme sind enthalten?
- ▶ Konzentration → Welche absolute Menge der Enzyme ist im Produkt enthalten?
- ▶ Aktivität → Wie aktiv, d. h. wie wirksam ist das Enzym?
- ▶ physikalischen Beschaffenheit → Ist das Produkt pulverförmig oder flüssig?

Die Antworten auf diese Fragen haben Einfluss auf die Qualität und Wirksamkeit des Produktes und sie sollten in bei der Auswahl eines Produktes in die Entscheidung mit einfließen. Eine Produktauswahl lediglich über den Preis durchzuführen ist nicht zu empfehlen.

## Weiterführende Informationen:

- ▶ Binner, R.; Menath, V.; Huber, H.; Thomm, M.; Bischof, F.; Schmack, D.; Reuter, M. (2011): Comparative study of stability and half-life of enzymes and enzyme aggregates implemented in anaerobic digestion processes. Biomass Conversion and Biorefinery, Vol. 1, p. 1-8, 2011.
- ▶ Bruni, E.; Jensen, A.P.; Angelidaki, I. (2010): Comparative study of mechanical, hydrothermal, chemical and enzymatic treatments of digested biofibers to improve biogas production. Bioresource Technology, Vol. 101, p. 8713-17, 2010.
- ▶ Heiermann, M., et al. (2014), Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e. V. (ATB); „Verbundvorhaben: Untersuchungen und Bewertung zum Einsatz von Enzymen in Biogasanlagen auf deren Wirksamkeit und deren Wirkungsweise sowie zur Veränderung des Verfahrensablaufs im Labor-, Technikum- und Praxisanlagen-Maßstab; Kurztitel: BiogasEnzyme; Teilvorhaben 1“, FNR Förderkennzeichen 22027707
- ▶ Schieder D., Ellenrieder J., Faulstich M. (2009); Kombinierte mechanisch-enzymatische Vorbehandlung zum verbesserten Substrataufschluss bei der Vergärung nachwachsender Rohstoffe; LfL Schriftenreihe 15 „Internationale Wissenschaftstagung Biogas Science 2009“, Band 1, S.105-119, ISSN 1611-4159.
- ▶ Sofie De Moor<sup>1</sup>, Filip Velghe, Isabella Wierinck, Evi Michels, Willy Verbeke, Erik Meers; <sup>1</sup> Laboratory Analytical Chemistry and Applied Ecochemistry, Ghent University, Coupure Links 653, 9000 Ghent, Belgium; “Feasibility of grass co-digestion in an agricultural digester”; Bioresour. Technol. 2013 Dec; 150:187-94;
- ▶ Kissel et al., 2019: Substrataufbereitung, [www.biogas-forum-bayern.de/bif8](http://www.biogas-forum-bayern.de/bif8)

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
AgriKomp	Enzymaxx Mix aus Enzymen und Bakterien	auch gegen Schwimmschichten und Krusten	<a href="http://www.agrikomp.com">www.agrikomp.com</a>
AHRHOFF GmbH	Browser® Methan T-Enzym Enzyme und Spurenelemente	bei Bedarf	<a href="http://www.ahrhoff.de">www.ahrhoff.de</a>
AHRHOFF GmbH	Prolific® Methan Hefen, Spurenelemente und Enzyme, Calcium	täglich	<a href="http://www.ahrhoff.de">www.ahrhoff.de</a>
AHRHOFF GmbH	Browser® Methan T-Enzym Enzyme und Spurenelemente	bei Bedarf	<a href="http://www.ahrhoff.de">www.ahrhoff.de</a>
atres	atres® ZYmix Plus FL extra Enzymformulierung, flüssig, für sehr hohe Raumlasten	täglich, bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
atres	atres® ZYmix Plus FL Enzymformulierung, flüssig	täglich, bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
atres	atres® ZYmix Plus C Enzymformulierung, flüssig	täglich, bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
atres	atres® ZYmix Plus Fluid Enzymformulierung, flüssig, senkt die Viskosität, GPS-Einsatz	täglich, bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
atres	atres® ZYmix Plus P Enzymformulierung, flüssig, stark proteinhaltige Einsatzstoffe	täglich, bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
BayWa AG	InnoCon® Biokat HC	Täglich mit Dosierempfehlung	sz@baywa.de
BayWa AG	InnoCon® Biokat GPS Pro	Täglich mit Dosierempfehlung	Sz@baywa.de
BIOGAS ADDITIVE	ZYmaXX® Starterkonzentrat	täglich	www.biogas-additive.de
BIOGAS ADDITIVE	ZYmaXX® 365 (täglich Einsatz)	täglich	www.biogas-additive.de
BIOGAS ADDITIVE	ZYmaXX® Gras (für Grassilagen)	täglich	www.biogas-additive.de
BIOGAS ADDITIVE	ZYmaXX® GPS (verhindert Verschleimung)	täglich	www.biogas-additive.de
BIOGAS ADDITIVE	ZYmaXX® ZR (für Zuckerrüben)	täglich	www.biogas-additive.de
BIOGAS ADDITIVE	ZYmaXX® preFOAM (mit Schaumstopp)	täglich	www.biogas-additive.de
BIOGAS ADDITIVE	ZYmaXX® 4U (individuelle Mischung)	täglich	www.biogas-additive.de
BIO PRACT GmbH	UltraPract®	k.A.	www.biopract-abt.de
BIO PRACT GmbH	UltraSweep®	k.A.	www.biopract-abt.de
BIO PRACT GmbH	ViscoPract®	k.A.	www.biopract-abt.de
BIO PRACT GmbH	MethaPract®	k.A.	www.biopract-abt.de
DSM Biogas	MethaPlus® für Faserreiche Einsatzstoffe, Mais, Gras ...	kontinuierlich	www.dsm.com
DSM Biogas	Axiase™ bei Getreide betonter Fütterung	kontinuierlich	www.dsm.com
DSM Biogas	DSM Spezial-Enzyme nach Rücksprache	substratspezifisch	www.dsm.com
JBS GmbH	jbs progas® e+exf+e2 Enzymlösungen	täglich/bei Bedarf	https://jbs.gmbh/de/biogas.html
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Cegasan® SC Enzyme	kontinuierlich	http://www.koerner-biogas.de/
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Agarimun® Enzyme	kontinuierlich	http://www.koerner-biogas.de/
MIAVIT GmbH	MiaMethan ProCut Enzyme	kontinuierlich	www.cam-energy.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan Kombi E Spurenelemente und Enzyme	kontinuierlich	www.cam-energy.de
NovaBiotec® Dr. Fechter GmbH	Novaplus	-	www.novabiotec.de
NovaBiotec® Dr. Fechter GmbH	NOVALIN flüssiges Enzympräparat, gegen Schwimmschichten	täglich	www.novabiotec.de
NQ-Anlagentechnik	NQ-Enzympower	-	www.nq-anlagentechnik.de
OMEX (England)	DSM-Enzyme, für Faserreiche Einsatzstoffe	täglich	www.omex.com
Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH	Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH	täglich	www.sensopower.com, mit Sitz in Eltville

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
SaM-Power	Hydrozym	Nach Beratung	<a href="http://www.sam-power.de/produkte/">www.sam-power.de/produkte/</a>
SaM-Power	Hydrozym Redux	Nach Beratung	<a href="http://www.sam-power.de/produkte/">www.sam-power.de/produkte/</a>
SaM-Power	Hydrozym GPS	Nach Beratung	<a href="http://www.sam-power.de/produkte/">www.sam-power.de/produkte/</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.ZYM Faser für Gras-und Grünroggensilage	bei Bedarf	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.ZYM Faser MS für Maisstroh oder Mist	bei Bedarf	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	ALGACELL +Visko Rührfähigkeit, Schwimmschichtenabbau	bei Bedarf	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schmack Biogas GmbH	Optimase	bei Bedarf	<a href="http://www.schmack-biogas.com">www.schmack-biogas.com</a>
TerraVis	MethaFerm® Gras liquid Enzyme zum Abbau von Cellulose und Hemicellulose in Gräser-Silagen	täglich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
TerraVis	MethaFerm® Mais liquid Enzyme zum Abbau von Cellulose und Hemicellulose in Mais-Silagen	täglich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
TerraVis	MethaFerm® Liquifier Enzyme zum Abbau von Fasern und Schwimmschichten	täglich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>

## 5. Zusatzstoffe zur Reduktion der Schwefelwasserstoffkonzentration

Beim anaeroben Abbau von Biomasse bilden spezialisierten Mikroorganismen aus Sulfaten und organischen Verbindungen des Schwefels, z. B. schwefelhaltigen Proteinen, Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ). Dieser  $H_2S$  liegt zunächst gelöst, in der flüssigen Phase vor und geht dann in die Gasphase über, wo er dann als  $H_2S$  im Biogas gemessen wird. Der Eintrag des Schwefels erfolgt dabei über die Einsatzstoffe, beispielsweise finden sich hohe Anteile von Schwefelverbindungen in Raps und Rapsprodukten sowie proteinreichen Substraten wie z. B. Getreide, Speiseabfällen, Schweinegülle oder Geflügelkot.

$H_2S$  ist ein sauer reagierendes Gas und hat eine akut toxische Wirkung nicht nur auf Mensch und Tier sondern auch auf Mikroorganismen im Fermenter. Ein erhöhter Schwefelwasserstoffgehalt kann bei gleichzeitiger Lufteinblasung zu Korrosion an Anlagenbauteilen führen. Bei der

Nutzung des Biogases führt ein erhöhter  $H_2S$ -Gehalt zu einer rascheren Versäuerung des Motoröls, einem Anstieg der  $SO_2$ - und  $SO_3$ -Werte im Abgas. Beide Schwefelverbindungen werden als Katalysatorgifte bezeichnet und wirken deaktivierend auf die Beschichtung, beschädigen also Katalysatoren.

Lässt sich die Schwefelfracht und damit in Folge der  $H_2S$ -Gehalt im Biogas nicht bereits durch die Auswahl der Einsatzstoffe reduzieren, muss dies durch chemische, physikalische, oder mikrobiologische Entschwefelungsverfahren erfolgen. Durch den Zusatz von pulverförmigen oder flüssigen eisenhaltigen Produkten, wie  $FeCl_2$ ,  $FeSO_4$ ,  $FeCl_3$ ,  $Fe(OH)_3$  kann Sulfid gezielt im Gärbehälter ausgefällt werden, so dass es nicht als Schwefelwasserstoff ins Biogas gelangt. Mittels Aktivkohle oder (eisenhaltigen) Pellets kann der  $H_2S$ -Gehalt im Biogas gesenkt werden.

Die angebotenen Produkte unterscheiden sich in Bezug auf die darin enthaltenen Eisenverbindungen im Wesentlichen hinsichtlich ihrer:

- ▶ Art → Welche Verbindungen sind darin enthalten?
- ▶ Konzentration → Welche absolute Menge an Eisenverbindungen ist im Produkt enthalten?
- ▶ Aktivität → Wie aktiv, d. h. wie wirksam ist das Eisen?
- ▶ physikalischen Beschaffenheit → Ist das Produkt pulverförmig oder flüssig?

Die Antworten auf diese Fragen haben Einfluss auf die Qualität und Wirksamkeit des Produktes und sie sollten in bei der Auswahl eines Produktes in die Entscheidung mit einfließen. Eine Produktauswahl lediglich über den Preis durchzuführen ist nicht zu empfehlen.

## Weiterführende Informationen:

„Entschwefelung von Biogas in landwirtschaftlichen Biogasanlagen“ <https://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Prozessbiologie/nachhaltig-erneuerbar-energie/Entschwefelung.html>

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
AGRAVIS Raiffeisen AG	MethaTec Detox S	täglich	<a href="http://www.biogasanlagen-fuettern.de">www.biogasanlagen-fuettern.de</a> , <a href="mailto:biogas@agravis.de">biogas@agravis.de</a>
AGRAVIS Raiffeisen AG	MethaTec Eisenchlorid	täglich	<a href="http://www.biogasanlagen-fuettern.de">www.biogasanlagen-fuettern.de</a> , <a href="mailto:biogas@agravis.de">biogas@agravis.de</a>
AGRAVIS Raiffeisen AG	MethaTec Aktivkohle Standard	bei Bedarf	<a href="http://www.biogasanlagen-fuettern.de">www.biogasanlagen-fuettern.de</a> , <a href="mailto:biogas@agravis.de">biogas@agravis.de</a>
AGRAVIS Raiffeisen AG	MethaTec Aktivkohle Profi	bei Bedarf	<a href="http://www.biogasanlagen-fuettern.de">www.biogasanlagen-fuettern.de</a> , <a href="mailto:biogas@agravis.de">biogas@agravis.de</a>
Atres	atres® FerroX plus	täglich, bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
BayWa AG	InnoCon® Eisenhydroxid (50 %)	täglich mit Dosierempfehlung	<a href="mailto:sz@baywa.de">sz@baywa.de</a>
BayWa AG	InnoCon® Eisenhydroxid rapid (33 %)	täglich mit Dosierempfehlung	<a href="mailto:sz@baywa.de">sz@baywa.de</a>
BayWa AG	InnoCon® Aktivkohle	bei Bedarf	<a href="mailto:sz@baywa.de">sz@baywa.de</a>
Bergophor Futtermittelfabrik Dr. Berger GmbH & Co. KG	BERGOFERM Absorb S 44,5 % Eisenhydroxid	täglich	<a href="http://www.bergophor.de">www.bergophor.de</a>
BIOGAS ADDITIVE	FERRmaXX® Q	täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.biogas-additive.de">www.biogas-additive.de</a>
BIOGAS ADDITIVE	FERRmaXX® P	täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.biogas-additive.de">www.biogas-additive.de</a>

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
BIOMIN GmbH	GoldFerm® FE und FE flüssig Eisenoxyd	täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.biomin.net">http://www.biomin.net</a>
BSL	Greenline Eisenhydroxid	täglich	<a href="http://www.bsl-online.de">www.bsl-online.de</a>
Donau Chemie	Donau Bellamethan	täglich	
Hauptgenossenschaft Nord AG / HaGe	Profi Eisenhydroxyd F+ (Eisen III Oxyhydrat) fest	täglich	<a href="http://www.hage-kiel.de">www.hage-kiel.de</a>
Hauptgenossenschaft Nord AG / HaGe	Profi Aktivkohle Max	täglich	<a href="http://www.hage-kiel.de">www.hage-kiel.de</a>
Hauptgenossenschaft Nord AG	Profi Eisenchlorid	bei Bedarf	<a href="http://www.hagekiel.de">www.hagekiel.de</a>
Hauptgenossenschaft Nord AG	Aktivkohle Max	-	<a href="http://www.hagekiel.de">www.hagekiel.de</a>
Hauptgenossenschaft Nord AG	praeaktiv	-	<a href="http://www.hagekiel.de">www.hagekiel.de</a>
HeGo Biotec GmbH	FerroSorp® DG	täglich	<a href="http://www.hego-biotec.de">www.hego-biotec.de</a>
HeGo Biotec GmbH	FerroSorp® S	kontinuierlich	<a href="http://www.hego-biotec.de">www.hego-biotec.de</a>
Ipus GmbH	IPUSmeth-max® S zur internen Entschwefelung	täglich	<a href="http://www.ipus.at">www.ipus.at</a>
JBS GmbH	Eisenhydroxid zur Bindung des Schwefelwasserstoffs	täglich	<a href="http://www.jbs.gmbh/de/biogas.html">www.jbs.gmbh/de/biogas.html</a>
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Cegasan® Aktivkohle, gegen Schwefelwasserstoff	-	<a href="http://www.koerner-biogas.de/">http://www.koerner-biogas.de/</a>
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Cegasan® DG Eisenhydroxyd	-	<a href="http://www.koerner-biogas.de/">http://www.koerner-biogas.de/</a>
MIAVIT GmbH	Eisenhydroxid Bindet zu hohe H2S Mengen bei mittleren Verweilzeiten		<a href="http://www.cam-energy.de">www.cam-energy.de</a>
MIAVIT GmbH	Eisenhydroxid S Bindet zu hohe H2S Mengen bei geringen Verweilzeiten	täglich	<a href="http://www.cam-energy.de">www.cam-energy.de</a>
N-DYN / Milkivit Händler und Fachberater	N-DYN thiosorb 400	bei Bedarf	<a href="http://www.milkivit.de">www.milkivit.de</a>
N-DYN / Milkivit Händler und Fachberater	N-DYN ferrosmart+	bei Bedarf	<a href="http://www.milkivit.de">www.milkivit.de</a>
N-DYN / Milkivit Händler und Fachberater	N-DYN bioregulatoren, praeaktiv	bei Bedarf	<a href="http://www.milkivit.de">www.milkivit.de</a>
Nährstoffkontor Westmünsterland	Eisen-II-Chlorid-Lösung	bei Bedarf	<a href="http://www.nkwm.de">www.nkwm.de</a>
NECATEC AG	NECA sorb® neo, Entschwefelung im Fermenter	-	<a href="http://www.necatec.de">www.necatec.de</a>
NECATEC AG	NECAfebs S +L, Eisenpellets im zur Entschwefelung im Biogas	-	<a href="http://www.necatec.de">www.necatec.de</a>
NECATEC AG	active sulfo® pro, Dotierte Aktivkohle zur Entschwefelung in Biogasen	täglich	<a href="http://www.necatec.de">www.necatec.de</a>
NQ-Anlagentechnik	Hilfsmittel zur Schwefelbindung	-	<a href="http://www.nq-anlagentechnik.de">www.nq-anlagentechnik.de</a>
OMEX (England)	Active Fe, zur Schwefelbindung im Fermenter	täglich	<a href="http://www.omex.com">www.omex.com</a>

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
Phytobiotics GmbH/sensoPower	Eisenhydroxid	täglich	<a href="http://www.sensopower.com">www.sensopower.com</a> , mit Sitz in Eltville
SaM-Power	Eisen-II-Chlorid oder Eisenhydroxid	täglich	<a href="http://www.sam-power.de">www.sam-power.de</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.ATOX flüssig	täglich	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.ATOX Scon	täglich	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.PRO® -> plus Scon	bei Bedarf	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schmack Biogas GmbH	Eisenpräparate	täglich nach vorhergehender Beratung	<a href="http://www.schmack-biogas.com">www.schmack-biogas.com</a>
TerraVis	MethaTec® Detox S Premium Bindet Schwefel im Fermenter für Verweilzeiten 60-80 Tage	täglich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
TerraVis	MethaTec® Detox S Turbo Bindet Schwefel im Fermenter für kurze Verweilzeiten <20 Tage	täglich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
TerraVis	MethaFerm® Liquifier Enzyme zum Abbau von Cellulose und Hemicellulose in bei Sink und Schwimmschichten	täglich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
TerraVis	MethaTec® Eisen (II)-Chlorid flüssig, schnelle Wirkung	täglich	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
TerraVis	MethaTec® Eisen (III)-Chlorid flüssig, schnelle Wirkung	bei Bedarf	<a href="http://www.terravis-biogas.de">www.terravis-biogas.de</a>
Uphoff GmbH	bioEngine Methastab	täglich	<a href="http://www.uphoff-gmbh.de">http://www.uphoff-gmbh.de</a>
Werner Brenz	GoldFerm® Fe	täglich/bei Bedarf	Tel: 09869/286
Zeolith Umwelttechnik GmbH	FerroSorp® DG	kontinuierlich	<a href="http://www.zeolith-gmbh.com">www.zeolith-gmbh.com</a>

## 6. Zusatzstoffe zur Reduktion der Ammoniakkonzentration

Ammoniak entsteht beim Abbau von Proteinen und anderer stickstoffhaltiger Verbindungen wie Harnstoff oder der Harnsäure in tierischen Exkrementen. Ammoniak findet sich sowohl gelöst in der Fermenterbrühe als auch mit geringer Konzentration im Biogas. Als gelöster Ammoniak kann er hemmend auf die Biozönose wirken und als Spurengas im Biogas den Motor schädigen.

Lässt sich die Ammoniakfracht nicht bereits durch die Auswahl der Einsatzstoffe reduzieren

oder eine Hemmwirkung durch die Prozessführung vermeiden, so können Zusatz- und Hilfsstoffe eingesetzt werden.

Als Zusatz- und Hilfsstoffe bei hohen Ammoniakkonzentrationen werden mineralische Substanzen angeboten, beispielsweise Zeolithe, Alumosilikate oder Tonminerale. Die angebotenen Eisensalze sollen laut Angaben der Hersteller und Inverkehrbringer ebenfalls Ammoniak aus dem Gleichgewicht entfernen können.

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
Donau Chemie	Donau Bellamethan	täglich	<a href="http://www.donau-chemie.com">www.donau-chemie.com</a>
HeGo Biotec GmbH	FerroSorp® DG, FerroSorp® S	täglich	<a href="http://www.ferrosorp.de">www.ferrosorp.de</a> und <a href="http://www.hego-biotec.de">www.hego-biotec.de</a>
HeGo Biotec GmbH	Go N	täglich	<a href="http://www.ferrosorp.de">www.ferrosorp.de</a> und <a href="http://www.hego-biotec.de">www.hego-biotec.de</a>
IPUS GmbH	IPUSmeth-max® B, für Nawaro- und Abfallanlagen	täglich	<a href="http://www.ipus.at">www.ipus.at</a>
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Cegesan® AF	kontinuierlich	<a href="http://www.koerner-biogas.de">www.koerner-biogas.de</a>
MIAVIT GmbH	MiaMethan® A-Min Bindet Ammoniak und NH4	täglich	<a href="http://www.miavit.de">www.miavit.de</a>
Milkivit Händler und Fachberater	N-DYN ferm liqid C	bei Bedarf	<a href="http://www.milkivit.de">www.milkivit.de</a>
Mykonor UG (haftungsbeschränkt)	Biogas-Algin	täglich	<a href="http://www.mykonor.de">www.mykonor.de</a>
Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH	Pollfloc® - M30 und G654	bei Bedarf	<a href="http://www.pollgmbh.de">www.pollgmbh.de</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.ATOX N FLÜSSIG	täglich	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.ATOX Ncon	täglich	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.ATOX Ncon	bei Bedarf	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
TerraVis	MethaTec® Nmin (bindet Ammoniak)	Bei Bedarf	<a href="http://www.terravis-biogas.de/">www.terravis-biogas.de/</a>
Uphoff GmbH	bioEngine Methastab	täglich	<a href="http://www.labor-uphoff.mwk-bionik.de">www.labor-uphoff.mwk-bionik.de</a>
Zeolith Umwelttechnik GmbH	Klinopmin	kontinuierlich	<a href="http://www.zeolith-gmbh.com">www.zeolith-gmbh.com</a>

## 7. Mineralstoffe und Puffer (pH-Stabilisatoren)

Die Methanbildung im Biogasprozess erfordert einen stabilen pH-Wert im schwach alkalischen Bereich. Der pH-Wert wird in erster Linie durch die Basen- und Carbonat-Konzentration bzw. das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht beeinflusst. Dieser sogenannte Carbonat-Puffer bestimmt maßgeblich die Pufferkapazität im Fermenter. Daneben kann das System Ammonium/Ammoniak zur Pufferkapazität beitragen.

Bei ausreichend großer Carbonat-Pufferkapazität, die im Labor auch als "TAC" bezeichnet wird, wirkt sich die Bildung von organischen Säuren (FOS) während der Acido- und Acetogenese kaum auf den pH-Wert aus. Werden die organischen Säuren nicht ausreichend rasch verstoffwechselt, d. h. schlussendlich zu

Methan abgebaut, so wird durch den weiteren Anstieg der Carbonsäuren die basische Pufferkapazität schrittweise aufgebraucht. Ist dies der Fall, fällt der pH-Wert in Folge sehr rasch ab, es kommt zur sogenannten Versäuerung des Fermenterinhalt.

Lässt sich die Pufferkapazität nicht bereits durch die Auswahl der Einsatzstoffe oder die Prozessführung stabilisieren, kann dies durch Zusatz- und Hilfsstoffe erfolgen.

Als Zusatz- und Hilfsstoffe werden mineralische Substanzen angeboten, die den pH-Wert anheben und/oder eine puffernde Wirkung haben, beispielsweise diverse Carbonate sowie Kombipräparate mit Spurenelementen.

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
AGRAVIS	Natriumbicarbonat ist der pH unter 7, so ist die Zugabe einer Base erforderlich um das Umkippen zu verhindern.	bei Bedarf	<a href="http://www.biogasanlagen-fuettern.de">www.biogasanlagen-fuettern.de</a> , <a href="mailto:biogas@agravis.de">biogas@agravis.de</a>
AGRAVIS Ems-Jade GmbH, AGRAVIS	Säureregulator	bei Bedarf	<a href="http://www.biogasanlagen-fuettern.de">www.biogasanlagen-fuettern.de</a> , <a href="mailto:biogas@agravis.de">biogas@agravis.de</a>
AHRHOFF GmbH	Prolific® Methan	täglich	<a href="http://www.ahrhoff.de">www.ahrhoff.de</a> , eMail: <a href="mailto:info@ahrhoff.de">info@ahrhoff.de</a>
atres	atres	täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
BvG Bodenverbesserungs-GmbH	Düngkalk, BvG 85/LU (fein) zur Nothilfe bei drohender Übersäuerung	täglich	<a href="http://www.bvg.gmbh">www.bvg.gmbh</a>
JBS GmbH	Soda/Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat, Natriumhydrogencarbonat bei akuten Problemen mit Übersäuerung	Bei Bedarf	<a href="https://jbs.gmbh">https://jbs.gmbh</a>
Koerner Bio- und Umwelttechnologie GmbH	Cegesan® NB (Bicarbonat)	kontinuierlich	<a href="http://www.koerner-biogas.de">www.koerner-biogas.de</a>
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Cegesan® NM	kontinuierlich	<a href="http://www.koerner-biogas.de">www.koerner-biogas.de</a>
Landhandel Ralf-Kohaupt	DOLOTON® plus für Güllebehälter und Fermenter Kohlensäurer Magnesiumkalk	Notfallmaßnahme bei Übersäuerung	<a href="http://www.landhandel-ralf-kohaupt.de/">http://www.landhandel-ralf-kohaupt.de/</a>
MIAVIT GmbH	MiaMethan® SOS; Notfallspurenelemente bei Versäuerung	im Notfall	<a href="http://www.miavit.de">www.miavit.de</a>
Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH	Pollfloc®	bei Bedarf	<a href="http://www.pollgmbh.de">www.pollgmbh.de</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.PHcon (Puffer)	bei Bedarf	<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.TACconP (erhöht die Pufferkapazität)		<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu">www.schaumann-bioenergy.eu</a>
Verblasetechnik Schneider	DOLOTON® plus 80 Calcium-Magnesium Carbonat (Kohlensaurer Kalk) als pH-Stabilisator	Einsatz nach Beratung	<a href="http://www.verblasetechnik.de">www.verblasetechnik.de</a> <a href="http://www.landhandel-ralf-kohaupt.de/">http://www.landhandel-ralf-kohaupt.de/</a>
Zeolith Umwelttechnik GmbH	Klinopmin® (Zeolithe als Anlagenstabilisator)	kontinuierlich	<a href="http://www.zeolith-gmbh.com">www.zeolith-gmbh.com</a>

## 8. Schwimmschichtenlöser

Schwimmschichten sind schaumförmige, meist dichte bis feste Beläge auf der Flüssigkeitsoberfläche des Fermenters, Nachgärers oder Gärrestlagers und bestehen aus fasrigen bzw. stückigen Feststoffen. Schwimmschichten bilden sich meist langsam aus und bauen sich schrittweise durch mangelnde Durchmischung, unvollständigen Abbau organischer Masse, hohe Raumbelastung, sehr geringen Feststoffanteil oder hydraulischen Kurzschluss auf. Schwimmschichten im Fermenter können beispielsweise den Gasertrag vermindern, eine höhere Rührleistung erfordern, Rührwerke oder den Fermenter beschädigen.

Lässt sich eine Schwimmschicht nicht bereits durch die Auswahl der Einsatzstoffe oder die Prozessführung vermeiden oder abbauen, kann dies durch Zusatz- und Hilfsstoffe erfolgen.

Die für den Abbau von Schwimmschichten angebotenen Zusatz- und Hilfsstoffe enthalten meist Enzyme oder Enzymmischungen oder bestehen aus Algenextrakten sowie mineralischen Substanzen. Je nach Anwendungsfall, d. h. je nach Ursache für das Ausbilden einer Schwimmschicht, hat die Auswahl eines geeigneten Produktes zu erfolgen.

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
AGRAVIS Raiffeisen AG	MethaTec SCHWIMMSCHICHTLÖSER	bei Bedarf	<a href="http://www.biogasanlagen-fuettern.de">www.biogasanlagen-fuettern.de</a> , <a href="mailto:bio-gas@agavis.de">bio-gas@agavis.de</a>
AHRHOFF GmbH	Prolific® Methan	täglich	<a href="http://www.ahrhoff.de">www.ahrhoff.de</a> , <a href="mailto:info@ahrhoff.de">info@ahrhoff.de</a>
atres	atres® ZYmix plus FL extra Enzymformulierung, flüssig	Bei Bedarf	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
BayWa AG	InnoCon® Bio Kat HC	bei Bedarf	<a href="mailto:sz@baywa.de">sz@baywa.de</a>
BayWa AG	InnoCon® BioKat GPS Pro	bei Bedarf	<a href="mailto:sz@baywa.de">sz@baywa.de</a>
Bergophor Futtermittelfabrik Dr. Berger GmbH & Co. KG	BERGOFERM Enzym	täglich	<a href="http://www.bergophor.de">www.bergophor.de</a> oder <a href="http://bergophor-biogas.de">bergophor-biogas.de</a>
BIOMIN GmbH	GoldFerm® E3 Schwimmschichten Verhinderer, kurze Rührzeiten	täglich/bei Bedarf	<a href="http://www.biomin.net">http://www.biomin.net</a>

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
DSM Biogas	MethaPlus®	anlagenspezifisch	www.dsmbiogas.de
Handelsvertretung Wolfgang Hinrichs e.K	Biogas-Algin Super	täglich	www.biogas-algin.de, mail@biogas-algin.de
IPUS GmbH	IPUSmeth-max®	täglich	www.ipus.at
JBS	JBS Enzym	täglich/bei Bedarf	www.behrensscheessel.eu
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Cegasan® AF	bei Bedarf	www.koernerbiogas.de
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Cegasan® NM	bei Bedarf	www.koernerbiogas.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan®	kontinuierlich	www.miavit.de
Mykonor UG (haftungsbeschränkt)	Biogas-Algin Super Braunalgen	täglich	www.mykonor.de
Mykonor UG (haftungsbeschränkt)	Biogas-Algin Plus Braunalgen und Spurenelemente	täglich	www.mykonor.de
NovaBiotec® Dr. Fechter GmbH	NOVALIN flüssiges Enzympräparat, gegen Schwimmschichten	täglich	www.novabiotec.de
Phytobiotics GmbH/sensoPower	sensoPower® Mix	täglich	www.sensopower.com, mit Sitz in Eltville
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.ZYM Rührfähigkeit, Ertrag, Schwimm- schichtenabbau	bei Bedarf	www.schaumannbioenergy.eu
Schaumann BioEnergy GmbH	ALGEA.ZYM	bei Bedarf	www.schaumannbioenergy.eu
TerraVis	MethaFerm® Liquifier Enzyme zum Abbau von Cellulose und Hemicellulose in bei Sink und Schwimmschichten	täglich	www.terravis-biogas.de
Uphoff GmbH	bioEngine Hydrostab	täglich	labor-uphoff.mwk- bionik.de
Werner Brenz	GoldFerm® E3	täglich	Tel: 09869/286
Zeolith Umwelttechnik GmbH	Klinopmin	kontinuierlich	www.zeolith-gmbh.com

## 9. Entschäumer

Schaumbildung ist nicht nur eine der häufigsten Störungen einer Biogasanlage, sondern auch eine mit sehr vielfältigen Ursachen für deren Entstehung. Vermehrte Schaumbildung tritt auf, wenn oberflächenaktive Substanzen in höherer Konzentration vorliegen. Diese oberflächenaktiven Substanzen stabilisieren die Gasblasen in Schäumen und sie werden vornehmlich über Einsatzstoffe mit hohen Proteingehalten in den Fermenter eingetragen, wie zum Beispiel Getreide, Kartoffeln, Zuckerrüben oder Geflügeltrockenkot. Ebenso können schaumfördernde Moleküle von den Mikroorganismen abgestoßen oder ausgeschieden werden, hervorgerufen durch Stressreaktionen auf kurzfristigen Einsatzstoffwechsel, gesteigerte Beschickung, raschen Temperaturwechsel o. ä. Prozessstörungen. Durch eine vermehrte Schaumbildung können beispielsweise Behälter und Membrandächer beschädigt werden, Rohrleitungen und Behälter verschmutzt werden, Sensoren gestört werden, Gasleitungen und Gasreinigungsanlagen verstopft und verschmutzt werden.

Physikalisch wirkende Antischaummittel beeinflussen die Oberflächenspannung, die Schaumblase wird instabil und zerplatzt. Biochemisch wirkende Antischaummittel zerlegen die oberflächenaktiven Substanzen in kurzkettige Abbauprodukte und vermeiden dadurch die Schaumbildung.

Lässt sich die Schaumbildung nicht bereits durch die Auswahl der Einsatzstoffe oder die Prozessführung vermeiden oder abbauen, kann dies durch Zusatz- und Hilfsstoffe erfolgen. Die für die Vermeidung oder den Abbau von Schaumdecken angebotenen Zusatz- und Hilfsstoffe enthalten pflanzliche Öle, Silikone oder Polyalkohole, aber auch Enzyme oder Enzymmischungen. Je nach Anwendungsfall, d. h. je nach Ursache für die vermehrte Schaumbildung, hat die Auswahl eines geeigneten Entschäumers zu erfolgen.

Weitergehende Informationen zu den Ursachen von Schaum und dessen Bekämpfung finden Sie im Biogas Forum Bayern unter dem Titel: „[Schaum in Biogasanlagen](#)“.

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
atres	atres® OptiMix plus silikonfreier Entschäumer, biologisch abbaubar	bei Bedarf	www.atres-group.com
atres	atres® OptiMix plus CH4 silikonhaltiger Entschäumer für die Biogasaufbereitung, Alternative zu SAG 7133	bei Bedarf	www.atres-group.com
atres	SAG 7133; silikonhaltiger Entschäumer für die Biogasaufbereitung	bei Bedarf	www.atres-group.com
atres	atres® ZYmix plus P enzymatischer Entschäumer, biologisch abbaubar	bei Bedarf	www.atres-group.com
BayWa AG	InnoCon® Entschäumer Pro	bei Bedarf nach Berat.	sz@baywa.de
Hauptgenossenschaft Nord AG / HaGe	Profi Antischaum Bio	bei Bedarf	www.hagekiel.de
HeGo Biotec GmbH	Antischaum 20xx-Serie biologisch abbaubar	bei Bedarf	www.ferrosorp.de und www.hego-biotec.de
Koerner Bio- u. Umwelt GmbH	Cegesan® ES 312, Entschäumer	bei Bedarf	www.koerner-biogas.de
MIAVIT GmbH	MiaMethan	kontinuierlich	www.miavit.de
Schaumann BioEnergy GmbH	BC.SPcon flüssig	bei Bedarf	www.schaumann-bioenergy.eu
TerraVis	MethaTec® Entschäumer	bei Bedarf	www.terravis-biogas.de
Wacker Chemie	Silofoam BG 100	bei Bedarf	www.wacker.com
Zeolith Umwelttechnik GmbH	Antischaum 2050	bei Bedarf	www.zeolith-gmbh.com

## 10. Algen

Beim Aufschluss von Algen, hier im speziellen von Braunalgen, werden Alginsäuren – auch: Alginate – freigesetzt. Alginate sollen nach Angaben der Hersteller und Inverkehrbringer durch ihre Fähigkeit dreidimensionale Strukturen auszubilden ein optimales Milieu für die anaerobe Biozönose herstellen, beispielsweise durch die Bindung von Schadstoffen. Algenpräparate sollen zudem den Biogasertrag erhöhen.

Die weiteren Inhaltsstoffe der Algen können der Biozönose als Nährstoff- und Spurenelementquelle dienen.

Die auf Algenbasis angebotenen Zusatz- und Hilfsstoffe sind teilweise mit mineralischen Substanzen vermischt, die als Trägermaterial oder als Wirkstoff dienen sollen.

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
HINRICHS Biopower GmbH, Wolfgang Hinrichs	Biogas-Algin	täglich	<a href="http://www.biogas-algin.de">www.biogas-algin.de</a> , <a href="mailto:mail@biogas-algin.de">mail@biogas-algin.de</a>
Koerner Bio- und Umwelt GmbH	Biofermat® Granulat Alginate an Bentonit	kontinuierlich	<a href="http://www.koerner-ag.ch">www.koerner-ag.ch</a>
Mykonor UG (haftungsbeschränkt)	Biogas-Algin Super Braunalgen	täglich	<a href="http://www.mykonor.de">www.mykonor.de</a>
Mykonor UG (haftungsbeschränkt)	Biogas-Algin Plus Braunalgen	täglich	<a href="http://www.mykonor.de">www.mykonor.de</a>
Schaumann BioEnergy GmbH	ALGEACELL Braunalgen für Anlagen mit hohem Wirtschafts-düngeranteil		<a href="http://www.schaumann-bioenergy.eu/">www.schaumann-bioenergy.eu/</a>
Schulze und Hermsen GmbH	Biofermat® Granulat Alginate an Bentonit	täglich	<a href="http://www.biofermat.de">www.biofermat.de</a>
Uphoff GmbH	bioEngine Hydrostab	täglich	<a href="http://labor-uphoff.mwk-bionik.de">labor-uphoff.mwk-bionik.de</a>

## 11. Mikroorganismen

Bereits bei der Silierung der Einsatzstoffe beginnen mikrobiologische Um- und Abbauvorgänge, die zur Säurebildung und damit Konservierung der Biomasse führen. Im Fermenter erfolgt der anaerobe Abbau organischer Masse durch eine Vielzahl hoch spezialisierter Mikroorganismen. Diese Mikroorganismen haben zum Teil sehr unterschiedliche Ansprüche, leben aber dennoch vergesellschaftet in einer Mikrobiozönose, d. h. in einer perfekt aufeinander abgestimmten, mikrobiologischen Lebensgemeinschaft. Die Mikroorganismen haben, wie andere Lebewesen auch, einen Lebenszyklus und bilden sich

eigenständig und regelmäßig neu, Stichwort: Generationszeit.

Die Hersteller und Inverkehrbringer von Zusatz- und Hilfsstoffen mit Mikroorganismen wollen durch die regelmäßige Zugabe eine Anreicherung bestimmter Mikroorganismen erzielen. Einige Produkte sind zusätzlich mit Enzymen, Spurenelementen oder mineralischen Substanzen versetzt. Die Anwendung erfolgt je nach Produkt bereits bei der Silierung, sog. Siliermittel, oder im Fermenter.

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
AHRHOFF GmbH	Prolific® Methan-Enhancer Hefen, Spurenelemente, Enzyme und Vitamine	täglich	www.ahrhoff.de
AHRHOFF GmbH	BROWSER® Silage P Silageverbesserer für Biogasproduktion	täglich	www.ahrhoff.de
Dr. Eckel GmbH	Anta®Ferm MT80 Mykotoxinbinder (mit Tonmineralen)	täglich	www.dr-eckel.de, biogas@dr-eckel.de
Milkivit Händler und Fachberater	N-DYN fermasil fresh C (für die Mais-silage)	bei Bedarf	www.milkivit.de
Milkivit Händler und Fachberater	N-DYN ferm liquid C (für die Gras-, GPS und Kleegrassilage)	bei Bedarf	www.milkivit.de
Schaumann BioEnergy GmbH	SILASIL ENERGY®	bei Bedarf	www.schaumann-bioenergy.eu
Schaumann BioEnergy GmbH	SILASIL ENERGY.BG	bei Bedarf	www.schaumann-bioenergy.eu
Schaumann BioEnergy GmbH	SILASIL ENERGY.BG <sup>ZYM</sup>	bei Bedarf	www.schaumann-bioenergy.eu
Schaumann BioEnergy GmbH	SILASIL ENERGY.Z	bei Bedarf	www.schaumann-bioenergy.eu
Schaumann BioEnergy GmbH	SILASIL ENERGY.G	bei Bedarf	www.schaumann-bioenergy.eu
Schaumann BioEnergy GmbH	SILASIL ENERGY.C	bei Bedarf	www.schaumann-bioenergy.eu
Schmack Biogas GmbH	METHANOS®	regelmäßig	www.schmack-biogas.com
Uphoff GmbH	Methastab (Probiotische Mikroorganismen zur Stabilisierung)	regelmäßig	regelmäßig

## 12. Kristallisations-Inhibitoren

In Biogasanlagen kommt es unter bestimmten Prozessbedingungen zu Kristallisations- und Fällungsreaktionen. Die Bildung von Struvit, d. h. Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP), oder von unlöslichen Karbonaten führt in Rohrleitungen zu mitunter massiven mineralischen Ablagerungen. Bei Perkolat- oder Garagenanlagen wird beispielsweise der Rohrquerschnitt der Perkolatleitungen durch den Schichtaufbau schrittweise verkleinert, der Durchfluss schließlich unmöglich. Pumpen, Wärmeübertrager

oder Filter können ebenfalls betroffen sein. Diese Ablagerungen können im fortgeschrittenen Stadium meist nicht mehr durch Reinigung, sondern nur mehr durch einen Austausch der Bauteile beseitigt werden.

Der Einsatz von Kristallisationsinhibitoren ist Stand der Technik. Die darin enthaltenen Phosphor- und Phosphorverbindungen verhindern bei regelmäßiger Dosierung die Kristallisation und damit die Bildung von Ablagerungen.

Hersteller / Vertrieb	Produktname	Einsatzort (Herstellerangaben)	Weitere Informationen
atres	atres MAP plus	kontinuierlich	<a href="http://www.atres-group.com">www.atres-group.com</a>
Schmack	Struvit-Schutzmittel Rockaway	kontinuierlich	<a href="http://www.schmack-biogas.com">www.schmack-biogas.com</a>

## 13. Arbeitssicherheit beim Einsatz von Hilfs- und Zusatzstoffen

Spurenelemente, Entschäumer, Eisenpräparate, Enzyme oder sonstige Hilfs- und Zusatzstoffe sind häufig als Gefahrstoffe eingestuft. Gefahrstoffe sind einfach zu erkennen, an den jeweiligen Gefahrzeichen bzw. Piktogrammen auf den Etiketten, in den Sicherheitsdatenblättern und den Betriebsanweisungen. Die Piktogramme zeigen die vereinheitlichten Gefahrensymbole in einer auf die Spitze gestellten, rot umrandeten Raute. Wann immer Sie ein solches Piktogramm sehen, ist Vorsicht geboten.

Beachten Sie die im Sicherheitsdatenblatt angegebenen Schutzmaßnahmen und wenden Sie diese auch an!

Beispiele für Gefahrzeichen, wie sie auf Zusatz- und Hilfsstoffen zu finden sind und deren Bedeutung:



Achtung / Gefahr



Ätzwirkung



Gesundheitsgefahr



Umweltgefährlich



Giftig

Grundlage für die Einstufung und Kennzeichnung eines Stoffes oder Gemisches sind die europäische CLP-Verordnung und die REACH-Verordnung. Auf nationaler Ebene finden sich weitere Regelungen im Chemikalienverbotsgesetz und die Gefahrstoffverordnung. Gemäß diesen Rechtsgrundlagen ist der Hersteller und Inverkehrbringer dazu verpflichtet, jeden Stoff und jedes Gemisch, entsprechend einzustufen, zu kennzeichnen und zu verpacken.

Der Anlagenbetreiber ist dafür verantwortlich, dass bei Tätigkeiten mit diesen Gefahrstoffen die Vorgaben gemäß TRGS 529 berücksichtigt werden. Vor der Verwendung von Gefahrstoffen ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und schriftlich zu dokumentieren. Zur Gefährdungsbeurteilung gehört im Bereich der Gefahrstoffe eine ebenfalls schriftlich zu dokumentierende Substitutionsprüfung. Das bedeutet, der Anlagenbetreiber muss immer überprüfen, ob es alternativ einen Stoff gibt, der weniger gefährlich ist und/oder ein geringeres Freisetzungspotential hat. Die Substitutionsprüfung berücksichtigt ebenso Verfahren bei der Anwendung.

Entsprechend den Gefährdungen, die von den Stoffen ausgehen, sind dann Schutzmaßnahmen nach dem TOP-Prinzip (technische, organisatorische, persönliche Schutzmaßnahmen) abzuleiten. Dabei sind technische Schutzmaßnahmen immer vorrangig zu wählen, beispielsweise eine geschlossene, sachgerechte Lagerung, ein geschlossenes Einbringsystem. Persönliche Schutzmaßnahmen sind insbesondere auch in den Sicherheitsdatenblättern hinterlegt sowie auf den Datenbanken GESTIS und GISCHEM zu finden.

Entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung sind Betriebsanweisungen für die Mitarbeiter zu erstellen. Anhand dieser Betriebsanweisungen sind die Mitarbeiter, welche mit den Gefahrstoffen umgehen, mindestens einmal

jährlich und bei Änderungen zu unterweisen. Gegebenenfalls ist eine arbeitsmedizinische Vorsorge anzubieten bzw. vor Aufnahme der Tätigkeit durchzuführen.

In der Praxis kommt es vor, dass Zusatz- und Hilfsstoffe in Verkehr gebracht werden, in denen die Konzentration der Gefahrstoff stark „verdünnt“ bzw. heruntergesetzt wurde, sodass keine Kennzeichnung als Gefahrstoff mehr erforderlich ist. Hierbei wird zu bedenken gegeben, dass der gefährliche Stoff dennoch vorhanden ist. Auch wenn kein Sicherheitsdatenblatt mitgeliefert wird, sollten bestimmte Schutzmaßnahmen eingehalten werden. Mögliche Schutzmaßnahmen für die eigene Gefährdungsbeurteilung sind dann wieder in den oben bereits genannten Datenbanken zu finden.

Zudem sollte der Einsatz von Zusatz- und Hilfsstoffen auch in Bezug auf die Umwelt gut bedacht werden. Viele der eingesetzten Zusatz- und Hilfsstoffe sind wassergefährdende Stoffe im Sinne des § 62 Abs. 3 des Wasserhaushaltsgesetzes WHG. Bei Anlagen zum Lagern und Abfüllen von wassergefährdenden Zusatz- und Hilfsstoffen sind die Maßgaben des WHG und der Anlagenverordnung (AwSV) zu beachten.

Unabhängig davon, ob die Zusatz- und Hilfsstoffe pulverförmig, flüssig, in Säure oder Lösungsmittel gelöst vorliegen oder gebunden als Chelate oder an Bentonite, Tonminerale oder Zeolithe, man sollte stets einen Kontakt mit Haut, Augen und Lunge (Stäube) vermeiden und sich selbst sowie die Umwelt vor Kontaminationen schützen.

Wenn Sie weitere Informationen zum Einsatz von Gefahrstoffen an Biogasanlagen wünschen, sei Ihnen die Schrift des Biogas Forum Bayern [„Hinweise zum sicheren Umgang mit Gefahrstoffen“](#) nahegelegt.

## Weiterführende Informationen

- ▶ BAUA Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (HRSG.) Technische Regeln Gefahrstoffe TRGS. Online im Internet. URL: <http://www.baua.de/de/Themen-von-AZ/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html> Stand: 23.03.2017
- ▶ TRGS 400 Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen
- ▶ TRGS 510 Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern
- ▶ TRGS 529 Tätigkeiten bei der Herstellung von Biogas
- ▶ TRGS 600 Substitution
- ▶ Biogas Forum Bayern, Hinweise zum sicheren Umgang mit Gefahrstoffen [https://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Anlagensicherheit/gefahrstoffe\\_HinweisezumSicherenUmgangmitGefahrstoffenTeil1.html](https://www.biogas-forum-bayern.de/De/Fachinformationen/Anlagensicherheit/gefahrstoffe_HinweisezumSicherenUmgangmitGefahrstoffenTeil1.html)
- ▶ Berufsgenossenschaft (BG ETEM), Bereich Energie- und Wasserwirtschaft, Auf´m Hennekamp 74 40225 Düsseldorf, Telefon 0221 3778-1807, <https://www.bgetem.de/>; Information zum Umgang mit Gefahrstoffen; <https://www.bgetem.de/medien-service/interaktiv-lernmodule-sicherheit-und-gesundheit-am-arbeitsplatz/gefaehrliche-stoffe/umgang-mit-gefahrstoffen>
- ▶ Fachverband Biogas e.V. (Hrsg.), Arbeitshilfe A-005 zum Umgang mit Zuschlags- und Hilfsstoffen auf Biogasanlagen. Stand: 19.08.2015
- ▶ GHS-System, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/einstufung-kennzeichnung-von-chemikalien/globally-harmonised-system-ghs#textpart-1>
- ▶ Information der Chemie.de, <http://www.chemie.de/whitepaper/117657/was-bedeutet-ghs.html>
- ▶ Bundesumweltministerium (BMU) / Kommission für Anlagen Sicherheit (KAS), Technische Regel Anlagensicherheit (TRAS) 120 - Sicherheitstechnische Anforderungen an Biogasanlagen: [https://www.kas-bmu.de/tras-endgueltige-version.html?file=files/publikationen/TRAS/TRAS%20%28endgueltige%20Fassung%29/BAnz\\_AT\\_21\\_01\\_2019\\_B4.pdf&cid=20556](https://www.kas-bmu.de/tras-endgueltige-version.html?file=files/publikationen/TRAS/TRAS%20%28endgueltige%20Fassung%29/BAnz_AT_21_01_2019_B4.pdf&cid=20556)

## 15. Zusammenfassung

Für den Betreiber ist es nicht immer einfach, aus der Fülle der angebotenen Zusatz- und Hilfsstoffe diejenigen Produkte auszuwählen, die für den individuellen Anwendungsfall das erforderliche oder erhoffte Ergebnis erzielen.

Dabei gilt es auch abzuwägen, ob ein Additiv erforderlich, nützlich und sinnvoll, und ob der Einsatz auch wirtschaftlich vertretbar ist. Zudem sollte berücksichtigt werden, dass manche Zusätze in hohen Dosierungen eher schaden als nützen. Die Devise „viel hilft viel“ ist gerade aus dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit, aus dem Blickwinkel der Umwelt und aus der Sicht eines stabilen Prozesses im Fermenter unverantwortlich.

Eine Biogasanlage benötigt in der Regel im stabilen Betrieb nur in den seltensten Fällen irgendwelche Zusätze. Doch können sie bei Mangelsituationen oder schwerwiegenden Störungen

(Spurenelementmangel, starke Schwefelwasserstoff- oder Ammoniakbildung, Schaumbildung, Schwimmschichten usw.) ein durchaus probates Mittel sein, den Betrieb einer Anlage wieder herzustellen oder zu optimieren.

Bei einer Anwendung von Hilfsstoffen mag eine Wirkung wie z. B. eine Prozessverbesserung auftreten, die wissenschaftlich noch nicht erklärbar ist. Eine Prozessverbesserung kann aber auch darauf beruhen, dass der Betreiber, der den möglichen Einsatz von Hilfsstoffen erwägt, sich intensiver um die Befindlichkeit der Anlage kümmert oder durch ein besseres Prozessverständnis einen Zuwachs an Erfahrung um die eigene Anlage erfährt.

Diese Marktübersicht von Zusatz- und Hilfsstoffen erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und wird auf Basis der Meldungen der Hersteller periodisch aktualisiert.

## 15. Hersteller– Vertriebs– und Firmenverzeichnis

- ▶ Abel ReTec (84549 Engelsberg – Wiesmühl)  
URL: <http://www.abel-retec.de>  
Laboranalytik: ja / extern
  
- ▶ Agraserv GmbH ein Unternehmen der Agraferm Gruppe (85276 Pfaffenhofen),  
URL: <http://www.agraserv.de>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ AGRAVIS Raiffeisen AG (48155 Münster)  
URL1: <http://www.agravis.de>  
URL2: <http://www.biogasanlagen-fuettern.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ agriKomp GmbH (91732 Merkendorf)  
URL: <http://www.biogastechnik.de>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ Agt bio energy GmbH (14959 Trebbin OT Klein Schulzendorf)  
URL: <http://www.biogaswissen.de>
  
- ▶ AHRHOFF GmbH (59199 Bönen)  
URL: <http://www.ahrhoff.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ atres , Inh. Gunter Pesta (81825 München)  
URL: <http://www.atres-group.com>  
Laboranalytik: ja (hauseigenes Biogas-Speziallabor)
  
- ▶ BayWa AG (81925 München)  
URL: <http://www.baywa.de>  
Laboranalytik: ja (atres)
  
- ▶ Bergophor Futtermittelfabrik Dr. Berger GmbH (95326 Kulmbach)  
URL: <http://www.bergophor.de>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ BIOMIN Deutschland GmbH (73431 Aalen)  
URL: [www.biomin.net/de](http://www.biomin.net/de)  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ BvG Bodenverbesserungs-GmbH (86641 Rain am Lech)  
URL: <http://www.bvg-rain.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ BSL Betriebsmittel Service Logistik GmbH & Co. KG (24143 Kiel)  
URL: <http://www.bsl-online.de>  
Laboranalytik: nein

- ▶ Dr. Eckel (56651 Niederzissen)  
Spurenelemente für Futtermittel  
URL: <http://www.dr-eckel.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ Donau Chemie AG (A-1030 Wien)  
URL: <http://www.donau-chemie.com>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ DSM Biogas (2613 AX Delft, Niederlande)  
URL: <http://www.dsmbiogas.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ Handelsvertretung Wolfgang Hinrichs e.K. (29754 Ebstorf)  
URL: <http://www.biogas-spurenelemente.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ HaGe / Hauptgenossenschaft Nord AG (24143 Kiel)  
URL: <http://www.hagekiel.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ HeGo Biotec GmbH (14167 Berlin)  
URL: <http://www.hego-biotec.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ HINRICHS Biopower GmbH (29345 Unterlüß)  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ IPUS GmbH (A-8786 Rottenmann)  
URL: <http://www.ipus.at>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ JBS Joachim Behrens Scheessel GmbH (27383 Scheeßel)  
URL: <http://www.behrens-scheessel.eu>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ Jost GmbH (58636 Iserlohn)  
Boden und Blattdünger  
URL: <http://www.jost-group.com>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ Koerner Bio- und Umwelttechnologie GmbH (89077 Ulm)  
URL 1: <http://www.koerner-biogas.ch>  
URL 2: <http://www.koerner-biogas.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ MIAVIT GmbH (49632 Essen)  
URL: <http://www.miavit.de>  
Laboranalytik: nein

- ▶ Mykonor, Unternehmergeellschaft (haftungsbeschränkt)  
Zur Siedlung 10, (04808 Falkenhain)  
URL: <http://www.mykonor.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ Nährstoffkontor Westmünsterland (46325 Borken)  
URL: <http://www.nkwm.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ NECATEC AG (65779 Kelkheim)  
URL: <http://www.necatec.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ NovaBiotec® Dr. Fechter GmbH (14167 Berlin)  
URL: <http://www.novabiotec.de>  
Laboranalytik: ja, über ein externes Prüflabor
  
- ▶ NQ-Anlagentechnik (91802 Meinheim)  
URL: <http://www.nq-anlagentechnik.de>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ Phytobiotics GmbH/sensoPower (91564 Neuendettelsau)  
URL: <http://www.sensopower.de>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ Poll Umwelt- und Verfahrenstechnik GmbH (59379 Selm)  
URL: <http://www.poll.de>  
Laboranalytik:
  
- ▶ SamPower (27419 Sittensen)  
URL: <http://www.sam-power.de>  
Laboranalytik: ja (hauseigene A1 Analytik GmbH)
  
- ▶ Schaumann Bioenergy (25421 Pinneberg)  
URL: <http://www.schaumann-bioenergy.eu/>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ Schulze und Hermsen GmbH (21368 Dahlenburg)  
URL: <http://biofermat.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ Schmack (92421 Schwandorf)  
URL: <http://www.schmack-biogas.com>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ sePura GmbH (97080 Würzburg)  
URL: <http://www.sepura.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ Uphoff GmbH (83093 Bad Endorf)  
URL: <http://www.labor-uphoff.mwk-bionik.de>

- ▶ Verblasetechnik Schneider (79697 Wies)  
URL: <http://www.verblasetechnik.de>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ Wacker Chemie (81737 München)  
URL: <http://www.wacker.com>  
Laboranalytik: nein
  
- ▶ Wessling Deutschland (48341 Altenberge)  
URL: <http://www.wessling.de>  
Laboranalytik: ja
  
- ▶ Zeolith (95652 Waldsassen)  
URL: <http://www.deutsche-zeolith.de>  
Laboranalytik: nein

---

**Zitiervorlage:** Henkelmann, G., Effenberger, M., Lebuhn, M, Koch, K und Pesta, G. (2022): Marktübersicht Zusatz- und Hilfsstoffe in Biogasanlagen. In: Biogas Forum Bayern bif29, Hrsg. ALB Bayern e.V., <https://www.biogas-forum-bayern.de/bif35>, Stand [Abrufdatum]



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und  
Landwirtschaftliches Bauwesen (ALB)  
in Bayern e.V.

Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon: 08161 / 887-0078

Telefax: 08161 / 887-3957

E-Mail: [info@alb-bayern.de](mailto:info@alb-bayern.de)

Internet: [www.alb-bayern.de](http://www.alb-bayern.de)