

Analyseergebnisse

Für die Bewertung der Gärreste wurden 564 Untersuchungsergebnisse von 158 österreichischen Biogasanlagen aus den Jahren 2014 bis 2018 herangezogen. Allerdings ist der Analyseumfang heterogen, und nicht alle Analysen beinhalten alle relevanten Parameter. Folgend werden unterschiedliche Parametergruppen näher beleuchtet.

Allgemeine Parameter

Der Trockenmassegehalt der analysierten Gärreste liegt im Mittel bei 8,18% (Frischmasse), wobei der Median bei 5,23% und die Standardabweichung bei 8,72% liegt. Von den 530 Analyseergebnissen wiesen 78 einen Trockensubstanzgehalt von über 15% auf und dürften demnach der festen Phase nach der Separation entsprechen (vgl. Weiland, 2006). Die Ergebnisse von Risberg et al. (2017) zeigen deutlich geringere Trockenmassegehalte, was vor allem auf die Inputstoffe (vorwiegend Wirtschaftsdünger und biogene Abfälle) zurückzuführen ist, während in Österreich der Anteil an Energiepflanzen deutlich höher liegt (Stürmer, 2017).

Der organische Trockenmassegehalt liegt im Durchschnitt bei 70,73% DM (n=439) und damit deutlich über den Ergebnissen von Coelho et al. (2018) mit 57,83%. Ein Gärrest einer Biogasanlage erreichte nicht die Anforderungen für den nationalen Düngemitteltyp „organisches Düngemittel“ (Typ 8, VS \geq 20% DM). Bei 8 Biogasanlagen wurde die Mindestanforderung des nationalen Düngemitteltyps „Biogasgülle“ (Typ 9, VS \geq 50% DM) nicht erreicht.

Der durchschnittliche Gehalt an organischen Kohlenstoff lag bei 41,63% DM (n=348). Möller (2015) zeigte in seiner Literaturrecherche einen Bereich für den Kohlenstoffanteil von 28-47% auf. Er geht weiters von einem Anteil an organischen Kohlenstoff von 80-95% aus, womit sich ein Anteil an organischen Kohlenstoff von 22,4-44,6% im Gärrest ergibt. Damit liegt der organische Kohlenstoffanteil der für diesen Artikel untersuchten Analysen im oberen Bereich. Im Vergleich zu Coelho et al. (2018) zeigen die österreichischen Analyseergebnisse deutlich höhere Gehalte an organischem Kohlenstoff.

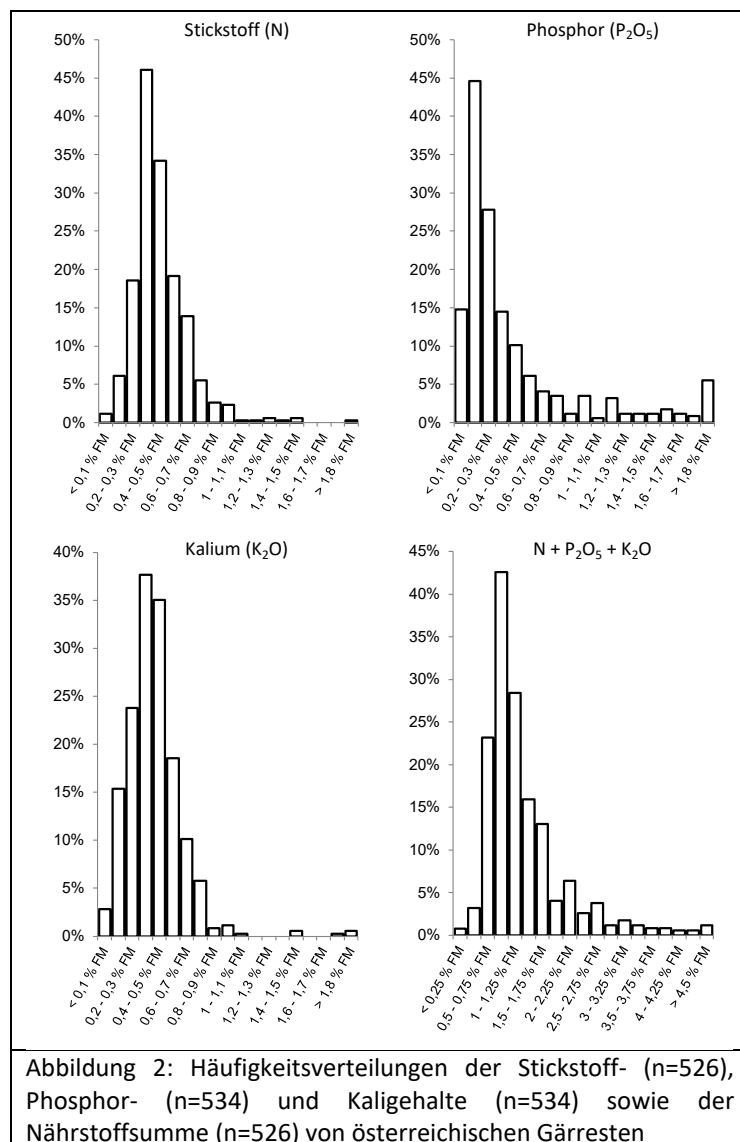
Bezüglich des Aschegehaltes und des pH-Wertes sind in den nationalen und dem europäischen Rechtsrahmen keine Anforderungen gesetzt. Der Aschegehalt lag bei den Proben durchschnittlich bei 28,42% DM (n=345) und der pH-Wert bei 7,92 (n=259). Der pH-Wert ist vergleichbar mit den Ergebnissen von (Coelho et al., 2018) und liegt im basischen Bereich, wodurch jedoch die Gefahr eines deutlich höheren Ammoniumverlustes im Zuge der Lagerung und Ausbringung einhergeht (vgl. Muck und Steenhuis, 1982).

Makronährstoffe

Der nationale Rechtsrahmen zielt bei der Düngemittelklassifizierung vorwiegend auf die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium ab. Dementsprechend sind Mindestanforderungen bei Biogasgülle (Typ 9) vorgesehen. Die in der EU-Düngemittel-VO und in der nationalen Düngemittelverordnung geforderten Mindestgehalte für organische Düngemittel werden von Gärresten nicht erreicht.

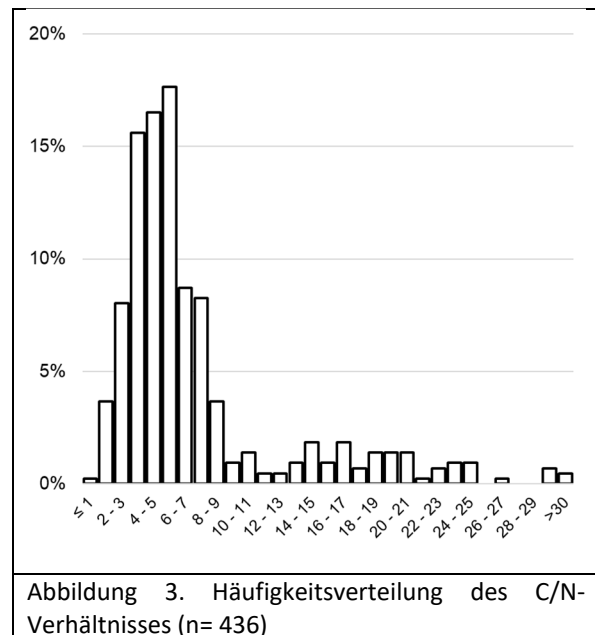
Im Durchschnitt liegen die Nährstoffgehalte bei 0,45% (Stickstoff), 0,46% (Phosphor) und bei 0,41% (Kalium). Die Nährstoffsumme dieser 3 Makronährstoffe liegt im Mittel der Proben bei 1,29% der Frischmasse (vgl. Abbildung 2). Unter Berücksichtigung der vom Inputmaterial abhängigen möglichen heterogenen Makronährstoffzusammensetzung (Fuchs und Drosch, 2013) sind die Nährstoffgehalte der vorliegenden Analysen mit jenen von Zirkler et al. (2014) vergleichbar.

Die Gärreste können aufgrund dieser Makronährstoffgehalte gemäß der neuen europäischen Düngemittelverordnung als organisches Bodenverbesserungsmittel (PFC 3(A)), Kultursubstrat (PFC 4) und nicht-mikrobielles Pflanzenstimulans (PFC 6 (B)) sowie als nationaler Düngemitteltyp „Biogasgülle“ bzw. „Bodenhilfsstoff“ in Frage kommen.



Neben Stickstoff, Phosphor und Kali sind zudem Kalzium, Magnesium, Natrium und Schwefel wichtige Pflanzennährstoffe. Für diese Nährstoffe sind keine rechtlichen Rahmenbedingungen vorgesehen. Im Durchschnitt weisen die Proben 0,10% MgO (n=145), 0,37% NaO (n=45), 0,27% CaO (n=164) und 0,04% S (n=48) je Gewichtseinheit Frischmasse auf.

Zu beachten ist zudem, dass es durch den Kohlenstoffabbau während der Fermentation zu einer Verengung des C/N-Verhältnisses kommt. So zeigten Möller und Müller (2012) eine Reduktion des C/N-Verhältnisses von -3 bis -5 auf. Wie in Abbildung 3 ersichtlich, liegen 75% aller Analysen bei einem C/N-Verhältnis im Bereich zwischen 2 und 8. Während Gärrestanalysen mit einem TM-Gehalt unter 15% im Durchschnitt ein C/N-Verhältnis von 5,05 aufweisen, liegt das C/N-Verhältnis von Gärresten mit einem TM-Gehalt über 15% (vermutlich separierte feste Phase) im Mittel bei 18,38. Diese Werte decken sich mit dem angegebenen Wertebereichen von Möller und Müller (2012).



Spurenelemente

Für Spurenelemente sieht die EU-Düngemittel-VO Grenzwerte bei Kupfer und Zink vor. In den Analyseergebnissen der österreichischen Gärrestproben wurden Kupfergehalte von durchschnittlich 58.76 mg/kg DM (n=194) und Zinkgehalte von 240.65 mg/kg DM (n=188) festgestellt. Den höchsten Anspruch hinsichtlich der Grenzwerte an Kupfer und Zink gibt PFC 4 mit max. 200 bzw. 500 mg/kg DM vor. Bei Kupfer konnten acht, bei Zink neun Analyseergebnisse diese Anforderungen nicht einhalten. Bei den Düngemittelkategorien PFC 1(A) und PFC 3 überschritten bei Kupfer drei und bei Zink zwei Analyseergebnisse die Obergrenze von 300 bzw. 800 mg/kg DM. Die Grenzwerte von PFC 6 wurden nicht überschritten.

Kupfer und Zink sind essentielle Spurenelemente in der tierischen Ernährung und werden in Fertigfuttermischungen insbesondere bei Schweinen und Geflügel zugesetzt. Sie steigern das Wachstum und haben prophylaktische Effekte bei Darmerkrankungen (Zethner et al., 2007). In Biogasanlagen können daher höhere Mengen an Zink und Kupfer über Wirtschaftsdünger eingetragen werden. Bei der landwirtschaftlichen Verwertung der Gärreste ist folglich auf die aufgebrachten Zink- und Kupferfrachten zu achten. Die nationale Düngemittelverordnung 2004 sieht hierfür für einen Zeitraum von zwei Jahren für Kupfer max. 700 g/ha und für Zink max. 3000 g/ha vor. Zudem enthielten die Gärrestproben Eisengehalte von durchschnittlich 5476.67 mg/kg DM (n=69) und Mangangehalte von 338.58 mg/kg DM (n= 68). Für weitere Spurenelemente (z.B. Bor, Kobalt, Molybdän und Arsen) sind keine Daten bzw. keine ausreichende Analyseanzahl (<10 Analysen) vorhanden.

Literatur

- Coelho, J.J., Prieto, M.L., Dowling, S., Hennessy, A., Casey, I., Woodcock, T., Kennedy, N., 2018. Physical-chemical traits, phytotoxicity and pathogen detection in liquid anaerobic digestates. *Waste Management* 78, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.017>
- Fuchs, W., Drosch, B., 2013. Assessment of the state of the art of technologies for the processing of digestate residue from anaerobic digesters. *Water Science and Technology* 67, 1984–1993. <https://doi.org/10.2166/wst.2013.075>
- Möller, K., 2015. Effects of anaerobic digestion on soil carbon and nitrogen turnover, N emissions, and soil biological activity. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 35, 1021–1041. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0284-3>
- Möller, K., Müller, T., 2012. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review: Digestate nutrient availability. *Engineering in Life Sciences* 12, 242–257. <https://doi.org/10.1002/elsc.201100085>
- Muck, R.E., Steenhuis, T.S., 1982. Nitrogen losses from manure storages. *Agricultural Wastes* 4, 41–54. [https://doi.org/10.1016/0141-4607\(82\)90053-1](https://doi.org/10.1016/0141-4607(82)90053-1)
- Risberg, K., Cederlund, H., Pell, M., Arthurson, V., Schnürer, A., 2017. Comparative characterization of digestate versus pig slurry and cow manure – Chemical composition and effects on soil microbial activity. *Waste Management* 61, 529–538. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.016>
- Stürmer, B., 2017. Feedstock change at biogas plants – Impact on production costs. *Biomass and Bioenergy* 98, 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.01.032>
- Weiland, P., 2006. Biomass Digestion in Agriculture: A Successful Pathway for the Energy Production and Waste Treatment in Germany. *Engineering in Life Sciences* 6, 302–309. <https://doi.org/10.1002/elsc.200620128>
- Zethner, G., Sattelberger, R., Hanus-Illy, A., 2007. Kupfer und Zink im Wirtschaftsdünger von Schweine- und Geflügelmastbetrieben, Report REP-0073. Umweltbundesamt (Hrsg.), Wien.
- Zirkler, D., Peters, A., Kaupenjohann, M., 2014. Elemental composition of biogas residues: Variability and alteration during anaerobic digestion. *Biomass and Bioenergy* 67, 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.04.021>

Kontakt

DI Dr. Bernhard Stürmer
Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik
Angermayergasse 1, 1130 Wien
bernhard.stuermer@haup.ac.at